

UNE CLASSE VILLETTE

Francis JAMM

La Cité des Sciences et de l'Industrie (C.S.I.) de la Villette accueille des classes pour une durée de une à deux semaines. C'est la classe Villette de la Première S (option informatique) du L.E.G.T. Jean Mermoz de Saint-Louis que présente cet article.

Le thème en était : les mathématiques, outil pour mesurer le monde.

Il s'agissait de voir comment l'outil mathématique permet de modéliser une situation. Il y avait un autre fil directeur; montrer aux élèves diverses approches de la science : conférences, films, manipulations, expériences, jeux, art, recherche documentaire, utilisation de logiciels.

Le séjour (cinq jours) était encadré par les professeurs de mathématiques et de sciences physiques. Chaque jour les élèves avaient un programme précis de ce qu'ils devaient voir ou faire.

Voici les principaux sujets traités.

MIROIRS PARABOLIQUES

Deux grands paraboloïdes se font face, espacés de vingt mètres. Expliquer par un graphique pourquoi deux personnes situées chacune au foyer d'un paraboloïde et se tournant le dos peuvent, dans le brouhaha, dialoguer sans élever la voix. Expliquer également pourquoi une personne située entre les deux paraboloïdes entend assez bien le dialogue des deux autres. La définition focale de la parabole avait été donnée en classe et les élèves avaient démontré que les rayons parallèles à l'axe de symétrie se concentraient au foyer. Sur le site de la Villette se trouve un radiotélescope qui aurait permis une application de cette propriété. Malheureusement il n'était pas accessible.

TRIGONOMÉTRIE

Triangulation

Un appareil (hors d'usage) permet de mesurer la parallaxe des étoiles. Utiliser cette idée pour mesurer la distance de l'observateur (situé sur une plateforme) à un poteau situé au loin. Vérifier le résultat en mesurant au sol la distance séparant les projections orthogonales des deux points.

Harmoniques

Un dispositif permet d'additionner des sinusoides en faisant varier l'amplitude et en choisissant des périodes multiples l'une de l'autre. La courbe résultante apparaît sur un écran et on entend le son correspondant.

INTRODUCTION AU CALCUL DIFFÉRENTIEL

Le chemin le plus court n'est pas le plus rapide

Deux billes parcourent deux trajectoires différentes (ci-contre). Ayant observé que celle qui parcourt le chemin le plus long arrive la première, l'élève devait :

- donner une explication qualitative du phénomène
- tenter de mesurer la longueur de la trajectoire courbe en l'assimilant à une succession de segments. Puis, en calculant le temps mis par la bille pour parcourir chaque segment retrouver le résultat par le calcul.

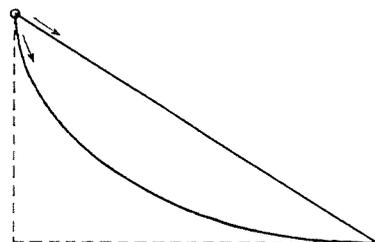


Figure 1

Calcul de l'aire d'une surface quelconque

Un logiciel permet de construire une courbe fermée quelconque et ensuite il montre à l'aide de découpages rectangulaires de plus en plus fins comment en évaluer l'aire.

LES FRACTALES

Un logiciel présente les principales fractales et permet d'en fabriquer. L'élève devait trouver la formule permettant de calculer la longueur d'une courbe à chaque étape et étudier sa limite.

BULLES DE SAVON

La base technique permet (en principe) de réaliser des polyèdres par soudure de fils de laiton. On plonge ces polyèdres dans de l'eau savonneuse (le mélange glycérolé de la Villette est remarquable) et on admire le résultat.

Ultérieurement les élèves durent démontrer que, dans le cas du cube, la forme obtenue (voir dessin n° 2) a des dimensions qui minimisent son aire.

Si l'on enferme une bulle d'air dans la pellicule savonneuse, on obtient la configuration suivante (voir dessin n° 3). Les élèves durent également déterminer l'aire de cette pellicule en fonction du côté du petit cube central.

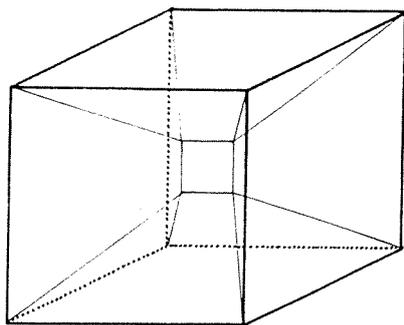


Figure 2

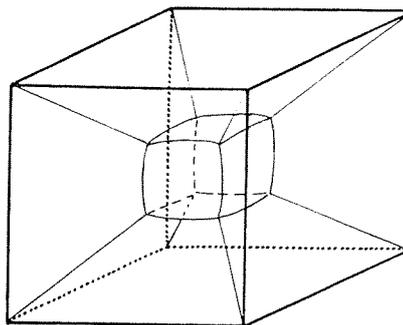


Figure 3

On constate que, dans le cas d'un polyèdre approchant la sphère, la surface obtenue correspond simplement aux faces du polyèdre.

