

A l'ombre du cercle...

EXPOSITION

Vernissage le mardi 13 mars 2007
Visites sur rendez-vous du 16 avril au 27 avril 2007

Une exposition réalisée et présentée par des élèves de l'enseignement fondamental et secondaire de l'Athénée Royal Gatti de Gamond à Bruxelles, avec l'aide des professeurs et des instituteurs, en collaboration avec Infor-Sciences et l'Unité de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques de l'Université Libre de Bruxelles.

Un regard sur les sciences, l'art et l'histoire qui permet d'étudier des notions mathématiques dans un contexte humain et culturel.
L'occasion de voir et de découvrir la mathématique agréablement au-delà des formules et du tableau noir!

Athénée Royal Gatti de Gamond
65, rue du Marais
1000 Bruxelles
02 / 217 94 05

A l'ombre du cercle...

Sur les murs et le plafond du salon éclairé par une lampe se dessine l'image de l'abat-jour, tantôt ellipse, cercle, parabole ou hyperbole. Ces courbes de la famille des coniques étaient le sujet d'un traité écrit par Apollonius de Perge. Leurs propriétés optiques et acoustiques furent utilisées par les magiciens de l'image et du son pour fasciner les foules ou par les militaires pour enflammer la flotte ennemie.

Parmi ces courbes, l'ellipse bien connue des jardiniers, sèmera la révolution dans la cosmographie, lorsque Képler donnera une vision du monde différente du système héliocentrique.

Les peintres de la Renaissance, désireux de « photographier » le monde, mettront au point des constructions proches de la géométrie descriptive afin d'apprendre à leurs élèves des techniques graphiques. Les limites de leur construction étonneront les spectateurs par des anamorphoses. Même l'auréole des saints se détachera d'un fond doré pour apparaître sous forme de courbes diaphanes.

Bientôt, la terre deviendra un ellipsoïde...

Les architectes baroques utiliseront l'ellipse pour désorienter les visiteurs.

Quand naît la Belgique, deux mathématiciens belges rapprocheront enfin Apollonius et les jardiniers en établissant les « théorèmes belges ».

Les ingénieurs rechercheront des formes plus élancées et plus élégantes pour les ponts et les coupes, espérant que ces dernières ne s'écrasent pas sous leur poids!

Les couloirs du métro parisien prendront cette forme de cercle écrasé.

Aujourd'hui encore des formes plus courbées remplacent les traditionnels parallélépipèdes rectangles qui ont fait la gloire des tours bruxelloises des années 1960.

Les coniques sont bien présentes autour de nous. La vue d'une ellipse se transforme souvent automatiquement en cercle, au point que notre cerveau cherchant à voir des cercles dans les formes elliptiques, nous permettra de voir s'animer des images tout à fait statiques!

Les élèves du fondamental au secondaire ont collaboré activement à la construction de cette exposition; ils vous transporteront de la Grèce antique au sommet de constructions qui naissent dans notre paysage bruxellois; ils vous montreront des modèles qu'ils ont créés à l'aide du logiciel Cabri-Géomètre TM pour vous faire comprendre les mystérieuses propriétés de quelques courbes remarquables;...

QUELQUES THEMES DEVELOPPES PAR LES ELEVES

Maternel et primaire :

Tableaux figuratifs de collages d'ellipses
Marquage au sol
Ateliers d'écriture (calligrammes) et de dessin (composition d'ellipses à la latte)
Construction d'ellipses avec des triangles et tableaux de fils
Maquette des planètes
Fresque et ombres chinoises
La table dressée, évolution de la perspective de la maternelle à la sixième primaire

Secondaire :

Apollonius et ses coniques, les géomètres de la Grèce
Képler, la révolution des planètes
Newton et Halley
Un cercle en peinture, la naissance de la perspective centrale et la Renaissance
Piero della Francesca et le polyptique de Pérouse
Dürer, et l'«eierlinie», de la géométrie descriptive bien avant Monge
Dandelin et Quételet, des belges réconcilient Apollonius et les jardiniers.
Tableaux de fils: de l'ellipse au constructivisme, Gabo, Pevsner et Rotchenko.
Les Ambassadeurs d'Holbein et les anamorphoses perspectives
Présence de l'ellipse dans le style baroque: invitation au voyage...
Le jardin des ellipses, de la construction aux nymphéas de Monet
Mesurer le périmètre d'une ellipse avec Ramanujan un mathématicien indien
Renaat Braems, un rêve elliptique: le rectorat de la VUB
Des courbes sous les ponts de Paris et d'ailleurs
Des anses de panier et des porches, ou la beauté de la pierre de Gobertange
Montois et Partners, des cylindres à base elliptique montent dans le ciel de Bruxelles
Des salles pour entendre des secrets, de Paris à Washington
Doisneau, le cercle photographié

