

8

TRAVAUX D'ORLEANS

Introduction

par Pascal MONSELLIER, Régionale d'Orléans-Tours

Il faisait beau pendant ces trois jours de Septembre 1975. Heureusement, car les cubes de béton de l'Université d'Orléans sont disséminés sur un vaste campus boisé et les déplacements incessants d'un bâtiment à l'autre n'auraient pas été agréables sous la pluie.

Cinq cent dix enseignants de tous ordres, dont vingt pour cent de non mathématiciens, se sont réunis pendant trois jours pour réfléchir sur "les mathématiques dans l'enseignement scientifique et technologique". Certains avaient des idées et d'autres n'en avaient pas. Les travaux des groupes, dont on lira ci-après les comptes rendus, furent de niveau irrégulier. Il n'empêche que si nous ne sommes pas sortis de ces Journées avec des idées solides, beaucoup d'entre nous ont réalisé l'importance des problèmes à résoudre.

Les rapports du travail des groupes rendent compte de ce qui s'est dit, mais ne décrivent pas les rencontres, les échanges, les discussions passionnées, la vie même d'un tel congrès, qui en sont l'essentiel. Ils ne rendent pas compte de la joyeuse pagaye du premier jour quand le secrétariat fut débordé par la masse de ceux qui arrivèrent au dernier moment ; ni des tables rondes qui, prévues pour alimenter la réflexion des groupes, laissèrent les spectateurs plus songeurs que résolus. La première, qui réunissait une brochette d'éminents psychologues, laissa sur leur faim tous ceux qui découvraient les problèmes de l'acquisition des concepts scientifiques ; la seconde, consacrée au rôle des mathématiques dans la formation professionnelle et la formation permanente, permit aux enseignants présents d'entendre de dures vérités qu'on n'ose pas toujours leur dire.

Le principe des Journées en Septembre, inauguré à Orléans, a été accepté par les membres de l'A.P.M., malgré les inquiétudes initiales et les bavures de dernière minute créées par le gros problème des autorisations d'absence. Souhaitons que nous soyons plus nombreux à Rennes en Septembre 76, et qu'il y fasse aussi beau.

Tableau des groupes

A Enseignement pré-élémentaire
 B Enseignement
 C Enseignement du premier cycle
 D Second cycle général
 E Second cycle professionnel court
 F Second cycle professionnel long

Numéro du groupe	Intitulé du groupe	Animateurs mathématiciens	Animateurs non mathématiciens	Nombre de personnes
<u>A 1</u>	Premières manipulations. Premières observations	Mme FONDANECHÉ		23
<u>B 1</u>	Sciences de la nature	J. LECOQ		15
<u>B 2</u>	Investigation à caractère scientifique avec des enfants de 9 - 13 ans	J. SAUVY	Dick TAHTA	32
<u>B 3</u>	Géographie et mathématique	R. CREPIN	Mlle PRELE	9
<u>B 4</u>	Education physique, morale et mathématique	M. BEGUIN ; GOULFIER Mme GARNIER	Mme GILLE	12
<u>C 1</u>	Biologie et mathématique		M. DUCLOUX	26
<u>C 2</u>	Technologie, physique et mathématique	G. CLOPEAU, COULON, SEMONT	JOURDAIN, LAPOSTOLLE VOGEL	47
<u>C 3</u>	Géographie et mathématiques	J. CHABRIER	VIGNAL	23
<u>C 4</u>	Economie et mathématique ; travail indépendant en 3ème et 2ème	Mme MANGENEY	Mme DUBOIS	21
<u>D 1</u>	Biologie et mathématique	Mme PUECH	VIGNES	24
<u>D 2</u>	Physique, chimie et mathématique	F. COLMEZ	BERTHOMIER COLLETTE, HULIN	50

Les numéros soulignés sont ceux des groupes dont on trouvera ci-après les comptes rendus.

Numéro du groupe	Intitulé du groupe	Animateurs mathématiciens	Animateurs non mathématiciens	Nombre de personnes
<u>D 3</u>	Economie et mathématique	P. L. HENNEQUIN	Mme VARLOOT	32
<u>D 4</u>	Géographie et mathématique		Françoise PIROT	17
<u>D 5</u>	Informatique et mathématique	DUVERGNE, J.C. HERZ, Mlle LOPATA	ALT	36
<u>D 6</u>	Exemples d'actions interdisciplinaires	Michèle CHOUCHAN ROUQUAIROL	Mlle MERCIER ALLE	32
<u>E 1</u>	Secteur des industries mécaniques	J. BLION	BOUDIGNON MILOCHEAU	12
<u>E 2</u>	Secteur bâtiments travaux publics	C. PAGANO	THOMAS	6
<u>E 4</u>	Confection. Alimentation			7
<u>F 1</u>	Carrières paramédicales	J. BADRIKIAN	Mme PERRAULT	7
<u>F 3</u>	Economie et mathématique	MERIGOT	Mme GROSJEAN	8
<u>F 4</u>	Informatique et mathématique	J. SARGENT		12
<u>F 2</u>	Avec D 2	ROUMIEU		
	Clubs mathématiques			
	Jeux mathématiques			4
	Savoir minimum en fin de 3ème	Cl. LASSAVE		8