En plongeant dans l'eau savonneuse deux plaques transparentes reliées par trois chevilles (ou plus) on fait résoudre par la nature le problème des autoroutes de FERMAT. La question a été reprise en classe, avec l'outil mathématique et le point de TORICELLI retrouvé.

PYTHAGORE

Admirer la démonstration du théorème de PYTHAGORE par le principe des vases communicants.

L'INFINI

Visionnement d'un court dessin animé sur le paradoxe d'ACHILLE et de la tortue (revu à la sauce d'UDERZO & GOSCINY). Ceci faisait suite à une présentation en classe de l'évolution de la notion d'infini (grand et petit) au cours des âges.

MORPION TRIDIMENSIONNEL

Il s'agit tout simplement de jouer au morpion en dimension trois, grâce à une structure cristallographique cubique où des boules s'allument quand un joueur introduit leurs coordonnées. Les élèves devaient noter les coordonnées des boules jouées et, en cas de victoire, montrer par la géométrie analytique, que les quatre boules gagnantes étaient alignées sur une droite intersection de deux plans.

PAVAGES DU PLAN

Comme illustration du cours sur les isométries j'ai profité de la classe Vilette pour montrer des diapositives présentant les dix-sept manières de paver le plan.

Une application des pavages de l'espace à la cristallographie aurait été possible mais nous avons manqué l'occasion.

D.A.O. (Dessin Assisté par Ordinateur)

La C.S.I. possède un intéressant logiciel de D.A.O. qui a été présenté aux élèves tant dans ses possibilités professionnelles que dans ses possibilités géométriques

(construction de la droite d'EULER ou des tangentes à deux cercles par exemple).

LOGIQUE BINAIRE

Les fonctions logiques ET, OU, NON sont présentées sous forme de circuits hydroliques. Un additionneur binaire (basé sur le même principe des circuits hydroliques) permet de voir comment un ordinateur réalise une addition à l'aide des seules opérations logiques ET, OU, NON. On propose deux nombres, et la suite des opérations élémentaires nécessaires à leur addition se déroule sous vos yeux.

FILMS

Les élèves ont vu plusieurs films : planétarium de la C.S.I., un petit film sur les galaxies et l'histoire de l'univers, le film de la Géode sur la tectonique des plaques et un montage réalisé à partir de prises de vues scientifiques (ralenti sur le vol des insectes, accéléré sur la croissance des plantes, films en infrarouge en lumière rasante, endoscopies, etc ...). Notons également une série de quatre films, présentant l'évolution de l'idée que les hommes se sont faite de l'atome à travers des dialogues contradictoires mettant en scène des personnages historiques (depuis DÉMOCRITE jusqu'à Jean PERRIN). Des professeurs de physique assistaient à cette projection qui fut suivie d'une discussion. Il fut intéressant pour les élèves de découvrir que la science progresse par des débats aussi passionnés, houleux et indécis que ceux liés aux autres activités humaines.

Citons encore en vrac : la robotique, les problèmes de projection (belle présentation des anamorphoses), les coniques. Notons également en physique, deux belles illustrations du principe de conservation de la quantité de mouvement : on peut manipuler un fauteuil spatial, et un logiciel permet de diriger une fusée pour un voyage Terre-Lune. Les élèves ont également pu suivre une présentation du manège inertiel.

La C.S.I. possède une fort belle médiathèque, avec un système de recherche informatisé très bien fait (quand il fonctionne). Nous avions prévu de faire effectuer une telle recherche par les élèves, malheureusement le système était en panne.

Naturellement, les élèves avaient également la possibilité de déambuler à leur guise dans la C.S.I. pour voir ce qui les intéressait et qui n'entrait pas dans le cadre du thème choisi.

Bien entendu certaines de ces activités pouvaient être réalisées en classe; mais j'ai profité de la classe Villette pour tout concentrer et lui donner ainsi un côté séminaire intensif.

