UNIVERSITÉ DE POITIERS

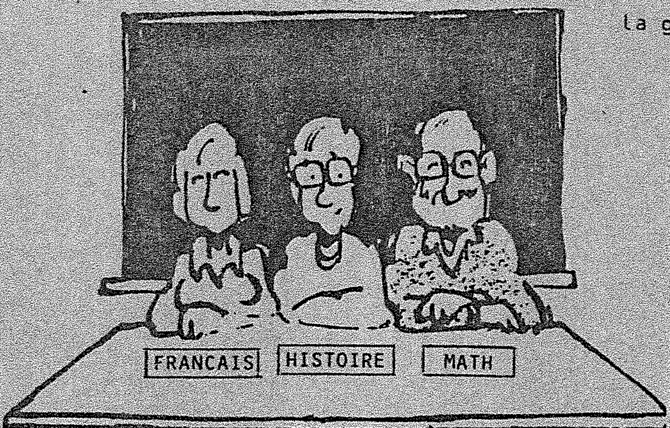
INSTITUT DE RECHERCHE
SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Octobre 1985

TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

Dans le Second Cycle

Un des enjeux :
la globalisation
du savoir



SOMMAIRE

AVANT PROPOS

Cette brochure fait suite à un stage organisé par l'IREM de Poitiers en 84-85 sur le thème :

"Travail interdisciplinaire en second cycle".

Les objectifs étaient ainsi libellés :

"Confrontation de pratiques inter(pluri)-disciplinaires diverses concernant au moins deux matières dont les mathématiques.

Présentation d'activités interdisciplinaires.
Réflexion sur le travail interdisciplinaire.
La présence de collègues ayant travaillé ou travaillant en équipes est souhaitable".

Ce stage s'est déroulé en cinq séances de trois heures échelonnées de novembre 84 à avril 85. Il a réuni sept collègues (dont l'animateur). Une participante seulement n'enseignait pas les mathématiques ; professeur de physique, elle travaillait en équipe avec l'un des collègues mathématiciens du stage. Nous avons regretté que la proportion de non-matheux ne soit pas plus importante ; mais cet inconvénient a été bien compensé par le fait que la plupart d'entre nous comptaient dans leurs établissements des collègues avec lesquels ils travaillaient (ou avaient travaillé) de façon interdisciplinaire.

Notre réflexion a été nourrie par une enquête menée auprès des collègues dans nos lycées. Les résultats et l'analyse des enjeux et des difficultés du travail interdisciplinaire que nous en avons dégagés, présentent un intérêt général pour les professeurs de toutes matières. Nous avons pu répertorier une liste importante de thèmes traités en interdisciplinarité, dans laquelle chacun pourra puiser des idées d'activités communes avec des collègues d'autres matières.

Parallèlement à ce travail de réflexion, nous avons, tour à tour, rendu compte d'activités interdisciplinaires diverses où les mathématiques étaient associées à une (ou plusieurs) autre(s) matière(s).

Cette brochure résume notre travail. Elle correspond à un besoin pour nous, à ce stade, d'en réaliser une synthèse, même si celle-ci est forcément réductrice. Mais surtout, nous pensons que son contenu peut être intéressant et utile pour nombre de collègues.

Tout en étant bien conscients du caractère partiel et provisoire de notre recherche, nous espérons ainsi donner au plus grand nombre de collègues lecteurs l'envie de pratiquer le travail interdisciplinaire.

Participants au stage :

Louis Marie BONNEVAL , Mathématiques, Lycée Victor Hugo, POITIERS
Pierre CHEVRIER, Mathématiques, Lycée Jean Macé , NIORT
Odile DUCHENNE, Mathématiques, Lycée A. Theuriet, CIVRAY
Michel LEONARD, Mathématiques, Lycée A. d'Aquitaine, POITIERS
Jacques MEMERY, Mathématiques, Lycée A. Theuriet, CIVRAY
Thérèse MICHAUD, Physique, Lycée Victor Hugo, POITIERS
Christian PASCAL, Mathématiques, Lycée A. Theuriet, CIVRAY.

ENQUÊTE SUR LE TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

Nous avions décidé, pour éclairer notre réflexion et nourrir notre travail, de procéder à une enquête auprès des collègues de nos établissements respectifs. Elle a eu lieu en décembre 84 - janvier 85. Nous avons recueilli 100 réponses exactement (ce qui nous a facilité certains calculs de pourcentage), provenant des Lycées de CIVRAY, de JONZAC, au Lycée Jean Macé de NIORT, des Lycées Victor Hugo et Aliénor d'Aquitaine de POITIERS.

La grille de l'enquête se trouve page 15.

L'ÉCHANTILLON DES REPONSES

Matières enseignées par les professeurs ayant répondu :

Math	Lettres	Physique	Histoire-géo	Scie. Eco	Scie.Nat	langues: Anglais	langues: Allemand	langues: Espagnol	langues: Russe	Scie.et Techn. Eco.	E.P.	Philosophie	Sc. Méd.Soc.	Informatique	musique	document.	matière non précisée	TOTAL
24	12	12	11	6	5	6	3	4	1	3	3	4	2	1	1	1	1	100

65 professeurs sur les 100 qui ont répondu déclarent avoir eu l'occasion de pratiquer un travail interdisciplinaire ; il est à peu près évident que cette proportion n'est pas conforme à la réalité, les collègues peu intéressés n'ayant probablement pas répondu.

L'échantillon des "sondés" n'est donc pas représentatif de la population enseignante des lycées de ce point de vue. Ni d'ailleurs en ce qui concerne la répartition dans les différentes matières, influencée par l'origine IREM du questionnaire. Il convient d'en tenir compte pour certaines réponses, mais cela ne remet pas en cause l'analyse faite sur les avantages ou les difficultés du travail interdisciplinaire (T.I.) : les réponses faites à ce sujet par les "pratiquants" et les "non-pratiquants" du T.I. se rejoignent ou se complètent, quelles que soient les matières enseignées.

Les principales raisons avancées par ceux qui déclarent n'avoir jamais travaillé de façon interdisciplinaire sont le manque d'occasion, ou le manque d'expérience dans le métier (professeurs en début de carrière), ou les contraintes institutionnelles (programmes, manque de temps de concertation) reprises dans les réponses au troisième paragraphe du questionnaire.

Quelques-uns déclarent investir prioritairement dans un travail d'équipe intra-disciplinaire : "La concertation intra-disciplinaire me semble plus importante (et plus urgente) que le travail interdisciplinaire, les deux formes d'activité ne s'excluant pas mutuellement, bien entendu".

QUI TRAVAILLE AVEC QUI ?

	Math	His.Géo	Lettres	Physique	Philo	Sc. Nat.	Allemand	Espagnol	Anglais	Sc. Eco.	Musique	EPS	Doc.	Dessin	STE	Inform.	Russe	SMS
Math		17	29	50	17	8	8	4	8	8		8		12				
His.Géo	27		64	9		27	9	9	9	9		9		18				
Lettres	25	42			8		8		17	8				8				
Physique	50		8			8	8				8							
Philo	75	25	50	25		25						25						
Sc. Nat.		60	20		40		20											
Allem.	33	33	33	33	33	33												
Espagn.	25	25	25						25	25					25			
Anglais	17	50	17															
Sc. Eco.	50	33	50		17									17				
Musique	100	100	100	100					100									
EPS				33		33												
Doc.	100	100	100	100				100										
Dessin																		
STE	33							33	33									
Inform.		100	100															
Russe																		
SMS																		

<u>Exemple</u> : on lit sur la 2ème ligne, 3ème colonne, que 64% des professeurs d'histoire-géographie qui ont répondu à l'enquête, ont travaillé avec un collègue de Lettres.

On lit sur la 3ème ligne, 2ème colonne, que 42% des professeurs de Lettres ayant répondu, ont travaillé avec un collègue d'histoire-géographie.

<u>COMMENTAIRE</u> : Les chiffres ne sont guère significatifs en dehors du quart de disque représenté, car ils portent sur trop peu de réponses (entre 1 et 3).

Mais à l'intérieur de ce quart de disque, on voit apparaître nettement quelques paires d'atomes crochus :

Histoire-Géographie et Lettres
Sciences naturelles et Histoire-Géographie
Mathématiques et Physique
Langues et Histoire-Géographie
Philosophie et Mathématiques.

On constate également quelques "blancs" qui sont autant de défis à relever : qui lancera un travail commun entre

Physique et Langues
Physique et Lettres
Sciences naturelles et Langues ?

Certaines matières qui paraissent faites pour s'entendre donnent lieu à peu d'actions communes :

Physique et Sciences naturelles
Lettres et Langues

Est-ce parce qu'elles sont trop parentes alors qu'on recherche plutôt un dépaysement ?

Enfin certaines disciplines semblent tristement isolées :

EPS, Arts plastiques, Russe, Informatique, Sciences et Techniques Economiques, Sciences Médico-sociales... Mais sans doute notre échantillon n'était-il pas suffisant.

MODALITES DU TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

A. Moyne, dans son livre "Le travail autonome" (voir l'extrait cité pages 19 à 21 de la brochure), distingue :

. Le travail interdisciplinaire (au sens strict) : "travail réalisé par une même classe avec plusieurs professeurs", sur un thème commun, "chaque discipline restant distincte et chaque professeur travaillant seul avec la classe".

. Le travail pluridisciplinaire : "travail réalisé avec une même classe par plusieurs professeurs ensemble dans le même lieu et le même temps sur un même thème".

Si on adopte cette classification, les réponses montrent que le travail pluridisciplinaire est aussi pratiqué que le travail interdisciplinaire au sens strict : les interventions communes dans la classe sont pratiquement aussi fréquentes que les interventions parallèles devant les élèves.

		sur 65 réponses	
Modalités :	* **interventions parallèles devant les élèves**	40	(61,5%)
	* **intervention commune dans la classe**	38	(58,5%)
	* **travail commun à réaliser par les élèves**	31	(47,7%)
	* **harmonisation des enseignements**	34	(52,3%)

Une forme de travail interdisciplinaire souvent mentionnée est l'harmonisation entre deux matières, nécessitant une concertation entre collègues de spécialités différentes, mais n'impliquant pas forcément d'intervention commune dans la classe (et ne l'excluant pas, bien entendu) ; math-physique, physique-sciences naturelles, histoire-géographie-français, histoire-géographie-sciences économiques, sont des paires citées.

Un travail commun donné aux élèves est souvent évoqué aussi (dossier, journal, etc...)

Quelques réponses font état aussi d'un travail interdisciplinaire entre collègues sans répercussion immédiate dans la classe.

Sont citées aussi les études de milieu, où la notion de transdisciplinarité intervient.

LES AVANTAGES, LES ENJEUX DU TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

Quels sont, selon vous, les avantages du travail interdisciplinaire ? sur 100 réponses

• rupture de l'isolement du prof	56	• cohésion d'une équipe de profs	56
• gain d'intérêt, de motivation pour les élèves	64	• gain de temps (notion commune à deux disciplines)	22
• globalisation des connaissances	65	• autres (préciser)	
• développement de capacités (recherche, expression, méthodes,...) chez les élèves	55		

L'enjeu essentiel est dans l'appréhension et l'acquisition du savoir par les élèves : la globalisation des connaissances, le gain d'intérêt et de motivation pour les élèves, le développement de leurs capacités de recherche, d'expression, de méthodes, de transfert des connaissances d'une discipline à une autre, viennent en tête des réponses à l'enquête.

Le T.I. fait "prendre conscience aux élèves que le monde dans lequel ils vivent est une totalité, et que le cloisonnement scolaire des connaissances n'est qu'un moyen pratique pour répartir les tâches d'enseignement" ; il montre "les liens que peuvent comporter certains aspects apparemment séparés du savoir". Il est "efficace pour les élèves car les notions sont acquises de façon plurielle". La parcellisation du savoir apparaît bien comme un obstacle à son acquisition.

Les professeurs voient aussi dans le T.I. un moyen de briser l'isolement dans lequel ils se trouvent habituellement et de cimenter une certaine cohésion avec des collègues. Le plaisir qu'on a à travailler avec des collègues a son importance dans le T.I.

Un certain nombre d'entre eux voient la possibilité d'un gain de temps lorsqu'il s'agit de traiter une notion commune à deux disciplines, encore qu'il faille "plutôt montrer les approches différentes, qu'opérer une réduction". D'autres émettent l'avis contraire, en nuançant aussi :
"perte de temps par rapport au programme compensée par un rapport au savoir très différent, responsabilisant l'enseigné".

Le T.I. est perçu aussi comme l'occasion d'une "ouverture sur l'extérieur" pour enseignés et enseignants et d'une formation personnelle pour les professeurs. On évoque la "nécessité d'une recherche personnelle sur les plans du contenu et des méthodes "impliquant" une formation personnelle permanente", "la nécessité d'une mise à jour, de l'acquisition d'un minimum d'éléments de la discipline de l'autre".

LES DIFFICULTES, LES OBSTACLES DU TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

Quelles sont les difficultés, quels sont les obstacles du travail interdisciplinaire ? sur 100 réponses

• contrainte des programmes	49	• réticence des élèves	5
• contraintes d'emplois du temps et de locaux	72	• manque de temps de concertation	70
• «niveau» de la classe	4	• autres (préciser)	
• réticence ou refus des collègues	27		
• réticence personnelle	13		

<u>Le T.I. se heurte essentiellement à des difficultés d'ordre institutionnel.</u>

Les contraintes d'emplois du temps et de locaux et le manque de temps de concertation sont les raisons le plus souvent évoquées (par 70% ou plus des "sondés"). La contrainte des programmes représente aussi un obstacle important (un professeur sur deux le signale). Citons : "la souplesse dans les programmes et les horaires, et des locaux appropriés permettraient certainement ce genre de travail qui est en général très apprécié des élèves". Un autre parle de "profit culturel intéressant par les élèves.... mais le temps consacré à un sujet est énorme .... et on risque de ce fait de ne pas traiter certains points essentiels".

Viennent ensuite les réticences personnelles des professeurs vis-à-vis de ce type de travail. L'observation, faite au début, sur l'échantillon des professeurs ayant répondu à l'enquête, explique probablement le fait qu'à leurs yeux, la réticence vient plus souvent des autres que d'eux-mêmes.

Enfin, la rareté des réponses aux lignes "niveau de la classe", réticence des élèves", fait apparaître que, de l'avis même des professeurs, les difficultés ne viennent pas des élèves. Ni de l'accueil qu'ils font à cette pratique pédagogique, ni d'un inconvénient qu'il pourrait y avoir à faire du T.I. dans la classe. "Cela ne peut se faire que s'il y a désir commun des enseignants. Les élèves, en général, sont d'accord". "Le niveau de la classe ne semble pas être un obstacle. Les expériences ont été menées avec d'excellents élèves de 1ère S.... ou dans des classes beaucoup plus faibles (2ème SMS, TA). Chez ces derniers le bénéfice semble encore plus grand".

D'autres réponses ont été faites, recoupant les précédentes : un certain nombre regrette "le manque de formation des professeurs", "le manque d'habitude", expliquant leurs réticences.

Beaucoup mentionnent "le travail supplémentaire considérable" que le T.I. nécessite, l'un allant jusqu'à dire :"le T.I. implique le bénévolat". Quelqu'un signale la réticence des parents et un autre évoque le "coût de certaines activités (films,...)" pour lesquelles il est difficile de trouver un financement.

THEMES DE TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRES

THEMES FAISANT INTERVENIR LES MATHEMATIQUES

MATHS-PHYSIQUE :
- Barycentre. Somme vectorielle. Quantité de mouvement (2 fois cité).
- Barycentre, centre d'inertie.
- Dipôles (électricité).
- Proportionnalité.
- Harmonisation des programmes maths-physique. (en classe de seconde).
- Allongement du ressort (Fonction affine).
- Le temps.
- La cinématique en Terminale C.
- Les équations différentielles en Terminale C.
- Ecart-type, calcul d'erreurs.

MATHS-HISTOIRE ET GEOGRAPHIE
- Analyse des frises dans l'art roman.
- Nombre d'or.
- Diagramme triangulaire.
- Le calendrier
- Séismes
- Précipitations, températures, étude statistique.

MATHS-SCIENCES ECONOMIQUES
- Pourcentages.
- Statistiques.
- Informatique : dépouillement d'une enquête.
- Pourcentage, taux de croissance, indices.

MATHS-PHILOSOPHIE
- Fondement des mathématiques.
- Le pari de Pascal.
- La nature (nombres naturels)
- L'infini.
- La récurrence.
- Espérance selon Laplace.
- Axiomatique .

MATHS-FRANCAIS
- Textes de Pascal et Descartes (en latin).
- Etymologie.
- Le pari de Pascal.

MATHS-MUSIQUE
- Le nombre d'or.

MATHS-SNAT
- La transfusion sanguine et les groupes sanguins.
- Etude d'un forage.

MATHS-ARTS PLASTIQUES
- Transformations géométriques et réalisation de toiles.

MATHS-ESPAGNOL
- La Numération Aztèque

AUTRES DISCIPLINES

SCIENCES PHYSIQUES-HISTOIRE

- Les séismes
- L'eau
- L'histoire des sciences

SCIENCES PHYSIQUES-MUSIQUE

- Etude de quelques instruments de musique.
- Les gammes non tempérées (naturelle Pythagore)

SCIENCES PHYSIQUES -SCIENCES NATURELLES

- Organisme et radio-activité.

SCIENCES PHYSIQUES-PHILOSOPHIE

- Théorie atomique.
- Nature de la science
- Histoire des sciences.

SCIENCES NATURELLES - HISTOIRE-GEOGRAPHIE

- Le fromage de chèvre en Poitou
- L'hôpital dans la ville
- Découverte de l'environnement.

SCIENCES-PHILOSOPHIE

- Origines de la vie
- Le cerveau humain
- Le pouvoir du scientifique
- Le comportement animal (texte).

SCIENCES ECONOMIQUES ET DESSIN

- Mode, publicité, classes sociales.

SCIENCES ECONOMIQUES ET FRANCAIS

- Structure d'un journal.

SCIENCES MEDICO-SOCIALES ET SCIENCES ET TECHNIQUES ECONOMIQUES

- Inadaptation sociale
- Personnes âgées
- Informatique

INFORMATIQUE-HISTOIRE-GEOGRAPHIE

- Gestion de données, traitement de texte

FRANCAIS-HISTOIRE

- La société à travers le roman au 19ème siècle.
- Balzac, rôle de la presse.
- Germinal
- Les mouvements culturels depuis 1945
- Idéal de vie de la Renaissance
- La Chine aux 19ème et 20ème siècles (Malraux)
- Sonnet de la Renaissance
- Harmonisation d'une petite partie du programme
- La femme au 19ème siècle
- La vie des paysans
- Mythe;mythologie
- La ville
- Oeuvres de la Révolution française.

FRANCAIS-PHILOSOPHIE

- Le surréalisme
- Philosophie grecque

FRANCAIS-ANGLAIS

- Conjugaison
- Exploitation de films, pièces, journaux

FRANCAIS-ESPAGNOL

- Don Quichotte

FRANCAIS-ARTS PLASTIQUES

- Travail sur l'écriture

FRANCAIS-HISTOIRE-ALLEMAND

- Le fait divers
- Etude de la presse

FRANCAIS-MUSIQUE

- Brassens

HISTOIRE-PHILOSOPHIE

- Le calendrier et le temps
- Les droits de l'homme

HISTOIRE-ESPAGNOL

- La guerre civile espagnole
- Economie en Amérique latine
- Economie péruvienne
- Emigration mexicaine au Sud des USA

HISTOIRE-ALLEMAND

- La guerre 14/18

HISTOIRE-ARTS PLASTIQUES

- Lecture des héritages historiques en milieu urbain.

HISTOIRE-MUSIQUE

. Chansons de la Commune

HISTOIRE-ANGLAIS

. La civilisation américaine

MUSIQUE-ANGLAIS

. Didon et Enée de Purcell
. Oratorio de Haendel chanté en anglais

PHILOSOPHIE et EPS

. La tête et le corps.

TRAVAUX MULTIDISCIPLINAIRES

EPS-DESSIN-MATHS

. Le jeu à l'école
. La voile

SES-MATHS-HISTOIRE-FRANCAIS

. Texte de Balzac sous ses différents aspects
. La mer

SNAT-PHILOSOPHIE-ALLEMAND-FRANCAIS

. Texte de Lorentz :"Le pouvoir du scientifique"

PHYSIQUE-HISTOIRE-PHILOSOPHIE-FRANCAIS-MATHS

. Galilée

DOC-PHYSIQUE-HISTOIRE-FRANCAIS

. L'eau

STE-ANGLAIS-ESPAGNOLE

. Entreprises

ANGLAIS-HISTOIRE-GEOGRAPHIE-MATHS

. Le calendrier

DOC-MATHS-HISTOIRE-FRANCAIS

. Le temps

DOC-MATH-PHYSIQUE-HISTOIRE-FRANCAIS

. L'eau

EPS-PHYSIQUE-SNAT

. Effort physique, biomécanique, aspect physiologique.

MATHS-LATIN-ALLEMAND

. Lecture et traduction d'un texte scientifique ancien.

SES-MATH-HISTOIRE-FRANCAIS

. La mer (PAE)

MATHS-FRANCAIS-DESSIN

. Amélioration de l'environnement

FRANCAIS-HISTOIRE-ALLEMAND

. Faits divers, presse

ENQUETE SUR LE TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE

Origine : Stage IREM

Matière enseignée :

1 **Avez-vous eu l'occasion de pratiquer un travail interdisciplinaire ?** **OUI** ☐ **NON** ☐

SI NON, essayez d'expliquer pourquoi en quelques mots :

SI OUI,

Dans quelles matières ?

Thèmes succints :

Modalités :
- * interventions parallèles devant les élèves ☐
- * intervention commune dans la classe ☐
- * travail commun à réaliser par les élèves ☐
- * harmonisation des enseignements ☐
- * autres (précisez)

(il est possible de cocher plusieurs réponses)

2 **Quels sont, selon vous, les avantages du travail interdisciplinaire ?**

- * rupture de l'isolement du prof ☐
- * gain d'intérêt, de motivation pour les élèves ☐
- * globalisation des connaissances ☐
- * développement de capacités (recherche, expression, méthodes,...) chez les élèves ☐
- * cohésion d'une équipe de profs ☐
- * gain de temps (notion commune à deux disciplines) ☐
- * autres (préciser)

3 **Quelles sont les difficultés, quels sont les obstacles du travail interdisciplinaire ?**

- * contrainte des programmes ☐
- * contraintes d'emplois du temps et de locaux ☐
- * «niveau» de la classe ☐
- * réticence ou refus des collègues ☐
- * réticence personnelle ☐
- * réticence des élèves ☐
- * manque de temps de concertation ☐
- * autres (préciser)

OBSERVATIONS ÉVENTUELLES

Merci de votre collaboration.

Prière de remettre ce questionnaire à *avant le 19 Décembre 84 SVP*

TRAVAIL INTERDISCIPLINAIRE
ET TRAVAIL AUTONOME

Le texte qui suit est extrait du livre "le travail autonome" d'Albert Moyne (Editions Fleurus-82). L'auteur consacre quelques pages de cet ouvrage (pages 198 à 202) à la place du Travail interdisciplinaire dans le travail autonome, à son rôle vis à vis de l'autonomie intellectuelle de l'élève et de l'unité du savoir. Dans le texte l'abréviation TA est mise pour "travail autonome" et les citations sont celles de professeurs dont les matières sont indiquées en abrégé, HG, LA, MA, LE, PHI,... pour histoire-géographie, langue, mathématiques, lettres, philo,....

Nous pensons que l'interdisciplinarité a quelque chose à voir avec le problème de l'unité du savoir.

Pour éviter les confusions entre inter, pluri et transdisciplinarité, nous appelons :

a) Interdisciplinaire, un travail réalisé par une même classe avec plusieurs professeurs, chaque discipline restant distincte et chaque professeur travaillant seul avec la classe. Mais un même thème est commun à cette recherche. Ainsi le thème de l'eau peut être étudié en français et en géographie, pour ne pas dire en chimie. A vrai dire, il s'agit plutôt d'une étude monodisciplinaire parallèle mais convergente !

b) Pluridisciplinaire, un travail réalisé avec une même classe par plusieurs professeurs ensemble dans le même lieu et le même temps sur un même thème. Ainsi sur le même thème de l'eau, le littéraire, le géographe et le chimiste se retrouveraient pour un débat ou une confrontation commune avec la classe, chaque professeur traitant le thème dans sa discipline.

c) Transdisciplinaire, un travail réalisé sur des thèmes différents par un ensemble d'élèves (généralement de plusieurs classes) se partageant leurs professeurs dans de petits ateliers dont les thèmes sont différents mais où les professeurs sont présents au titre non de leur spécialité mais de leur intérêt personnel. Ainsi un groupe d'élèves travaillera avec le professeur de lettres le thème de l'enfance dans les pays sous-développés, pendant que le géographe s'intéressera avec son groupe au théâtre de Ionesco et que le physicien se passionnera avec d'autres sur le problème du bonheur.

Dans le premier cas, la distinction des disciplines est rigoureuse, dans le second elle risque de s'estomper, dans le troisième elle relève de l'aléatoire. Or que constatons-nous ?

Les débuts du TA ont été "assez interdisciplinaires" (HG 5) autour des années 1972-74. Cette interdisciplinarité s'est maintenue par la suite, bien qu'à un niveau moindre. Citons par exemple des travaux sur "Paris", communs à des géographes et des littéraires (HG 8), sur "Londres" ou sur "L'Ecosse" communs à des anglicistes et des géographes (LA 5), sur "les fuseaux horaires" ou "Lewis Carroll" communs à un professeur de mathématiques, un géographe et un philosophe (MA 1). Citons aussi cet autre professeur de mathématiques, doué pour les langues, proposant des énoncés de problèmes en anglais et en allemand, en liaison avec ses collègues linguistes (MA 4), ou encore le thème de "la Belle Epoque" entre enseignants de lettres et d'histoire (HG 1) et "La mine et les mineurs" par un professeur de lettres faisant travailler ses élèves sur "Germinal", avec un économiste et un historien (LE 13).

Pourquoi ces travaux interdisciplinaires ? Leur intérêt est ainsi décrit par un expérimentateur : "Il est important de montrer par là aux élèves que tout se tient, que rien n'est isolé. Il semble que même fait petitement, sur des points limités, cela leur permet de comprendre qu'il y a une unité à rechercher dans ce qu'on apprend dans toutes les matières" (HG 3). Dans le même sens, un professeur de lettres dira : "Il me semble que le TA doit être interdisciplinaire, qu'on peut retrouver des thèmes communs pour que l'élève ait le sentiment d'une continuité" (LE 12).

L'interdisciplinarité, par conséquent, n' a pas pour fonction essentielle de manifester aux yeux des élèves, comme on aurait pu le croire, l'unité de l'équipe enseignante - cette unité peut se vérifier autrement, dans les concertations communes professeurs-élèves dont nous parlerons prochainement à propos de l'Evaluation, par exemple - elle a pour fonction de manifester l'unité du savoir dont chaque discipline ne peut que réfracter un aspect. Certes, il n'est pas possible de multiplier les travaux interdisciplinaires - on en compte un ou deux par an dans les classes de TA. Mais il est important que ce signe existe par sa valeur symbolique.

Par contre, la pluridisciplinarité est beaucoup moins fréquente. En voici pourtant deux exemples : "Le mardi, tous les professeurs s'occupent de la classe de première. Chacun a la responsabilité d'un ou deux groupes. Il y a un thème commun à toutes les disciplines. Nous avons choisi l'eau. Cela va des religions antiques, avec la pratique des ablutions, jusqu'à des problèmes beaucoup plus modernes en géographie, littérature, etc." (HG 4), "Je travaille avec une collègue de Sciences Naturelles, deux heures tous les quinze jours ensemble. C'est-à-dire que chacune travaille avec des équipes de 4-5 élèves sur des thèmes précis. Nous avons fait des travaux sur les sociétés animales, sur l'instinct, sur l'agressivité, en comparant tout cela avec ce qui se passe chez l'homme... Nous faisons cela avec des premières..." (PHI 1). Pourquoi, cependant, avons-nous rencontré des réserves ? C'est que les professeurs paraissent redouter qu'une certaine confusion des domaines se produise dans l'esprit des élèves : "Je n'y suis pas à l'aise, j'ai peur que l'Histoire-Géo disparaisse dans d'autres disciplines "(HG 2), "Chaque travail doit être spécifique d'une discipline parce que chaque discipline a son langage" (LE 12). C'est pourquoi, en écho à la réflexion de ce dernier professeur, la plupart des travaux qui nous ont été cités sur la pluridisciplinarité concernent justement le problème des frontières entre les disciplines, celui de leur différent langage. Il s'agit de "permettre aux élèves de repérer les frontières" (PHI 2). Le contenu y était plus un prétexte qu'une raison : "... Définir ce qu'on fait. J'ai donc essayé d'apprendre pour moi, d'abord, pour les élèves ensuite, à distinguer le texte littéraire du texte historique, du texte scientifique ou mathématique. Par exemple, y a-t-il un texte mathématique, qu'est-ce qui fait sa spécificité, sa différence ? On a travaillé sur des énoncés mathématiques et littéraires pour voir les différences... C'est le phénomène du langage, des langages... On a travaillé cela entre nous et avec les élèves" (LE 12). Un philosophe témoigne d'une expérience similaire ailleurs: "Permettre aux élèves de repérer les frontières, même si celles-ci ne sont pas toujours fixes, de bien différencier le français, représentant les disciplines artistico-littéraires, de la philosophie. Cela leur a permis de comprendre que ce qui caractérise la littérature, outre la finalité esthétique, c'est la pluralité des significations, car un texte littéraire supporte une pluralité de lectures. Que le texte philosophique, au contraire, est plus méfiant devant l'effort esthétique, ce qui ne signifie pas qu'il est mal écrit, parce qu'il vise davantage, à travers le concept, la vérité que le bel objet" (PHI 2).