ACTIVITES ET VISITES

- « *Covent Garden* », exposé de Monsieur LARMUSEAU, ingénieur civil architecte, Montois et Partners Art and Build
- « *Central Plaza* », exposé de Monsieur MAHIEU, administrateur et architecte, Montois et Partners Art and Build
- « *Du viaduc de Millau au stade de Wembley* », exposé de Messieurs DESCAMPS et VAN PARYS, ingénieurs civils architectes, Facultés Polytechniques de Mons
- « *L'art baroque et les ellipses* », exposé de Monsieur FIERENS, historien de l'art, professeur à Gatti
- Atelier sur les ellipses, animé par Madame Charlotte BOUCKAERT, professeur de mathématique, membre de l'UREM-ULB, Urbain VANDEN EYNDEN, ingénieur civil et Mesdames Chantal RANDOUR et Anne CORNETTE, professeurs de mathématique à Gatti
- Visite aux Musées Royaux des Beaux-Arts, parcours « *Perspective* » par le service éducatif du musée
- Visite du rectorat de la VUB
- « *Bruxelles du haut des grues* », exposé de Monsieur Grégory HALLIDAY, photographe

LA MATHÉMATIQUE S'EXPOSE

Conception d'expositions préparées et présentées par des élèves de l'enseignement secondaire, quel que soit leur niveau mathématique, dans et à l'extérieur d'une école en discrimination positive, sur un thème mathématique exploité conjointement dans les sciences, l'art et l'histoire.

- **1 / Le projet en quelques mots**
- **2 / De l'esprit des expositions réalisées par les élèves**

La motivation

La méthode

L'évaluation

Quelques sites montrant les travaux des élèves

1/ LE PROJET EN QUELQUES MOTS

LA MATHÉMATIQUE S'EXPOSE...

CHANTAL GABRIEL-RANDOUR

ch.randour@brutele.be

Faire aimer et apprécier la mathématique à l'école et à tout citoyen n'est pas chose aisée.

Comment susciter l'intérêt, montrer les applications d'une science omniprésente dans notre vie quotidienne?

Comment créer des situations dans lesquelles les élèves se comportent en chercheurs, découvrent la joie de trouver et de convaincre leurs condisciples par une démonstration?

Comment placer la recherche mathématique dans un contexte pluridisciplinaire et actuel?

Comment ne pas laisser s'éteindre la flamme qui étincelle dans les yeux des petits enfants émerveillés par les sciences?

Depuis octobre 1999, les élèves de l'Athénée Royal Gatti de Gamond, quel que soit leur niveau mathématique, et leur professeur Chantal Gabriel-Randour réalisent et présentent des expositions sur des thèmes mathématiques exploités conjointement par les sciences, l'art et l'histoire. Ils entraînent avec eux des élèves de la maternelle à la dernière année qui s'associent au projet individuellement ou accompagnés d'un enseignant.

Ces expositions, minutieusement préparées, bénéficient des conseils scientifiques de Francis Buekenhout et de Jean Drabbe, tous deux professeurs émérites à l'Université Libre de Bruxelles.

Voici les thèmes déjà développés :

- 1999-2000 - **Regard Mathématique sur la Ville**
- 2000-2001 - **Miroirs et Perspectives**
- 2001-2002 - **Polyèdres: Art ou Mathématique?**
- 2002-2003 - **Spirales et Labyrinthes**
- 2003-2004 - **L'arc-en-ciel**
- 2004-2005 - **Femmes et Sciences**
- 2005-2006 - **Regard Mathématique sur la Russie**

Ces expositions ont pour but de **donner le goût des sciences et des mathématiques à des élèves et aux visiteurs qui ne sont pas tournés spécialement vers ces disciplines, de permettre à ces (futurs) citoyens d'accéder à la culture scientifique de la société de demain et encourager certains à s'orienter vers des études scientifiques.**

Elles suppriment le cloisonnement entre les disciplines dites littéraires et scientifiques et montrent les liens entre les théories mathématiques et leurs applications dans diverses sciences, sans oublier de les replacer dans leur contexte historique.