Groupe A 1 :

Enseignement pré-élémentaire

Premières manipulations ; premières observations

Compte rendu de Madame FONDANECHÉ

Participants :

- 12 institutrices de maternelle
- 2 institutrices d'élémentaire
- 4 professeurs-inspecteurs d'E.N.
- 2 conseillères pédagogiques de maternelle
- 1 professeur de lettres
- 1 psychologue.

A : Motivation, attitude et comportement pédagogique

I A l'école maternelle, il s'agit moins d'apporter un contenu, qu'une formation de l'esprit et un développement harmonieux des aptitudes.

Que signifie l'absence de programme ? Absence d'activités mathématiques ou bien exploitation de toutes les motivations dans la plus complète liberté ? Une autre attitude consisterait à choisir quelques thèmes ou pratiques du C.P. en vue "d'avancer" les enfants, par exemple "faire des ensembles" ou "faire des tableaux" dans l'intention de familiariser les enfants avec ces exercices.

Dans les activités de la maternelle, qu'elles soient motrices, sensorielles, graphiques, manuelles ... beaucoup de notions mathématiques sont en germe. C'est à l'enseignant d'avoir présentes à l'esprit, comme objectif lointain, les acquisitions de l'école élémentaire ; ce fil directeur lui faisant imaginer tout ce qui peut ouvrir et préparer l'esprit des enfants à ce contenu ultérieur.

C'est pourquoi il faut souligner au passage l'importance d'une solide formation mathématique pour les maîtres de l'enseignement pré-élémentaire.

A la maternelle, personne ne met en doute l'importance des pré-requis de la lecture. Or les pré-requis mathématiques se confondent avec les pré-requis de la lecture dans une même acti-

vité d'éveil, éveil à l'espace qui nous entoure, éveil au monde des objets, éveil au temps qui se vit, sensibilité aux relations entre les choses et les événements qui se déroulent.

A la maternelle, plus encore qu'à l'école élémentaire, le jeune enfant est prêt à suivre une foule de sollicitations ; son corps et son esprit d'une extrême mobilité semblent papillonner d'un intérêt à l'autre, et l'activité proposée ne peut être que globale. Par les situations qu'il vit, il accède peu à peu à la pensée logique et aborde certains concepts mathématiques.

Préparer l'enfant aux mathématiques, comme préparer l'enfant à la lecture, c'est enrichir son environnement et mettre en place tout un faisceau de dispositions et d'aptitudes. La maternelle doit donner toute sa valeur à la motivation, souvent très affective, du jeune enfant, mais elle ne doit pas négliger certains aspects en apparence contraignants, mais nécessaires :

1. l'éducation des *perceptions* sensorielles et motrices et la coordination de ces perceptions ;

2. l'éducation de l'*attention* (observation des similitudes, des différences, des modifications, des rythmes) ;

3. l'éducation de toutes les formes de *mémoire* (auditive, visuelle, verbale, motrice) ;

4. la perception de la *fonction symbolique* : comprendre une représentation sous toutes ses formes, comprendre un signe, obéir à un signal, trouver le sens d'un message et y répondre, découvrir la nécessité de conventions et de repères ;

5. l'apprentissage de la *socialisation*, afin d'être prêt à l'écoute et à la communication.

Toutes ces activités, d'apparence rébarbative, se font sous forme de *jeux* utilisant souvent du matériel varié et des objets courants (exemple : jeu de Kim, jeu du téléphone, pigeon vole, jouets, images ...).

II Méthode de travail.

Elle peut comporter plusieurs étapes successives.

1. *Observations, manipulations*

Des objets sont mis à la disposition des enfants.

- *Premier exemple* : des boîtes et des pots avec des couvercles qui correspondent ou non à ces boîtes et à ces pots. Les obser-

vations spontanées portent aussi bien sur la matière (métal, carton, verre, plastique), que sur la forme, la taille, le décor ou l'usage de ces récipients. Les manipulations — essayer les couvercles — entraînent, selon les enfants, ou des essais sauvages, ou des actions réfléchies, et même organisées. Certaines remarques sont plus importantes les unes que les autres, d'où la phase suivante :

2. *Verbalisation* avec
- | |
|--------------|
| description |
| critique |
| raisonnement |

La discussion permet de faire un choix parmi les observations : (pour trouver le couvercle, il suffit de regarder la taille et la forme de ce qui doit être bouché) et de dégager un procédé qui permettra de rendre compte de ce qui a été fait et dit. D'où l'importance de la phase suivante :

3. *Schématisation* avec recherche du procédé le plus rapide, le plus facile, le plus exact, le plus clair : c'est ainsi qu'on va décalquer les couvercles et les attacher à leur boîte par un lien dessiné.