Plurisdiciplinarité et interdisciplinarité se complètent ainsi. L'interdisciplinarité soulignait l'unité des savoirs, leur interdépendance, leurs relations mutuelles. Mais trop insister sur les rapports, c'était risquer de voir s'abolir ou s'estomper les distinctions. C'est là où la pluridisciplinarité, comprise comme la science des frontières - et non plus des territoires ! -, intervient. Loin de nier les différences, de les effacer, elle les accuse et les met en valeur.

Par là, interdisciplinarité et pluridisciplinarité collaborent à la formation de l'esprit de l'élève et veillent à corriger quelques excès possibles. Si la chance - et le danger - de la formation de l'esprit que développe le TA est l'apprentissage de la pensée par contiguïté, sans doute est-ce ici que cette pensée peut trouver quelque antidote à sa pente. Le danger, en effet, c'est le glissement, la labilité excessive, l'assimilation trop rapide d'une notion à une autre, la confusion peut-être : entre le géographique et l'économique, le littéraire et le philosophique, comme entre la physique et la mathématique... et plus loin des données de l'expérience et celles du raisonnement, celles du coeur et celles de la raison. Toutes choses qui, à l'adolescence, ne sont pas toujours faciles à distinguer. D'autant qu'il faut aussi s'entraîner à réunir ce qu'on a distingué. Chaque fois où un problème de mise en relations se pose, la confusion guette. C'est sans doute la fonction formatrice de l'interdisciplinarité comme de la pluridisciplinarité que *d'exercer à situer, en même temps que d'exercer à relier*.

Quant aux exemples de transdisciplinarité, ceux que nous avons rencontrés furent peu nombreux. Si on peut, par une réflexion théorique, parvenir à dégager sa signification autour du témoignage personnel que peut apporter un enseignant qui s'intéresse à tout autre chose qu'à la spécialité qu'il enseigne, il ne nous est pas possible de confirmer cette signification par des témoignages d'expérimentateurs, nous préférons donc ne pas en parler.

... Sens de l'analyse et sens de la synthèse à l'oeuvre dans l'inter- et la pluridisciplinarité, le TA est une façon d'unir les contraires. Et c'est encore une façon de les réunir que d'ajouter au sens du plaisir celui de l'exigence, au sens de la créativité celui de la rigueur. Après le problème de l'autonomie affective de l'élève qui nous avait retenu précédemment, c'est celui de son autonomie intellectuelle qui est ici posé. Celui de la souplesse de sa pensée favorisant les transferts intellectuels d'une discipline à l'autre et en même temps celui de l'affermissement de cette pensée par l'approfondissement et la cohérence de la recherche. S'il réussit le passage du temps de la découverte intuitive personnelle que rien ne remplacera jamais et dont le TA a eu l'immense mérite de lui permettre la mise en oeuvre à celui de la rationalité systématique, on pourra alors parier pour son autonomie. Car il n'est pas d'autonomie intellectuelle sans une certaine union de la découverte intuitive et de la vérification critique. Comme il n'est pas d'autonomie totale de la personne sans un certain équilibre de l'affectivité et de l'intelligence. C'est la grande idée pascalienne de l'union du coeur et de la raison que Piaget reprend à sa façon.*

* Piaget, *Six études de Psychologie*, Gonthier, Médiations, p.23, 44, 86. Pascal, *Pensées* publiées par L. Brunschvicg, Hachette. "Deux excès : exclure la raison, n'admettre que la raison", p.451, n° 253.

RECITS DE QUELQUES
ACTIVITES INTERDISCIPLINAIRES

SECONDE : PROGRESSION MATH-PHYSIQUE

Louis Marie BONNEVAL, Math
Thérèse MICHAUD, Physique
(Lycée V.Hugo - POITIERS)

(4 semaines)

Activités numériques

Proportionnalité
Pourcentages
Statistiques
Equations du 1er degré
Inégalités
Encadrements
Inéquations du 1er degré

Mesures

Unités
Ordre de grandeur
Puissances de 10
Calculatrice
(Réactions chimiques)

(16 semaines)

Géométrie plane

Addition de vecteurs
Produit d'un vecteur par un nombre
Droites, parallélisme
Barycentre
Orthogonalité
Cercle
Angles
Cosinus et sinus
Produit scalaire
Coordonnées
Transformations ponctuelles

Mécanique

Mouvement, référentiel
Vitesse, vecteur-vitesse
Masse
Centre d'inertie
Quantité de mouvement
Force
Etalonnage d'un ressort
Equilibre d'un solide
Moments

(9 semaines)

Fonctions numériques

Généralités
Parité, périodicité
Bijectivité
Composition
Sens de variation
Fonctions affines
Fonction valeur absolue
Fonctions $x \mapsto x^2$ et $x \mapsto \sqrt{x}$
Fonction $x \mapsto \frac{1}{x}$
Fonction $x \mapsto x^3$
Fonctions cos et sin

Electricité

Intensité et tension
Dipôles :
- caractéristique int/tens
- point de fonctionnement
- association de dipôles

Montages électroniques

(4 semaines)

Géométrie dans l'espace

Incidence, parallélisme
Orthogonalité
Symétrie/Plan, plan médiateur
Projection
Repères cartésiens
Distances, aires, volumes

Chimie

Cristaux
Atomes
Ions
Gaz (PV = nRT)
Acide chlorhydrique
pH
Tests d'identification des ions

CARACTERISTIQUES DES DIPOLES PASSIFS

TP COMMUN MATHS-PHYSIQUE

Louis-Marie BONNEVAL, Maths
Thérèse MICHAUD, Physique

(Lycée Victor Hugo - POITIERS)

OBJECTIFS : En physique, présentation des dipôles passifs.
En maths, propriétés de fonctions numériques.

CONDITIONS : 33 élèves, pendant 3h, dans deux salles.
(1 salle de TP, 1 salle de cours)
10 montages.

DOCUMENT : Ci-joint, distribué aux élèves en début de séance.

DIFFICULTES RENCONTREES :

- Travail trop long, même en 3h. Seuls quelques groupes sont arrivés au III.
- Le montage est complexe (problèmes de calibres....) mais on pourrait le simplifier.
- 33 élèves en TP, ça fait beaucoup (bruit...)
- Attention : pour le résistor, choisir la résistance et les unités de façon que la droite ne soit pas la 1ère bissectrice pour que le changement d'axes soit parlant.

AVANTAGES :

- Importance psychologique de voir les deux professeurs ensemble.
- Mise en évidence des démarches spécifiques et des démarches communes en maths et en physique.
- Question des unités.
- Valeurs exactes ou approchées (la droite n'étant pas exactement une droite, le rapport $\frac{U}{I}$ n'était pas exactement constant).
- Liaison entre les notions vues dans chaque discipline.

  Ex : fonction impaire $\longrightarrow$ dipôle symétrique
  coefficient directeur $\longrightarrow$ résistance.

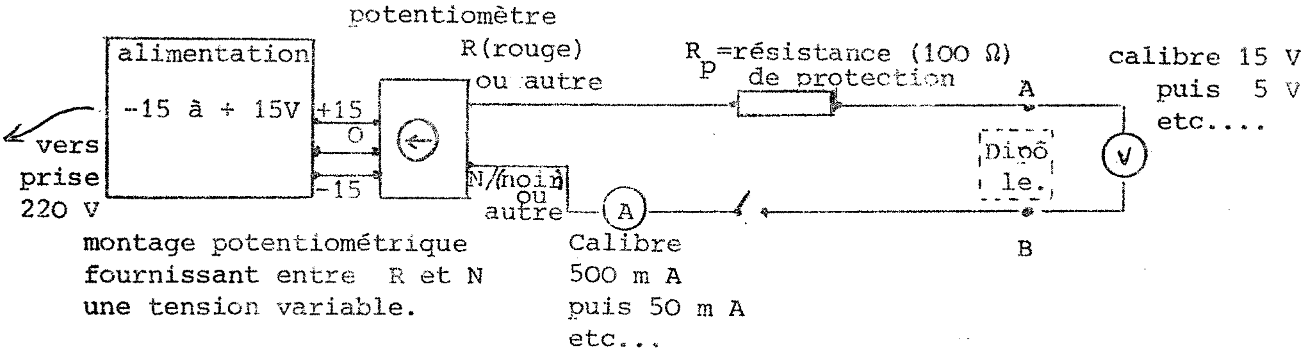
FICHE DE TRAVAIL

CARACTERISTIQUES DES DIPOLES PASSIFS

Maths-Physique.

(seconde)

MONTAGE (commun à tous les dipôles)



CONSIGNES DE TRAVAIL : Faire le montage en mettant le résistor à étudier entre A et B pour commencer. Puis, par la suite, changer de dipôle lorsque ce sera le cas.

CONVENTIONS DE SIGNE : On pose $I_{AB} > 0$ (courant entrant par A et sortant par B dans le dipôle). alors $U_{AB} > 0$

Lorsque vous tournerez le bouton potentiométrique vers + 15, le courant sort par la borne R, donc $I_{AB} > 0$.

Lorsque vous tournerez le bouton potentiométrique vers -15, le courant sortira par la borne N, alors on aura dans le dipôle un courant de B vers A donc $I_{AB} < 0$ par conséquent $U_{AB} < 0$ également.

Il est plus facile de commencer par $U_{AB} = 0$, d'aller vers les valeurs positives puis de revenir ensuite à 0, et de mesurer $U_{AB} < 0$.

CONSIGNES IMPERATIVES : Lorsque U et I changent de sens il FAUT changer les bornes de l'ampèremètre et du voltmètre !!

NE DEPASSEZ JAMAIS 100m A. (Les dipôles ne le supportent pas)

I - RESISTOR Symbole —▭— aspect: cylindre coloré, muni de plusieurs anneaux colorés.

A) Expérience : compléter le tableau :
(préciser les unités pour I_{AB})

I_{AB}											
U_{AB} (volts)	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5

Reporter les points correspondants sur un graphique. On portera I_{AB} en abscisse (1 cm représente 5 mA) et U_{AB} en ordonnée (1cm pour 1 V).

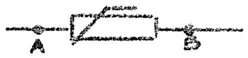
B) Analyse

a) La fonction f représentée est-elle définie sur tout $\mathbb{R}$?

b) Quelle est la nature de cette fonction ? Vérifier que les valeurs de U sont proportionnelles à celles de I. Quel est le coefficient de proportionnalité ? Interprétation physique ? Interprétation géométrique ?

c) Comparer les tensions correspondant à des intensités opposées. Quelle propriété de f constatez-vous ? Traduction géométrique ?

d) Sur un nouveau graphique, on permute les axes : U en abscisse et I en ordonnée (mêmes unités). Que peut-on dire de la nouvelle fonction g représentée, par rapport à f ? Comparer les deux courbes. Quel est le nouveau coefficient de proportionnalité ? Interprétation physique et géométrique ?

II - VARISTANCE Symbole  ; aspect "pastille plate" colorée.

A) Expérience (même montage)

Compléter le tableau :
(Préciser les unités pour I_{AB})

I_{AB}											
(V) U_{AB}	-4	-3	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2	3	4

Construire de même le graphique : I_{AB} en abscisse (1cm pour 5mA), U_{AB} en ordonnée (1cm pour 1 V).

B) Analyse

a) La fonction f représentée est-elle définie sur tout $\mathbb{R}$?

b) Comparer les tensions correspondant à des intensités opposées. Comment traduire la propriété : pour le dipôle ? pour la fonction ? pour la courbe ?

c) Donner le tableau de variation de f.

d) Comparer le taux de variation pour des intensités faibles et pour des intensités élevées. Interprétation physique ? Interprétation géométrique ?

e) On change l'échelle pour U_{AB} : 1 cm représente 2 V. Tracer la nouvelle courbe.

III - DIODE GERMANIUM Symbole  -aspect : cylindre coloré avec un anneau à une extrémité

attention les bornes A et B ne sont pas équivalentes.

A) Expérience

Compléter le tableau :

U_{AB}(V)	-4	-2	-1	0							
(en mA) I_{AB}					0,5	1	5	10	15	20	30

Attention au calibre pour I_{AB}

Construire le graphique, en portant cette fois U en abscisse (1cm pour 1 V) et I en ordonnée (1cm pour 5m A).

B) Analyse

a) La fonction g représentée est-elle définie sur tout $\mathbb{R}$?
b) Que peut-on dire de $g(u)$ pour u négatif ?
c) Pourquoi a-t-on choisi de représenter u en abscisse ?

IV - DIODE ZENER (s'il reste du temps)

Symbole A  B

U_{AB} (V)	-3	$-2{,}5$	-2	$-1{,}5$	-1	0	$0{,}5$	$0{,}6$	$0{,}7$	$0{,}75$
I_{AB} (mA)										

Même travail que pour la diode au germanium.

CINEMATIQUE EN TERMINALE C

Jean François BLANCHET Professeur de Physique
Pierre CHEVRIER, Professeur de mathématiques

Lycée Jean Macé - NIORT

La cinématique figure aux programmes de mathématiques et de physique de la classe de terminale C.

Elle est, le plus fréquemment, traitée de façon cloisonnée dans les deux cours ; à tel point que ce n'est pas toujours la même cinématique aux yeux de certains élèves. Abordée souvent au début de l'année par le professeur de physique, alors que les élèves ignorent tout des fonctions vectorielles, elle est, la plupart du temps, "vue" très rapidement en mathématique à la fin de l'année, s'il reste un peu de temps ("vous l'avez déjà vu en physique").

Ce qui suit est la trame d'un cours présenté en commun en début d'année, après que le professeur de mathématique ait introduit dans son cours l'outil "fonctions vectorielles". Plutôt que d'opérer une réduction, nous avons essayé de montrer les deux approches, tout en harmonisant le langage et les notations. Ce cours a été complété par des exercices proposés dans chacune des matières.

Nous avons pu constater une meilleure acquisition et une meilleure compréhension des élèves, tout en consacrant moins de temps globalement dans les deux disciplines.

CINEMATIQUE - I - GENERALITES

1 - Introduction

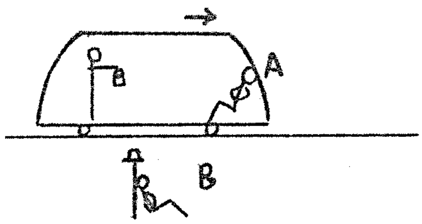
1.1. La cinématique c'est l'étude du mouvement d'un système de points matériels. Dans une étude cinématique pure, l'on ne fait pas intervenir les forces qui sont à l'origine du mouvement. La dynamique au contraire étudie les relations entre forces et grandeurs caractéristiques du mouvement.

Dans la plupart des cas, l'on ne considérera que le mouvement du centre d'inertie du système c'est pourquoi la cinématique étudiée est dite "cinématique du point".

1.2. Un mouvement s'étudie dans un référentiel.

a) Exemple :

La nuit, dans un TGV aux parois de cristal, un voyageur, debout, laisse tomber une pile allumée devant deux observateurs : A assis face à lui, B situé près de la voie ferrée.



ce que A observe, ce que B observe,

conclusion : A et B appartiennent à deux référentiels différents.

b) Définition :

Le référentiel est l'objet matériel par rapport auquel on étudie un mouvement.

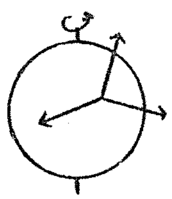
c) Conclusion :

Dans toute étude de cinématique ou de mécanique il faudra toujours commencer par définir le référentiel.

1.3. Référentiels et repères : ces deux termes sont souvent confondus. En fait dans un référentiel donné, il est possible de définir une infinité de repères.

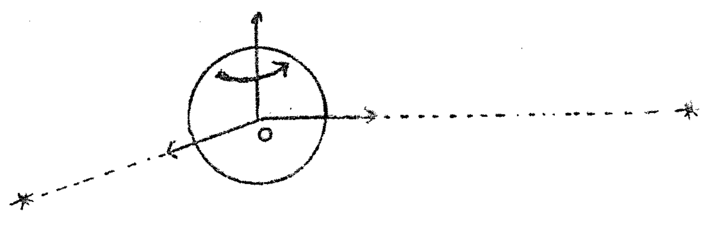
Quelques exemples :

Référentiel terrestre



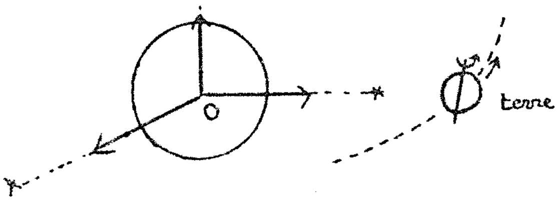
Il tourne avec la terre.

Référentiel géocentrique ou de Coriolis



- l'origine est au centre de la terre.
- les axes sont dirigés vers des étoiles très lointaines donc "fixes".

Référentiel de Copernic



- l'origine est au centre d'inertie du système solaire
- les axes sont dirigés vers des étoiles très lointaines

Référentiel de Kepler

- l'origine est au centre d'inertie du soleil (proche de celle de Copernic)
- les axes sont orientés vers des étoiles lointaines.

Remarque : quand on dit "repère géocentrique" cela sous entend en fait le référentiel géocentrique dans lequel on construit un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

1.4. Un mouvement s'étudie au cours du temps.

a) le repère temporel : dans l'exemple de 1.2. a, quel que soit le référentiel considéré, la position du centre d'inertie de la pile change en fonction du temps. La variable considérée est le temps.
Le repère temporel est défini par :
- une origine choisie de manière arbitraire
- un vecteur unitaire de norme égale à une unité de temps. Dans le SI l'unité est la seconde.

Dans certains cas l'on sera amené à construire l'axe des temps :

Remarque : un instant donné, par exemple l'instant auquel le bébé pousse son premier cri est repéré par une date. La date est un nombre qui appartient aux réels.

b) Un mouvement s'étudie pendant une durée déterminée ou intervalle de temps : I

$$t \in I \qquad \text{et} \qquad I \subset \mathbb{R}$$

c) Conclusion : dans toute étude de cinématique il faudra toujours définir le repère temporel.

2 - Mouvement ponctuel

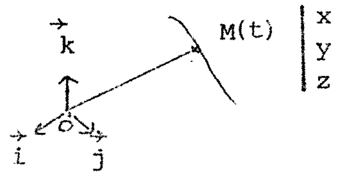
2.1. Repérage de la position du point :

a) Dans un repère cartésien orthonormé : le point M se déplace dans $\mathcal{E}$ qui peut être le plan affine euclidien de dimension 2, repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$
l'espace affine euclidien de dimension 3, repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

M(t) est la position du point M à la date t; t décrit un intervalle de temps I.

$\vec{OM}$ est le vecteur position ou espace

$$\vec{OM} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} + z\,\vec{k}$$



les coordonnées cartésiennes de M sont :

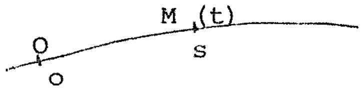
$$M(t)\left|\begin{array}{l} x \\ y \\ z \end{array}\right.$$

le mouvement est par définition l'application $M : I \longrightarrow \mathcal{E}$

$$t \longmapsto M(t)$$

on lui associe la fonction vectorielle $\vec{f}$: $t \longmapsto \vec{OM}(t)$, supposée dérivable sur I.

b) Remarque: le point peut être astreint à se déplacer sur une trajectoire physique bien connue, par exemple c'est le centre d'inertie d'une locomotive qui roule sur ses rails.



On peut associer au mouvement la fonction numérique $f : t \longmapsto s(t)$

où s est l'abscisse curviligne

$$s = \overset{\frown}{OM}$$

exemple $f : t \longmapsto s = 3\,t^2$

2.2. La trajectoire

a) Définition : c'est l'ensemble des positions successives du point au cours du temps.

$$\{ M(t) \ ; \ t \in I \}$$

b) Exercice : La forme de la trajectoire dépend-elle du référentiel ?
Dans un référentiel, la forme de la trajectoire dépend-elle du repère ?
L'équation d'une trajectoire dépend-elle du repère ?

2.3. Exercice : Dans un repère cartésien orthonormé, l'on considère l'application telle que :

$$t \longmapsto M(t) \left|\begin{array}{l} x = 2t \\ y = 0 \\ z = -5t^2 + 4t \end{array}\right. \qquad \begin{array}{l} x = f_1(t) \\ y = f_2(t) \\ z = f_3(t) \end{array}$$

sont dites équations parametriques du mouvement.

on donne $\|\vec{i}\| = \|\vec{j}\| = \|\vec{k}\| = 1\text{m}$

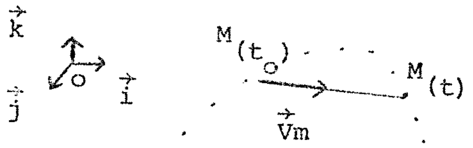
unité de temps : la seconde.

a) Ecrire l'expression du vecteur position.
b) Déterminer l'équation de la trajectoire.
c) Dans un repère convenable, construire la trajectoire.

3 - Le vecteur vitesse

3.1. Le vecteur-vitesse moyenne :

Soit le mouvement M et la fonction vectorielle associée $\vec{f}$.



positions successives d'un point matériel

par définition le vecteur vitesse moyenne entre les dates t_o et t est :

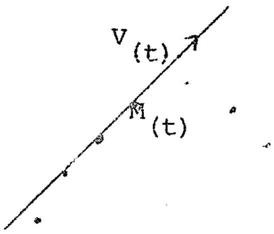
$$\vec{V}_m = \frac{1}{t-t_o}\ \overrightarrow{M_{(t_o)}M_{(t)}} \quad \text{mais} \quad \overrightarrow{M_{(t_o)}M_{(t)}} = \overrightarrow{M_{(t_o)}O} + \overrightarrow{OM}_{(t)} = \overrightarrow{OM}_{(t)} - \overrightarrow{OM}_{(t}$$

$$\vec{V}_m = \frac{1}{t-t_o}\ (\overrightarrow{OM}_{(t)} - \overrightarrow{OM}_{(t_o)}) \qquad (\overrightarrow{M_{(t_o)}M_{(t)}} \text{ est le vecteur déplacement})$$

$$\vec{V}_m = \frac{1}{t-t_o}\ (\vec{f}(t) - \vec{f}(t_o))$$

Le vecteur vitesse moyenne est une grandeur peu utile, car elle ignore la trajectoire.

3.2. Le vecteur vitesse instantanée :



$$\vec{V}_{(t_o)} = \lim_{t \to t_o} \frac{1}{t-t_o}\ \overrightarrow{M_{(t_o)}M_{(t)}}$$

$$= \lim_{t \to t_o} \frac{1}{t-t_o}\ (\overrightarrow{OM}_{(t)} - \overrightarrow{OM}_{(t_o)}) = \lim_{t \to t_o} \frac{1}{t-t_o} (\vec{f}(t) - \vec{f}(t_o))$$

puisque $\vec{f}$ est une fonction vectorielle dérivable en t_o, on a :

$$\vec{V}_{(t)} = \vec{f}\,'(t)$$

on note aussi :

$$\vec{V}_{(t)} = \frac{d\,\overrightarrow{OM}}{dt}$$

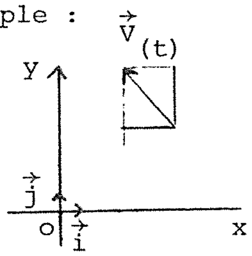
Remarque : si $\vec{V}_{(t)} \neq \vec{0}$, $\vec{V}_{(t)}$ est un vecteur directeur de la tangente au point M à la trajectoire du mouvement.

3.3. Une remarque concernant les notations :

- $\vec{V}_{(t)}$ ou $\vec{v}_{(t)}$ ou plus simplement $\vec{v}$ est le vecteur-vitesse instantanée.
- v_x, v_y , v_z sont les composantes scalaires de $\vec{v}$
- $v_{(t)}$ ou v est la vitesse numérique $v_{(t)} = \|\vec{v}\|$; $v_{(t)} \in R^+$

dans certains textes par souci de simplification v_x par exemple est noté v , mais il faut alors bien préciser que $v \in R$.

exemple :



$v_x = -3$

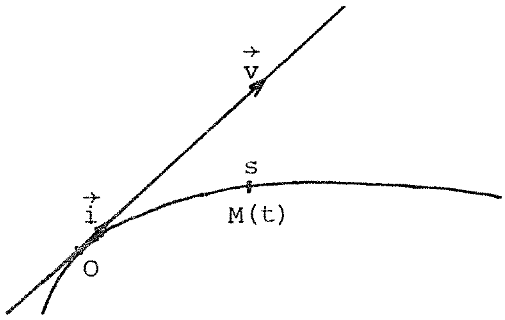
$v_y = +4$

$v = 5$

3.4. Expression de $\vec{v}$:

a) dans un repère cartésien : soit $\vec{f}$ telle que :
$t \longrightarrow \overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ avec $x = f_1(t)$, $y = f_2(t), z = f_3(t)$; écrire les coordonnées de $\vec{V}_{(t)}$ et calculer v .

b) Utilisation de l'abscisse curviligne :



par f : $t \longmapsto s = f(t)$

la vitesse numérique est : $v = \dfrac{ds}{dt}$

le vecteur vitesse instantanée est :

$v = \dfrac{ds}{dt}\vec{i}$

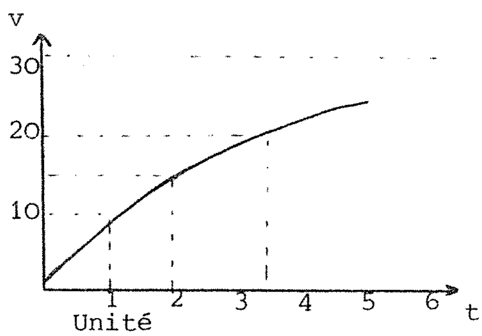
$\vec{i}$ est le vecteur unitaire.

3.5. Exercice : suite de l'exercice du 2.3. Donner l'expression de $\vec{v}$ et de v.

4 - Le vecteur accélération

4.1. Accélération moyenne :

a) notion d'accélération : une goutte de pluie tombe verticalement d'un nuage. On donne le diagramme de la vitesse en fonction du temps. Calculer les accélérations moyennes entre les dates :



1 et 3,5 s

$A_m =$

0 et 2,0 s

$A_m =$

Calcul général :

$A_m =$

b) Cas général : trajectoire quelconque. Une poussière entraînée par un courant d'air est photographiée à des dates différentes.

Le vecteur-accélération moyenne est :

$$\vec{A}_m = \frac{1}{t-t_o} (\vec{V}(t) - \vec{V}(t_o))$$

A partir de l'expression $\vec{A}_m$ calculons $\vec{V}_{(t)} - \vec{V}_{(t_o)}$

$$\overrightarrow{V_{(t)} - V_{(t_o)}} = (t - t_o)\ \overrightarrow{A_m}$$

On en déduit $\vec{V}(t) = \vec{V}(t_o) + (t - t_o)\ \overrightarrow{A_m}$

L'on constate que $\vec{A}_m$ "modifie" la norme et la direction de la vitesse.

4.2. Accélération instantanée :

a) Définition : $\overrightarrow{A(t_o)} = \lim\limits_{t \to t_o} \overrightarrow{A_m}$;

$\overrightarrow{A(t_o)}$ peut aussi être noté $\overrightarrow{\Gamma(t_o)}$

expression de $\vec{A}$ en fonction de $\vec{V}$:

$$\overrightarrow{A(t_o)} = \lim_{t \to t_o} \frac{1}{t-t_o} (\vec{V}(t) - \vec{V}(t_o))$$

b) Expression de $\vec{A}$:

$$\vec{A} = \frac{d\vec{V}}{dt} \quad \text{ou} \quad \vec{A} = (\vec{V})' \ ;$$

comme $\vec{V} = \dfrac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = \vec{f'}(t)$ alors $\boxed{\vec{A} = \dfrac{d^2\ \overrightarrow{OM}}{dt^2} = \overrightarrow{f''(t)}}$

c) Résumé : Soit l'application $I \longrightarrow \mathcal{E}$. Dans le repère $\{o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k}\}$

$$t \longrightarrow M(t) \left| \begin{array}{l} x_{(t)} \\ y_{(t)} \\ z_{(t)} \end{array} \right. \qquad \vec{V}(t) \left| \begin{array}{l} x'_{(t)} \\ y'_{(t)} \\ z'_{(t)} \end{array} \right. \qquad \vec{A}(t) \left| \begin{array}{l} x''_{(t)} \\ y''_{(t)} \\ z''_{(t)} \end{array} \right.$$

d) Exercice : Suite de l'exercice du 2.3. Déterminer $\vec{A}$, A_x, A_y, et A_z.

4.3. Allure d'un mouvement :

a) Un mouvement est dit uniforme si sa vitesse numérique est constante.