On ne peut pas donner un emploi du temps type; mais en moyenne les élèves étaient à la C.S.I. cinq à six heures par jour. Un jour ils ont même travaillé jusqu'à une heure du matin à la M.J.C. où nous logions pour terminer la construction des polyèdres dont on avait besoin le lendemain. Seulement trois demi-journées furent consacrées à Paris, car ces élèves y étaient déjà venus l'an passé lors d'un voyage de classe au cours duquel germa l'idée de cette classe Villette.

Comme on le voit les activités furent très variées, nécessitant une plus ou moins grande participation des élèves. On peut dire que l'un des objectifs, montrer de multiples approches de la science, a été atteint. Pour ce qui est d'avoir montré que les mathématiques imprègnent toute activité scientifique le bilan est naturellement plus difficile à réaliser.

Il était demandé aux élèves de se débrouiller avec les outils mathématiques à leur disposition pour essayer d'appréhender les situations auxquelles ils étaient confrontés. Dans certains cas, l'explication était simplement qualitative dans d'autres cas leur bagage mathématique leur permettait (seuls ou avec mon aide) de maîtriser le problème. Faire fonctionner les mathématiques en situation pour montrer leurs possibilités d'utilisation est, me semble-t-il, dans l'esprit actuel des programmes. Cette démarche fort intéressante est exigeante, car elle nécessite d'une part, de posséder un savoir-faire mathématique et d'autre part d'arriver à extraire d'une situation concrète le mécanisme mathématique sous-jacent. Cela dit, il n'est pas dans mon propos de réduire les mathématiques à n'être que la servante des autres disciplines en gommant totalement la construction axiomatique; mais durant la classe Villette c'est plutôt le côté pragmatique qui a prévalu.

Quelques mots à propos de la C.S.I.

Laissons parler les gens de la Villette :

“La Cité des Sciences et de l'Industrie a pour vocation de sensibiliser la population dès son plus jeune âge au développement de la science, aux applications technologiques et aux perspectives industrielles”.

“La Villette : une nouvelle façon d'ouvrir les yeux, d'apprendre, de s'étonner, d'écouter et de s'émerveiller. Un lieu de création et de loisirs, de surprises et de jeu”.

La Villette n'est pas le Palais de la Découverte du XX^e siècle. Elle n'a pas de but spécifiquement pédagogique. La réaction première de l'enseignant voyant la façon dont sont présentées certaines notions est souvent négative. Il n'y a en général guère d'explications. On met les gens face à une situation qui pose un problème scientifique mais sans leur donner les clés pour l'élucider. Les gens repartent alors soit sans avoir vu le problème posé, soit avec leur propre explication (ou avec celle de leur progéniture); et lorsque l'on tend l'oreille le résultat n'est parfois pas triste!

On est également obligé de noter que de nombreux stands (*) sont hors service ou n'ont jamais fonctionné.

D'autre part, certains choix sont surprenants. Pour les surfaces de tension minimale reliant les arêtes d'un polyèdre, le cube, pourtant spectaculaire, n'est pas présenté. Les pavages d'ESCHER sont présentés uniquement dans le cas hyperbolique et non pas dans le cas du plan euclidien où il a pourtant fait de fortes belles choses. Les

(*) Environ 30 %, juste milieu entre les dires du Ministre de la Recherche (59 %) et ceux du Président de la C.S.I., Mr. LEVY (15 à 20 %). Voir l'article du “*Monde*” dans son numéro du 4 septembre 1987.

UNE CLASSE VILLETTE

lois de KEPLER sur le mouvement des planètes sont représentées par une bille se déplaçant en spirale sur la face interne d'un entonnoir (d'où le commentaire d'un visiteur : "*C'est un trou noir*"). Les coniques sont présentées comme intersection d'un demi-cône avec un plan ce qui fait que l'hyperbole n'a qu'une branche.

En fait, les élèves ont détourné de leur objectif initial certains stands pour réaliser une activité liée au projet. Un tel détournement est tout à fait dans l'esprit de la C.S.I., et il est quasiment inévitable pour une classe Villette.

D'UN POINT DE VUE PRATIQUE

Pour tout renseignement :

Cité des Sciences et de l'Industrie
Service Education
75930 PARIS Cedex 19
Tél. : 40 05 74 11

La classe Villette est précédée d'une session de formation pour les accompagnateurs (durant les vacances). Cette session est indispensable à l'élaboration du projet avec l'équipe pédagogique de la Villette dont un membre parraine la classe. Chaque classe peut venir avec son projet.