4. *Se poser de nouvelles questions* pour amener à de nouvelles découvertes :

Un enfant découvre qu'on pourrait dessiner une flèche allant du couvercle à la boîte, "ce couvercle est le couvercle de cette boîte". Un autre découvre la relation réciproque et exprime "a pour couvercle" par une flèche de sens contraire. Un autre découvre l'existence de pots sans couvercles et de couvercles "sans pots", et il propose d'éliminer pots et couvercles inutiles, observant qu'à chaque pot correspondrait ainsi un couvercle (ce qui est un pas vers la relation d'équivalence).

Un autre enfant suggère de faire un travail analogue avec des bouteilles, des tubes et leurs bouchons (suggestion qu'on reprendra plus tard dans un travail par groupes).

• *Deuxième exemple* : recherche de chemins qu'on construit dans la salle de jeux pour aller d'une maison à une autre.

Cerceaux, tapis, bancs, anneaux, carrés de carton, bâtons, ficelles sont mis à la disposition des enfants.

Par la même méthode, on arrive à découvrir le départ, l'arrivée, le sens du trajet et le moyen, par un signe, d'indiquer ce sens aux enfants absents de la salle de jeux. On se demande comment dessiner ces chemins sur une feuille de papier posée sur le sol, ou sur le tableau de la classe.

III Attitude de l'enseignant

- observer le comportement de l'enfant, l'écouter.
- faut-il tout accepter ? tout exploiter ?
- faut-il intervenir ?
- faut-il proposer ? suggérer ? organiser ?

Il faut *laisser les enfants libres d'agir et de parler* sans que la confusion et le désordre s'instaurent. A quatre et cinq ans, la socialisation n'est pas encore établie ; les enfants ont du mal à respecter les tâtonnements de leurs camarades, à laisser les autres s'exprimer, critiquer, justifier, proposer. L'enseignant a donc à intervenir. Il est bon aussi parfois de susciter des moments de silence propres à l'observation et à la réflexion.

Exemples de comportement pédagogique :

- Premier exemple cité :
 - Un enfant voudrait introduire d'autres pots (pour les couvercles en trop). Bien sûr, cela est possible, mais la maîtresse n'est pas obligée d'accepter dans l'immédiat une proposition venant introduire une situation nouvelle.
 - Des enfants désirent grouper les objets par matière. Cela est possible, mais la maîtresse ayant en vue l'expression d'un lien verbal entre pots et couvercles ne peut accepter à ce moment-là cette suggestion ; elle l'ajourne sans la condamner.
 - Par contre, les enfants n'éprouvent pas le besoin de trier boîtes et couvercles et de constituer deux ensembles distincts. Ce tri serait peut-être commode, mais il n'est pas indispensable ; la maîtresse n'a pas à hâter cette disposition.

Accueillir les suggestions des enfants, c'est les écouter avec bienveillance, les valoriser si possible, mais cela ne veut pas dire les suivre forcément.

Au contraire, si les enfants ne semblent pas mûrs pour la découverte, il faut s'efforcer de ne pas imposer son point de vue, mais savoir attendre une étape ultérieure.

- Deuxième exemple : spontanément, les enfants construisent des chemins qui se croisent. Dans un premier temps on peut laisser jouer les enfants. Ils peuvent certes prendre conscience de l'existence de plusieurs chemins possibles pour aller d'un point à un autre, mais il sera difficile d'exploiter à ce stade un itinéraire trop complexe.

Il faudra donc ultérieurement se fixer une consigne (ce que les enfants acceptent volontiers, la règle du jeu étant modifiée d'une séance à l'autre). L'enseignant a ici le rôle de "meneur de jeu".

IV Ecueils rencontrés par les enseignants

1. *Choix du matériel ou de la situation à proposer.*

Donner la préférence au matériel qui satisfait le besoin d'activité de l'enfant, son goût pour le jeu et en particulier les jeux d'imitation et de création. On peut utiliser les objets familiers existant en classe, à la maison, dans les magasins (boîtes, sacs, vaisselle, linge, matériel d'écolier, jouets reproduisant des animaux, des voitures, des avions, des personnages), des fruits, des friandises, des images, utiliser le matériel dit d'éducation physique, ce qu'on fabrique en travaux manuels, des découpages par exemple.

Le matériel structuré n'est introduit que pour des objectifs précis (par exemple pour l'intervention de la propriété couleur).