Un mouvement est dit accéléré si sa vitesse numérique est croissante.

Un mouvement est dit retardé si sa vitesse numérique est décroissante.

b) THEOREME

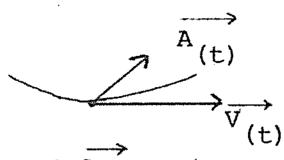
$$V^2_{(t)} = \vec{V}_{(t)} \cdot \vec{V}_{(t)}$$

calculer $(V^2)' =$

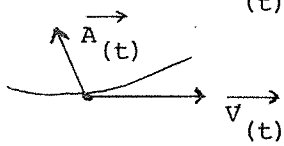
en déduire le résultat suivant :

Le mouvement est uniforme sur un intervalle J si:
pour tout $t \in J$, $\vec{V}_{(t)}$ et $\vec{A}_{(t)}$ sont orthogonaux.

Le mouvement est accéléré sur un intervalle J si:
pour tout $t \in J$, $\vec{V}_{(t)} \cdot \vec{A}_{(t)} \geqslant 0$

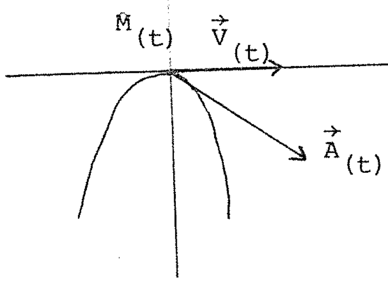


Le mouvement est retardé sur un intervalle J si:
pour tout $t \in J$, $\vec{V}_{(t)} \cdot \vec{A}_{(t)} \leqslant 0$



4.4. Accélérations normale et tangentielle.

Soit un point matériel se déplaçant sur une trajectoire quelconque, avec un vecteur vitesse variable en direction et norme.



A une date t le vecteur-accélération est $\vec{A}(t)$.

L'on peut construire deux axes en $M_{(t)}$:

- l'un tangent à la trajectoire donc colinéaire à $\vec{V}_{(t)}$.
- l'autre normal à l'axe précédent.

Le vecteur-accélération peut alors être considéré comme étant la somme de deux vecteurs :

$\vec{A} = \vec{A}_T + \vec{A}_N$

$\vec{A}_T$: Accélération tangentielle (sur quoi agit-elle ?)

$\vec{A}_N$: Accélération normale (sur quoi agit-elle ?)

CINEMATIQUE - II - LE MOUVEMENT RECTILIGNE UNIFORME

1 - Définition Mouvement uniforme dont la trajectoire est rectiligne.

2 - Description mathématique

2.1. Choix des repères : exemple - un camion roule sur une route rectiligne à vitesse constante.

a) repère spatial :
- axe orienté superposé à la trajectoire du centre d'inertie.
- norme $\|\vec{i}\| = 1$ m
- origine en O, superposé avec G au point de départ.

b) repère temporel :
- norme: 1s
- origine : $t = 0$ à l'instant du départ.

2.2. Vecteurs caractéristiques :

a) position : $\overrightarrow{OM} = x\,\vec{i}$

b) vitesse : $\vec{v} =$

que peut-on dire du vecteur-vitesse ?

c) accélération :

$\vec{a} =$

$\vec{a} = \vec{0}$

2.3. Equation horaire :

- $x'_{(t)} = v$ $\quad$ v est la dérivée de x par rapport au temps.
  x est donc la primitive de v.

- $x = vt + b$ où b est une constante
- si à $t = 0$ $x = x_o$, alors $b = x_o$, abscisse initiale.

$$\boxed{x = vt + x_o}$$

2.4. Exercice : Un point matériel est animé d'un mouvement rectiligne uniforme.
On donne les heures auxquelles il passe devant les bornes kilométriques indiquées.

13h $\qquad$ 13h1mn

210km $\qquad$ 215km

Choisir des repères spatial et temporel. Déterminer les vecteurs caractéristiques du mouvement. Quelle est l'équation horaire ? Mêmes questions en choisissant d'autres repères.

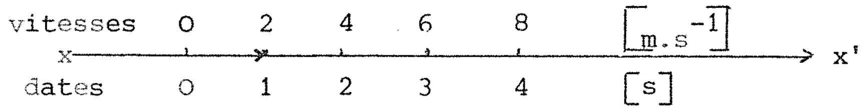
CINEMATIQUE - III - LE MOUVEMENT RECTILIGNE UNIFORMEMENT VARIE

1 - Introduction

1.1. Définition : Mouvement d'un point dont la trajectoire est rectiligne et le vecteur-accélération constant.

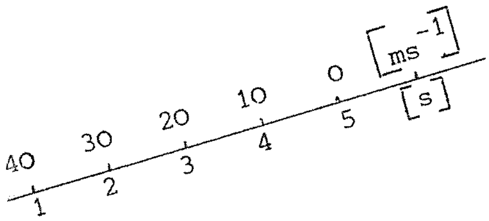
1.2. Exemples :

a) Soit le départ arrêté d'une moto; sur un axe sont représentées les positions du centre d'inertie à des instants différents.



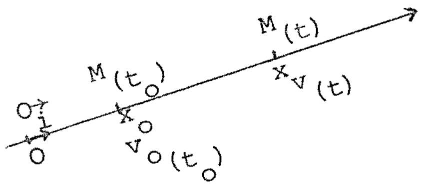
Quelle est l'accélération de la moto ?

b) Cette moto arrive en roue libre dans une côte. Quelle est l'expression de la vitesse en fonction du temps ?



2 - Description mathématique

2.1. Choix des repères :



repère spatial - origine : à un endroit déterminé
- axe orienté
- vecteur unitaire.

repère temporel - origine à un moment déterminé.

2.2. Vecteurs caractéristiques :

a) Vecteur-position : $\overrightarrow{OM} = x(t)\ \vec{i}$

b) Vecteur-vitesse : $\overrightarrow{V(t)} = x'(t)\ \vec{i}$

c) Vecteur-accélération : $\vec{A}(t) = x''(t)\ \vec{i}$

2.3. Equations caractéristiques :

a) Détermination de $x'(t)$

L'accélération est constante ou $x''(t) = a$ plus simplement : c'est la dérivée de la vitesse par rapport au temps, donc la vitesse est une primitive de l'accélération.

si à $t=0$ $x'(o) = v_o$ alors

$$\boxed{x'(t) = at + v_o}$$

b - Equation horaire :

l'abscisse x est une primitive de x', donc :

si à $t = 0$ $x = x_o$ abscisse initiale, alors :

c - Remarque

on pourra dans certains cas choisir les repères de manière à simplifier les équations.

Si à $t = 0$ $x_o = 0$ et $v_o = 0$ alors $x'(t) = at$ et $x(t) = \frac{1}{2} at^2$

3 - Une autre relation caractéristique du mouvement uniformément varié

$\boxed{r = a\theta^2}$ étudiée ultérieurement

θ : intervalle de temps
r : accroissement de la distance parcourue entre deux intervalles de temps consécutifs de longueur θ.

LE TEMPS

C'est un thème inépuisable, souvent cité dans l'enquête, pouvant faire l'objet d'activités interdisciplinaires multiples concernant de nombreuses matières.

Le travail dont nous rendons compte ici concerne plus précisément les questions des unités et des mesures du temps. Il associe principalement les professeurs d'histoire-géographie (Maryse BERGER), de physique (Jean-François BLANCHET), et de mathématique (Pierre CHEVRIER) d'une classe de seconde au Lycée Jean Macé (NIORT).

Les différents mouvements de la Terre, de révolution autour du soleil, de rotation autour d'elle-même, les fuseaux horaires, etc..., font partie explicitement du programme de géographie de Seconde.

Nous joignons ici quelques documents utilisés :

. en physique, sur :
- *les instruments de mesure du temps*
- *les unités de temps*

. en mathématique, sur :
- *les calendriers (document support d'activités numériques).*

Notre intervention fut coordonnée et le plus souvent commune.

Cette activité donna aussi l'occasion de recherches personnelles ou en petits groupes d'élèves, d'exposés, etc....

LES INSTRUMENTS DE MESURE DU TEMPS

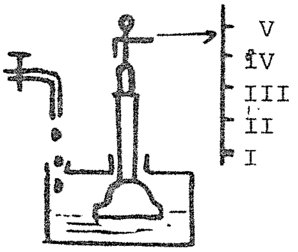
UNE MESURE TRES SUBJECTIVE : le temps vécu ou le temps biologique. Deux élèves qui ont été en vacances pendant la même durée n'apprécieront pas forcément cette durée de la même manière. L'un dira "j'ai trouvé les vacances longues", l'autre "j'ai trouvé les vacances courtes".

CHEZ LES POPULATIONS PRIMITIVES (chez les notaires aussi d'ailleurs... ventes à la bougie.)
Une bougie qui brûle sert d'instrument de mesure (ou bien une corde).

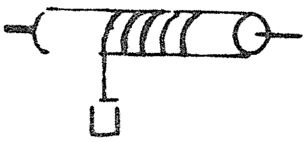
CADRAN SOLAIRE connu dès la plus haute antiquité.

SABLIER utilisé de l'antiquité jusqu'au XVIe, XVIIe siècle.

LES CLEPSYDRES ce sont des horloges à eau utilisées par exemple chez les Egyptiens et les Romains.



LES HORLOGES MECANIQUES : l'appareil moteur est dû au mouvement d'une masse entraînant un cylindre. Il fallut des siècles de tâtonnement et de recherches pour assurer au cylindre un mouvement régulier, le cylindre commande la rotation d'une aiguille ; celle des heures.



AU XVIe SIECLE GALILEE établit la constance des oscillations d'un pendule. On construit alors à partir de cette époque des *horloges mécaniques à balancier*.

HUYGENS INVENTE AU XVIIe s, le balancier à ressort spirale est construit la première montre portative. Aux XVIIe et XVIIIe on perfectionne les montres de poche.

EN 1867 EST CONSTRUITE LA PREMIERE HORLOGE ELECTRIQUE. C'est une horloge à balancier dont l'énergie est fournie non par la chute d'une masse, mais par le courant électrique.

FIN DU XXe : LA MONTRE ET LES HORLOGES A QUARTZ. Les vibrations périodiques d'un cristal de quartz sont entretenues par un très faible courant électrique.

FIN DU XXe - L'HORLOGE ATOMIQUE AU CESIUM. Le phénomène résulte de vibrations électroniques qui se produisent à l'intérieur de l'atome de Césium. Dans une enceinte vide d'air, on injecte des atomes de Césium. Ces atomes sont ensuite soumis à des champs électromagnétiques de fréquence variable. Lorsque la fréquence appliquée est égale à celle des atomes (on dit alors qu'il y a résonance) la trajectoire des atomes est déviée. Cette déviation peut être enregistrée grâce à un détecteur. On est alors certain que la fréquence extérieure est égale à celle des atomes, la fréquence extérieure est ainsi étalonnée.

QUALITE D'UN INSTRUMENT DE MESURE : sensibilité, justesse, fidélité. Compte tenu de ces qualités que pensez-vous des différents instruments de mesure énumérés ci-dessus ?

BIBLIOGRAPHIE :

- la mesure du temps - Que sais-je ? n° 97 PUF
- divers BT.

- *"Eternité, néant, passé, sombres abîmes,*
  Que faites-vous des jours que vous engloutissez ?"

LAMARTINE.

A LA RECHERCHE DU TEMPS PERDU

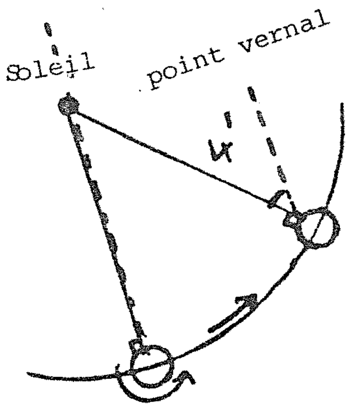
1 LE JOUR SOLAIRE : durée qui sépare deux passages consécutifs au zénith. Du XVIe siècle jusqu'en 1950 on définit la seconde comme suit :

$$1s = \frac{1 \text{ jour solaire}}{86\ 400} \quad (86400 = 24 \times 3600)$$

La constance de ce jour solaire est une hypothèse qui s'avère fausse dès la fabrication des premières horloges de Huygens, précises à la seconde près. En 1785 le jour solaire dure en moyenne 60 secondes de plus qu'en 1681, les variations sont très irrégulières, le 23 décembre 1656 dure 51 secondes de plus que le 16 septembre de la même année. En 1937 on met en évidence des variations saisonnières + ou - 0,06 s, la Terre en général tourne plus vite en juillet qu'en août. Tout ceci est vraiment inconfortable, le Soleil est trop capricieux.

2 LE JOUR SOLAIRE MOYEN : on définit un Soleil fictif qui tournerait régulièrement autour de la terre en 24 h soit 86400 s. Concrètement cela signifie qu'avec une horloge on mesure la durée des jours solaires sur une certaine période, qu'on en calcule la moyenne, et qu'une horloge précise nous servira de "garde-temps" .

3 LE JOUR SIDERAL : en usage dès la fin du XVIIe siècle. C'est la durée qui sépare deux passages consécutifs d'une étoile (en fait d'un point théorique, le point *gamma* vernal) au même méridien.
La détermination du jour sidéral est beaucoup plus précise que celle du jour solaire. Vers les années 1950, la précision était du 1/1000 s.



Pour tenir compte des variations saisonnières et irrégulières de la vitesse de rotation de la Terre, on a défini un temps sidéral moyen, sa durée est de 23 h 56 min 4,090 s.

Le schéma ci-contre explique pourquoi le jour sidéral est plus court que le jour solaire.

Ce jour sidéral supposé constant a été utilisé jusqu'en 1956. On a pu en effet calculer qu'en moyenne la durée du jour s'allonge de 1 s en 600 siècles. Il y a 440 millions d'années le jour durait 21,53 h ; dans quelques milliards d'années le jour durera 47 jours actuels, la terre tournera toujours la même face vers la lune. L'écart avec une horloge parfaite est $30.t^2$ (t en siècles).
Vite changeons d'unité avant qu'il soit trop tard !

4 LE TEMPS DES EPHEMERIDES : défini par le mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil; sa détermination est basée sur les lois de la gravitation de NEWTON. La seconde est alors définie en fonction de l'année tropique, celle-ci étant la durée qui sépare deux équinoxes de printemps.
Encore un ennui : la durée de l'année tropique diminue de 0,53 s par siècle. Il a donc été nécessaire de choisir une année de référence. Durée d'une année 365 jours 5 h 43 mn 45,9747 s - 0,53 t (t en siècles).

$$1s = \frac{1}{31\ 556\ 925{,}974\ 7} \text{ de l'année tropique 1 900}$$

Cette définition a été utilisée de 1956 à 1967.
Pratiquement on préfère toujours en utilisant les lois de NEWTON déterminer la seconde à partir de l'observation des mouvements de la Lune autour de la Terre.

5 LE TEMPS ATOMIQUE :"la seconde est la durée de 9.192 631 770 périodes de la rotation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133". On a choisi un nombre de périodes tel que la seconde atomique soit égale à la seconde des éphémérides. La précision des mesures est à l'heure actuelle de 10^{-12} soit une incertitude de 3 s pour 1 000 siècles.

6 LES ECHELLES DE TEMPS : le Soleil demeure cependant notre horloge naturelle. Un observateur terrestre détermine facilement son heure solaire locale. Des tables fournissent des corrections de manière à déterminer le temps des éphémérides TE. L'heure solaire locale donne le temps universel TU (terme impropre d'ailleurs) ceci en 1ère approximation. On corrige TU en tenant compte du mouvement de précession des pôles (l'axe terrestre oscille au pôle nord ou sud dans un carré de 20 mètres de côté environ), on obtient TU 1. Puis on tient compte des irrégularités du mouvement de rotation de la terre, on obtient TU 2. On a fait coïncider les échelles TU et TE à leur origine prise en 1900; mais en 1967 le TU était en retard de 36 s sur le TE. Depuis on a adopté la seconde atomique, et en cas de variation imprévue de la vitesse de rotation de la Terre le Bureau International de l'heure peut décider d'un saut au début de chaque mois pour rattraper le retard de TU par rapport au TE. Afin que la connaissance de TE ne soit pas un danger pour la navigation on s'arrange pour que $|TU - TE| < 0{,}7$ s.

PROBLEMES DE CALENDRIERS

Objectifs mathématiques :
- calculs numériques
- maîtrise du raisonnement dans les changements de repères (ici de temps)
- réflexion sur la précision de calculs approchés

1 *LES UNITES NATURELLES DU TEMPS*

Le calendrier est un système élaboré par les hommes pour mesurer les temps longs. Le choix des unités de mesure de ces temps a été imposé par le Ciel.

1)Le rythme des périodes de clarté (jours, journée) et de ténèbres (nuits) règlant la vie sur la terre,la durée d'une telle succession jour-nuit (nycthémère) s'est imposée naturellement à l'homme :

c'est le *Jour*

On peut le définir de façons diverses : durée entre deux levers du Soleil, entre deux couchers, entre deux midis... Façons qui donnent des résultats variables et qui ne sont pas équivalentes. Plusieurs définitions existent : jour sidéral, jour stellaire, jour solaire. Dans ce qui suit, le *Jour* désignera le jour solaire moyen, c'est à dire la durée moyenne d'une rotation de la Terre autour d'elle-même.

2)La Lune, avec la série de transformations frappantes qu'elle subit en une trentaine de jours, apparut aussi très vite comme un bon moyen de mesurer le temps.
Le *Mois*, ou lunaison, est la durée qui sépare, en moyenne, deux nouvelles lunes consécutives (durée de révolution synodique).
Ne pas confondre ce *Mois* avec la division actuelle de notre calendrier ainsi nommée, le mot "mois" dérive visiblement de "lune" : en grec, lune =μηνη , mois = μην ; en anglais, lune = moon, mois = month ; en allemand, lune = mond, mois = monat.

en fait *1 Mois = 29,530588 Jours = 29 Jours 12 Heures 44 Minutes 2,8 Secondes*

3)Le rythme des saisons impose une autre unité : l'*Année*. Il en existe de multiples définitions : année sidérale, année anomalistique, année draconitique, etc... Celle qui intéresse le calendrier porte le nom d'*Année tropique*, c'est la durée moyenne de révolution de la Terre autour du Soleil.

en fait *1 Année = 365,2422 Jours = 365 Jours 5 Heures 48 Minutes 46 Secondes*

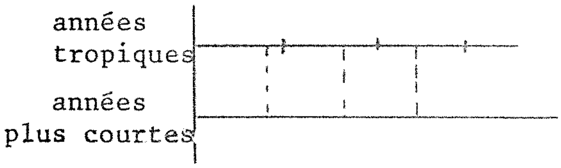
4)Les rapports des trois unités fondamentales ;

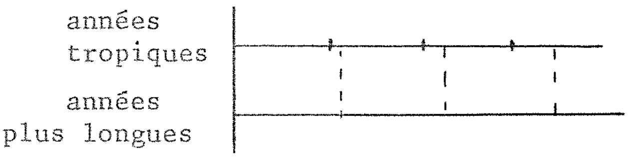
Combien une année contient-elle de mois ?

L'année n'est pas un multiple entier de jours, ni de mois, et le mois n'est pas un multiple entier de jours. D'où la difficulté de concevoir un calendrier qui combine ces trois unités. La découverte progressive de la complication des rapports qu'il y a entre elles intervient dans l'histoire des calendriers. Ceux basés sur l'année sont dits *Solaires*(le nôtre par exemple) ; ceux basés sur le mois sont dits *Lunaires*(exemple : le calendrier musulman) : certains présentent les deux types (ex. : calendrier juif).

II AVANCE OU RETARD D'UN CALENDRIER

Un calendrier dont l'année est plus courte que l'année tropique, prend-il de l'avance ou du retard par rapport aux saisons ?





III QUELQUES CALENDRIERS HISTORIQUES

1) Une année de 12 mois de 30 jours

Chez les Egyptiens de 1000 à 4236 avant notre ère ; chez les Grecs à la même époque.

Ce calendrier prenait-il de l'avance ou du retard par rapport aux saisons ?

Pour corriger le décalage, les Egyptiens ajoutèrent 5 jours(dits épagomènes) ce fut le premier calendrier vague de 4236 avant notre ère jusqu'en 139 de notre ère. Il se déc.a lait par rapport aux saisons (avance ou retard ?). Ils appelaient période *sothiaque* la durée minimale nécessaire pour qu'une année vague se replace de la même façon par rapport aux saisons.

Sachant que,pour eux, en repérant le cycle de l'année par le lever héliaque de Sirius, l'année comportait en moyenne 365,25 jours, calculer combien d'années vagues il y avait dans une période sothiaque.

2) Une année commune de 12 mois de 30 et 29 jours alternativement :

Chez les Chaldéens et les Hébreux de 4000 ans avant notre ère jusqu'au 4ème siècle de notre ère chez les Grecs de 4000 ans avant notre ère jusqu'au 8ème siècle avant notre ère....

Combien cela fait-il de jours de décalage (avance ou retard ?) avec les saisons,en 3 années ?

D'où l'idée, tous les trois ans, d'ajouter un 13 ème mois (dit *embolisme* : l'année est dite *embolismique*).

De combien de jours l'année moyenne sur trois ans est-elle constituée ?

Huit siècles avant notre ère, on eut recours en Grèce à une période de 8 années, dite *octaétéride* pendant laquelle on décrétait que les 3è, 5è, 8è années comporteraient un 13 ème mois de 30 jours.

Combien de jours, en moyenne, une année et un mois d'une octaétéride contiennent-ils chacun ?

Plusieurs améliorations ont été apportées pendant la grande période grecque, sans qu'elles profitent au calendrier :
Le cycle NETON : NETON publia en l'an 433 avant notre ère que 19 années contenaient exactement 235 lunaisons. On a pu retrouver un siècle plus tard mention de son emploi : les 19 années comprenaient 5 années de 355 jours, 7 années de 354, 6 de 384, et 1 de 383.
CALLIPE propose une amélioration en groupant 4 cycles de NETON en une seule période de 76 ans, et en supprimant un jour en 76 ans.
HIPPARQUE fut le premier à découvrir, vers 130 avant notre ère, que l'année est plus courte que 365,25 jours. En 4 cycles de CALLIPE, il retranchait 1 jour .

Combien de jours en moyenne une année et un mois des cyclesde NETON, de CALLIPE, d'HIPPARQUE contiennent-ils chacun ?

3) Les calendriers romains primitifs

L'année comporte d'abord 10 mois ayant alternativement 25 ou 30 jours, de mars à décembre. cela explique l'origine des noms des mois de septembre, octobre, novembre, décembre. Puis elle en eut 12 à partir du 7ème siècle avant notre ère ; il y avait alors 4 mois de 31 jours, 7 de 29, 1 de 28, soit au total 355 jours. On complétait tous les deux ans par un mois de 22 jours, puis la correction devint variable. Ce calendrier romain connut beaucoup d'étrangetés et de désordre jusqu'au calendrier julien.

IV DU CALENDRIER JULIEN AU CALENDRIER GREGORIEN

1) C'est Jules CESAR, conseillé par l'astronome Grec SOSIGENE, qui mit fin au désordre du calendrier romain en instaurant en l'an 45 avant notre ère le calendrier dit *julien*, essentiellement solaire.
L'année commune comporte 365 jours. Tous les 4 ans, on ajoute un jour à l'année dite alors *bissextile*.

Le calendrier julien prend-il de l'avance ou du retard par rapport aux saisons ?

En l'an 325 de notre ère, l'équinoxe de printemps tombe le 21 mars. A quelle date était-il en 45 avant notre ère ?

2) Cette année-là, le concile de Nicée lia la date de Pâques à la date du 21 mars, pensant que l'équinoxe de printemps tomberait indéfiniment à cette date. Quelques siècles plus tard, l'Eglise s'inquiéta du glissement de la fête de Pâques vers l'été, et en l'an 1582, le pape Grégoire XIII décida une réforme du calendrier julien.

Quel était, en 1582, le retard du calendrier julien par rapport à l'équinoxe de printemps qui aurait dû se produire le 21 mars ?

3) Le pape Grégoire XIII décida que le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 serait le vendredi 15 octobre 1582, et à partir de ce moment, c'est le calendrier grégorien, notre actuel calendrier, où on supprime 3 années bissextiles en 400 ans, les seules années séculaires restant bissextiles étant celles multiples de 400 (1600 et 2000 sont bissextiles, 1700, 1800, 1900 ne le sont pas).

Quelle est la durée moyenne d'une année grégorienne ? Quel sera le décalage en 10 000 ans ?

V D'AUTRES CAUSES DE DECALAGE

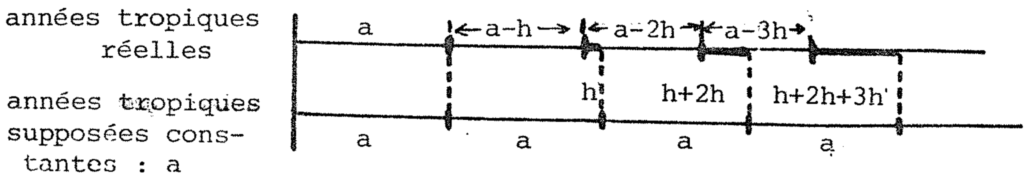
A ce stade de précision, il est nécessaire de tenir compte de deux autres facteurs de décalage :

- l'année tropique diminue, de 5×10^{-3} seconde d'une année à la suivante.
- la durée du jour augmente, chaque jour étant plus long que le précédent de $4{,}5 \times 10^{-8}$ seconde.

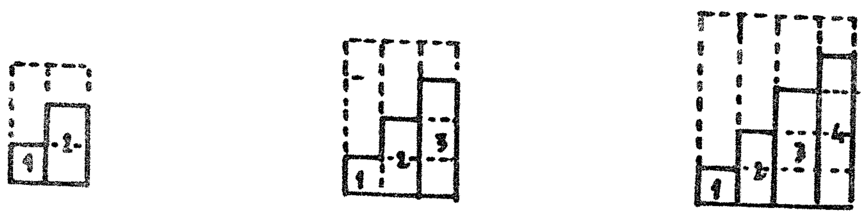
Chacune de ces deux variations va-t-elle accentuer ou réduire le décalage dû à l'imperfection du calendrier grégorien ?

Les calculs montrent que ces deux causes sont, sur une période de 10 000 ans, aussi importantes que l'imperfection du calendrier grégorien :
Par rapport à une première année de référence, la 2ème est plus courte de $h = 5 \times 10^{-3}$s : la 3ème de $2 \times h$, la 4ème de $3 \times h$, etc... De sorte que le décalage qui en résulte au bout de 10 000 ans n'est pas de 10 000 h, mais est égal a :

$$h + 2h + 3h + \dots + 9999h = (1 + 2 + 3 + 9999) \times 5.10^{-3}\ s$$



Pour calculer simplement la somme (1 + 2 + 3 + ... + 9999), on peut recourir à une analogie avec le calcul de l'aire d'un rectangle.



$1 + 2 = \frac{2 \times 3}{2}$ $\quad$ $1+2+3 = \frac{3 \times 4}{2}$ $\quad$ $1+2+3+4 = \frac{4 \times 5}{2}$, etc....

En supposant en première approximation que le jour est constant et que seule l'année diminue, calculer le décalage qui en résulte en 10000 ans.

En supposant cette fois que l'année est constante et que seul le jour allonge, calculer le décalage qui en résulte en 10000 ans, c'est-à-dire en 3 652 422 jours.

VI EPILOGUE : Y AURA-T-IL UNE NOUVELLE REFORME DU CALENDRIER ?

Faut-il réformer le calendrier ? Peut-on concevoir un calendrier ayant une plus grande régularité dans le défilement des jours et des mois (mois ayant le même nombre de jours et de semaines toute l'année ou mois commençant par les mêmes jours tous les ans, etc...) ?
Beaucoup se sont penchés sur la question ! En 1927, deux cents projets ont été déposés à la Société des Nations qui avait lancé une enquête auprès de tous les gouvernements.
Deux projets sont particulièrement dignes d'intérêt : le *calendrier fixe*, conçu par Auguste COMTE en 1849, mis au point au début de ce siècle par P. DELAPORTE, puis repris en Amérique ; le *calendrier universel*, prôné dès 1887 par ARMELIN et MANIN, à peine modifié dans sa forme actuelle.
Ils ont tous reçu une fin de non-recevoir.

BIBLIOGRAPHIE :

- *Pour une mathématique vivante en seconde (publication de L'A.P.M.E.P.), dont est inspirée une partie de ce document de travail.*
- Paul COUDERC , *Le calendrier, "Que sais-je", PUF .*
- Paul COUDERC , *Histoire de l'astronomie, PUF .*
- PLOT n° 21
- BT n° 757
- Abbé CHAUVE Bertrand , *La question du calendrier . Paris (1921)*
- B.DECAUX , *La mesure précise du temps . Nasson (1959)*
- LETOUZE et ANE , *Dictionnaire de Droit Canonique, article "calendrier" .*
- *Encyclopedia Universalis, article "calendrier".*
- *Encyclopedie Larousse, article "calendrier".*
- *Encyclopedie la Pléiade, astronomie.*
- *Bulletin APM n° 344, p 331 à 340 (juin 84)*

MATH, GEO, et tout le tremblement

Article publié dans PLOT n° 28 (voir bibliographie page 89)

par : Maryse BERGER (Hist.Géo)
Pierre CHEVRIER (Maths)

Lycée J.Macé, NIORT.