En aidant les élèves à présenter leur travail à un public varié, extérieur à l'école, **elles aident les adolescents à mieux s'intégrer dans la société** et donnent un sens à l'apprentissage, tout en favorisant à la fois le travail individuel et la recherche en groupe; chaque élève est amené à se surpasser.

La dynamique dégagée par les jeunes acteurs de l'exposition ramène aussi des anciens professeurs à l'école. Ainsi certains d'entre eux reviennent écouter les élèves pour les aider à présenter leur sujet et les aident à la réalisation de leurs panneaux. Ainsi se créent des **liens entre jeunes et adultes** dans un climat de confiance serein et positif.

Par l'apprentissage des nouvelles technologies, les étudiants peuvent **communiquer leurs travaux au public** et analyser plus finement les concepts étudiés en classe, tout en recherchant des moyens pédagogiques pour transmettre leurs découvertes et peut-être ainsi **réconcilier les visiteurs de tout âge et de toute formation avec une mathématique humaine**.

Le caractère public de ces manifestations **favorise les rencontres entre les jeunes, les chercheurs, les spécialistes, les professionnels** utilisant les sciences dans leur métier, **et tous les citoyens quel que soit leur âge**, tout en montrant les professeurs comme personnes ressources pouvant aider l'élève et pas uniquement le contrôler.

Les divers thèmes de recherche sont adaptés au programme des cours de mathématique et développés en classe.

Les recherches dans les autres domaines se font en dehors des cours dans des bibliothèques réelles et virtuelles.

Des informations extérieures sont aussi fournies par le biais de visites de musées et de laboratoires et des conférences données par des spécialistes.

Les élèves élaborent un dossier et, après avoir sélectionné des images de bonne qualité, réalisent un ou plusieurs panneaux qu'ils présentent au public.

La réalisation de ce travail collectif n'est bien sûr possible qu'avec le soutien de la direction, de l'inspection et des autorités administratives.

La réussite de ces projets et l'esprit d'équipe qui lie professeur et élèves dans cette expérience, à chaque fois différente, est une source de joie qui ne peut exister que dans ce formidable métier qu'est l'enseignement...

2/ DE L'ESPRIT DES EXPOSITIONS REALISEES PAR LES ELEVES

• LA MOTIVATION

Présenter les mathématiques, leur omniprésence dans la vie quotidienne et l'environnement, leurs liens avec les sciences, à tous les élèves afin de

- donner le goût des sciences et des mathématiques à des élèves qui ne sont pas tournés spécialement vers ces disciplines,
- permettre à ces futurs citoyens d'accéder à la culture scientifique de la société de demain et/ou leur permettre de s'orienter vers des études scientifiques. Les élèves impliqués dans ce projet sont issus de milieux socialement ou culturellement défavorisés. Dans une école à discrimination positive, ils participent en classe entière quel que soit leur type d'enseignement (5ème et 6ème enseignement général et technique de qualification) et quel que soit le nombre d'heures de mathématique suivies par semaine (2, 4, 6). Ils ont en principe entre 15 et 18 ans (en pratique entre 15 et 21 ans!),
- tenter de supprimer le cloisonnement entre les disciplines dites littéraires et scientifiques,
- montrer les liens entre les théories mathématiques et leurs applications dans diverses sciences: physique, chimie, biologie et géographie sans oublier de les replacer dans un contexte historique,
- bâtir un cours de mathématique avec l'aide des élèves en les mettant en situation de chercheurs et en favorisant leur créativité
- aider les élèves à présenter leur travail à un public varié, extérieur à l'école afin d'améliorer leur intégration dans la société et de donner un sens à l'apprentissage,
- favoriser le travail individuel et la recherche en groupe,
- utiliser au mieux les aptitudes de chaque élève et l'amener à se surpasser,
- apprendre aux élèves à dominer les nouvelles technologies pour communiquer leurs travaux au public et les inciter à une analyse plus fine des concepts étudiés
- favoriser les rencontres entre les jeunes adolescents, des chercheurs, des spécialistes et des professionnels utilisant les sciences dans leur métier,
- montrer que les professeurs sont aussi des personnes ressources qui peuvent aider l'élève et pas uniquement le contrôler,
- favoriser le regard des élèves sur la ville où ils vivent, leur faire comprendre leur implication dans son évolution et prendre ainsi conscience de leur citoyenneté.

• LA METHODE

Le professeur choisit le thème de l'année.

1/Recherche, confrontation et analyse

Le professeur:

Programme les visites dans les musées et les laboratoires, organise des rencontres avec des scientifiques et des personnes ressources, afin que les jeunes puissent développer et approfondir les notions non-mathématiques liées au sujets.