Les situations proposées par l'environnement sont souvent très riches (les arbres de la cour, les maisons de la rue, vêtements des enfants) ou par l'occasionnel (les fêtes, un spectacle, une course) ou par un conte qu'il est possible de jouer ("Les trois ours"). Mais il s'agit de *ne pas confondre* activité d'éveil et activité mathématique ; il faut se méfier des situations imaginaires sans support matériel (un conte inventé par un enfant, une émission de télévision vue par quelques-uns), démêler les situations trop complexes pour être exploitées efficacement. Il faut également ne pas accepter des objets ayant des caractères imprécis (couleur, nature des étoffes par exemple). C'est la maîtresse qui doit *choisir* elle-même le matériel à proposer aux enfants.

2. *Manque de netteté dans les manipulations.*

L'enseignant doit se montrer exigeant dans la disposition du matériel, ne pas accepter qu'une situation soit à chaque instant bouleversée et remise en cause.

3. *Verbalisation* qui tourne au bavardage, *imprécisions* dans le langage.

L'enseignant doit veiller à employer un langage précis, des termes à la fois simples et exacts, habituer les enfants à une certaine rigueur ; il faut en particulier se méfier de certains termes du vocabulaire courant susceptibles d'entraîner des ambiguïtés : "il est pareil", il est "contre" la voiture, il est au "milieu" des deux chaises.

Il faut aussi apprendre aux enfants à ne pas tout dire, mais à choisir les observations utiles à ce qu'ils veulent montrer.

4. *Danger de la formalisation*

L'enseignant doit se garder d'introduire prématurément des concepts. Le travail des enfants doit être d'observer, de manipuler des objets, de se poser des questions, de chercher à y répondre. Ce n'est que par la confrontation de multiples situations que les enfants s'acheminent vers certains concepts, sans pour cela les formuler.

5. *Brûler les étapes*, ne pas laisser les enfants *découvrir*, ne pas laisser mûrir ce qui a été entrevu.

Il faut que l'enseignant accepte la lenteur de l'approche des concepts. La notion d'équivalence qui nous semble évidente est très longue à se construire dans l'esprit de l'enfant. Les relations d'ordre peuvent être vues sans qu'il soit possible de les exprimer, car les enfants se heurtent à des difficultés de langage. Les répétitions, sous des formes diverses, seront donc nécessaires. Faire le plan d'une pièce demande plusieurs étapes de représentations intermédiaires avant de pouvoir dessiner sur une feuille de papier.

Il faut accepter parfois que l'activité mathématique reste à l'état d'approche, sans exploitation totale et sans conclusion formulée.

B : Dans quels domaines travailler à l'école maternelle

I Notions mathématiques et physiques

{ observées découvertes exploitables	grâce	{	à l'environnement
			aux intérêts immédiats ou momentanés
			aux activités manuelles

Quelques exemples :

- tris et rangements de matériel scolaire (crayons noirs, crayons de couleur, crayons bille, crayons feutre, ...)
- groupements observés (la boîte de crayons de couleur) ou construits par l'enfant (des colliers) ;
- recherche de critères de classement (des livres, du linge, des fruits ...)
- appartenance à une classe d'objets (maisons à un étage, les autos dans le parking, les arbres de la cour, animaux du cirque, animaux de la ferme, enfants restant à la cantine) ;
- notion de taille, forme, couleur (les perles, les pots de fleurs, les rubans ...)
- ordre dans les objets (rangement de casseroles de plus en plus grandes) ; équivalence, avec le couvert, les chaussures, les vêtements ; ordonner suivant une règle (rythmes) ;

- les relations parentales, les décors de la vaisselle, le linge, les papiers de tapisserie ...);
- vider, transvaser, contact avec la balance, la toise ... ;
- observation de carrelages, de papiers de tapisserie.

II Exploration de l'espace

Commencée en activités perceptivo-motrices ; exercices essentiellement vécus, et observés.

1. *Se situer*

- *par rapport à soi-même* : prendre conscience des possibilités des différentes parties du corps : mettre la main sur son épaule ;
- *par rapport à un objet* : devant, derrière, dessus, dessous, à l'intérieur, à l'extérieur ; peu à peu prendre conscience de la relativité de sa position ou de son ambiguïté : être devant l'armoire, c'est lui tourner le dos aussi bien qu'être en face ; un cerceau n'a pas de devant, ni de côté ;
- *par rapport à plusieurs objets* : entre, devant l'un et derrière l'autre, devant les deux ;
- *par rapport à une personne ou à un objet orienté* : face à face, dos à dos (notion de sens) ;
- *par rapport à plusieurs personnes* : être en ligne, en file, faire partie d'un groupe non rangé.

2. *Se déplacer*

a) *notion d'espace* (là où on peut aller), se mettre partout (dispersion) ; ce qui arrête (mur, barrière ; ligne fermée ou ligne ouverte ; franchir la porte) ; se déplacer par rapport aux limites ; réduire l'espace ; occuper des espaces de plus en plus petits ; occuper par du matériel l'espace-table, l'espace-feuille ; délimiter plusieurs régions sur l'espace-feuille (pour cela plier, tracer des lignes, examiner ces lignes ...) ;

b) *le mouvement ; le déplacement* : conscience des mouvements du corps ; recherche de signes qui commandent le mouvement, le déplacement ; inventer des trajets ; les décrire.