A titre indicatif le coût de la classe Villette a été de 940 F par élève. Cette somme se décompose ainsi :

voyage + carte orange	295 F
entrées (C.S.I. (80 F), théâtre, exposition)	120 F
hébergement (4 nuits)	200 F
repas (sauf deux dîners)	200 F
(les repas de midi peuvent être pris à la cantine de la C.S.I.)	
encadrement (2 professeurs - 1020 F/24)	45 F
stage de préparation (2 professeurs - 1680 F/24)	70 F
divers (téléphone, matériel)	10 F

La participation directe de chaque famille a été ramenée à 325 F grâce aux actions entreprises par les élèves (2 lavages de voitures, 4 ventes de pâtisseries au marché, vente de 84 kg de pralinés). La classe Villette fut également l'objet d'un P.A.E.

Nous avons tout organisé par nous-même, mais la Fédération des Œuvres Laïques propose un forfait tout compris qui est environ 30 % plus cher et qui offre des prestations, qu'après un examen détaillé nous n'avons pas cru devoir retenir.

En avril 87 les classes Villette pouvaient accéder à la C.S.I. en dehors des heures d'ouverture au grand public; d'ailleurs la fréquentation hors congés scolaires est raisonnable. Notons que la médiathèque offre un remarquable lieu de travail. Des activités à la base technique ou à l'extérieur de la C.S.I. (musées, entreprises) peuvent être organisées par l'équipe pédagogique de la Villette.

Commentaires de la rédaction

La Cité des Sciences et de l'Industrie (C.S.I.) suscite des commentaires largement contradictoires. En fait tout dépend du plan sur lequel on se place.

Pour Monsieur tout-le-monde qui visite en touriste et en famille la cité, le gigantisme des manipulations et l'absence de commentaire explicatif frappent son imagination et lui permettent de trouver une quelconque explication au phénomène constaté sans risque d'être contredit. Pour lui, si certaines expériences sont en panne, cela importe peu puisqu'il est venu à la Villette sans but défini.

Pour le collégien, le lycéen ou l'amateur éclairé qui se posent des questions, il n'est pas facile de trouver une réponse. Les guides ou hôtesse d'accueil ne connaissent guère autre chose qu'un commentaire appris par cœur.

Pour l'enseignant venant avec sa classe, il est rageant de constater que de nombreuses expériences sur lesquelles il comptait sont en panne, l'obligeant ainsi à des acrobaties pour tenir ses élèves.

Or, c'est sur l'accueil, la longueur des queues, la qualité de la restauration, le pourcentage de manipulations en état de marche ... que le public juge la C.S.I. Des progrès ont été faits mais beaucoup reste à faire.

Par ailleurs, au sein de la C.S.I. le meilleur côtoie le pire. Si, par exemple, tout le monde tombe d'accord pour louer la Géode tant au niveau architectural, qu'au niveau des programmes présentés, nombreux sont ceux qui déplorent la pauvreté intellectuelle des objets proposés à la vente dans la boutique.

Cet état actuel n'est qu'une lointaine conséquence des décisions initiales :

* Il n'y a jamais eu explicitation de la finalité du projet, chaque gouvernement nommant un nouveau responsable qui avait tout juste le temps de modifier l'organisation avant d'être remplacé.

* La création de la C.S.I. a été imposée contre l'avis de spécialistes des musées scientifiques (Palais de la Découverte, Muséum d'Histoire Naturelle, Musées Zoologiques et Centres Scientifiques de province) dont on a refusé ensuite d'entendre les conseils.

* L'argent a coulé à flots pour les études et la création. L'unité financière était la dizaine de kilo-francs. Une manipulation proposée à moins de 10 000 francs était acceptée sans discussion; des contrats d'étude ont été payés sur des sujets qui avaient déjà fait l'objet d'études.

* Initialement, il ne devait pas y avoir de démonstrateurs. Il a fallu l'expérience de JANUS et le taux important de vandalisme pour qu'on revienne à une conception plus saine.

* La politique de sous-traitance pour la fabrication s'est traduite par une absence de contacts entre les concepteurs et les réalisateurs. Un certain nombre d'expériences sont de ce fait incomplètes ou réduites à des manipulations presse-

UNE CLASSE VILLETTE

bouton (alors que l'idée initiale était l'interactivité).

On comprend que la Cour des Comptes ait beaucoup trouvé à redire. L'expérience étant bonne conseillère, on peut espérer que les responsables sauront intervenir pour que ces erreurs de jeunesse disparaissent et que la C.S.I. s'ouvre plus largement sur la province (par exemple dans l'accueil des groupes ou dans le prêt de documents de la médiathèque). Une saine gestion financière, une volonté de l'Etat et une équipe de responsables œuvrant dans la durée sont des conditions nécessaires pour faire du musée de la Villette un succès éclatant sur tous les points.