Organise des tables rondes entre les professeurs de disciplines diverses au sein de l'école.

Les élèves:

Recherchent dans les bibliothèques réelles et virtuelles des documents en français mais aussi dans diverses langues.

Prendent des photos, sélectionnent des images de bonne qualité pour illustrer leurs panneaux.

Visitent avec leurs professeurs des expositions permettant une approche artistique ou historique et assistent à des conférences scientifiques données par des spécialistes.

Visitent des laboratoires et réalisent des expériences avec l'aide de chercheurs à l'université.

Etablissent les rapports des visites et des exposés.

2/Mathématisation des phénomènes

Le professeur:

Construit avec la classe les notions mathématiques nouvelles permettant de comprendre les concepts rencontrés choisis à la lumière du programme des cours.

Contrôle leur apprentissage tout en veillant à leur fixation.

Les élèves:

Animent le cours de mathématique en commençant par créer des simulations d'expériences, analysent les résultats et classifient les différents cas, proposent des lois (ou des formules) amenant à une généralisation, les démontrent et mathématisent les phénomènes rencontrés en utilisant les notations et les méthodes classiques.

Utilisent divers logiciels (Cabri-Géomètre, Excel, Word, Power-point, etc...) et manipulent des calculatrices symboliques pour vérifier l'exactitude de leurs résultats et peaufiner les simulations d'expériences à présenter au public.

3/Elaboration de rapports et rédaction de synthèses

Le professeur:

Coordonne les activités de chacun en exploitant au mieux les diverses aptitudes des acteurs.

Amène chaque élève à se dépasser.

Les élèves:

Rédigent un dossier résumant les informations recueillies qu'ils dominent suffisamment pour pouvoir les expliquer au public lors de l'exposition et comportant des textes en français, néerlandais et anglais.

Réalisent des modèles mathématiques pour faire comprendre ou expliquer les concepts rencontrés à un public varié: animations sur ordinateur, modèles concrets, diaporama, etc.

Elaborent un texte concis et réalisent un panneau au moins (60X120 cm), le plus souvent en équipe.

Préparent ensemble un questionnaire afin de présenter aux enseignants un document pédagogique à distribuer aux élèves visiteurs.

4/Réalisation de l'exposition et présentation d'exposés

Les élèves:

Animent les expositions :

-devant divers publics: leurs condisciples, des élèves venant d'autres écoles, des spécialistes (professeurs d'université, ...), leurs professeurs, des enfants, des adultes de formations diverses et des personnalités (direction, ministres, ...)

-en divers lieux: à l'athénée, à l'université, aux expositions des Jeunesses Scientifiques de Belgique, à l'étranger, à des congrès de mathématique et de sciences.

Font profiter le groupe de leurs aptitudes tant sur le plan de l'organisation que celui du travail.

• L'EVALUATION

1/Le travail des élèves et ses apports

Ces expositions sont extrêmement motivantes pour les élèves et les professeurs.

Chaque élève peut tirer parti de cette expérience de planification et d'organisation d'un projet à long terme sur un sujet particulier étudié de manière approfondie et à travers diverses disciplines.

La perspective d'une présentation orale de leur travail donne envie aux élèves de dominer leur sujet.

La participation à ce travail rend chaque élève responsable au sein du groupe tout en lui permettant de mettre en valeur sa créativité, de développer ses propres aptitudes et son esprit d'analyse.

Beaucoup consacrent du temps de leurs loisirs à la création de panneaux, de sites web, de CD-Rom, de maquettes.

Beaucoup d'élèves qui avaient décroché, ont terminé avec succès leur année scolaire grâce à leur implication dans le projet qui leur a permis de reprendre confiance en eux.

Bien qu'une évaluation chiffrée n'ait pas été réalisée, le nombre d'élèves qui, en sortant de l'athénée et ayant participé à ces expositions, se dirigent vers une section scientifique a augmenté.

L'attrait de ces expositions augmente le nombre d'élèves dans les sections scientifiques dans l'athénée.

2/Amélioration des relations humaines et des échanges interculturels

Ces expositions mettent l'accent sur les points communs qui existent entre les jeunes de toutes cultures et de toutes nationalités.

Le public extérieur apprécie beaucoup, tant la construction réalisée en commun avec les élèves et les professeurs, que la qualité de présentation du travail par les jeunes.