Travaillant en équipe pédagogique avec d'autres collègues dans une classe de seconde, nous avions prévu d'intervenir en commun sur les séismes : leur étude est au programme de géographie ; la détermination d'un épicentre peut donner lieu à un travail intéressant en math ; cf. l'article n° 19 de Lucien Augé dans (1).

Les élèves ont commencé, en cours de géographie, à travailler sur les pages "documents et travaux", relatives aux séismes, de leur manuel (2). L'un de ces documents posa problème et fut à l'origine du travail que nous présentons dans cet article.

Notre intervention a été pluridisciplinaire (effectuée ensemble dans le même temps et le même lieu). Son caractère fortuit fait qu'elle n'a pas été perçue comme artificielle par les élèves et a été bien acceptée, d'autant qu'elle a répondu à un besoin. Le problème sismique avait secoué certains d'entre eux, provoquant même chez quelques-uns des tremblements d'une forte intensité ; d'autres, plus rares y avaient dépensé toute leur magnitude et n'avaient plus aucune énergie ; il fallait donc y remédier.

Aucune connaissance approfondie n'est nécessaire à la compréhension de la suite. Pour une meilleure connaissance des phénomènes sismiques, nous renvoyons à la lecture de (3) ou (4).

Voici le schéma en question (fig.1) :

- *Dans quel cas l'intensité du séisme en surface est-elle la plus forte ? Pourquoi ?*
- *Pourquoi dans le séisme de foyer F1, l'intensité en surface diminue-t-elle plus lentement quand on s'éloigne de l'épicentre E ?*

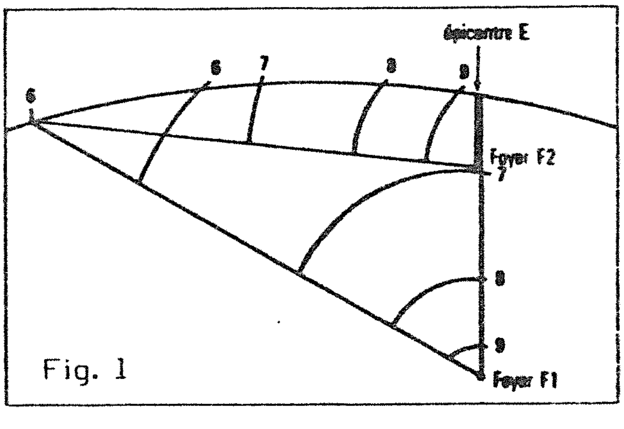


Fig. 1

Nous avons procédé avec les élèves à une analyse critique de ce document ; puis après que la question ait pu être reformulée de façon plus précise, une démonstration simple de la réponse a pu être présentée par le prof. de math :

1) L'épicentre est, par définition, le point à la surface du globe terrestre, situé à la verticale du foyer (le foyer est l'endroit où se produit le choc initial, plus ou moins profond) :

1) Ce n'est pas le cas sur le dessin, où la droite passant par le foyer et l'épicentre est seulement une verticale de la page du livre !

2) Aucune explication n'est donnée sur ce que représentent "les lignes autour des foyers".

Tout le monde s'est facilement accordé à penser qu'il s'agit de lignes d'égales intensités (l'intensité mesurant l'importance des secousses). La terre étant représentée ici en coupe, en volume cela donne des surfaces d'égales intensités.

Ceci étant admis, on ne sait pas comment sont construites ces lignes.

3) Il faut donc interpréter. Ces lignes semblent être des arcs de cercles centrés aux foyers. Vérification au compas : gagné ... presque :

"La ligne 9 autour de F_2" fait manifestement exception, et c'est très approximatif pour "les lignes 6 et 9 autour de F_1".

Malgré les irrégularités, le schéma permet de formuler la première hypothèse :

(H_1) L'intensité est la même pour des points situés à une même distance du foyer.

C'est une hypothèse simplificatrice, pédagogiquement louable, encore faut-il la préciser ! Elle correspond à certaines conditions géologiques théoriques (nature homogène du sous-sol, ...).

4) L'observation des distances entre les lignes permet de constater, même si elles sont irrégulières, que :
Les distances entre les lignes d'intensités 8 et 9, de même qu'entre les lignes d'intensités 7 et 8 sont les mêmes pour les séismes de foyers F_1 et F_2, ce qui correspond sur le schéma (fig.2) aux égalités :

$$C'_1D'_1 = C'_2D'_2$$

$$B'_1C'_1 = B'_2C'_2$$

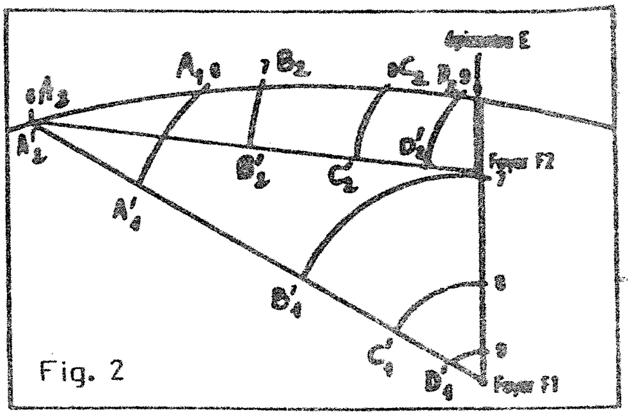


Fig. 2

d'où les nouvelles hypothèses :

(H_2) Les séismes de foyers F_1 et F_2 ont même magnitude (l'énergie libérée est la même).

(H_3) La différence des rayons des cercles (en coupe, en volume, des sphères) d'intensités i et i+1 centrés au foyer ne dépend pas de la profondeur du foyer d'un séisme de magnitude donnée.

Bien qu'elles soient contredites par deux autres défauts du dessin : $A'_1B'_1 < A'_2B'_2$ (la distance de la ligne 6 à la ligne 7 n'est pas la même) et $F_1D'_1 < F_2D'_2$.

5) Les (courbes) isoséistes sont les courbes des points de même intensité en surface.
Les hypothèses (H_1), (H_2), (H_3) faites donnent, en surface, des isoséistes circulaires qui, en projection (sur le plan tangent à l'épicentre au globe terrestre), sont des cercles centrés en E, épicentre commun aux deux séismes de foyers F_1 et F_2. Ce qui pourrait donner, la vue de dessus suivante : (fig.3).

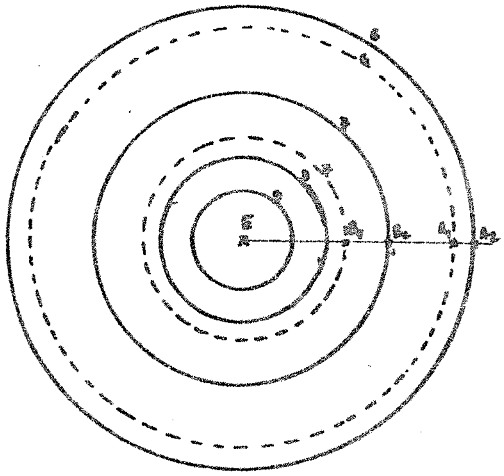


Fig. 3 *les isoséistes en trait plein correspondent au foyer F2, les isoséistes en pointillés au foyer profond F1.*

6) A ce stade du travail, la deuxième question accompagnant le schéma (fig.1) a pu être reformulée de façon plus précise :
"Pourquoi la distance A_1B_1 entre les courbes isoséistes 6 et 7 correspondant au séisme de foyer profond F_1 est-elle supérieure à la distance A_2B_2 des isoséistes 6 et 7 correspondant au séisme de foyer moins profond F_2 ?".

On peut, bien sûr, généraliser, en remplaçant 6 et 7 par i et i+1 (i pouvant varier), ou même i et i' ($i < i'$).

Notons que, sur le schéma du livre (fig.1), la comparaison ne peut se faire ; seule la ligne 6 autour de F_1 coupe la surface terrestre, la ligne 7 ne la coupant pas. Ainsi, sur la figure 2 où les points de la figure 1 ont été nommés, le point A_1 existe bien, mais pas le point B_1.

7) Pour répondre simplement à la question ainsi reformulée, nous supposerons que :

(H_4) la surface d'étude des isoséistes est plane.
Cette hypothèse est légitimée par le fait que la profondeur du foyer d'un séisme ne dépassant pas 1/8 de rayon de la terre, la courbure de la surface contenant les isoséistes de plus fortes intensités est faible,

beaucoup plus faible que sur le dessin !

8) Reprenant l'idée du schéma du livre, et compte tenu des hypothèses (H_1), (H_2), (H_3), (H_4), cela donne le schéma (fig. 4).

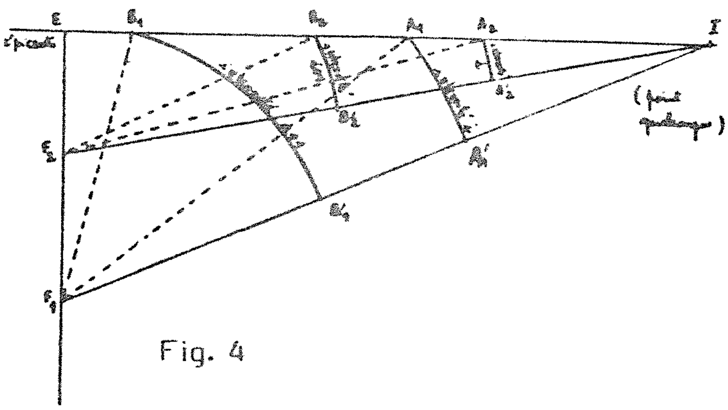


Fig. 4

On a les égalités :
$F_1B_1=F_1B'_1=F_2B'_2=F_2B_2$ (intensité i+1)
$F_1A_1=F_1A'_1=F_2A'_2=F_2A_2$ (intensité i)
et l'inégalité $EF_1 > EF_2$

- Démontrons d'abord que l'isoséiste d'intensité i est plus éloignée dans le cas du foyer moins profond F_2. Cela revient à établir $EA_2 > EA_1$:

Le théorème de Pythagore nous donne dans les triangles rectangles EA_1F_1 et EA_2F_2 :

$F_1A_1^2=EF_1^2+EA_1^2$ et $F_2A_2^2=EF_2^2+EA_2^2$

d'où, puisque $F_1A_1=F_2A_2$,
$EF_1^2+EA_1^2=EF_2^2+EA_2^2$, égalité équivalente à

(1) $EA_2^2-EA_1^2=EF_1^2-EF_2^2$

Comme $EF_1 > EF_2$, il en résulte
$\boxed{EA_2 > EA_1}$

- En appliquant le théorème de Pythagore aux triangles rectangles EB_1F_1 et EB_2F_2, on obtient, de façon analogue, l'égalité

(2) $EB_2^2-EB_1^2=EF_1^2-EF_2^2$
d'où il résulte aussi $\boxed{EB_2 > EB_1}$

On déduit de (1) et (2) que :
$EA_2^2-EA_1^2=EB_2^2-EB_1^2$,
donc aussi bien :
$EA_2^2-EB_2^2=EA_1^2-EB_1^2$,
soit encore :
$(EA_2-EB_2)(EA_2+EB_2)=(EA_1-EB_1)(EA_1+EB_1)$,
ou :
(3) $A_2B_2\times(EA_2+EB_2)=A_1B_1\times(EA_1+EB_1)$

Or les inégalités $EA_2 > EA_1$ et $EB_2 > EB_1$ impliquent
$EA_2+EB_2 > EA_1+EB_1$. Cette dernière inégalité, conjuguée avec (3), prouve que :
$\boxed{A_2B_2 < A_1B_1}$,
ce qui répond à la question posée en (6).

Epilogue pour mathématiciens :

Trouver une démonstration du résultat accessible aux élèves de seconde, sans faire l'hypothèse (H_4).

Le problème se pose ainsi :

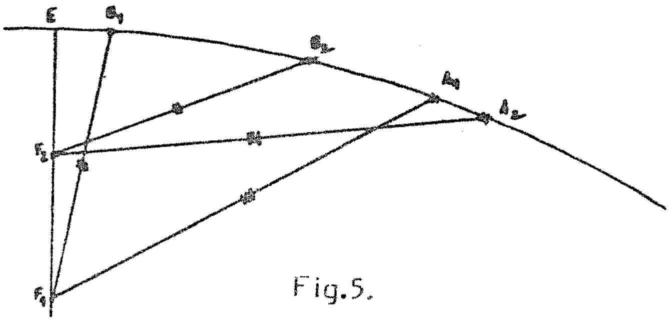


Fig.5.

Les points E, B_1, B_2, A_1, A_2 sont sur un même quart de cercle dont l'une des extrêmités est E. O désignant le centre du cercle, F_1 et F_2 sont sur le rayon [OE] et tels que $EF_1 > EF_2$

On a les égalités $F_1B_1 = F_2B_2$;

$$F_1A_1 = F_2A_2$$

Il s'agit d'établir que $A_2B_2 < A_1B_1$ (ce qui équivaut à l'inégalité des longueurs des arcs).

BIBLIOGRAPHIE.

(1) Mathématique active en seconde (brochure n°43 de l'APMEP).

(2) Géographie du temps présent. GREHG seconde. Hachette.

(3) Séismes et volcans : Fascicule n° 217 de la collection "Que sais-je ?".

(4) Les tremblements de terre. Bibliothèque "Pour la Science". Diffusion Belin.

STATISTIQUES en Seconde

Une initiation à la statistique descriptive figure au programme de mathématiques de la classe de seconde :

II. STATISTIQUE

Les documents nécessaires seront empruntés à l'environnement de l'élève ou proposés en liaison avec les enseignements de sciences biologiques, économiques et humaines.

Il est souhaitable que ces documents soient authentiques et récents.

Description statistique d'une population ou d'un échantillon. Tableaux de données, relevés périodiques, réponses à une enquête... ; classement de ces données, représentations graphiques diverses.

Effectifs, fréquences, fréquences cumulées. Moyennes.

Il est conseillé de faire porter ces activités sur l'étude d'une seule situation, apte à une bonne approche des notions statistiques, et de se borner à explorer ces notions sur l'exemple choisi par le professeur.

Des données nombreuses sont indispensables ; des phases distinctes sont à prévoir dans le déroulement (voir commentaires).

Ce peut être l'occasion d'un travail interdisciplinaire motivant pour les élèves. Les thèmes ne manquent pas, pouvant concerner les sciences économiques, les sciences naturelles, la géographie,.....

Les pages qui suivent constituent le guide de séances de travaux dirigés en petits groupes. Elles sont accompagnées de quelques-uns des documents statistiques utilisés en support. Le travail débouche sur une étude climatologique (travail math-géographie).

HISTOIRE D'EAU ET DE TEMPERATURES:
Tout un programme.... de statistiques de seconde

Pierre CHEVRIER
Lycée Jean Macé NIORT

Matériel utilisé : documents fournis par la station météorologique de POITIERS.

Objectifs : initiation à la statistique descriptive : classer des données, choisir et effectuer des représentations appropriées; définir et calculer des paramètres de position.

I. PRECIPITATIONS A NIORT : nombre de jours par mois.

Le nombre de jours de précipitations (supérieures à 0,1 mm), chaque mois en moyenne (*) est résumé dans le tableau :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
16	14	14	15	14	11	9	11	12	11	15	15

(*) moyenne établie à partir des années 58 à 80.

Nous allons profiter de cet exemple pour définir certaines notions statistiques :

- Le but de la STATISTIQUE est l'étude d'un ou plusieurs phénomènes appelés CARACTERES dans une POPULATION (c'est l'ensemble étudié, d'êtres, d'objets, de faits, de mesures, etc...).

Remarques : les éléments de la population sont appelés UNITES STATISTIQUES ou INDIVIDUS; le nombre de ces éléments est la TAILLE ou l'EFFECTIF de la population; quand il est trop élevé pour les moyens dont on dispose, un ECHANTILLON est extrait de la population.

Quelle est dans le cas présent la population étudiée ? Quel est le caractère étudié ?

Remarques : il s'agit ici d'un caractère QUANTITATIF (c'est à dire prenant des valeurs numériques). Un caractère peut être QUALITATIF.

Citer un caractère qualitatif qu'on pourrait étudier dans la même population.

- Le nombre d'unités statistiques présentant une valeur (MODALITE) que peut prendre le caractère considéré, est appelé l'EFFECTIF de cette modalité. La FREQUENCE d'une modalité est le quotient de l'effectif de cette modalité par l'effectif total de la population.

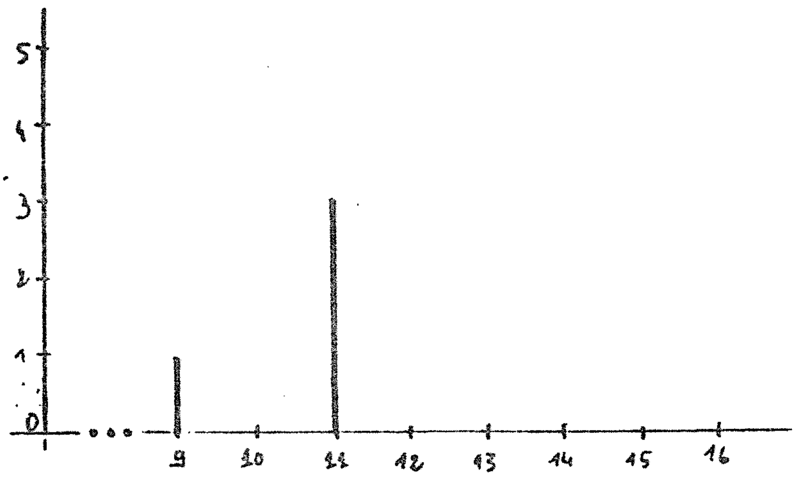
Compléter le tableau :

modalités	9	11					
effectifs	1	3					
fréquences	1/12	3/12					

Remarque : on utilise aussi la notion d'EFFECTIFS CUMULES (notion à définir avec le professeur)

- Des représentations :
  Saisissons l'occasion pour en donner quelques-unes,bien qu'ici le tableau du début soit assez parlant et que la nécessité d'une autre visualisation soit discutable. Mais elle sera utile dans bien d'autres cas !

DIAGRAMME EN BATONS : le compléter.



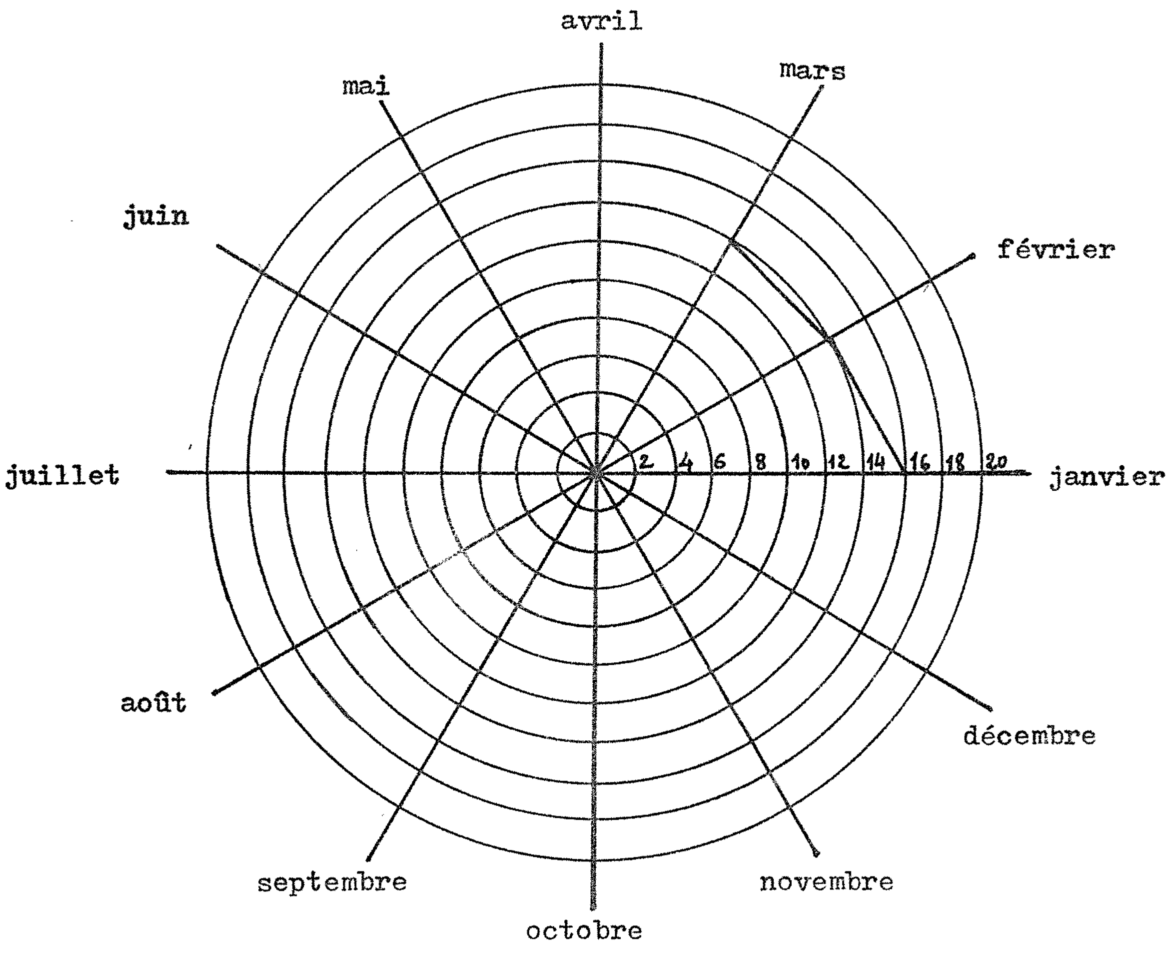
LE POLYGONE des EFFECTIFS : est la réunion des segments joignant les extrémités des "bâtons" successifs ;

le tracer.

Remarque : on utilise aussi le polygone des fréquences ;

le définir.

Le tableau donné au début peut aussi être mis sous la forme du DIAGRAMME POLAIRE ci-dessous que tu compléteras après avoir compris comment il est construit.



- Paramètres de position :
  MOYENNE (arithmétique) : en moyenne combien de jours pleut-il par mois ? C'est une notion connue.
  MODES ou DOMINANTES : les modalités dont l'effectif est le plus élevé.

Quelles sont ici les dominantes ?

MEDIANE : modalité telle que l'effectif des modalités inférieures est au plus égal à celui des modalités supérieures.

Quelle est-elle ici ?

II. JETEZ-VOUS A L'EAU OU PRENEZ LES TEMPERATURES !

Vous allez faire votre première étude statistique à partir de l'un des cinq documents suivants à répartir entre les groupes :

A. Précipitations à NIORT, mois par mois de janvier 61 à février 83
B. Précipitations à PARTHENAY, mois par mois de janvier 51 à février 83
C. Précipitations à POITIERS, mois par mois de janvier 46 à février 83
D. Températures maximales et minimales à NIORT, mois par mois de janvier 61 à février 83
E. Températures maximales et minimales à POITIERS, mois par mois de janvier 50 à février 83

- Le choix ayant été fait du document, consultez-le et faites part de vos premières impressions.
  Des questions "au hasard" : La lecture est-elle simple ? Le document est-il parlant ? Pouvez-vous en tirer rapidement des conclusions au premier coup d'oeil ? Comment exploiter et faire parler ces tableaux de données ? Que proposez-vous ?
  Essayez de définir avec précision la population et le(s) caractère(s) que vous voulez étudier.

QUELQUES SUGGESTIONS D'ETUDES QUI POURRAIENT ETRE RETENUES PARMI OU OUTRE CELLES CHOISIES :

A partir des documents A. B. ou C. : précipitations annuelles - précipitations d'un mois bien défini (décembre pour ceux dont la curiosité aurait été excitée par les inondations de décembre 82) - précipitations d'une saison précise - moyennes mensuelles afin de définir les précipitations d'une année "normale".
A partir des documents D. ou E. : températures maximales et minimales annuelles, ou d'un mois ou d'une saison - les températures mensuelles moyennes afin de définir une année "normale"...

- Il s'agit maintenant de faire les études envisagées.
  Vous pouvez utiliser les notions introduites et les méthodes employées dans la partie I.
  Quelles sont les difficultés ?
  Interrogez au besoin votre professeur qui vous parlera peut-être de regroupement de modalités en CLASSES, d'HISTOGRAMMES, etc...
  Procédez à une étude complète, réalisez plusieures visualisations, calculez les paramètres de position intéressants.

- Confrontez vos études et comparez les éléments du climat étudiés pour NIORT, PARTHENAY, POITIERS.

TEMPERATURES MAXIMALES A NIORT

NIORT

Région Météorologique du S. W.
COMITÉ MÉTÉOROLOGIQUE
CHARENTES-POITOU

Département : ~~DEUX-SÈVRES~~ Poste de : Souché

FICHE décennale : Moyenne Température maximale

Année	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	Moyenne Annuelle
1961	8.1	13.3	16.1	19.3	20.2	24.7	24.9	26.4	26.4	18.3	10.2	8.6	18.0 (216.5)
1962	8,4	8,2	8.9	15.8	18.2	21.7	25.7	27.3	22.6	18.0	9.2	6.3	16,1 (193.3)
1963	1.9	5.3	12.5	15.0	18.6	21.2	25.3	21.0	20.0	17.6	13.9	7.7	14,8 (177.0)
1964	7.5	9,1	11.5	15.5	21.3	23.4	27,2	26,3	24.5	15.0	10.4	7,7	16,4 (196,4)
1965	8.0	6,4	12.9	14.8	19,3	22.4	24.2	22.6	18.7	18.9	11,2	10,2	15.8 (189,6)
1966	8.0	13,8	12.4	16.9	19,6	23.0	23,3	23.9	24.7	17.2	8.9	9,7	16,8 (201,4)
1967	7,6	10,3	13.2	15.1	19,1	22,6	27.1	25.3	20.8	19.4	11.7	6,4	16.6 (198.6)
1968	8.4	9.4	12.9	16.4	18.1	23.5	25,0	23.5	24,1	19.3	11.5	7.3	16.4 (196.4)
1969	9.8	7.5	12.3	15.5	19,5	21.0	27,7	25.1	20,7	19,7	11.5	5.3	16.3 (195.6)
1970	8,6	9,3	10,2	13,3	20.4	24.9	24.4	25,5	23.9	16,9	14,4	5,7	~~197.5~~ (16,5)
TOTAUX	73,3	92,6	122,9	157,6	194,3	231,4	254,8	246,9	223,4	180,3	112,9	71,9	1962,3
Normale	7,3	9,3	12,3	15,8	19,4	23,1	25,5	24,7	22,3	18,0	11,3	7,2	

Département ~~DEUX-SÈVRES~~ Poste de Niort Souché Altitude 58

Fiche Décennale : 1971 - 1980

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE : Moyenne des temp. maxi

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1971	9.2	9.3	9.4	18.1	19.9	20.3	27.7	24.4	22.8	19.1	9.5	9.0	16.5
1972	7,6	10,0	14,5	14,1	17,3	20,1	25,4	23,1	20,3	17,0	11,6	9,2	15,9
1973	6.2	7,6	13,1	14,8	20,0	24,6	24,5	26,9	23,4	15,7	12,1	7,6	16,4
1974	10,5	10°4	13°3	16°3	19°1	21°4	26°7	27°5	19°9	19°8	15°8	11.0	17°0
1975	10°5	12°9	10°5	15°6	17°5	24.1	27°2	28°0	21°6	16°8	11°5	4°9	16,77
1976	8°0	10°6	13°7	16°0	22°1	30°0	28°0	28°6	21.0	16°7	9°6	7°7	17.6
1977	7°9	11.5	14.5	14°7	17.9	20.6	24.2	23.6	22.8	18.9	11.6	10.3	16.5
1978	7.6	10.1	13.0	13.4	18.8	21.5	24.0	24.1	23.0	18.7	12.4	10.0	16.4
1979	6.4	9.0	11.4	14.4	18.1	22.7	25.9	22.9	23.1	18.4	11.5	10.3	16.2
1980	6.3	11.1	11,3	13.8	18.7	21.0	22.7	25.6	23°6	16°1	9°8	7.8	15.8
TOTAUX	80.2	102.5	124,2	153.2	189.5	229.3	256.3	254.7	221.5	170.2	111.4	87.3	1980.3
Moyennes	8.02	10.25	12.42	15.32	18.95	22.93	25.63	25.47	22.15	17.02	11.14	8.73	16.5
Normale 58/80	7.7	9.9	12.5	[illegible]	[illegible]	23.3	25.6	25.1	22.5	17.6	11.2	8.0	
Normale 61/80	7.7	9.2	12.4	[illegible]	[illegible]	22.0	25.5	25.1	22.[illegible]	17.5	11.2	8.2	16.9

Fiche Décennale : 1981 - 1990

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE : MOYENNE TEMP. MAXIMALE

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1981	9.1	8.0	15.0	16.6	18.0	22.0	23.7	26.3	22.6	16.1	11.9	9.4	16.6
1982	10.6	10.8	12.6	17.1	21.0	24.3	27.8	24.0	25.5	15.9	12.9	9.0	
1983	9.8	7.5											
1984													
1985													

TEMPERATURES MINIMALES à NIORT

Région Météorologique du S. W.