3. *Nécessité de repères* : départ, arrivée, sens d'un trajet ; ce qui indique la direction : panneaux, flèches ; exercices possibles : se placer dans la direction d'un objet orienté, se placer dans la direction d'une flèche, flécher un trajet, parcourir un trajet fléché, reconstituer un trajet effacé, aller vers, aller de ... à ..., depuis, jusqu'à ...

Il faut noter la difficulté de la verbalisation à ce niveau.

4. *Représentation graphique* : reproduire un trajet par un dessin sur le sol (l'usage de flèches mobiles facilite les enfants qui ont du mal à dessiner) ; puis reproduire un trajet sur un espace horizontal plus petit (tableau souple, feuille de papier) avant d'obtenir une représentation sur tableau vertical ou une représentation mémorisée. Il ne faut pas minimiser les difficultés rencontrées par les enfants pour cette représentation. C'est pourquoi il est indispensable de multiplier les exercices vécus ; de faire découvrir l'importance de l'orientation de l'espace dans lequel on agit et du choix des repères qu'on va indiquer. Dans un premier temps, les enfants désirent dessiner le plus de détails possible, mais peu à peu la représentation s'épure pour ne garder que ce qui est utile.

Il est nécessaire de vérifier que les représentations d'un enfant sont comprises par les autres. Les exercices de *codage* et de *dé-codage* doivent être très nombreux à ce stade.

On utilisera la même méthode dans des situations plus complexes : trajets avec *obstacles* ; avec *croisements* ; avec *trajet retour*.

5. *Problèmes de latéralisation*. La latéralité étant liée à la perception motrice de la main dont on se sert le plus volontiers, les enfants n'ont pas une notion nette de la droite et de la gauche. La droite d'un objet, c'est pour le jeune enfant ce qui est à sa droite. Il ne faut pas espérer résoudre de façon sûre et définitive les problèmes de latéralisation.

Ce qu'on peut fixer, et cela à l'aide du sens de la circulation sur les routes (qui est familier aux enfants), c'est que chacun puisse désigner "sa" droite et "sa" gauche, et par rapport à lui le sens gauche-droite (par exemple) qui est celui de l'écriture.

III Exploration du temps. Quelques activités :

1. *Le temps perçu dans la vie de l'enfant depuis sa naissance*. Grâce à des photos ou à des films qui retracent la vie des enfants, il est possible de mettre en évidence des étapes caractéristiques et de trouver des repères communs à tous permettant de fixer ces étapes et de les comparer. C'est ainsi qu'apparaît la notion d'âge liée aux anniversaires.

Le temps n'est pas perçu alors dans sa durée, mais comme un repérage d'instant.

2. *Constitution de bandes dessinées* liées au déroulement de la journée ou d'une activité particulière : par exemple, les enfants dessinent ce qu'ils font depuis leur réveil jusqu'à leur départ à l'école.

3. Construction d'un calendrier

— par *semaine* : sensibilisation au nom des jours qui se succèdent dans le même ordre ;

— la continuité des *jours* avec leur numéro (les feuillets de l'éphéméride qu'on colle chaque matin sur une bande horizontale) ; on s'apercevra plus tard de l'existence de *mois* qu'on sera amené à comparer.

Les jours qui se succèdent sont liés aux événements de la vie de la classe. Par leur place (nom et numéro) se crée une certaine notion d'ordre. On peut repérer les jours sur les divers calendriers ; l'intervalle entre deux jours se concrétise dans l'espace.

La construction du calendrier est une activité qui passionne les enfants, mais elle doit être menée très progressivement.

4. *Approche de l'heure* : repérer l'heure sur une pendule sans aiguilles avant d'observer la véritable horloge.

IV Rapports entre les mathématiques et les autres disciplines

1. Mathématiques et français (écriture et lecture en particulier).

La lecture fait appel :

- à la structure de l'espace et du temps (avant, après) ;
- au repérage auditif et visuel de certains mots globaux et des phonèmes ;
- à l'agencement des éléments.

Toutes ces notions s'épaulent mutuellement en mathématiques et en français.

2. Mathématiques et musique :

- perception des ressemblances et des différences ;
- notion de rythmes ;
- codages et décodages.

4. Mathématiques et activités physiques :

- structuration de l'espace ;
- sens de l'orientation, direction, latéralisation.

5. Mathématiques, dessin, travaux manuels :

- utilisation du papier et autre matériau du point de vue de l'espace ;
- repérage des points, des lignes par le pliage, le découpage ; comparaisons de surfaces, de formes ; utilisation de formes géométriques, de volumes, etc...