La participation au projet permet d'établir ou d'améliorer les relations entre les élèves de classe et d'âge divers (organisation du travail et exploitation des compétences de chacun: de la mise en place du matériel informatique à la présentation scientifique en passant par l'établissement d'un planning et une recherche sur la pédagogie de la présentation des sujets traités).

L'intégration d'élèves de différentes années dans un seul projet crée une dynamique très enrichissante entre les jeunes et, plus généralement, au sein de l'école.

La présentation des expositions à l'extérieur de l'école permet des rencontres entre les élèves, les étudiants et les professeurs de l'enseignement supérieur, les chercheurs, les guides des musées et le public lors de discussions sur le terrain.

Les étudiants d'âge divers observant l'évolution de notions acquises aux divers niveaux de l'éducation réalisent la nécessité de la "construction" du savoir.

La responsabilité de chacun face au groupe, à l'école et aux organisateurs met en place un esprit d'équipe et un attachement à l'établissement scolaire.

La valorisation de chacun, chaque élève apportant ses capacités au groupe, permet aux élèves de se découvrir sous de nouveaux aspects et améliore leur intégration au sein de l'école.

3/La notion d'apprentissage, la communication du savoir, le sens de l'école

Ces expositions permettent aux élèves de découvrir le plaisir de la recherche, donnent le goût de la découverte et l'envie d'apprendre pour le plaisir de savoir.

Le regard posé par les professeurs ou le public sur les travaux réalisés mettent le travail de chaque élève en valeur et s'avère une gratification pour chaque jeune.

L'élève apprend pour lui mais aussi pour communiquer et le plaisir d'informer.

Il se rend compte des difficultés à transmettre le savoir et cherche des moyens pédagogiques pour convaincre le visiteur. Il comprend mieux les difficultés de la transmission de la connaissance entre apprenti et initié.

Les échanges entre élèves permettent à certains de se découvrir des talents pédagogiques et à d'autres de comprendre des notions où l'enseignant n'a pas réussi, tant pour des raisons psychologiques que relationnelles.

L'expérience de communication s'avère, pour la plupart des élèves, plus importante que l'espoir d'une récompense.

Le décloisonnement entre les diverses disciplines enseignées à l'athénée et même au sein d'un seul cours de mathématique (analyse et géométrie) s'efface et met en évidence le lien étroit entre les techniciens et les théoriciens.

Une vision de la mathématique construite par les hommes (et reconstruite par les élèves) prend la place d'une mathématique "tombée du ciel" à laquelle l'élève ne peut rien apporter et qui ne lui donne pas l'envie de s'engager dans une recherche.

Les divers liens entre science et culture apparaissent au fil des recherches.

Les professeurs, personnes ressources, aident l'élève à mieux présenter son travail, répondent à sa demande de connaissance et permettent une réconciliation avec l'école.

4/Transmission des expériences par le professeur et /ou par les élèves

Sous forme de dossiers, sites, conférences données par le professeur seul ou accompagné d'élèves ou expositions de travaux par les élèves seuls .

Les expositions ont été présentées en Belgique: aux Congrès de la Société Belge des Professeurs de Mathématique, aux Expo-Sciences des Jeunesses Scientifiques de Belgique, à l'Université Libre de Bruxelles, à la Haute Ecole Defré, à la Haute Ecole Galilée, à la Katholieke Universiteit Leuven, à des journées pédagogiques, à des formations pour les enseignants, à l'Ecole Européenne, au Printemps des Sciences, aux futurs régents et aux futurs agrégés en sciences,...et à l'étranger: Autriche, France, Angleterre, Grand-Duché de Luxembourg, Hongrie, Russie, Tchécoslovaquie, Italie, Expo-Sciences européennes et internationales, congrès des Sciences,

QUELQUES SITES ILLUSTRANT LES EXPOSITIONS DEJA REALISEES

<http://users.skynet.be/mathema/>

<http://www.sbpn.be/textes/helice.pdf>

<http://dev.ulb.ac.be/urem/?Liste-des-publications-de-Chantal>

<http://www.ulb.ac.be/eau/docs/gattidegamond/marcdemopolygattiz.pdf>

<http://www.ulb.ac.be/eau/docs/gattidegamond/recipient-siteulbz.pdf>

<http://www.ulb.ac.be/eau/docs/gattidegamond/demogattidambustz.pdf>

<http://www.ulb.ac.be/eau/docs/gattidegamond/demogattitroisz.pdf>

<http://www.ulb.ac.be/inforsciences/cho2004/gatti.html>

http://www.ulb.ac.be/docs/cedop/index_15.html