COMITÉ MÉTÉOROLOGIQUE
CHARENTES-POITOU

Département : DEUX-SEVRES Poste de : NIORT SOUCHÉ

FICHE décennale : Moyenne Températures minimales

Année	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	Moyenne Annuelle
1961	1.9	5.5	3.4	7.1	7.9	11.7	13.3	11.5	14.0	8.8	4.4	3.3	7.7 (929)
1962	3,1	1,1	1.2	5.2	7.8	10.4	11.0	12.3	10.5	8.5	3.7	-0.7	6,2 (741)
1963	-3.6	-2.3	5.0	6.0	7.5	11.8	14,5	11.9	11.1	8.3	6.9	-0.5	6,2 (746)
1964	1.2	3,5	7.0	5.1	9.3	11.6	13,6	13,8	13.4	6.4	4.6	1.6	7.1 (85.7)
1965	2.2	-0,5	4.5	5.5	9.1	10.9	10.5	12.5	10.1	9.7	5.0	4,8	7.0 (843)
1966	2.3	7,0	1.9	7.5	8.6	12.2	13.0	12.7	12.2	9.7	2.5	4.7	7.9 (94.3)
1967	1.9	3,7	4.0	4.7	8,1	10,8	13.8	13.0	10.3	9.8	5.3	1,0	7.2 (866)
1968	2.1	2.1	4.1	5.6	7.3	11.3	13,1	13.8	11.2	10,5	5.0	2.3	7.4 (884)
1969	3.6	0.0	4.6	6.6	8,4	11.0	15.6	13.5	12,2	9,2	4.6	1.0	7.5 (903)
1970	2.9	3,5	2,2	4.2	8,1	13,1	12.6	14,2	12,6	7,0	5.9	0,3	~~7,2~~ (866)
TOTAUX	15.2	23,8	34,9	57,5	82,1	114,8	129,0	129,2	117,6	88,0	47,9	17,8	857,8
Normale	1,5	2,4	3,5	5,7	8,2	11,5	12,9	12,9	11,8	8,8	4,8	1,8	

Département DEUX-SEVRES Poste de Niort Souché Altitude 50

Fiche Décennale : 1971 - 1980

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE moyenne des t. temp. mini

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1971	2.3	1.2	0.3	7.1	10.2	11.2	15.6	13.5	11.1	7.8	2,1	2,6	7.1
1972	2,0	4,2	4,8	6,1	7,9	8,9	13,4	12,4	8,8	7,5	4,8	3,0	7.0
1973	1,6	1,1	4,2	3,7	4.9	12.8	14,6	15,0	12,4	8,8	3,5	1,8	7,1
1974	5,1	3°9	4°5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	13°1	10°7	4°9	5°7	5.0	7°4
1975	4°4	2°3	2°5	5.3	[illegible]	[illegible]	13°3	15°3	11°7	6°9	3°9	-0°1	7,4
1976	2°0	3°3	2°3	5°1	9°5	12°5	15°4	14°7	10°6	8°8	3°3	2°2	7,5
1977	2°0	5.8	4.9	4°6	[illegible]	[illegible]	13.0	11.8	9.3	9.9	4.1	3.5	7.4
1978	1.3	3.1	4.7	4.8	[illegible]	[illegible]	12.6	11.6	10.5	7.6	3.1	4.5	7.0
1979	-0.4	3.5	4.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	12.5	11.0	10.2	3.9	3.7	7.3
1980	0.8	4.9	3.5	[illegible]	[illegible]	11.6	11.8	13.8	12°0	7°6	3°0	0.9	6.8

Département DEUX-SEVRES Poste de NIORT SOUCHE Altitude 50

Fiche Décennale : 1981 - 1990

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE : MOYENNE TEMP. MINIMALE

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1981	2.6	0.3	6.7	6.5	9.3	11.1	13.3	14.2	13.3	8.7	4.2	3.1	7.7
1982	4.9	3.5	3.1	4.7	8.9	12.6	15.7	12.8	13.4	8.4	6.5	4.0	
1983	3.4	1.4											
1984													

PRECIPITATIONS A NIORT

Région Météorologique du S. W.

Département : DEUX-SÈVRES Poste de : SOUCHÉ Niort

COMITÉ MÉTÉOROLOGIQUE CHARENTES-POITOU

FICHE décennale : Hauteur d'eau

Année	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	Moyenne Annuelle
961	181.4	41.8	1.4	67.5	58.2	43.8	76.3	11.2	27.3	102.2	124.2	129.1	864.8
962	129.3	31,2	119.5	49.2	55.4	19.6	141.5	140	78.3	45.3	80.6	66.3	930.2
963	58.2	77.5	127.9	104.8	55.3	114.8	17.1	198.4	167.6	48.4	211.3	28.2	1210,4
964	15.2	169.9	97.5	29.4	126.9	49.5	14,1	25,3	103.3	131.8	44.2	51,0	788.6
965	146.7	6,1	99.5	48.4	40,2	52.5	83.6	170.7	157.0	22.8	146.9	205,4	1179.8
966	126.2	154.8	35.5	104.2	67.4	63.5	36.9	67.7	29.1	196.3	157.0	144.3	1164.9
967	45,0	72.9	68.8	47.9	131,7	59.7	16.2	66.4	80.0	94.8	99.5	90,9	873.8
968	74.7	76.0	67.1	116.1	53.1	29.9	85.3	106.6	115.4	94,0	23.6	91.4	933,2
969	99.9	36.3	85.0	79.6	153.2	49.0	32.0	20,0	140,0	8,9	166.6	84.0	954.5
970	88,4	123,0	79.6	80.2	21,6	46,8	26,0	73,5	33.3	44,3	155.6	19,0	791.3
TOTAUX	965,0	689.7	761.3	777.1	763.0	529.1	429.7	753.8	931.3	792.2	1212,4	909.6	9521,5
Normale	96,5	69,0	76,2	77.7	76.3	52.9	42,0	75,4	93.1	79.2	121,2	91.0	

Département DEUX-SÈVRES Poste de Niort Souché Altitude 50

Fiche Décennale : 1971 - 1980

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE : hauteur d'eau en millimètre et 1/10

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1971	104.0	49.0	41.6	50.3	116.4	70.3	31.7	52.9	77.5	13.0	72.8	34.3	714.3
1972	64.5	111.3	72.0	48.5	52,6	47,5	7,1	94,5	13,3	41,4	109.1	32,8	694.6
1973	53.1	81,0	6,0	50,7	79,4	15,4	103.0	92,6	71,2	82,4	42,6	99,6	777,0
1974	92,0	68,8	49.9	97.0	59.5	94,3	16.8	66.6	88,7	63,8	147,5	37,7	742,7
1975	111,3	22,3	80,5	67,4	59,5	12.4	17,3	45,2	132,0	44,5	96,1	43,9	732,4
1976	18,6	62,8	43,9	18,7	20,8	0,3	22,1	56,1	120,8	92,4	195,0	120,7	772.2
1977	139,7	237.9	68,2	39.4	126,6	132,2	23.4	49.4	8.7	75.6	70.6	77.3	1049.0
1978	117.4	107.8	104.0	61.5	46.0	61.8	42.8	31.2	23.8	4.8	21.1	176.7	798.9
1979	93,8	125.0	158.8	88.3	109.1	18.7	32.6	40.4	29.8	69.0	52.0	173.6	990.1
1980	112.9	48.2	131.6	10.9	43.5	119.2	72.0	23.7	57.9	122.3	67.7	82.5	871.7
TOTAUX	907,3	914.1	756.6	462.7	713.4	502.1	368.8	552.6	623.0	609.2	855.1	879.1	8142.9
Moyennes	90.7	91.4	75.7	46.3	71.3	50.2	36.8	55.3	62.3	60.9	85.5	87.9	814.3
Normale 61/80	1872.3 93.6	1613.8 80.7	1519.3 75.9	1240.0 62.0	1476.4 73.8	1031.2 51.6	797.5 39.9	1306.4 65.3	1554.3 77.7	1398.0 69.9	2067.5 103.4	1789.7 89.4	17664.4 883.22

M o y

Département

Fiche Décennale : 1981 - 1990

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE : HAUTEUR D'EAU

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1981	54.8	70.9	86.8	24.3	206.6	50.5	52.6	15.3	77.4	232.9	23.9	163.7	1181.7
1982	100.0	42.4	59.5	3.3	25.7	71.6	56.2	62.0	105.2	136.7	97.3	244.7	
1983	43.8	68.3											
1984													

LA NUMERATION AZTEQUE

Violeta BURON, Professeur d'Espagnol
Pierre CHEVRIER, Professeur de Mathématiques
Lycée Jean Macé - NIORT

Outre un programme linguistique, l'enseignement d'une langue comporte un programme culturel, qui peut donner lieu à de multiples activités communes avec d'autres matières, français, histoire, géographie, arts plastiques, mathématiques...
Le programme d'espagnol de seconde s'intéresse bien sûr à l'Espagne et aussi à l'Amérique de langue espagnole.

"L'APPROCHE DU MEXIQUE PRECOLOMBIEN : la civilisation aztèque, le choc des deux mondes" était l'un des thèmes de travail choisis dans ce cadre.

Voici les différentes étapes :
-1° SENSIBILISATION aux mécanismes de la conquête et de la colonisation (EN CLASSE)
explication du poème de R.Alberti, Canción 31, et mémorisation
explication d'un texte en prose : El indiano, J.A. de Zunzunegui

-2° RECHERCHES des élèves PAR GROUPES constitués librement (au CDI, à la Bibliothèque municipale)
LES AZTEQUES, FILS DU SOLEIL
- préparation d'une carte murale
- introduction, où ? quand ?
- histoire du peuple aztèque
- leur mesure du temps (calendrier, pierre solaire)
- la vie quotidienne, le travail
- les croyances
- les fêtes
- les monuments : quelques temples de Teotihuacan

Ces recherches ont été exposées par les élèves devant toute la classe, après traduction préparée dans chaque groupe (et corrigée par le prof.)
Pour favoriser l'écoute lors de la restitution, ces exposés ont été étalés sur une période de trois semaines.
Le travail de recherche a été mené en classe (travail de groupe) et au CDI pendant les heures de cours normales, et aussi en dehors des heures de cours.

-3° EN ALTERNANCE avec le 2°
- projection et COMMENTAIRE de DIAPOSITIVES México, Teotihuacán (en classe et en grand groupe); plusieures diapositives sont projetées, mais seules certaines sont commentées.
Importance de l'acquis linguistique dans ces conditions. Cette alternance évite que les élèves soient "privés" d'expression en langue espagnole trop longtemps car pour les recherches les documents sont en français !
- COMMENTAIRE d'un détail de la fresque murale de Diego Rivera : ARRIVEE de HERNAN CORTES à VERACRUZ (Palais National de Mexico) diapositive
- explication du poème de Pablo Neruda extrait du Canto General "Como faisanes deslumbrantes" et mémorisation

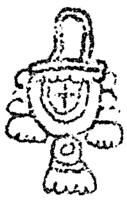
-4° Travail interdisciplinaire math/espagnol une page du Codex Mendoza
le système numérique aztèque
(en cours de mathématique et en langue française)
Le Codex Mendoza et le polycopié ayant servi de support à cette dernière étape sont reproduits aux pages suivantes.
Les élèves ont été motivés par cette séance. Ils ont pu mieux comprendre ce qu'est un système de numération. La référence à notre système décimal a débouché sur la comparaison entre les numérations de type additif et de position. La séance s'est achevée par la description du système de numération Maya qui a suscité leur curiosité.

BIBLIOGRAPHIE :

- Numérations aztèques et mayas -D. Daviaud- brochure IREM Poitiers (février 80)
- Histoire comparée des numérations écrites -G. Guitel- (Flammarion 75)
- L'arithmétique aztèque (dans la Recherche, n°126, octobre 81)
- Le Codex Mendoza -Kurt Rods- (traduction de D. Bourne) Liber (CH, Fribourg)

FICHE DE TRAVAIL - Math-espagnol sur la NUMERATION AZTEQUE

IDEOGRAMMES (= chiffres = symboles) utilisés dans la numération aztèque

Idéogrammes		Nombres qu'ils représentent écrits dans notre système décimal :
●	petit rond (grain de maïs)	1
	drapeau	20
	plume	400
	sac à encens des prêtres	8000

dès qu'il y a 20 ●, on les remplace par un drapeau

dès qu'il y a 20 drapeaux, on les remplace par une plume

etc.....

La numération aztèque suit une loi de groupement par 20 elle est donc de base vingt", on dit aussi "vigésimale".

C'est une numération de type additif, le nombre représenté est égal à la somme des nombres représentés par les idéogrammes intervenant dans son écriture (la position des chiffres n'a pas d'importance).

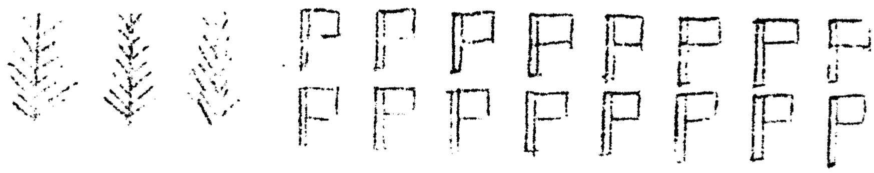
EXERCICES

(sadisme) 1) Ecrire votre dernière note d'espagnol en aztèque.

(sondage) 2) Rajouter éventuellement (selon votre estimation personnelle) des petits ronds (mais pas de drapeau) au nombre suivant :

pour qu'il représente l'âge de votre professeur d'espagnol.

(histoire) 3) C'est, à un an près, (les historiens divergent sur la date exacte), en l'an



que les espagnols ont conquis le Mexique.
Au début de quel siècle etait-ce ?

(fiction) 4) A l'occasion de la nouvelle année, vous envoyez vos meilleurs voeux à un copain ou à une copine aztèque :
"Bonne année...". Remplacez les petits points de suspension par le nombre 1984 écrit en numération aztèque.

(calcul) 5) Quel est le plus grand nombre qu'on puisse écrire en aztèque avec ces quatre idéogrammes ?

UNE PAGE DU CODEX MENDOZA -folio 52 recto-
Oxford, Bodleian Library (Photo de la Bibliothèque)

PASCAL, L'INFINI et les terminales A

ARTICLE PUBLIE DANS
PLOT n° 28

Jacqueline GUICHARD - PARTHENAY

Nous vous présentons le compte rendu d'une activité math-philo en TA. Cet article devrait intéresser bon nombre d'entre nous tentés par un travail interdisciplinaire et donner des idées d'activités dont nous espérons pouvoir rendre compte dans de prochains numéros du PLOT.

A propos d'un (double) texte de Pascal reproduit dans : MATHEMATIQUES Terminales A2/A3, R.Gauthier - G.Mison, Cedic 1983, p.47 :

L'infini en mathématiques vu par un homme de "science et de foi".
Un texte de Blaise Pascal (1623-1662) (Les trois ordres).

On n'augmente pas une quantité continue lorsqu'on lui ajoute, en tel nombre qu'on voudra, des quantités d'un ordre d'infinitude supérieur. Ainsi les points n'ajoutent rien aux lignes, les lignes aux surfaces, les surfaces aux solides. Ou encore pour parler en nombres comme en arithmétique les grandeurs simples (radices) ne comptent pour rien par rapport aux carrés, les carrés par rapport aux cubes, les cubes par rapport aux puissances quatrièmes. Il faut donc ne pas tenir compte des grandeurs d'ordre inférieur étant donné qu'elles ont une valeur nulle par rapport à celle de l'ordre considéré...

La distance infinie des corps aux esprits figure la distance infiniment plus infinie des esprits à la charité, car elle est surnaturelle. Tout l'éclat des grandeurs n'a point de lustre pour les gens qui sont dans les recherches de l'esprit. La grandeur des gens d'esprit est invisible aux rois, aux riches, aux capitaines, à tous ces grands de chair. La grandeur de la sagesse, qui n'est nulle sinon de Dieu est invisible aux charnels et aux gens d'esprit. Ce sont trois ordres différant de genre. Les grands génies ont leur empire, leur éclat, leur grandeur, leur victoire, leur lustre et n'ont nul besoin des grandeurs charnelles, où elles n'ont pas de rapport. Ils sont vus non des yeux, mais des esprits, c'est assez.

Les saints ont leur empire, leur éclat, leur victoire, leur lustre, et n'ont nul besoin des grandeurs charnelles ou spirituelles, où elles n'ont nul rapport, car elles n'y ajoutent ni ôtent...

Tous les corps, le firmament, les étoiles, la terre et ses royaumes, ne valent pas le moindre des esprits ; car il connaît tout cela, et soi ; et les corps, rien.

Tous les corps ensemble, et tous les esprits ensemble, et toutes leurs productions, ne valent pas le moindre mouvement de charité. Cela est d'un ordre infiniment plus élevé".

Le texte cité dans cet ouvrage est en fait deux. Il rapproche judicieusement, mais sans le dire et sans donner leur référence, deux textes de Pascal, le premier, extrait de la fin du traité de LA SOMMATION DES PUISSANCES NUMERIQUES, et qui correspond au premier paragraphe du présent texte, /"On n'augmente pas... de l'ordre considéré"./ ; le second, constituant une partie de **la pensée 308** (numérotation Lafuma).

Les considérations du premier sont, comme le traité dont il est extrait, de nature mathématique ; elles rejoignent les arguments par lesquels Pascal tranchera le débat avec le chevalier de Méré sur les indivisibles, et reposent sur la notion d'ordre ou de genre. Dans L'ESPRIT DE GEOMETRIE, Pascal rappelle l'axiome dit d'Archimède pour définir cette notion de genre :

"Les grandeurs sont dites être de même genre, lorsque l'une étant plusieurs fois multipliée peut arriver à surpasser l'autre".

(énoncé dans les ELEMENTS DE GEOMETRIE d'Euclide : L.V, déf.4).

On a donc là un critère qui permet de déterminer si deux grandeurs sont de même genre : il peut y avoir entre elles comparaison parce qu'il y a proportion ; l'une peut ajouter ou retrancher quelque chose à l'autre ; on peut passer de l'une à l'autre par itération d'une opération. Mais les raisons qui font que des opérations sont possibles à l'intérieur d'un genre, rendent toute opération impossible d'un genre à l'autre. Ces opérations n'auraient pas de sens parce qu'il n'y a pas entre les deux genres de commune mesure : on ne peut passer à l'infini par addition ou multiplication du fini, pas plus que l'on ne passe au fini par itération de l'infiniment petit.

"... un indivisible multiplié autant qu'on voudra, ne fera jamais une étendue. Donc il n'est pas du même genre que l'étendue, par la définition des choses du même genre".

L'ESPRIT DE GEOMETRIE.

Et, corrélativement, le fini n'ajoute ni ne retranche rien à l'infini, parce que la distance du premier au second est infinie :

"L'unité jointe à l'infini ne l'augmente de rien, non plus que un pied à une mesure infinie ; le fini s'anéantit en présence de l'infini et devient pur néant".

Pensée 418 : Infini rien.

Le retour au texte latin de ce traité de LA SOMMATION DES PUISSANCES NUMERIQUES permet de lever ce qui peut constituer une difficulté de compréhension pour un lecteur non averti. Compte tenu du raisonnement et des exemples, alors que le texte dit que :

"On n'augmente pas une quantité continue lorsqu'on lui ajoute en tel nombre qu'on voudra, des quantités d'un ordre d'infinitude supérieur",

il attendrait plutôt "d'un ordre d'infinitude inférieur", comme le dit d'ailleurs la traduction de l'édition des **Oeuvres complètes** de Pascal au SEUIL, (1963). Il faudrait en fait entendre une différence, qui peut paraître subtile, entre "ordre inférieur" et "ordre d'infinitude inférieur", un ordre inférieur à un autre étant d'un ordre d'infinitude supérieur à celui-ci, au sens où il est infiniment moindre en grandeur ou puissance ou valeur, selon les domaines considérés. Il faudrait donc entendre sous infinitude "infiniment petit". Si l'on suit le texte latin à la lettre, on obtient une traduction, plus lourde peut-être, mais qui ne souffre aucune ambiguité à ce propos :

"... in continua quantitate, quotlibet quantitates cujusvis generis quantitati superioris generis additas nihil ei superaddere".

"... dans une quantité continue, des quantités en aussi grand nombre et de quelque genre qu'on voudra, ajoutées à une quantité d'un genre supérieur, n'y ajoutent rien de plus".

La seconde partie de ce texte, extrait de la **Pensée 308**, est l'expression sur le plan métaphysique de ce que la première partie exprimait en langage mathématique.

Il s'agit de hiérarchiser les trois ordres :

- l'ordre des grandeurs physiques et cosmologiques,
- l'ordre des grandeurs spirituelles,
- l'ordre des grandeurs religieuses,

selon un ordre de valeur qui fait du dernier l'ordre infiniment supérieur, ordre suprême, parce que divin, d'une distance à l'ordre inférieur qui est telle que notre esprit ne peut la mesurer, la comprendre, mais dont il peut avoir une représentation, une image (cf. "figure") par la distance infinie qui sépare l'ordre des corps de celui des esprits. Il s'agit donc de hiérarchiser ces trois ordres, en rappelant que :

● **chaque ordre a ses grandeurs** qui ont leurs valeurs, leurs attraits, "leur éclat"... et leurs hommes :

- biens matériels de ce monde, valeurs de chair pour l'ordre corporel : éclat du pouvoir politique, de celui de la richesse ou de la force armée qui font des rois, des riches et des capitaines les puissants et les enviés de ce monde ;
- biens spirituels du savoir, valeur de l'esprit pourl'ordre spirituel où brillent les grands génies ; Pascal prendra dans le cours de cette Pensée l'exemple d'Archimède :

> *"Archimède sans éclat* serait en même vénération. Il n'a pas donné des batailles pour les yeux, mais il a fourni à tous les esprits ses inventions. O qu'il a éclaté aux esprits".*

- biens divins, valeurs de charité où brillent les saints ;

● ces trois ordres n'étant pas de même genre, **un abîme infini les sépare**, leurs grandeurs n'ont pas de rapport :

- l'inférieur ignore les valeurs de l'ordre supérieur : il ne peut les voir ni les comprendre :

> *"... il y en a qui ne peuvent admirer que les grandeurs charnelles comme s'il n'y en avait pas de spirituelles. Et d'autres qui n'admirent que les spirituelles comme s'il n'y en avait pas d'infiniment plus hautes dans la sagesse". (ib.)*

- le supérieur est insensible à l'éclat des valeurs de l'ordre inférieur ;

● par conséquent, **les valeurs d'un ordre sont sans valeur** au regard de celles de **l'ordre supérieur** : même ajoutées les unes **aux** autres, elles ne sont rien, et ne **peuvent** rien lui ajouter ni lui retrancher. **Elles sont comme** :

> *"L'unité jointe à l'infini /qui/ ne l'augmente en rien...",*

selon la **Pensée 418**, déjà citée, **c'est pourquoi,**

> *"Il eût été inutile à Archimède de faire le prince dans ses livres de géométrie, quoiqu'il le fût".*
> Pensée 308.

On peut donc en déduire que c'est par un saut que l'on peut passer d'un ordre à l'ordre supérieur ou à l'ordre inférieur, et non pas, respectivement par multiplication ou soustraction des valeurs de l'ordre où l'on se trouve.

Les différents éléments de ce texte peuvent être organisés dans le <u>tableau synoptique suivant</u> :

CHARITE : ORDRE DIVIN (infiniment plus élevé)		GRANDEUR DE LA SAGESSE : LES SAINTS	invisibles à tous
Distance infiniment plus infinie Surnaturelle			
ESPRIT : ORDRE SPIRITUEL (se connaît et connaît les corps)		GRANDEUR DE L'ESPRIT : LES GRANDS GENIES	vus de l'esprit
Distance infinie			
CORPS : ORDRE PHYSIQUE ET COSMOLOGIQUES (ignore tout : lui-même et le reste).		GRANDEURS DE CHAIR : LES PUISSANTS DE CE MONDE rois, riches capitaines.	vus des yeux

Chaque ordre a :

- ses grandeurs, son éclat, ses types d'hommes
- ses grandeurs sont incomparables, sans commune mesure avec celles des autres ordres :
  - celles des ordres supérieurs sont invisibles pour les ordres inférieurs
  - l'ordre supérieur est insensible à l'éclat des grandeurs des ordres inférieurs
  - qui ne peuvent rien lui ajouter ni lui retrancher.

Le rapprochement de ces deux textes rend sensible l'unité de la pensée de Pascal dans le domaine mathématique et dans le domaine métaphysique. C'est la même structure : la hiérarchie des ordres, c'est le même principe, fondé sur la notion de genre commun, qui permettent de penser ici et là la différence irréductible d'un genre à un autre. Il est tentant de demander laquelle, de la pensée mathématique ou de la pensée métaphysique, a pu déterminer l'autre.

---

* même s'il n'avait pas été un proche du roi de Syracuse.

Mais n'est-ce pas là une question impossible ? Outre les difficultés ou les impossibilités à dater tel ou tel écrit, les champs de pensée sont probablement moins séparés dans la tête du penseur qu'ils ne sont, pour les besoins de l'analyse, dans les écrits des commentateurs.

ANNEXE I.

Activité Math-Philo.

A l'initiative de ma collègue de Mathématiques en TA 2, Marie-Claire CASTAGNET, et dans le but d'aider les élèves à surmonter les difficultés, rencontrées dans le cours sur les limites, à comprendre que :

$(\lim f+g) = +\infty$,

quand $\lim f = A$ et $\lim g = +\infty$,

ce double texte a été distribué à la classe de TA (A1-A2), avec l'indication de ses références, du fait que "radices" est un mot latin, et avec la traduction modifiée de la fin de la première phrase : "...d'un ordre inférieur".

Les élèves ont eu à le lire en dehors du cours, avec comme consigne générale de rechercher ce qui est commun aux deux textes :

1) en dégageant le sens du principe exprimé dans le premier texte et la règle qu'en tire Pascal ;
   . ce qui les obligeait à repérer l'énoncé du principe, à le distinguer des exemples qui l'illustrent, et à repérer l'énoncé de la règle dans "il faut..." ;
2) en essayant de repérer, dans le second texte, l'expression de ce principe, dans les rapports entre les trois ordres que Pascal décrit ;
   . ce qui les obligeait à repérer ces trois ordres, leurs grandeurs, les hommes qui les incarnent.

Il avait été décidé de prendre une heure de mon cours de philosophie pour reprendre collectivement ce travail en présence du professeur de mathématiques, afin que les élèves puissent contrôler ce qu'ils avaient compris et poser des questions sur ce qui les avait arrêtés, demander des compléments d'information ... En fait, sur le terrain, une heure s'est révélée insuffisante.

Les questions des élèves ont orienté plus de la moitié de l'heure sur le second texte, ce qui a conduit à mettre en évidence les différents ordres de grandeur, leur incommensurabilité, à se référer à d'autres passages de la **Pensée 308** (exemple d'Archimède...), et enfin à voir s'il était possible de transposer les résultats de cette étude pour comprendre le premier texte.

L'analyse du début de ce texte a conduit à fournir aux élèves l'axiome d'Archimède comme moyen de déterminer si deux grandeurs sont de même genre. Certains élèves ont été arrêtés par la compréhension des exemples, ne comprenant pas que : "une ligne soit formée de points et que des points n'ajoutent rien aux lignes". On pourrait à ce propos envisager un travail sur la divisibilité et les arguments de Zénon d'Elée.

La fin de l'heure s'est terminée, à partir de l'utilisation de l'axiome d'Archimède, sur ce qui est apparu comme une confusion entre nombre et quantité continue.

Une nouvelle heure s'imposait, ainsi que la recherche d'une stratégie qui fasse percevoir aux élèves la nécessité de distinguer les deux (nombre et quantité continue) et l'enjeu de cette distinction : la distance du fini à l'infini.

1) premier temps : faire appréhender la notion de quantité continue par le biais de l'idée d'une "série de nombres que l'on somme dans un processus à l'infini", "qui tend vers une limite infinie", "une fonction et non un nombre".....
2) montrer que le problème ne se pose pas de la même façon pour un nombre et une quantité ou grandeur continue, ou encore, qu'on ne peut pas entendre, sous "grandeurs simples", "nombres simples", dans l'exemple pris par Pascal.

Car, si on applique l'axiome d'Archimède : "Les grandeurs sont dites de même genre, lorsque l'une étant plusieurs fois multipliée peut arriver à surpasser l'autre", un nombre donné et son carré sont de même genre :

Exemple :

3 et 9, puisque $3+3+3+3 = 3 \times 4 = 12$, qui surpasse 9.

Par contre, si on fait une sommation de nombres allant vers l'infini, on obtient une grandeur qui est d'un autre ordre que ces nombres eux-mêmes.

Pour rendre tout cela sensible, nous avons travaillé à partir de l'exemple suivant :

$$S = 1+2+3+ \ldots\ldots\ldots +(n-1)+n.$$

Le calcul de S a été fait en rappelant l'astuce utilisée par GAUSS enfant, alors que le maître demandait à sa classe de faire la somme des 100 premiers nombres entiers :

$$\begin{array}{l} 1+2+3+ \ldots\ldots\ldots +(n-1)+n. \\ \underline{n+(n-1)+(n-2).. \;+\; 2 \;+1.} \\ (n+1)+(n+1)+(n+1)..(n+1)+(n+1)=n(n+1)=2S \end{array}$$

$$S=\frac{n(n+1)}{2} = \frac{n^2}{2} + \frac{n}{2}$$

Plus n grandit, plus la valeur-somme S s'approche de $\frac{n^2}{2}$.