C : **Autres questions abordées au cours des journées** et qui ont fait l'objet de discussions :

- le travail en ateliers — le travail en petite section ;
- l'usage des instruments de mesure ;
- les motivations issues des événements de la classe ;
- le nombre comme cardinal ;
- usage de la flèche représentative d'un itinéraire, d'une relation.

Groupe B 1 :

Mathématiques et sciences de la nature dans l'enseignement élémentaire

Compte rendu par J. GERMAIN et J. LECOQ

Animateurs : J. GERMAIN (Eveil, E.N.G., Caen)

J. LECOQ (Mathématiques, E.N.G., Caen)

M. TAVERNIER, malade, remplacé par M. SOUESME (Eveil, Orléans).

Ce groupe a rassemblé quinze personnes : cinq instituteurs, deux PEN enseignant l'éveil, huit PEN enseignant les mathématiques.

Il s'agissait pour ce groupe de réfléchir sur les articulations réalisables à l'école élémentaire entre les disciplines d'éveil à dominante scientifique et les mathématiques. C'est un sujet qui est souvent évoqué dans les Ecoles Normales. Les animateurs du groupe, en particulier, ont plusieurs fois souhaité de travailler ensemble mais, pour des raisons diverses, n'y sont pas encore parvenus.

Par ailleurs, nous n'avons pas connaissance de travaux déjà réalisés sur ce thème, soit au niveau des classes élémentaires, soit à d'autres niveaux (APM, IREM, etc...).

Faute de documents pouvant servir de points de départ au travail du groupe, nous avons axé notre réflexion autour du texte suivant que nous avait fait parvenir la Régionale d'Orléans :

“Les mathématiques ne sont pas un outil, c'est-à-dire ne sont pas un objet externe à une théorie ou à une pratique, permettant de réaliser les tâches des non mathématiciens. Elles sont constitutives des modèles que proposent ces derniers dans les processus de mathématisation de problèmes concrets. Les procédures utilisées alors peuvent dépendre fortement d'un ensemble de significations inhérentes à la discipline en question.

Appliquer les mathématiques, c'est, en particulier, dans une phase de modélisation et après la reconnaissance de certaines structures, utiliser un corpus de propositions mathématiques, d'où certaines significations ont été évacuées, afin d'obtenir une économie de travail, c'est-à-dire d'éviter de reconstituer le corpus déjà établi. Il ne s'agit donc pas, pour chaque groupe de travail, d'élaborer un catalogue de contenus mathématiques dont la discipline concernée aurait besoin, catalogue qui n'est par ailleurs pas inutile, ni de récriminer au sujet des parties inadéquates des programmes de mathématiques ou des méthodes de travail des professeurs de mathématiques.

Par contre, à travers les conclusions que le groupe tirera, à partir des documents (amenés par les animateurs) et des discussions, il serait très souhaitable que le groupe puisse conclure quant au caractère exemplaire, c'est-à-dire généralisable, de telle ou telle publication, qu'il pose les questions intéressantes à proposer pour les années à venir en exhibant des travaux interdisciplinaires pertinents à réaliser.

Le groupe se doit de poser des questions, non dans un sens traditionnel : ce que font les professeurs de mathématiques ne sert pas à grand chose, mais dans la perspective d'approfondir dans tel ou tel domaine les problèmes qui font intervenir des notions de nature mathématique, épistémologique, pédagogique, didactique et/ou nécessitant une expérimentation.”

Voici les points d'articulation entre *Eveil* et *Mathématiques* qui nous sont apparus déjà réalisés ou réalisables.

I) Utilisation des mathématiques.

I-1. *Au niveau de l'exploration d'une situation.*

De nombreuses situations abordées en *Eveil* donnent lieu à des mesures et à des calculs.

En ce qui concerne la mesure, les commentaires du programme de mathématiques du 2-1-70 sont clairs :

“A l'Ecole Primaire, l'idée de mesure est toujours intensément liée à la pratique, à l'activité manuelle, à l'expérience, à l'étude de milieu. Le premier rôle du maître consiste à offrir aux enfants un vaste champ d'expériences les amenant à comparer. Ils ressentiront alors le besoin de mesurer”.

C'est précisément ce “vaste champ d'expériences” que proposent les activités d'éveil.

En ce qui concerne le calcul, les disciplines d'éveil apparaissent en consommateur de concepts et de mécanismes montés dans le cadre des leçons de mathématiques. Elles peuvent donc contribuer à l'entretien et au perfectionnement de certaines techniques opératoires.

Certains collègues signalent à ce propos des difficultés parfois éprouvées par les enfants dans l'utilisation de certaines notions mathématiques. Il arrive, par exemple, qu'ayant à traiter un calcul, les enfants hésitent entre plusieurs opérations. N'est-ce pas l'indice que les opérations en question ont été étudiées pour elles-mêmes et que leur capacité à décrire le réel n'a pas été suffisamment perçue par les enfants ?

Des rudiments de géométrie (propriétés de figures simples, symétrie, etc...) se rencontrent dans certaines activités (relevés topographiques, étude d'itinéraires, etc...).

Les activités de classification sont particulièrement fréquentes en éveil. On peut chercher à classer des objets (feuilles, plantes, animaux, roches, ...); on peut également élaborer ou utiliser des clés de détermination.

Leur élaboration met en évidence plusieurs partitions des objets en question, auxquelles on associe des critères de classement ; après quoi, il faut mettre au point une procédure (un algorithme) de classification. A l'inverse, l'utilisation d'une clé de détermination telle qu'on peut la trouver dans certains ouvrages peut être l'occasion d'analyser les critères retenus par l'auteur et la procédure de classification proposée.

Dans ces activités, plusieurs partitions emboîtées ou non interviennent et les situations qui servent de support sont souvent totalement dissymétriques (les classes ont des effectifs variables ; certaines classes peuvent être vides, il s'agit alors de savoir s'il existe des objets possédant les critères qui définissent ces classes).

Enfin, ces activités mettent l'accent sur l'aspect algorithmique des classifications.

Les mêmes activités présentées dans le cadre des mathématiques ont un tout autre aspect. Trop souvent on privilégie la relation d'équivalence (quand ce n'est pas le "lien verbal") sur la partition. Les critères de classement sont issus de perceptions assez sommaires (forme, couleur, ...), ce qui aboutit à privilégier certaines partitions et presque toujours à ne les examiner qu'une par une ; on perd ainsi l'occasion de travailler sur plusieurs partitions emboîtées ou non. C'est-à-dire d'approcher la comparaison entre partitions (ce qui conduira plus tard à l'idée de partitions plus ou moins fines puis au treillis des partitions d'un ensemble).

Autre inconvénient des activités de classement menées dans le cadre des leçons de mathématiques : les objets sont tous présents, ce qui n'est pas toujours le cas en éveil.

Enfin, et pour mémoire, les situations présentées en mathématiques (quand le titre de la leçon est : "classement") sont presque toujours artificielles, l'exemple type étant celui des blocs logiques. En Eveil, la situation abordée est en général foisonnante et le classement des objets examinés est une étape nécessaire pour amorcer une étude plus détaillée.

1-2. Les besoins d'organisation

Après une phase d'exploration tâtonnante, la nécessité d'une organisation se fait sentir ; en voici un exemple :

Des enfants ont à leur disposition des piles (2 lames, P_1 , P_2), des ampoules (4 parties, A_1 , A_2 , A_3 , A_4). Après un certain nombre de manipulations libres, ils éprouvent le besoin de recenser toutes les dispositions possibles pile-ampoule afin de pouvoir mener une expérimentation systématique.

L'idée de produit cartésien apparaît alors comme principe d'organisation et peut se traduire par la confection d'un tableau tel que celui-ci :

	A_1	A_2	A_3	A_4
P_1				
P_2				

A propos de cet exemple, on peut se poser la question de savoir si l'idée de produit cartésien doit naître de l'activité expérimentale pour être reprise dans un contexte mathématique ou si, à l'inverse, elle doit être présentée in abstracto en mathématiques pour être ensuite utilisée dans un cadre expérimental. Y a-t-il transfert d'une activité à l'autre ou y a-t-il démarche dialectique entre l'expérience et le modèle ?

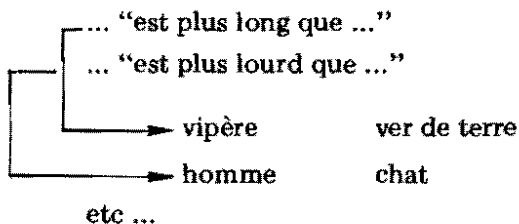
1-3. Expression des résultats

C'est à ce niveau qu'interviennent les confusions les plus fréquentes lorsqu'on s'interroge sur les relations entre Eveil et Mathématiques.

Pour organiser les résultats obtenus à partir d'une situation, il est commode d'utiliser des tableaux de nombres ; des courbes, des diagrammes, des tables à double entrée, des histogrammes, etc... C'est une opinion très répandue de croire qu'on a fait alors des mathématiques (opinion que l'on trouve entre autres dans les fiches d'activités d'éveil du commerce).

Nous en avons d'ailleurs un exemple à Orléans où étaient exposés des travaux libres (certains intitulés "Biologie et mathématiques") réalisés par des élèves du CES de Remoulins.