Dans ce résultat, qui n'est qu'un exemple fini, il faut envisager que n^2 et n sont la représentation finie de deux grandeurs continues. Ce résultat permet de saisir que c'est n^2 qui détermine la somme alors que n devient négligeable, et, à l'infini, a une valeur nulle, c'est-à-dire qui ne pèse rien, alors qu'elle est elle-même infinie.

On peut facilement fournir une aide à la représentation en faisant faire le calcul de la somme avec des valeurs qui sont encore intuitivement appréciables :

n = 10, 100, 1000, 10000.

Une telle étude fournit des moyens pour saisir :

1) la différence entre "valeur nulle" et " = 0 ", puisque la quantité continue n tend vers l'infini,
2) donc, par là-même, l'idée de rapport qui détermine celle d'ordre de grandeur, puisque c'est par rapport à la quantité continue n^2 qu'elle a une valeur nulle, et non en elle-même,
3) et en même temps, l'idée d'infinis d'ordres ou de genres différents, puisque quand n tend vers l'infini, il a une valeur nulle par rapport à l'infini vers lequel tend n^2.

A l'issue de l'heure précédente, une élève nous avait dit : "ce que je ne comprends pas, c'est $+\infty - \infty$"...

Il m'a semblé qu'on tenait là un moyen d'approcher ce problème d'une manière autre que formelle, et de montrer que les mêmes principes peuvent fonctionner pour montrer que $\infty - \infty$ est a priori indéterminé et que $\infty + \infty = \infty$.

En effet, pour ce qui est de $\infty + \infty = \infty$, on ne connaît pas a priori leur ordre respectif. Mais, soit l'un des deux infinis est d'un ordre inférieur à l'autre, et il ne lui ajoute rien ; soit ils sont de même genre, et on peut concevoir que, puisqu'il s'agit d'infini, l'ajouter à lui-même ne lui ajoute rien, puisqu'il est déjà tout, en son genre.

Pour ce qui est de $\infty - \infty$, tant qu'on n'a pas d'indication sur l'ordre de grandeur de chacun de ces infinis, on ne peut rien dire. Le résultat sera différent selon qu'ils seront de même genre ou de genre différent.

En fait, on pourrait aller plus loin. L'utilisation du principe des ordres de grandeur énoncé par Pascal permettrait aux élèves de Terminale A de calculer les limites infinies.

Au cours de philosophie suivant, les élèves ont répondu à un bref questionnaire d'évaluation de ce travail "math-philo":

QUESTIONS		TA.1 (18 élè.)	TA.2 (15 élè.)	TOTAL 33
- Travail intéressant ?	OUI	44,5 %	66,5 %	54,5 %
	NON	5,5 %	0 %	3 %
	INDIFFERENT	50 %	33,5 %	42,5 %
- A-t-il permis de mieux comprendre certaines notions mathématiques ?	PAS DU TOUT	44,5 %	6,5 %	27 %
	UN PEU	55,5 %	87 %	70 %
	BEAUCOUP	0 %	6,5 %	3 %
- Présentait-il un intérêt philosophique ?	OUI	83,5 %	86,5 %	85 %
	NON	16,5 %	13 %	15 %
- Remarques, suggestions : (1)	REPONSE	72 %	66,5 %	69,5 %
	SANS REP.	28 %	33,5 %	30,5 %

(1) 35 % des réponses disaient la même chose, en des termes différents et souvent plus brefs que ce propos de TA 1 : "Je pense que ce travail fait en cours de philosophie avec la collaboration d'un professeur de math. nous a permis de voir la relation qui existe entre les mathématiques et la philosophie, deux matières jugées trop souvent dissociées, sans aucun rapport".

Enfin, cette remarque d'un TA 2 ne suffirait-elle pas, à elle seule, à inciter à ce genre de travail :
"Ce travail math-philo m'a permis de comprendre que les mathématiques ne sont pas, comme je pensais, quelque chose d'inutile, sans intérêt, mais permettent au contraire de comprendre certains problèmes qui peuvent être philosophiques ou autres".

Extraits d'oeuvres de Pascal.

De l'esprit de géométrie.

Mais le même Euclide qui a ôté à l'unité le nom de nombre, ce qui lui a été permis, pour faire entendre néanmoins qu'elle est au contraire du même genre, il définit ainsi les grandeurs homogènes : "Les grandeurs, dit-il, sont dites être de même genre, lorsque l'une étant plusieurs fois multipliée peut arriver à surpasser l'autre". Et par conséquent, puisque l'unité peut, étant multipliée plusieurs fois, surpasser quelque nombre que ce soit, elle est de même genre que les nombres précisément par son essence et par sa nature immuable, dans le sens du même Euclide qui a voulu qu'elle ne fût pas appelée nombre.

Il n'en est pas de même d'un indivisible à l'égard d'une étendue ; car non seulement il diffère de nom, ce qui est volontaire, mais il diffère de genre, par la même définition, puisqu'un indivisible multiplié autant de fois qu'on voudra, est si éloigné de pouvoir surpasser une étendue, qu'il ne peut jamais former qu'un seul et unique indivisible ; ce qui est naturel et nécessaire, comme il est déjà montré. Et comme cette dernière preuve est fondée sur la définition de ces deux choses, indivisible et étendue, on va achever et consommer la démonstration.

Un indivisible est ce qui n'a aucune partie, et l'étendue est ce qui a diverses parties séparées.

Sur ces définitions, je dis que deux indivisibles étant unis ne font pas une étendue.

Car, quand ils sont unis, ils se touchent chacun en une partie ; et ainsi les parties par où ils se touchent ne sont pas séparées, puisque autrement elles ne se toucheraient pas. Or, par leur définition, ils n'ont point d'autres parties : donc ils n'ont pas de parties séparées ; donc ils ne sont pas une étendues, par la définition de l'étendue qui porte la séparation des parties.

On montrera la même chose de tous les autres indivisibles qu'on y joindra, par la même raison. Et partant un indivisible, multiplié autant qu'on voudra, ne fera jamais une étendue. Donc il n'est pas de même genre que l'étendue, par la définition des choses du même genre.

Voilà comment on démontre que les indivisibles ne sont pas de même genre que les nombres. De là vient que deux unités peuvent bien faire un nombre, parce qu'elles sont de même genre ; et que deux indivisibles ne font pas une étendue, parce qu'ils ne sont pas du même genre.

D'où l'on voit combien il y a peu de raison de comparer le rapport qui est entre l'unité et les nombres à celui qui est entre les indivisibles et l'étendue.

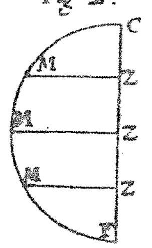
Mais si l'on veut prendre dans les nombres une comparaison qui représente avec justesse ce que nous considérons dans l'étendue, il faut que ce soit le rapport du zéro aux nombres ; car le zéro n'est pas du même genre que les nombres, parce qu'étant multiplié, il ne peut les surpasser : de sorte que c'est un véritgable indivisible de nombre, comme l'indivisible est un véritable zéro d'étendue. Et on en trouvera un pareil entre le repos et le mouvement, et entre un instant et le temps ; car toutes ces choses sont hétérogènes à leurs grandeurs, parce qu'étant infiniment multipliées, elles ne peuvent jamais faire que des indivisibles non plus que les indivisibles d'étendue, et par la même raison. Et alors on trouvera une correspondance parfaite entre ces choses ; car toutes ces grandeurs sont divisibles à l'infini, sans tomber dans leurs indivisibles, de sorte qu'elles tiennent toutes le milieu entre l'infini et le néant.

Voilà l'admirable rapport que la nature a mis entre ces choses, et les deux merveilleuses infinités qu'elle a proposées aux hommes, non pas à concevoir mais à admirer ; et pour en finir la considération par une dernière remarque, j'ajouterai que ces deux infinis, quoique infiniment différents, sont néanmoins relatifs l'un à l'autre, de telle sorte que la connaissance de l'un mène nécessairement à la connaissance de l'autre.

Histoire de la roulette.

J'ai voulu faire cet avertissement pour montrer que tout ce qui est démontré par les véritables règles des indivisibles se démontrera aussi à la rigueur et à la manière des anciens ; et qu'ainsi l'une de ces méthodes ne diffère de l'autre qu'en la manière de parler : ce qui ne peut blesser les personnes raisonnables quand on les a une fois averties de ce qu'on entend par là.

Fig 2.



Et c'est pourquoi je ne ferai aucune difficulté dans la suite d'user de ce langage des indivisibles, la somme des lignes, ou la somme des plans ; et ainsi quand je considérerai par exemple (dans la fig.2) le diamètre d'un demi-cercle divisé en un nombre indéfini de parties égales aux points Z, d'où soient menées les ordonnées ZM, je ne ferai aucune difficulté d'user de cette expression, la somme des ordonnées, qui semble n'être pas géométrique à ceux qui n'entendent pas la doctrine des indivisibles, et qui s'imaginent que c'est pécher contre la géométrie que d'exprimer un plan par un nombre indéfini de lignes ; ce qui ne vient que de leur manque d'intelligence, puisqu'on n'entend autre chose par là sinon la somme d'un nombre indéfini de rectangles faits de chaque ordonnée avec chacune des petites portions égales du diamètre, dont la somme est certainement un plan, qui ne diffère de l'espace du demi-cercle que d'une quantité moindre qu'aucune donnée.

Expression cosmologique du principe des ordres de grandeur :

Pensée 199. H.

"Disproportion de l'homme"

Car enfin qu'est-ce que l'homme dans la nature ? Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant, un milieu entre rien et tout, infiniment éloigné de comprendre les extrêmes ; la fin des choses et leurs principes sont pour lui invinciblement cachés dans un secret impénétrable.

Egalement -incapable de voir le néant d'où il est tiré et l'infini où il est englouti.

Que fera(-t-)il donc sinon d'apercevoir quelque apparence du milieu des choses dans un désespoir éternel de connaître ni leur principe ni leur fin. Toutes choses sont sorties du néant et portées jusqu'à l'infini. Qui suivra ces étonnantes démarches ? l'auteur de ces merveilles les comprend. Tout autre ne le peut faire.

Manque d'avoir contemplé ces infinis les hommes se sont portés témérairement à la recherche de la nature comme s'ils avaient quelque proportion avec elle.

C'est une chose étrange qu'ils ont voulu comprendre les principes des choses et de là arriver jusqu'à connaître tout, par une présomption aussi infinie que leur objet. Car il est sans doute qu'on ne peut former ce dessein sans une présomption ou sans une capacité infinie, comme la nature.

Quand on est instruit on comprend que la nature ayant gravé son image et celle de son auteur dans toutes choses elles tiennent presque toutes de sa double infinité.

C'est ainsi que nous voyons que toutes les sciences sont infinies en l'étendue de leurs recherches, car qui doute que la géométrie par exemple a une infinité d'infinités de propositions à exposer. Elles sont aussi infinies dans la multitude et la délicatesse de leurs principes, car qui ne voit que ceux qu'on propose pour les derniers ne se soutiennent pas d'eux-mêmes et qu'ils sont appuyés sur d'autres qui en ayant d'autres pour appui ne souffrent jamais de dernier.

Mais nous faisons des derniers qui paraissent à la raison, comme on fait dans les choses matérielles où nous appelons un point indivisible, celui au-delà duquel nos sens n'aperçoivent plus rien, quoique divisible infiniment et par sa nature.

De ces deux infinis des sciences celui de grandeur est bien plus sensible, et c'est pourquoi il est arrivé à peu de personnes de prétendre connaître toutes choses. Je vais parler de tout, disait Démocrite.

Mais l'infinité en petitesse est bien moins visible. Les philosophes ont bien plutôt prétendu d'y arriver, et c'est là où tous ont achoppé. C'est ce qui a donné lieu à ces titres si ordinaires, **Des principes des choses, Des principes de la philosophie**, et aux semblables aussi fastueux en effet, quoique moins en apparence que cet autre qui crève les yeux : **De omni scibili.**

On se croit naturellement bien plus capable d'arriver au centre des choses que d'embrasser leur circonférence, et l'étendue visible du monde nous surpasse visiblement. Mais comme c'est nous qui surpassons les petites choses nous nous croyons plus capables de les posséder, et cependant il ne faut pas moins de capacité pour aller jusqu'au néant que jusqu'au tout. Il la faut infinie pour l'un et l'autre, et il me semble que qui aurait compris les derniers principes des choses pourrait aussi arriver jusqu'à connaître l'infini. L'un dépend de l'autre et l'un conduit à l'autre. Ces extrémités se touchent et se réunissent à force de s'être éloignées et se retrouvent en Dieu, et en Dieu seulement.

Connaissons donc notre portée. Nous sommes quelque chose et ne sommes pas tout. Ce que nous avons d'être nous dérobe la connaissance des premiers principes qui naissent du néant, et le peu que nous avons d'être nous cache la vue de l'infini.

Notre intelligence tient dans l'ordre des choses intelligibles le même rang que notre corps dans l'étendue de la nature.

QU'EST-CE QUE PRODUIRE UN CONCEPT MATHEMATIQUE ?

Ceci est le compte-rendu d'un travail interdisciplinaire Mathématiques-Philosophie (publié dans Cahiers Pédagogiques n° 210).

Le point de vue du prof de philo

Une terminale du lycée technique, trois heures de philo par semaine, pas de philo à l'écrit du bac : la philo n'intervient qu'à l'oral de rattrapage ; le programme est théoriquement le même qu'en T.C. et T.D., avec pas mal de questions sur les sciences, en fait la marge de liberté y est plus grande mais l'intérêt des élèves souvent difficile à susciter...

Déroulement

— Le 10 novembre : explication d'un texte de Platon sur le travail des mathématiciens, tiré du livre VI de la *République*, pendant le cours de philo ; ensuite pendant le cours de math, intervention en commun sur l'histoire de l'équation du troisième degré : Cardan, Tartaglia, etc.

— Le 17 novembre : devoir en classe, préparé par petits groupes puis réalisé individuellement, sur un texte d'un philosophe contemporain à propos de la production des concepts mathématiques, la dernière question demandant de mettre en rapport le thème du texte et l'exemple des nombres complexes.

— Le 1er décembre : corrigé du devoir.

— Le 16 mars : préparation de la rencontre avec un enseignant-chercheur en math : on écrit toutes les questions qui nous viennent à propos de la recherche en math, cela va des conditions matérielles aux applications militaires éventuelles en passant par l'intérêt d'une recherche aussi "abstraite" et apparemment coupée du réel ; on classe ensuite les questions de façon à éviter les redites ou les oublis, on regroupe les thèmes, toutefois il est convenu que chacun reste libre de poser sa question.

— Le 17 mars : la rencontre préparée la veille a lieu : questions, réponses, l'intérêt est assez vif pour sauter la récréation.

Bilan

Au total cinq séances d'une heure ou deux chacune, au milieu de cours ou de travaux consacrés à d'autres aspects de la philosophie ; la participation des élèves, variable selon les séances et les individus, a été dans l'ensemble plus forte que dans le reste de l'année en philo. L'objectif général était double : montrer d'une part pourquoi des philosophes se sont intéressés à l'activité mathématique et d'autre part pourquoi des mathématiciens se sont posé des questions philosophiques à partir de leur pratique. Ce double objectif semble atteint. Cependant des objectifs plus précis avaient aussi été définis : d'abord montrer que la recherche mathématique ne se fait pas dans les nuages mais dans un contexte social déterminé qui influence ses modalités, sinon ses contenus, ensuite faire sentir comment de nouveaux objets mathématiques sont introduits pour répondre à des besoins théoriques donnés ; ces objectifs plus précis ont-ils été atteints ? Le second pratiquement pas, sauf pour quelques élèves peut-être, le premier assez largement si on en juge par la qualité du débat le 17 mars.

Jean-Marc DROUIN.

"La notion de l'infini est notre ami le plus cher ; mais c'est aussi le plus grand ennemi de la paix de notre esprit."

James PIERPONT.

Textes utilisés

Qu'est-ce que produire un concept mathématique ?

« Qu'est-ce que produire un concept mathématique » ? La question pourra paraître étrange. Elle l'est pour un mathématicien qui, s'il a conscience de devoir démontrer des théorèmes, éprouvera quelque étonnement à s'entendre nommer « producteur de concepts ». Elle l'est pour l'épistémologue qui, en l'occurrence, pourra tenir pour suspect le terme de « production ». Produire une maison ou un marteau, faire venir à jour ce qui, à partir d'une matière donnée, s'ordonne à l'univers des besoins humains, voilà qui offre un sens immédiat. Ici le lieu et le sujet de la production s'indiquent sans ambiguïté : et les moments de l'activité productrice se laissent décomposer en une suite de schémas aisément repérés, codifiés dans les règles du savoir-faire. Mais un concept ? Qui l'a jamais vu produire ? Qui peut désigner son producteur ? Qui peut déployer et enseigner le code explicite de la fabrication ? »

Jean-Toussaint Desanti.
La philosophie silencieuse,
© *Editions du Seuil, 1975, p. 172.*

« Ceux qui travaillent sur la géométrie, sur les calculs, sur tout ce qui est de cet ordre... »

« Ceux qui travaillent sur la géométrie, sur les calculs, sur tout ce qui est de cet ordre..., une fois qu'ils ont posé par hypothèse l'existence de l'impair et du pair, celle des figures, celle de trois espèces d'angles, celle d'autres choses encore de même famille selon chaque discipline, procèdent à l'égard de ces notions comme à l'égard de choses qu'ils savent ; les maniant pour leur usage comme des hypothèses, ils estiment qu'ils n'ont plus à en rendre aucun compte, ni à eux-mêmes ni aux autres, comme si elles étaient claires pour tout le monde ; puis, les prenant pour point de départ, parcourant dès lors le reste du chemin, ils finissent par atteindre, en restant d'accord avec eux-mêmes, la proposition à l'examen de laquelle ils ont bien pu s'attaquer en partant... Aussi bien, dois-tu savoir encore qu'ils font en outre usage de figures visibles et que, sur ces figures, ils construisent des raisonnements, sans avoir dans l'esprit ces figures elles-mêmes, mais les figures parfaites dont celles-ci sont des images, raisonnant en vue du carré en lui-même, de sa diagonale en elle-même, mais non en vue de la diagonale qu'ils tracent ; et de même pour les autres figures. »

Platon, République, *VI, 510.*

Le point de vue du prof de maths

Je voulais détruire l'idée que se font les élèves des math : un ensemble de vérités éternelles et d'exercices sadiques qui permettent à l'infaillible professeur de mettre des notes. Je voulais leur montrer que les math étaient faites par des hommes par jeu, par plaisir ou par besoin, enracinés dans une société et dans une époque. Pour cela j'ai fait appel à l'histoire des math et aux interventions du professeur de philo et d'un chercheur en math.

L'utilisation de l'histoire dans le cours de math

J'ai repris l'idée de l'ancien programme de T.A. à propos des nombres complexes. J'ai fait appel à un polycopié (cf. Annexes) qui essaye à la fois de retracer l'histoire des nombres complexes et de poser un certain nombre de questions tout en traitant le cours.

Sur le plan mathématique, on y trouve, en plus des nombres complexes :

— la résolution des équations du 3e degré (hors programme) ;

— la distinction entre la preuve de l'existence de solutions et la détermination de ces solutions ;

— des calculs approchés de solutions à l'aide du théorème des valeurs intermédiaires ;

— la présentation du groupe des quaternions et d'un corps non commutatif.

Le polycopié veut aussi poser un certain nombre de questions sur les math :

— quel est le rapport des math au jeu ? La résolution des équations du troisième degré au XVIe siècle apparaît en effet comme une sorte de joute ;

— quelle est l'"utilité" des math ? Quel est le rapport entre les math et la physique ?

Dans l'exemple des nombres complexes, une recherche purement mathématique trouve des applications inattendues en physique ; le polycopié évoque la découverte du produit vectoriel que recherchait le physicien Maxwell. Il aurait fallu présenter ici l'utilisation des complexes en électricité en liaison avec le professeur de physique et il aurait fallu montrer comment bien souvent les recherches en physique ont fait progresser les math.

— Quel est le rôle de la transgression dans la création mathématique ? C'est en allant contre les principes apparemment les plus solides ou les habitudes les mieux établies que les progrès les plus féconds ont été obtenus, ici $i^2 = -1$.

— Quel est le fondement des notions mathématiques ? Ici, on voit Gauss et beaucoup de mathématiciens estimer que les nombres complexes sont une théorie sûre dès lors qu'on connaît l'interprétation géométrique ; par contre Hamilton ne s'en satisfait pas.

— Quel est le rôle de l'autorité dans la communauté des mathématiciens ? C'est par exemple l'autorité de Gauss qui fait admettre le symbole "i" et l'interprétation géométrique des complexes ; par contre Hamilton en voulant imposer ses quaternions, a eu un rôle moins positif.

— Certains concepts ne fonctionnent-ils pas comme des clés, libérant l'expression et permettant de nouveaux développements ? Ici, on fait allusion au concept de paramètre dans l'étude de l'équation du troisième degré. Dans le même sens, on évoque le problème des notations algébriques.

L'intervention du professeur de philosophie

J'ai participé à un cours de philo. L'ambiance est différente de celle des cours de math : les élèves interviennent davantage, mais leur attention n'est pas très soutenue.

Le professeur de philosophie a raconté de manière vivante l'histoire des mathématiciens du XVIe siècle, puis un certain nombre de points du polycopié ont été approfondis.

Par exemple la question s'est posée de savoir pourquoi les hommes de la Renaissance avaient osé imaginer une racine carrée de − 1. Le professeur de philo a alors évoqué le contexte culturel : pour ces hommes, Dieu est tout puissant (notre imagination ne risque pas d'être plus grande que sa puissance créatrice) et tout ce que nous imaginons peut exister ailleurs, il a évoqué à ce propos les hommes à tête de chien et les autres animaux fantastiques de l'imagerie de la Renaissance. Cette conception de l'imaginaire comme cohérent a priori explique peut-être qu'il n'ait pas paru absurde de calculer avec une racine carrée de − 1.

Nous n'avons pas cherché à faire le bilan de tout cela. Plusieurs élèves nous ont dit que cela les avait intéressés et la classe a insisté à plusieurs reprises pour que vienne un chercheur en math.

L'intervention du chercheur en math

Laurent est enseignant-chercheur.

On pose d'abord la question de la place de la France dans la recherche mathématique internationale, et les élèves sont très surpris d'apprendre qu'elle se situe au troisième rang mondial après les U.S.A. et l'U.R.S.S.

Vient alors la question directe : que peut-on chercher en math ? Laurent distingue deux catégories de problèmes : il y a d'abord les problèmes très difficiles ; il cite le théorème de Fermat, le théorème d'indécidabilité de Godel, l'étude de la fonction Dzeta de Reimann. Il y a ensuite les problèmes plus faciles, dans les branches en expansion, et il parle du grand développement des math au XXe siècle.

Les élèves demandent ensuite : "à quoi ça sert ?" ; a priori le chercheur ne s'intéresse pas aux applications éventuelles et Laurent a envie de répondre : "à rien !" Pourtant, ces applications existent quelquefois et peuvent être inattendues, par exemple l'application de la logique à l'informatique.

On pose la question des rapports entre les chercheurs et la politique. Laurent nous parle en particulier de ceux qui se désintéressent de la question politique et qui cherchent à se retirer dans une tour d'ivoire pour être tout à leur recherche ; il nous cite aussi plusieurs exemples de solidarité avec des mathématiciens des pays de l'Est.

Les élèves le questionnent aussi sur la carrière et le statut du chercheur en France. Laurent explique les deux statuts possibles : enseignant-chercheur à la fac ou chercheur à plein temps au C.N.R.S. Il explique son attachement au statut d'enseignant-chercheur, qui lui semble plus équilibrant, en particulier quand le chercheur traverse une phase difficile, voire décourageante. Il explique aussi le système des publications dans les revues internationales, et l'obligation de publier quand on est au C.N.R.S. Pour nous montrer les inconvénients de cette contrainte, il nous raconte le cas d'un chercheur qui ne publiait rien, parce qu'il était aux prises avec un problème très difficile ; on commençait à parler d'exclusion quand il a enfin publié ses résultats !

Laurent répond enfin aux questions sur la vie d'un chercheur en math : l'organisation de son emploi du temps, les congrès, les séminaires où un chercheur de haut niveau expose une théorie à un petit groupe, les visites de chercheurs étrangers. Il évoque l'aspect parfois déséquilibrant de la recherche mathématique. Celui qui sacrifie beaucoup à la réflexion sur un problème mathématique se coupe des autres : il ne peut guère parler de son travail en dehors des initiés, tandis que ce sera plus facile pour ses amis ingénieurs ou médecins ou ses collègues des autres disciplines. Les travaux des mathématiciens sont pour la plupart du temps inconnus du grand public et c'est peut-être pour cela que leurs relations professionnelles sont très riches et quelquefois aussi très tendues.

Conclusion

Il est certain que l'intervention de Laurent a passionné les élèves. Nous pensons que le travail fait avant, sur l'histoire des math et avec le professeur de philo, a contribué à ce succès en éveillant la curiosité des élèves. Je pense que l'objectif très général défini plus haut — donner aux élèves une autre conception des math — a été atteint dans une large mesure, mais je suis incapable de préciser davantage le bilan.

Xavier RELIQUET.

Extraits du polycopié distribué

LES NOMBRES COMPLEXES, AVANT, PENDANT, APRÈS

Première partie : résolution de l'équation du 3ᵉ degré.

POSITION DU PROBLÈME :

— Au XVIᵉ siècle, les mathématiciens italiens cherchent à résoudre l'équation du 3ᵉ degré, (E_0) $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, où x est une inconnue réelle et a, b, c, d, des paramètres réels $(a \neq 0)$.

— Simplification :

Q1) On pose $x = X + h$; déterminer h en fonction de a, b, c, de sorte que : $(E_0) \Leftrightarrow [(E)\ X^3 + pX + q = 0 \text{ et } x = X + h]$, où p et q sont des paramètres qui ne dépendent que de a, b, c, d.

On en conclut que toutes les équations du 3ᵉ degré peuvent se ramener en faisant un changement d'inconnue au type (E) $X^3 + pX + q = 0$.

Q2) Ramener au type (E) l'équation $x^3 - 15x^2 + 5x - 1 = 0$.

— Histoire : au XVIᵉ siècle, le mathématicien italien Scipione del Ferro résoud (E) et lègue son secret à son disciple Antonio Maria Fior. Un autre mathématicien, Nicolo Tartaglia, s'étant vanté de savoir résoudre les équations du 3ᵉ degré, Fior crut à une supercherie et il lui lança un défi public : chacun devait proposer à l'autre 30 équations. Tartaglia résolut facilement les équations de Fior, mais celui-ci ne put résoudre une seule de celles de Tartaglia. En effet, Tartaglia les lui avait posées sous la forme (E') $x^3 + px^2 + q = 0$, et Fior ne savait pas simplifier les équations, c'est-à-dire les mettre sous la forme (E).

Après bien des tractations, Cardan finit par obtenir de Tartaglia sa recette et il la publia en 1545. Tartaglia l'accusa aussitôt de plagiat.

A noter que Cardan n'avait pas la notion de paramètre : il traite une série d'équations avec des coefficients numériques pour expliquer sa méthode. De plus, les notations algébriques ne sont pas encore découvertes. Pour écrire "$x^3 + 6x = 20$", Cardan écrit "soit le cube et six fois le côté égal 20". Tartaglia écrit d'une manière plus générale, mais un peu obscure : "lorsque le cube et les choses à côté s'égalent à quelque nombre discret..." ($x^3 + px = q$).

HISTOIRE : dans la seconde moitié du XVIᵉ siècle, le mathématicien Bombelli cherche à utiliser (F) pour résoudre des équations comme (5), ce qui l'amène à écrire :

$$x = \sqrt[3]{2+\sqrt{-121}} + \sqrt[3]{2-\sqrt{-121}} = \sqrt[3]{2+11\sqrt{-1}} + \sqrt[3]{2-11\sqrt{-1}}$$

On ne peut pas prendre dans $\mathbb{R}$ la racine carrée d'un nombre négatif. L'audace des mathématiciens italiens fut de calculer quand même avec ce $\sqrt{-1}$, qui n'avait pour eux aucun sens. Descartes déclara que ce genre de nombre était "imaginaire" et à la fin du XVIIIᵉ siècle, le mathématicien allemand Gauss, dont l'autorité était grande, proposera d'appeler "i" un nombre tel que $i^2 = -1$. Depuis, le symbole "$\sqrt{\ }$" est réservé aux réels positifs et écrire un nombre négatif sous "$\sqrt{\ }$" déclenche les foudres des examinateurs. Le calcul de Bombelli s'écrit donc :

$$x = \sqrt[3]{2+11i} + \sqrt[3]{2-11i}$$

5° Calculer $(2 + i)^3$ et $(2 - i)^3$ et en déduire que $x = 4$ est solution de (5).

6° Mettre $(x - 4)$ en facteur dans (5) et en déduire les autres solutions de (f)

A propos de cet imaginaire i, Leibnitz a écrit en 1702 :

"Un recours élégant et merveilleux à l'intelligence humaine, une naissance contre nature dans le domaine de la pensée, presqu'un amphibie entre l'être et le non-être."

ANALYSE PLURIDISCIPLINAIRE D'UN TEXTE DE BALZAC

(Extrait de : "Les Illusions Perdues" de Balzac, dans une classe de seconde (32 élèves) proposé par un professeur de lettres (Denise Delterne), un professeur de sciences économiques (Bernadette Picard), un professeur d'histoire-géographie (J.Luc Gillard), et un professeur de mathématiques (Odile Duchenne) Lycée de Civray.

A propos de ce texte, chaque professeur a préparé un court questionnaire relatif à sa propre discipline.

Les élèves se sont répartis d'eux-mêmes, en 7 groupes (2 ont choisi l'étude littéraire, 2 ont choisi l'aspect économique, 1 l'étude historique et 1 l'analyse mathématique du texte - aspect logique - ; un groupe de 2 élèves étant chargé de rédiger un compte-rendu de l'expérience).

Ce travail était à préparer à la maison. A la suite de cette préparation, l'ensemble de la classe s'est réuni en présence des 4 professeurs ; et un des 6 groupes exposa son travail au cours d'une séance de 2 heures.

L'ensemble de la classe fut, au départ très enthousiaste pour cette proposition de travail de type nouveau mais toutefois, au cours du bilan, quelques réticences furent soulevées concernant la forme du travail (temps de présentation beaucoup trop court, type de travail proposé trop scolaire).
Ce travail interdisciplinaire s'est ensuite poursuivi par une étude statistique de l'évolution du marché, des quotidiens français du XIXème siècle à nos jours, à partir du tableau proposé page 85.

Extrait de : "Les Illusions Perdues". BALZAC

Lucien de Rubempré, jeune poète provincial, est venu à Paris pour connaître la gloire. Un journaliste, Etienne Lousteau, se charge de faire son éducation, c'est à dire de l'initier aux marchandages qui permettent de faire fortune. Lucien s'indigne au nom de la "conscience", Etienne répond :

Comment ! vous qui me paraissez avoir de l'esprit, qui arriverez à l'indépendance d'idées que doivent avoir les aventuriers intellectuels dans le monde où nous sommes, vous barbotez dans des scrupules de religieuse qui s'accuse d'avoir mangé son oeuf avec concupiscence ? ...Si Florine (1) réussit, je deviens rédacteur en chef, je gagne deux cent cinquante francs de fixe, je prends les grands théâtres, je laisse à Vernou (2) les théâtres de vaudeville, vous mettez le pied à l'étrier en me succédant dans tous les théâtres des boulevards. Vous aurez alors trois francs par colonne et vous en écrirez une par jour, trente par mois qui vous produiront quatre-vingt-dix francs : vous aurez pour soixante francs de livres à vendre à Barbet (3), puis vous pouvez demander mensuellement à vos théâtres dix billets, en tout quarante billets, que vous vendrez quarante francs au Barbet des théâtres, un homme avec qui je vous mettrai en relation. Ainsi je vous dois deux cents francs par mois. Vous pourriez, en vous rendant utile à Finot (4), placer un article de cent francs dans son nouveau journal hebdomadaire, au cas où vous déploieriez un talent transcendant; car là on signe, et il ne faut plus rien lâcher (5) comme dans le petit journal. Vous auriez alors cent écus par mois. Mon cher, il y a des gens de talent, comme ce pauvre d'Arthez (6) qui dîne tout les jours chez Flicoteaux (7), ils sont dix ans avant de gagner cent écus. Vous vous ferez avec votre plume quatre mille francs par an , sans compter les revenus de la Librairie (8), si vous écrivez pour elle. Or, un sous-préfet n'a que mille écus d'appointements et s'amuse comme un bâton de chaise dans son arrondissement. Je ne vous parle pas d'aller au spectacle sans payer, car ce plaisir deviendra bientôt une fatigue ; mais vous aurez vos entrées dans les coulisses de quatre théâtres. Soyez dur et spirituel pendant un ou deux mois, vous serez accablé d'invitations, de parties avec les actrices ; vous serez courtisé par leurs amants; vous ne dînerez chez Flicoteaux qu'aux jours où vous n'aurez pas trente sous dans votre poche, ni pas un dîner en ville. Vous ne saviez où donner de la tête à cinq heures dans le Luxembourg (9), vous êtes à la veille de devenir une des cent personnes privilégiées qui imposent des opinions à la France. Dans trois jours, si nous réussissons, vous pouvez, avec trente bons mots imprimés à raison de trois par jour, faire maudire la vie à un homme, vous pouvez vous créer des rentes de plaisir chez toutes les actrices de vos théâtres, vous pouvez faire tomber une bonne pièce et faire courir tout Paris à une mauvaise. Si Dauriat (10) refuse d'imprimer les Marguerites (11) sans vous en rien donner, vous pouvez le faire venir, humble et soumis, chez vous, vous les acheter deux mille francs. Ayez du talent, et flanquez dans trois journaux différents trois articles qui menacent de tuer quelques-unes des spéculations de Dauriat ou un livre sur lequel il compte. Vous le verrez grimpant à votre mansarde et y séjournant comme une clématite. Enfin votre roman, les libraires qui dans ce moment vous mettraient tous à la porte plus au moins poliment feront queue chez vous, et le manuscrit, que le père Doguereau (12) vous estimerait quatre cents francs, sera surenchéri jusqu'à quatre mille francs ! Voilà les bénéfices du métier de journaliste. Aussi défendons-nous l'approche des journaux à tous les nouveaux venus ; non seulement il faut un immense talent, mais encore bien du bonheur !...Voyez si nous ne nous étions pas rencontrés aujourd'hui chez Flicoteaux, vous pouviez faire le pied de grue encore pendant trois ans ou mourir de faim comme d'Arthez dans un grenier. Quand d' Arthez sera devenu aussi instruit que Bayle (13) et aussi grand écrivain que Rousseau nous aurons fait notre fortune, nous serons maîtres de la sienne et de sa gloire Finot sera député, propriétaire d'un grand journal et nous serons, nous, ce que nous aurons voulu être pairs de France ou détenus à Sainte-Pélagie pour dettes.

(1) Florinne, maîtresse de Lousteau, doit lui procurer de l'argent par un moyen douteux. (2) "Critique acerbe, dédaigneux et gourmé" (Balzac). (3) Librairie qui rachète aux journalistes les livres offerts par les éditeurs. (4) Directeur de Lousteau. (5) Ecrire sans soin. (6) Ecrivain honnête... et famélique. (7) Tenancier d'une gargote. (8) Argent gagné en écrivant des réclames et des prospectus. (9) Allusion à une rencontre précédente. (10) Editeur puissant qui exploite les écrivains. (11) Recueil de poèmes composés par Lucien. (12) Vieil éditeur avare. (13) Savant du XVIIème siècle.

FRANCAIS

Groupe 1 - quel est le milieu évoqué par Lousteau dans ce texte ?
1) les différentes professions évoquées,
2) quelles sont les deux conceptions du métier de journaliste qui sont évoquées ?

- Balzac : romancier d'après ce texte : que fait-il ?

Groupe 2 1) Analyser les différents moyens employés par Lousteau pour convaincre L. de Rubempré.
2) Le portrait du personnage Lousteau d'après ce texte.

MATHEMATIQUES

Lousteau fait en quelque sorte une démonstration.
Dégager avec précision les différentes étapes du raisonnement :
- hypothèses
- argumentation de la démonstration (mots-clés, différents outils utilisés par Lousteau)
- conclusion

HISTOIRE-GEOGRAPHIE

- En quoi un historien peut-il être intéressé par ce texte ?
- De quel type d'histoire s'agit-il ? Ce texte peut-il être considéré comme un document ?
- Dans le cadre d'une étude historique, quels sont les centres d'intérêt du texte ?
- L'histoire repose sur des documents. Quels documents ou quels types de documents pourriez-vous envisager en accompagnement de ce texte ?

SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

A partir des journaux quotidiens du matin que vous avez, faites une étude des titres de la première page.
- Sont-ils les mêmes ? Sinon exposez les différences.
- En quoi les titres du journal indiquent-ils le contenu de celui-ci ?
- Pensez-vous que la presse a évolué depuis le XIXe siècle ?
  existe-t-il plus de titres ?
  son pouvoir est-il le même ?

LA PRESSE, POUVOIR ÉCONOMIQUE ET POLITIQUE

« La presse ne tend pas moins qu'à subjuguer la souveraineté et à envahir les pouvoirs de l'État (...). Sa destinée est de recommencer la Révolution dont elle proclame hautement les principes. »

Polignac, 25 juillet 1830.

L'action des Illusions perdues *est censée se dérouler en 1821-1822, dans les dernières années du règne de Louis XVIII, mais le roman est écrit sous la Monarchie de Juillet, entre 1837 et 1843.*

De fait, si la toile de fond historique est bien celle de la Restauration, la description des mœurs journalistiques correspond sans doute mieux aux années où Balzac compose son roman : c'est en effet après la Révolution de 1830 (déclenchée, entre autres, par la révolte de la presse parisienne, refusant, autour du National, *de se soumettre aux Ordonnances), sous le règne de Louis-Philippe, que la presse devient une entreprise commerciale et une véritable force politique.*

GEORG LUKACS, 1935

Ce philosophe contemporain se réclamant du marxisme, considère les Illusions perdues *comme un document de premier ordre sur le développement du capitalisme au XIXᵉ siècle.*

Dans presque tous ses romans, Balzac décrit l'essor capitaliste, la transformation de l'artisanat primitif en capitalisme moderne, la conquête de la ville et de la campagne par le capital dans sa croissance impétueuse, le recul de toutes les formes de société et des idéologies traditionnelles devant la marche en avant triomphante du capitalisme. Dans ce processus les *Illusions perdues* sont l'épopée tragi-comique de la *capitalisation de l'esprit.* La transformation en marchandise de la littérature (...) est le thème de ce roman (...). Balzac représente ce processus de la transformation en marchandise dans toute son ampleur, dans sa totalité : depuis la production du papier jusqu'aux convictions, pensées et sentiments des écrivains, tout devient marchandise.

Balzac et le réalisme français, 1935
trad. française 1967.

Évolution du marché des quotidiens français du XIXᵉ siècle à nos jours :
(Extraits de P. ALBERT, *Notes et Études documentaires, La Presse française,* 1970).

Années	PARIS		PROVINCE		Tirage Total	Nombre d'exemplaires pour 1 000 habitants
	Nombre de titres (1)	Tirage global	Nombre de titres	Tirage global		
1803	11	36 000				
1815	8	34 000				
1825	12	59 000				
1831-32	17	83 000	32	20 000	105 000	3
1846	25	145 000				
1852	12	180 000				
1863	18	200 000				
1867	21	763 000 (2)	57	200 000	963 000	28
1870	36	1 070 000	100	350 000	1 420 000	36
1880	60	2 000 000	190	750 000	2 750 000	73
1885			250	1 000 000		
1908	70	4 777 000				
1910	73	4 920 000				
1914	80	5 500 000	242	4 000 000	9 500 000	244
1917	48	8 250 000 (3)				
1924	30	4 400 000				
1939	31	5 500 000	175	5 500 000	11 000 000	261
1946	28	5 950 000	175	9 165 000	15 123 000	370
1952	14	3 412 000	117	6 188 000	959 900	218
1972	11	3 877 000	78	7 498 000	11 375 000	221
1974	13	3 831 000	73	7 509 000	11 340 000	216
1975	12	3 195 000	71	7 411 000	10 606 000	200

(1) Non compris les quotidiens spécialisés.
(2) Dont 560 000 exemplaires de petits journaux non politiques à 5 centimes.
(3) Chiffre du 1ᵉʳ juillet ; après le passage des journaux de 5 à 10 centimes, le tirage tombe à 6 100 000 en octobre.

1 — La tirade de Lousteau. Relevez :
- *les variations de ton ;*
- *la progression dans les arguments ;*
- *les critères de réussite qu'il met en avant. Que recouvre pour lui le mot « talent » ?*

2 — Quels sont selon Lousteau, les pouvoirs du journaliste ? Quelle est la conception des rapports humains qui sous-tend son discours ?

3 — A partir du tableau, donné ci-dessus, dressez, en fonction de la chronologie, les courbes :
- *du nombre de journaux parisiens ;*
- *du nombre de journaux régionaux ;*
- *de leur tirage.*

En vous aidant du tableau sur la censure (nº 15), pouvez-vous mettre en rapport les fluctuations de ces courbes, avec les grands événements historiques ou les régimes politiques ?

4 — Enquêtes sur le journalisme actuel (vous vous reporterez utilement à Y. Agnès et Jean-Michel Croissandeau, Lire le Journal, *éd. Lobies, 1979) :*

a) Les grands titres nationaux, ceux de votre région, leurs tirages.

b) L'objectivité de la presse. Vous comparerez la relation d'un même événement politique par plusieurs quotidiens de tendances différentes, datés du même jour : importance accordée à l'événement en question par rapport au reste de l'actualité, places respectives de l'information brute et du commentaire, degré d'engagement de l'auteur de l'article, etc.

ANALYSE GEOMETRIQUE ET HISTORIQUE DE FRISES DANS LA DECORATION DE QUELQUES EGLISES ROMANES.

Proposé par un professeur d'Histoire-Géographie Jean Luc Gillard, et un professeur de Mathématiques, Odile Duchenne (Lycée de Civray).

A l'aide de quelques diapositives représentant des frises ornant les façades d'églises romanes, nous avons présenté aux 28 élèves d'une classe de Seconde les différents types de frises rencontrés.

Le Professeur d'Histoire a attiré l'attention des élèves plus particulièrement sur le rôle de la frise dans la décoration et sur les différents types de motifs rencontrés dans les frises. Le professeur de Mathématiques a insisté sur l'aspect géométrique de la décoration (Ex : mise en évidence des transformations géométriques laissant invariant un motif de la frise ou laissant invariante toute la frise).

Nous avons utilisé pour cela le document suivant :

"Les frises dans la décoration de quelques églises romanes - Analyse géométrique -". Plus 28 diapositives. CNDP - CRDP - POITIERS.

BIBLIOGRAPHIE

I - PUBLICATIONS IREM

MATHS-ANGLAIS

KNIGHTS AND KNAVES (IREM de Limoges)

C. FACE M. LINOL 1982
Format A4 32 pages

Pour les enseignants de mathématiques et d'anglais.

Compte rendu d'un travail interdisciplinaire (maths-anglais) portant sur le livre de R. SMULLYAN, What is the name of this book ?". Exercice de logique.

MATHS-FRANCAIS

SEMANTIQUE DU LANGAGE MATHEMATIQUE (IREM de Nancy)

GRELUM 1978
Format A4 79 pages 10 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de lettres. Premier et second cycles.

Les auteurs se proposent d'étudier les difficultés pédagogiques dues à l'utilisation simultanée dans les classes de la langue usuelle et de la langue spécifique (ici mathématique). Après quelques rappels de notions de linguistique et de logique, les auteurs présentent des tests (essentiellement des exercices "à trous"), et étudient les comportements des élèves. Document qui n'a pas d'équivalent dans le genre.

GROUPE FRANCAIS-MATHEMATIQUES (I) IREM Paris-Sud

Groupe Français-mathématiques décembre 1979
Format A4 170 pages 17 francs

Pour les professeurs de français et de mathématiques.

- *Dix-huit rapports d'expérience en interdisciplinarité Français-Mathématiques.*
- *Trois articles sur le même thème.*

GROUPE FRANCAIS-MATHS (II) (IREM Paris-Sud)

B. PARZYSZ septembre 1980
Format A4 156 pages 25 francs

Pour les professeurs de français et de mathématiques.

- *Présentation de onze activités interdisciplinaires en Collège et Lycée.*
- *Six articles traitant du thème Français/Maths.*

BULLETIN INTER-IREM Numéro 5

Format 15 21 24 pages 1973

Au sommaire :
- *Maths-français*
- *Maths-physique*
- *Séminaires et Colloques.*

MATHS-GEOGRAPHIE

ETUDE INTERDISCIPLINAIRE DE LA ZONE D'INFLUENCE D'UN CENTRE COMMERCIAL (IREM de Dijon)

A.BATAILLE, JC. GUILLAUME,
J.M. DAVOISE, D.REISZ.

Janvier 80

Format A4 98 pages 10 francs

Un travail interdisciplinaire aux multiples facettes a été conduit par des professeurs de mathématiques et des professeurs d'histoire-géographie. Les objectifs didactiques, scientifiques, la méthodologie, la procédure de saisie et de gestion des données sont clairement décrits. Une analyse soigneuse des résultats est accompagnée d'essais de modélisation faisant intervenir des concepts divers (distance mathématique et distance géographique, statistique, lissage d'une courbe,....).

MATHS-MUSIQUE

DES CHIFFRES ET DES NOTES (Paris-Sud)

B. PARZYSZ

Mars 1980

Format A4 42 pages 10 francs

Pour les élèves et professeurs des lycées.

Etude mathématique des gammes et échelles historiques et actuelles.

MATHS-ARTS-PHILOSOPHIE

LES CAHIERS DE LA PERSPECTIVE : POINTS DE VUE, N° 1 (IREM de Caen)

Groupe "Perspective et Géométrie" 1981

Format A4 75 pages 10 francs

Pour les enseignants de mathématiques, d'arts plastiques, de philosophie (sciences et arts). Pour tout public intéressé par les questions de représentations visuelles.

Technique du dessin en perspective centrale : premiers éléments. Approche de la géométrie projective par la projection centrale. Aperçu historique sur l'invention et l'utilisation de la perspective. Significations idéologiques et philosophies de la perspective. Bibliographie. Iconographie.

LES CAHIERS DE LA PERSPECTIVE : POINTS DE VUE, N° 2

Groupe "Perspective et géométrie" 1982

Format A4 220 pages 30 francs

Pour les enseignants de mathématiques, d'arts plastiques, de philosophie (sciences et arts). Pour tout public intéressé par les questions de représentations visuelles.

- *Technique du dessin en perspective centrale : perspective du rectiligne (droite, plan, cube).*
- *Extension projective d'espace affine.*
- *Séminaire d'Histoire des mathématiques : le cas Desargues.*
- *Aspects iconologiques, idéologiques et philosophiques.*
- *Perspective et Harmonie (musicale).*
- *Compléments de bibliographie et d'iconographie.*

MATHS-HISTOIRE

L'INTRODUCTION DU CALCUL DECIMAL ET DU SYSTEME METRIQUE A ROUEN PENDANT LA REVOLUTION (IREM de Rouen).

Y. MAREC 1982
F. MILLE M. MORIN M. RAULT

Pour les enseignants du Secondaire.

Appréhender les rapports existant entre mathématiques, pouvoir politique et société, telle est la perspective qui a présidé à cette étude interdisciplinaire sur l'introduction du calcul décimal et du système métrique dans la région rouennaise pendant la Révolution. L'introduction de l'arithmétique révolutionnaire ne peut être expliquée sans faire référence aux événements de juillet 1789 et à leurs conséquences. Elle traduit une rupture dans l'évolution politique et sociale du pays, mais une rupture qui s'inscrit dans une continuité. Un des objectifs poursuivis, à travers l'étude de l'exemple rouennais, est aussi de relativiser la notion de "vérité" mathématique. Ce qui apparaît trop souvent comme un absolu n'est en fait qu'un acquis, susceptible d'être modifié.
Cette étude collective reprend en l'allégeant et en le remaniant un travail effectué au sein de l'IREM de Rouen (groupe Histoire et Epistémologie des Mathématiques) durant l'année scolaire 1978-1979.
Article paru dans l'ouvrage "La Rigueur et le Calcul" aux éditions CEDIC. 1982.

REFORME PEDAGOGIQUE ET SOCIETE (Fin XIXème siècle - début XXème siècle) L' EXEMPLE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SPECIAL.

Y. MAREC 1982
Format A4 12 pages

Pour les chercheurs en Sciences Humaines et en Histoire des Sciences.

L'article cherche à préciser les liens existant entre la crise économique et sociale et la crise de l'enseignement à la fin du siècle dernier, en montrant les solutions adoptées pour résoudre ces difficultés. L'évolution du "spécial" vers le "moderne" met en relief l'influence du positivisme et de "l'esprit scientifique" et plus généralement du contexte économique, social et politique. Les ambiguités des réformes adoptées renseignent sur les résistances à la démocratisation de l'enseignement secondaire.
Article rédigé à partir d'une recherche collective effectuée durant l'année scolaire 1980-1981 au sein du groupe Histoire et Epistémologie des Mathématiques de l'IREM de Rouen.
Cet article est extrait des Cahiers d'Histoire de l'Enseignement, n° 8.
Adresse pour obtenir ce numéro :
CRDP - 3038 X - 76041 ROUEN Cedex.

L'ARITHMETIQUE REVOLUTIONNAIRE A ROUEN 1789-1799

Y. MAREC 1980
Format 17,5 24,5 15 pages

Pour les enseignants et étudiants d'Histoire et de Mathématiques, chercheurs en Histoire des Sciences.

L'introduction du calcul décimal et du système métrique dans la région rouennaise durant la période révolutionnaire est restée inachevée. L'uniformisation des poids et mesures en usage sous l'Ancien Régime heurtait trop d'habitudes et trop d'opinions. Aux résistances des mentalités s'ajoutaient des difficultés d'ordre pédagogique. La nouvelle arithmétique rencontrait aussi l'hostilité des contre-révolutionnaires car elle participait à la destruction de l'ancien état social et politique. Les contradictions au sein de la bourgeoisie révolutionnaire ont également gêné l'application

du nouveau système métrologique et de numération qui ne s'est imposé que très lentement à partir de la Monarchie de Juillet.
Il s'agit d'un article rédigé à la suite d'un travail collectif effectué durant l'année scolaire 1978-1979 au sein du groupe Histoire et Epistémologie des Mathématiques de l'IREM de Rouen.
Cet article est extrait de "Etudes Normandes" (1980) numéro 3.
Adresse des Etudes Normandes : I.R.E.D. - 7, rue Thomas Becket - 76130 MONT SAINT AIGNAN.

INTRODUCTION DU CALCUL DECIMAL ET DU SYSTEME METRIQUE DANS LA REGION DE ROUEN PENDANT LA REVOLUTION.

Y. MAREC
F. MILLE M. MORIN M. RAULT 1979
Format A4 65 pages

Pour les élèves, les étudiants et les enseignants d'Histoire et de Mathématiques.

Au sommaire :
- *Calcul décimal et système métrique.*
  1) *Introduction du calcul décimal.*
  2) *L'enseignement du calcul avant la Révolution.*
  3) *L'introduction du système métrique dans les livres scolaires.*
  4) *Difficultés techniques relatives à l'introduction du nouveau système.*
  Annexes.
- *Chronologie de l'établissement du système métrique (fin XVIIIème - début XIXème siècle).*
- *Essai d'interprétation de la chronologie.*
- *Documents : L'introduction du calcul décimal et du système métrique à Rouen durant la Révolution.*
- *Commentaire des documents.*
- *Sources et Bibliographie.*

Ce travail collectif rédigé durant l'année scolaire 1978-1979 au sein du groupe Histoire et Epistémologie des Mathématiques de l'IREM de Rouen dépasse le cadre régional.
Un condensé, remanié, est paru dans l'ouvrage collectif Histoire des Mathématiques : la Rigueur et le Calcul, aux éditions CEDIC - 1982.

MATHS-PHYSIQUE

BULLETIN DE LIAISON (IREM de Besançon)

Collectif | | mars 1980
Format A4 | 60 pages | Epuisé

Pour les professeurs

SOMMAIRE :
- *La transcendance de e et π*
- *Utilisation de quelques constructions pour la détermination de valeurs approchées de π. Pour la classe de troisième.*
- *La mathématique parlée des élèves.*
- *Interdisciplinarité. Classe de Seconde C - Maths-physique. Lycée Pergaud.*
- *Nombres décimaux périodiques.*
- *Causeries mathématiques.*
- *Problèmes.*
- *L'histoire des mathématiques en classe : L'oeuvre scientifique de Pascal.*
- *Quelques thèmes en classe de seconde (1).*
- *Livres reçus à l'IREM*
- *Publications reçues à l'IREM.*

BULLETIN DE LIAISON (IREM de Besançon)

Collectif | | septembre 1981
Format A4 | 54 pages | Epuisé

Pour les professeurs.

SOMMAIRE :
- *Possibilités et limitations de l'analyse numérique.*
- *Equations numériques.*
- *Actualité d'Einstein.*
- *Liaison mathématique - physique en classe de seconde.*
- *Test de calcul numérique.*
- *Didactique des mathématiques.*
- *Problèmes.*
- *A propos du problème 44.*
- *Première conférence internationale sur l'enseignement des statistiques.*
- *Livres reçus à l'IREM.*
- *Publications reçues à l'IREM.*

MATHS-PHYSIQUE - Document 1 (IREM de Caen)

Groupe Maths-physique | | 1977
Format A4 | 12 pages | 5 francs

Pour les professeurs des classes de Seconde.

Expérience d'un groupe de professeurs de Mathématiques et de Physique qui ont essayé d'aménager leur enseignement en classe de seconde en coordonnant leur travail :
- *Projet de progression*
- *Analyse de deux ou trois thèmes.*

BILAN D'UNE ANNEE DE REFLEXION SUR LA COORDINATION DES ENSEIGNEMENTS DE MATH ET DE PHYSIQUE DANS LE SECOND CYCLE. (IREM de Dijon)

Groupe Maths-physique Juin 1978
Chalon-sur-Saône
Format A4 43 pages épuisé

Mécanique en Seconde : on a cherché à maintenir soigneusement la distinction entre modèle et réalité. Des exercices sont destinés à atténuer la coupure qui s'est établie entre pratique et mathématique.

BINOMES MATHS-PHYSIQUE - Tome 1 (IREM de Clermont Ferrand)

Groupe IREM de Montluçon 1979
Format A4 46 pages 5 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique des Lycées.

Le travail en binôme est un travail d'intervention simultanée d'un professeur de mathématiques et d'un professeur de physique dans une même classe sur un thème ou une partie du programme présentant à la fois des aspects mathématiques et des aspects physiques.

Dans ce tome, les sujets abordés sont :
- *Barycentre et centre de gravité.*
- *Rôle de la dépendance linéaire en physique et chimie.*
- *Mesure de g et statistiques.*
- *Déterminants et moments de forces orthogonales à un axe de rotation.*
- *Déviation d'un faisceau d'électrons par champ magnétique uniforme.*
- *Calcul des petites variations.*
- *Applications du calcul intégral à l'écoulement à travers un orifice destiné à la vidange d'un bassin.*

BINOMES MATHS-PHYSIQUE (IREM de Clermont-Ferrand)

Groupe IREM de Montluçon 1980
Format A4 40 pages 5 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique des Lycées.

Suite du Tome 1. Les thèmes abordés sont :
- *Moment d'une force et produit vectoriel en TC.*
- *Moment d'une force par rapport à un axe en Seconde C et E.*
- *Applications physiques et chimiques du barycentre en TC.*
- *Détermination du centre d'inertie d'un système mécanique en Seconde T.*
- *Puissance maximale cédée par un dipole actif à une résistance variable en Première F.*
- *Utilisation de l'aire de la surface sous une courbe en Première C.*
- *Réflexion, réfraction de la lumière et calcul des données en Première C.*

LIAISON MATHEMATIQUES-PHYSIQUE A L'ENTREE EN SECONDE. (IREM de Rennes)

J.P. GABORIEAU et
Groupe Maths-physique de Rennes juillet 1979
Format A4 32 pages 4 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de sciences physique en Troisième et Seconde.

Destiné aux professeurs de Mathématiques de Seconde, mais aussi de Troisième, ainsi qu'aux professeurs de Sciences-physiques de Seconde, ce travail du groupe de Rennes 1978-79 constitué de professeurs de Mathématiques et de Sciences-physiques, comporte trois chapitres :

1) *Géométrie vectorielle "utilitaire" (information des professeurs de Sciences-physiques - Résultats à mettre en évidence en Mathématiques).*
2) *Exercices de Mathématiques pour début de Seconde (à traiter en liaison avec le professeur de Physique), notamment sur les représentations graphiques.*
3) *Enquête auprès des professeurs de Sciences-physiques de Seconde en 1978-79, en particulier au niveau d'exigence dans la solution d'un exercice.*

EQUATION DE VAN DER WAALS (IREM de Lyon)

Groupe Maths-Physique		mars 1980
Format A4	6 pages	Epuisé

Pour les professeurs de mathématiques et de physique du second cycle.

A partir de l'équation physique de VAN DER WAALS pour un gaz, on cherche le palier de liquéfaction du gaz en utilisant un calcul numérique sur calculatrice programmable avec table traçante. Dans l'article figurent le programme et les courbes obtenues.
Le profane ne sait pas où les auteurs veulent en venir. Il n'y a ni introduction, ni conclusion.

BARYCENTRE (IREM de Lyon)

Groupe Analyse et Géométrie		1977-1978
Format A4	31 pages	5 francs

Pour les enseignants de Mathématiques et de Physique du Second Cycle.

Ce document comporte :
En première partie l'étude, du point de vue des sciences physiques, de situations concrètes (leviers, équilibres stables, indifférents....).
En deuxième partie, l'étude mathématique à trois niveaux : Seconde-Première, Terminale, enseignants. En troisième partie, la résolution d'exercices mathématiques (TC) dans le plan et leur extension à l'espace.
Ce document peut permettre aux enseignants de mathématiques de revoir des notions de sciences physiques qui font partie des nouveaux programmes de sciences physique du Second Cycle. Il peut être bien utile (barycentre en classe de Seconde nouveaux programmes).

INTEGRATION (IREM de Lyon)

Groupe Analyse (rédacteur : Cl. JOBERT)		1979
Format A4	25 pages	Epuisé

Pour les enseignants de mathématiques et de physique de Terminale.

Ce document est le bilan de trois ans de travail des groupes "Analyse" de l'IREM de LYON.
La première partie est formée de commentaires des textes étudiés par le groupe, textes antérieurs de l'IREM de Lyon, textes des IREM de Strasbourg, de Marseille, textes de Serge Lang....
La deuxième partie propose un enseignement de l'intégration à partir des "problèmes du calcul intégral" accessibles à des élèves : centre de gravité, volume de révolution, quantité d'électricité, moment d'inertie, travail d'une force, distance parcourue par un mobile, aire plane délimitée par $Y = f(x)$. Les exemples ou exercices cités sont très succincts et peu abondants. Ce document est publié, légèrement remanié dans le Bulletin Inter-Irem numéro 20 "Enseignement de l'Analyse".

MATHS-PHYSIQUE " ALERTE A L'ENTROPIE " (IREM de Poitiers)

Groupe de PARTHENAY 1980
Format A4 63 pages 10 francs

Pour le Second Cycle.

Des essais de coordination vécue en maths-physique, pour montrer qu'il est possible de travailler ensemble et d'en tirer un profit mutuel. Les thèmes abordés concernent le Second Cycle.

VECTEURS ET FORCES (IREM de Paris-Nord)

Paul ROUGEE février 1975
Format A4 76 pages 7,50 francs

Document de travail, essai de développement simultané des mathématiques et de la physique dans les classes du second cycle. Expérimentation IREM-INRDP.
Ce document réunit des textes divers (articles parus dans le Bulletin de l'APM, dans les Bulletins de l'UDP, fragments de polycopiés de cours de mécanique de DEUG,...) de l'auteur sur les problèmes de la modélisation mathématique en mécanique et plus spécialement sur : dimension physique des grandeurs, grandeurs vectorielles, champs et mesures, modélisation des forces.

LA VITESSE (IREM de Paris-Sud)

Groupe Maths-physique janvier 1982
Format A4 90 pages 15 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique.

Exploitation aux différents niveaux (Seconde, Première, Terminale) d'expériences classiques sur la vitesse.

REPRESENTATIONS GRAPHIQUES (IREM de Paris-Sud)

ARTIGUE - SIVED
Format A4 90 pages 14 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de physique.

Sept articles ayant pour thème la pédagogie des représentations graphiques.

FONCTIONS ET REPRESENTATIONS GRAPHIQUES (IREM de Paris-Sud)

ARTIGUE - SALTIEL - VIENNOT novembre 1981

Format A4 47 pages 10 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de physique, (Second Cycle et Supérieur).

L'objectif est d'informer sur les exigences que l'on peut avoir en matière de représentations graphiques à la fin du second cycle des lycées.

MATHEMATIQUES-PHYSIQUE (IREM de Nantes)

SEROUX

Couleurs, électricité et mathématiques - Algèbre de Boole et circuits électriques - Nombres complexes et circuits RLC - Espaces vectoriels euclidiens et circuits RLC - Approche mathématique du phénomène couleur.

Mathématique et Physique en Seconde - Progression coordonnée des cours de mathématiques et de physique.

Trigonométrie, Algèbre linéaire, Optique.

PLAN DE TRAVAIL IREM (IREM de Montpellier)
PHYSIQUE - Première année

Collectif 1973
Format A4 120 pages 60 francs

Pour les professeurs de physique et de mathématiques des lycées et des collèges.

Exposé à l'usage des professeurs de physique des notions de mathématiques des programmes des lycées et collèges telles qu'elles sont maintenant présentées aux élèves.
Utilisation de ces notions par le professeur de physique.
Les différents plans présentés dans ce document ont pour titres :
Grandeurs physiques - Vecteurs - Vecteurs liés - Forces appliquées à un solide - Système de vecteurs liés - Espace vectoriel - révision - Sous-espaces vectoriels - Applications linéaires - Produit scalaire - Isométries du plan vectoriel euclidien - Notion d'angle en Troisième et Première L'ensemble $\mathbb{C}$ des nombres complexes - Le temps et l'espace - Orientation de l'espace - Produit vectoriel - Systèmes linéaires - Déterminants - Fonctions vectorielles - Linéarisation - Différentielle - Incertitude - Intégration.

PLANS DE TRAVAIL IREM (IREM de Montpellier)
PHYSIQUE - Première année.

Collectif 1974
Format A4 194 pages 9 francs

Pour les professeurs de physique et de mathématiques des Lycées et des Collèges.

Exposé à l'usage des professeurs de physique, des notions et du langage mathématique "moderne". Utilisation de ces notions en physique.
Les différents plans présentés dans ce document ont pour titres :
Grandeurs Physiques - Vecteurs - Vecteurs liés - Forces appliquées à un solide - Système de vecteurs liés - Espace Vectoriel - révision - Sous-espaces vectoriels - bases ; Applications linéaires ; Exercices - Espaces vectoriels - Sous-espaces vectoriels ; Produit scalaire - Isométries du plan vectoriel euclidien - Espaces affines - Les angles géométriques (classe de Troisième) - Trigonométrie (classe de Troisième). Angles (classe de Première) ; Produit vectoriel - Intégration - L'ensemble $\mathbb{C}$ des nombres complexes - Cinématique - Fonctions vectorielles - Systèmes linéaires - Déterminants - Linéarisation - Différentielle - Incertitude - Espace vectoriel de fonctions sinusoïdales.

DEUX DOCUMENTS DU SEMINAIRE DE FORMATION DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE Tunisie. (IREM de Montpellier)

Collectif 1975
Format A4 26 pages 10 francs

Pour les professeurs de physique

Le premier de ces deux documents s'intitule :

" Un modèle mathématique pour la notion de force".
Le deuxième s'intitule :
"Espace vectoriel des fonctions sinusoïdales de fréquence donnée - Construction de Fresnel".

PLANS DE TRAVAIL IREM (IREM de Montpellier)
PHYSIQUE - Première et deuxième années.

Collectif 1975
Format A4 180 pages 9 francs

Pour les professeurs de physique et de mathématiques plutôt Second Cycle.

Plans de travail destinés à la formation continue en mathématique des professeurs de physique des lycées.
- Exposé, à l'usage des professeurs de physique, des notions et du langage mathématique "moderne".
- Utilisation de ces notions en physique.
Les deux aspects sont menés de front : par exemple, le plan de travail sur les vecteurs est immédiatement suivi d'un plan de travail sur "vecteurs liés" et d'un plan de travail "forces, systèmes de vecteurs liés".
Le problème des erreurs de mesure et de l'ajustement linéaire est abordé.
Les différents plans présentés dans ce document ont pour titres :
Grandeurs physiques - Relations - Classes d'équivalence - Vecteurs - Vecteurs liés - Forces appliquées à un solide - Système de vecteurs liés - Espace vectorielle - révision - Sous-espaces vectoriels - Applications linéaires - Produit scalaire - Espace vectoriel des fonctions sinusoïdales - Espaces affines - Isométries du plan vectoriel Euclidien - Les angles géométriques (classe de Troisième) - Trigonométrie (classe de Troisième) Angles (classe de Première) - Fonctions circulaires (classe de Première) - Produit vectoriel - Intégration - L'ensemble $\mathbb{C}$ des nombres complexes - Cinématique - Fonctions vectorielles - Systèmes linéaires - Déterminants - Linéarisation - Différentielle - Incertitude - Séries statistiques - Echantillons de mesures - Etude d'une horloge électrique - Ajustement linéaire - Erreurs de mesure en physique.
La plupart des plans de travail de ce fascicule se trouve dans le fascicule "Plans de travail IREM, Physique, Première et Deuxième années (1974)".

LA NOTION DE MOMENT DANS LES CLASSES DE C OU E (IREM de Montpellier)

Collectif 1976
Format A4 32 pages 5 francs

Pour les professeurs de Mathématiques et de Physique enseignant dans le second cycle.

Ce texte a été écrit en vue de chercher le rapport éventuel entre les échecs des élèves en mécanique et l'utilisation des instruments mathématiques. Les auteurs se demandent si les modèles utilisés (vecteurs, angles, support géométrique, etc...), leur écriture, les modes de calcul sont encore significatifs pour des élèves habitués par les mathématiques modernes à d'autres objets mathématiques et à d'autres procédés.

Ils sont amenés à employer systématiquement des notations concertées entre mathématiciens et physiciens de l'équipe, pour les vecteurs et les fonctions et aussi à employer davantage la géométrie analytique et l'algèbre, les élèves ne pratiquant plus guère la géométrie pure.
Ce document est essentiellement un travail de réflexion pluridisciplinaire (les professeurs de mathématiques, les professeurs de physique) sur le concept de moment, ses conclusions s'appuient sur une observation et une expérimentation en classe.

COORDINATION MATHS-PHYSIQUE-TECHNO-N1 (IREM de Montpellier)

Redressement Contrôle - Technique et Application.
Collectif - Centre de Carcassonne 1979
Format A4 27 pages 5 francs

Pour les professeurs de F3 et BTS électronique.

Ce document, rédigé par un groupe de professeurs enseignant en classe de Terminale F3 et en classe de BTS électrotechnique au Lycée Technique de Carcassonne, correspond à une expérience de mise en évidence d'une certaine unité de l'enseignement scientifique dispensé dans ces classes.
Le souci des auteurs a été de développer, à partir d'un problème technologique concret, les justifications théoriquespermettant d'enrichir, et parfois de précéder, les résultats expérimentaux.
Dans cet esprit, le développement mathématique est l'outil au service du technicien, plutôt que le moyen d'une gymnastique intellectuelle gratuite.
Les participants à la rédaction de cet ouvrage sont conscients que de nombreux prolongements sont possibles à partir de ce texte qui est, par ailleurs, ambitieux par rapport à ce que l'on peut attendre des élèves de Terminale F3.

MECANIQUE DANS LE SECOND CYCLE

Collectif 1980
Format A4 23 pages 6 francs

Pour les professeurs du second cycle.

Réflexion pédagogique critique à partir d'exemples précis, empruntés notamment au programme de dynamique de terminale. Cette réflexion est aussi alimentée par l'observation des élèves, les types classiques d'erreurs à l'examen, les confusions ou contresens héréditaires car transmis de livre en livre.

COMPTE-RENDU DE TRAVAUX EFFECTUES EN 1979 (IREM de Strasbourg)

Groupe maths-physique de Mulhouse (Mécanique en Seconde). 52 pages.

COMPTE-RENDU DE TRAVAUX EFFECTUES EN 1978 (IREM de Strasbourg)

Groupe maths-physique de Mulhouse (Forces - Phénomènes périodiques - Quadripoles). 101 pages.

BULLETIN INTER-IREM Numéro 8 (Inter-IREM)

Format 15 × 21 32 pages 1974

Au sommaire :
- *Colloque sur l'heuristique*
- *Colloque sur les calculateurs programmables*
- *Maths-physique.*

BULLETIN INTER-IREM Numéro 9 (Inter-IREM)

Format 15 × 21 48 pages 1975

Au sommaire :
- *Maths-physique*
- *Probabilités - Statistique*
- *Rencontres internationales*

BULLETIN INTER-IREM Numéro 17 (Inter-IREM)

Les IREM : Missions et Activités.
Format A4 56 pages 1979

Au sommaire :
- *Les IREM s'interrogent*
- *IREM et Formation Continue*
- *IREM et Recherche*
- *Interdisciplinarité*

MATHS-MUSIQUE-PHYSIQUE

Un exemple de coordination interdisciplinaire
MUSIQUE/MATHEMATIQUE/PHYSIQUE (IREM de Nancy)

Mme Groshenry et Melle Bayer 1977
Format A4 22 pages 2,30 francs

Pour les professeurs de Second Cycle.

A propos de l'orgue, un compte rendu d'un travail interdisciplinaire en terminale D. On donne une interprétation mathématique de la gamme tempérée, puis des éléments de la théorie physique des instruments de musique, et enfin quelques points de repère de l'histoire de l'orgue.

MATHS-PHYSIQUE - SCIENCES ECONOMIQUES

Groupe pluridisciplinaire
MATHEMATIQUES - SCIENCES PHYSIQUES - SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES (IREM de Limoges)

A. COURTEIX J. MICHOUX
M. SAINT-GEORGES 1979
Format A4 92 pages épuisé

Pour les enseignants de mathématiques, de physique, de sciences économiques et sociales.

Compte rendu d'une expérience pluridisciplinaire menée au Lycée Valadon de Limoges, en seconde AB : harmonisation des enseignements, recherche des modes de travail et des thèmes communs aux trois disciplines (par exemple le thème "énergie").

MATHS-PHYSIQUE-ASTRONOMIE

Thèmes d'astronomie (IREM de Strasbourg)
Enseignement secondaire (en liaison avec l'observatoire Astronomique de Strasbourg), 47 pages 1978

MATHEMATIQUES - PHYSIQUE - ASTRONOMIE

COLLOQUE Inter-IREM - 7 et 8 mars 1980 (IREM de Limoges)
Collectif 1980
Format A4 70 pages 15 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique, pour les astronomes.

- *Quelques remarques à propos de la loi de la gravitation (M. GERBALDI)*
- *Enseignement de l'astronomie et histoire des Sciences (K. MIZAR)*
- *Compte-rendu du groupe de travail Premier Cycle. (IREM de Limoges)*
- *Groupe Astronomie (IREM de Strasbourg)*

- *Les clubs d'Astronomie (G. AZAIS)*
- *L'E.R.T.E.A. (Observatoire de Strasbourg)*
- *Les C.E.M.E.A. et l'Astronomie - Formation d'Educateurs (Cl. LAMOT).*
- *Bibliographie générale*

ASTRONOMIE (1976-1978) (IREM de Limoges)

Christian DUMOULIN 1978
Format A4 198 pages 10 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique, pour les astronomes.

Recueil d'exposés sur les questions classiques de l'astronomie, dans le cadre d'un groupe de l'IREM de Limoges, pendant deux années consécutives : astronomie, astronomie sphérique, mécanique céleste, carte céleste, cadran solaire, éphémérides.
Avec des exercices et des problèmes, une bibliographie et des tableaux de données et de constantes astronomiques et physiques.

THEMES D'ACTIVITES ASTRONOMIQUES POUR L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE (IREM Limoges)

Christian DUMOULIN 1980
Format A4 338 pages 30 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de physique, pour les astronomes.

Quarante travaux dirigés et travaux pratiques d'astronomie à l'usage des classes de quatrième à terminale. Avec un atlas céleste de quarante sept cartes, des tableaux de données et constantes astronomiques et physiques, une bibliographie.

MATHS-SCIENCES ECONOMIQUES

QUELQUES APPLICATIONS DES DERIVEES A L'ANALYSE MARGINALE (IREM de Besançon)

Groupe animé par C. DUROT et F. LIEGOIS 1978
Format A4 24 pages 5 francs

Pour les enseignants en sciences économiques (sections lycées).

Intervention de quelques notions mathématiques dans les programmes des sections économiques des lycées.

MATHEMATIQUES - ECONOMIE

Compte rendu du Colloque Inter-IREM (IREM de Limoges)
Collectif 1978
Format A4 48 pages épuisé

Pour les enseignants de mathématiques et de sciences économiques et sociales.

- *Quelques exemples d'études démographiques et économiques*
- *A propos du modèle de Walras*
- *Etude interdisciplinaire d'une zone d'influence d'un centre commercial (EIZICCO)*
- *Echanges de travaux faits dans les classes.*

LES FICHIERS (IREM de Limoges)

Bernard LERY 1981
Format A4 24 pages 10 francs

Pour les enseignants de mathématiques, d'économie et autres utilisateurs de l'informatique.

Analyse du problème des données (sur un exemple commercial : fichier "stocks" et fichiers "clients") , options prises (contenu des fichiers, mises à jour, traitements statistiques,...) ; composition des enregistrements logiques ; organigrammes des programmes.

COMPTE RENDU DU COLLOQUE DE LA BAULE (IREM de Rennes)
17 - 18 - 19 mai 1979

G. LE NEZET et équipe INRP - IREM mai 1979
Format A4 412 pages épuisé

Pour les professeurs de mathématiques et de sciences économiques.

Ce colloque réunissait les différentes équipes participant aux recherches INRP "Activités de représentation de données économiques dans le Premier Cycle" et "Mathématiques et compréhension des processus économiques".
Le lecteur trouvera :
- *le résumé de deux conférences :*
  . *"Principes généraux de la graphique" par S. BONIN, Maître-Assistant à l'E.H.E.S.S. de Paris.*
  . *"Le rôle de l'observation dans une recherche pédagogique" par J. JULO, Assistant en Sciences de l'Education à l'Université de Rennes.*
- *le déroulement des travaux du Colloque;*
- *les comptes-rendus des expérimentations réalisées à cette date par les différentes équipes (Bordeaux, Lyon, Nice, Paris et Rennes).*

ETUDE INTERDISCIPLINAIRE DE LA ZONE D'INFLUENCE D'UN CENTRE COMMERCIAL (DIJON)

A. BATAILLE, J.C. GUILLAUME,
J.M. DAVOISE, D. REISZ janvier 1980
Format A4 98 pages 10 francs

Un travail interdisciplinaire aux multiples facettes a été conduit par des professeurs de mathématiques et des professeurs d'histoire-géographie. Les objectifs didactiques, scientifique la méthodologie, la procédure de saisie et de gestion des données sont clairement décrits.
Une analyse soigneuse des résultats est accompagnée d'essais de modélisation faisant intervenir des concepts divers (distance mathématique et distance géographique, statistique, lissage d'une courbe,...).

ACTIVITES INTERDISCIPLINAIRES EN SECONDE AB (IREM de Rennes)

G. LE NEZET et l'équipe INRP - IREM "Mathématiques et compréhension des processus économiques".
N° 1 décembre 1979 74 pages 7 francs
N° 2 janvier 1980 128 pages 11 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de sciences économiques de Seconde AB.

Ces deux fascicules sont des comptes rendus d'expériences réalisées dans deux classes de Seconde AB dans le cadre d'une liaison interdisciplinaire mathématiques et économie.
Le fascicule 1 relate trois expériences permettant, sur des thèmes économiques liés au programme de la classe, d'introduire ou de renforcer des notions statistiques élémentaires et des concepts mathématiques et économiques.
Le fascicule 2 relate le travail réalisé par ces mêmes élèves à propos d'une enquête sur "le travail des lycéens pendant les vacances d'été" depuis l'élaboration du questionnaire jusqu'à la rédaction d'un document en passant par le recueil des données, le dépouillement et le traitement. Pour chacune de ces expériences, le lecteur trouvera le déroulement de l'expérience, des observations d'élèves, une analyse des travaux réalisés par les élèves, des retombées sur les cours de mathématiques et d'économie.

APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE DES ECHELLES FONCTIONNELLES EN PREMIERE B (Rennes)

Equipe INRP-IREM "Mathématiques et compréhension des processus économiques"
Juin 1981
Format A4 46 pages 7 francs

Pour les professeurs de mathématiques et de sciences économiques.

Ce fascicule est le compte rendu d'un travail interdisciplinaire effectué dans deux classes de Première B. En prenant comme support économique la croissance de différents pays, l'inadéquation d'un graphique arithmétique a été exploitée pour introduire la notion d'échelle fonctionnelle. L'échelle "racine carrée" et l'échelle logarithmique ont été présentées aux élèves. L'apport mathématique détaillé correspondant est inclus dans ce document. Après une évaluation, les connaissances acquises ont été réinvesties d'abord sur le support économique initial puis sur deux autres supports (évolution des prix des voitures ; chômage) afin de présenter une étude comparative et critique de l'échelle logarithmique. Ce document devrait intéresser les professeurs de mathématiques qui auront à enseigner les nouveaux programmes de Première B.

MATHS-SCIENCES NATURELLES

COMPTE-RENDU DU GROUPE MATHS-BIOLOGIE (IREM de Limoges)

Groupe Maths-Biologie 1976
Format A4 78 pages épuisé

Pour les enseignants de mathématiques et de sciences naturelles.

Etude de thèmes mathématiques (diagrammes, fonctions croissantes, équivalences logiques, angles, représentation matricielle, proportionnalité, statistiques) avec leurs applications à divers thèmes biologiques et géologiques.

MATHS-BIOLOGIE

Colloque Inter-IREM - 18 et 19 mars 1977 (IREM de Limoges)
Collectif 1977
Format A4 48 pages épuisé

Pour les enseignants de mathématiques et de biologie.

- *"A.D.N. et ruban de Moebius".*
- *"Utilisation des modèles d'automatismes linéaires dans l'étude des systèmes de physiologie humaine".*
- *"Les tests non-paramétriques".*
- *"Les points de contact maths-biologie et leur intégration dans les programmes scolaires".*

BIOLOGIE-MATHS

Compte rendu du Colloque Inter-IREM (IREM de Limoges)
Collectif 1981
Format A4 92 pages 15 francs

Pour les enseignants de mathématiques et de Sciences Naturelles.

- *Une application de la formule de Bayes : La Recherche en Paternité.*
- *Les modèles mathématiques en génétique des populations.*
- *Apports de l'Informatique à l'enseignement de la Biologie et de la Géologie dans les classes de Premier Cycle.*
- *Les calculettes programmables dans l'enseignement de la Biologie. L'apport des mathématiques.*
- *Les inférences logiques dans le raisonnement expérimental chez les élèves de 6ème et 5ème.*

- *Quelques utilisations des mathématiques en Ecologie : Démographie et Dynamique des Populations.*

MATHEMATIQUES ET CUISINE (IREM de Caen)

Francis CHABRA 1978
Format A4 46 pages 10 francs

Pour les enseignants de Biologie et de Mathématiques des Lycées.

Exemples simples d'introduction et d'utilisation d'outils mathématiques dans le domaine de la Biologie.

BIOMAT (IREM de Dijon)

R. GUYOT septambre 1976
Format A4 46 pages épuisé

Juxtaposition de réflexions, mises en forme par chacun des participants, d'un groupe de travail "Mathématiques et Biologie" en 1975-1976.
1) Mathématique et génétique (faits liés à l'hérédité, sur le cas de la souris) ;
2) Etude statistique d'une population.

MATHS-FRANCAIS-HISTOIRE-SCIENCES NATURELLES

LE NOMBRE D'OR (IREM de Nancy)

Collectif 1980
Format A4 270 pages 32 francs

Pour les professeurs de Second Cycle, toutes disciplines.

Le document est composé autour du thème du Nombre d'or par des professeurs de disciplines variées (mathématiques, français, sciences naturelles, histoire), avec des concours extérieurs.
1. Le nombre d'or et les mathématiques.
2. Le nombre d'or et le monde vivant.
3. Le nombre d'or et l'architecture gothique.
4. Le nombre d'or et le "Beau".

Ce travail d'équipe a correspondu à un travail dans une classe de Première D et les élèves ont participé à la rédaction d'une partie des textes. Signalons que la troisième partie comporte une étude très fouillée de la cathédrale de Metz.

ADRESSES DES IREM

BESANCON
Faculté des Sciences et des Techniques 25030 - BESANCON Cedex

BORDEAUX
351, cours de la Libération 33405 -TALENCE Cedex

BREST
Faculté des Sciences et des Techniques,
6, avenue V. Le Gorgeu 29283 - BREST Cedex

CAEN (ou Basse-Normandie)
I.U.T. Boulevard Maréchal Juin 14000 - CAEN

CLERMONT-FERRAND
B.P. 45 - 63170 AUBIERE

DIJON
Université de DIJON IREM B.P. 138 21004 - DIJON Cedex

GRENOBLE
B.P. 41 - 38402 SAINT MARTIN D'HERES

LILLE
Faculté des Sciences et Techniques
B.P. 36 59655 - VILLENEUVE D'ASCQ Cedex

LIMOGES
123, rue Albert Thomas 87060 - LIMOGES Cedex

LORRAINE
Université de Nancy 1 - Faculté des Sciences
B.P. n° 239 54506 - VANDOEUVRE-LES-NANCY Cedex

LYON
Université Claude Bernard
43, Boulevard du 11 novembre 1918 69622 - VILLEURBANNE Cedex

MARSEILLE
U.E.R. de Marseille Luminy
70, route Léon Lachamp, case 901 13288 MARSEILLE Cedex 9

MONTPELLIER
Université des Sciences et des Techniques du Languedoc
Place Bataillon 34060 MONTPELLIER Cedex

NANTES
2, Chemin de la Houssinière 44072 - NANTES Cedex

NICE
Université de Nice, Parcs Valrose 06034 NICE Cedex

ORLEANS
Université - Domaine Universitaire de la Source 45046 ORLEANS Cedex

PARIS-NORD
Université PARIS-NORD
Avenue Jean Baptiste Clément 93430 VILLETANEUSE

PARIS-SUD
Université PARIS VII
2, Place Jussieu, Tour 56 75005 PARIS

PICARDIE
48, rue Raspail BC 619 02100 - SAINT QUENTIN

.../...

POITIERS
40, Avenue du Recteur Pineau 86022 POITIERS Cedex

REIMS
Moulin de la Housse - B.P. 347 - 51062 REIMS Cedex

RENNES
Avenue du Général Leclerc - Rennes Beaulieu - 35042 RENNES Cedex

ROUEN
B.P. 27 76310 - MONT SAINT AIGNAN

STRASBOURG
10, rue du Général Zimmer 67084 - STRASBOURG Cedex

TOULOUSE
UER MIG, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE Cedex

II - PUBLICATIONS APMEP

1) Brochures

n° 2 Matériaux pour l'histoire des nombres complexes, 69
n° 28 Analyse des données, tome 1, 80.
n° 40 Analyse des données, tome 2, 80.
n° 41 Fragments d'histoire des mathématiques, 83.
n° 43 mathématique active en seconde, 81, articles 4, 5, 19.

4. Mise à l'essai du programme de statistiques en Seconde AB - *Bernard Arnaud et Bernard Burret.*

Ce qui a été fait dans le cadre de la mise à l'essai dans deux classes de Seconde AB, en interdisciplinarité avec les sciences économiques et sociales, dans un cadre horaire strict de 12h.................p. 35

5. Statistique en Seconde AB en liaison avec les Sciences économiques. *Danièle Cazals et Jean Pierre Sorribas.*

Réalisation et exploitation d'une enquête par une classe de Seconde AB ....p. 44

19. Thème interdisciplinaire : géographie et mathématiques - *Lucien Augé.*

La construction géométrique par points de branches d'hyperboles permet le repérage de l'épicentre d'un tremblement de terre. Comment repérer cet épicentre sur une carte de géographie ? On est amené à résoudre un problème de calcul numérique et de représentation graphique dans lequel les angles jouent un grand rôle......................................p. 173

n° 45 Mathématiques et sciences physiques en lycée d'enseignement professionnel, 81.
n° 48 Evariste Galois (1811-1832), 82.
n° 51 Ciel, Passé, présent, 83.
n° 53 Musique et mathématique *suivi de* Gammes naturelles, 84.
n° 54 Presse écrite et mathématiques, 84.

2) PLOT

n° 2	(76) Travaux dirigés de Mathémusique p. 2 à 15	Math-musique
n° 3	(76) Une expérience pluridisciplinaire p.44 à 46 *(harmonisation des programmes de mathématiques et de physique en seconde AB en 75-76).*	Math-physique
n° 10	(80) Groupe pluridisciplinaire en mathématiques, sciences physiques, et sciences économiques et sociales)	Math-physique-économie
n° 18	(82) Raison et Sensation p.23 à 25	Math-philosophie
n° 20	(82) La perspective p. 7 à 15	Math-dessin
n° 20	(82) Maths et Langage au LEP p. 22-23	Math-français
n° 22	(83) Maths et corps humain p. 20 à 22	Math-biologie
n° 28	(84) Math, géo, et tout le tremblement p.5 à 8 *(article publié pages 53 à 56 de cette brochure)*	Math-géographie
n° 28	(84) Pascal, l'infini, et les terminales A- p. 9 à 15) *(article publié pages 69 à 76 de cette brochure).*	Math-philosophie

3) Dans les bulletins de l'APMEP

Divers articles peuvent être utilisés pour un travail interdisciplinaire, les plus récents :

- La relativité en seconde p. 829 à 839 - Bulletin n° 336 (décembre 82)	Math-physique
- Le calendrier grégorien p. 331 à 340 - Bulletin n° 344 (juin 1984)	Math-histoire-géographie
- Mathématiques à la volée dans un LEP du bâtiment p. 341 à 357 - Bulletin n° 344 (juin 1984)	Math-métallerie dessin industriel- français

III - DIVERS

- Liaison math-éco, quelques outils (CRDP Grenoble)	Math-économie
- Probabilités, statistiques et biologie (CEDIC)	Math-biologie
- Les frises dans la décoration de quelques églises romanes. Analyse géométrique (CRDP Poitiers)	Math-histoire.