Outre les représentations évoquées ci-dessus et un certain nombre de calculs (additions, multiplications, ...), on y voyait des choses du type :



Tout ce que l'on peut dire à ce propos, c'est que certains modes de représentation (tableaux, courbes, etc ...) sont à la disposition de tous. On les utilise en mathématiques, certes, mais ni plus ni moins que dans d'autres secteurs de l'activité humaine (1). On ne doit pas ces modes de représentations aux seuls mathématiciens et les utiliser ne signifie pas que l'on ait fait

(1) Voir à ce propos l'article "Représentations graphiques" dans MOTS II 1975 (APMEP éditeur).

des mathématiques (Les élèves du CES de Remoulins voudront bien nous pardonner cette opinion).

Il n'en reste pas moins que les mathématiques peuvent fournir, en certaines occasions, des moyens d'expression et de prévision bien adaptés. Par exemple :

— Si des enfants ont observé des liquides non miscibles et ont constaté qu'ils se répartissent dans un tube selon une disposition invariable, alors le langage convenable est celui des relations d'ordre.

— L'étude des liquides miscibles à l'eau ou au pétrole doit pouvoir se traduire en termes de partitions.

— Certains phénomènes de croissance, l'étude d'engrenages, utiliseront le langage des fonctions.

— Etc ...

I-4. *Prolongement des résultats*

Dans l'étude des liquides non miscibles évoqués ci-dessus, les enfants pensent spontanément que le plus lourd est au fond, mais pour aller au-delà dans cette étude il faudrait qu'ils disposent de la notion de masse volumique. Des situations analogues existent en physique, mais nous n'en avons pas trouvé ailleurs ; le seul exemple que nous connaissions et qui s'en rapprocherait est l'étude des hépatiques dans les Monts Beskides évoquée par Steinhaus dans "Mathématiques en instantanés" (p. 118 et suivantes).

II) De l'Eveil vers les Mathématiques.

II-1. Dans un CM₁ transition en Guyane, les enfants se sont intéressés à la production des citronniers. Recherchant des informations, ils ont été amenés à utiliser des statistiques officielles mais se sont heurtés à des difficultés dans la lecture des tableaux de nombres, dans l'utilisation des pourcentages et des mesures.

La maîtresse a dû reprendre ces thèmes afin de fournir des outils nécessaires à la poursuite de l'étude entreprise. Cette phase "théorique" rentre dans le cadre des mathématiques.

II-2. On présente aux enfants une photo prise dans un lieu qu'ils connaissent bien, leur classe par exemple. Question : d'où la photo a-t-elle été prise ?

Cette activité justifie l'introduction de la notion d'angle et peut conduire à une première approche de ce qu'on appelait jadis l'arc capable.

Ayant été vécue par les enfants, cette activité pourra être transposée sur le papier et donner lieu à des prolongements géométriques (voir par exemple le jeu du chat et de la souris dans "Activités et Recherches Pédagogiques" n° 19).

II-3. L'étude d'un milieu avec les grands (CM) nécessite souvent, soit l'arpentage du terrain, soit des relevés topographiques (exemples : relever le plan d'un étang ou bien dresser le profil d'une plage). Les visées nécessaires au relevé peuvent être faites à l'aide d'une "pseudo-alidade" réalisable par les enfants, et les résultats de ces visées sont enregistrés directement sur la planche à dessin. On entre alors de plain-pied dans la géométrie par l'intermédiaire du dessin technique.

II-4. Des mécanismes simples utilisant des engrenages ou des poulies reliées par des courroies peuvent introduire à l'étude des fractions. La description de leur fonctionnement utilise des fonctions.

Les sciences physiques peuvent fournir de nombreux points de départ justifiant une étude mathématique de la linéarité.

II-5. La biologie conduit très facilement à l'idée de moyenne puisqu'elle étudie des populations. Voici des questions qui se présentent de façon naturelle :

Combien y a-t-il de fourmis dans une fourmilière, de poissons dans un étang, de feuilles sur un arbre, de plantes sur un hectare, de coquillages sur une plage ?

On est alors au seuil d'un domaine jusqu'à présent inexploré à l'école élémentaire, celui des statistiques. Outre les méthodes propres à cette discipline (et dont beaucoup pensent qu'il serait urgent de l'introduire assez tôt dans notre enseignement), elle serait l'occasion de nombreux calculs numériques un peu moins "simplistes" que ceux présentés dans la leçon de calcul.

II-6. Il est tentant d'aller au-delà et de penser que certaines parties des programmes pourraient être prises en compte par les disciplines d'éveil. Longueur, aire, masse, temps, en un mot les activités de mesurage s'introduisent de façon certainement plus

naturelles dans le cadre de l'éveil que dans les mathématiques stricto sensu. Non pas que ces concepts doivent disparaître des programmes de mathématiques, mais qu'au moins leur introduction, leur pratique et une partie de leur étude soient effectuées dans le cadre d'activités expérimentales. A notre sens, cela relève plus d'une bonne organisation de la vie de la classe que de l'étiquette attribuée à telle ou telle activité. Cela nous paraît d'autant plus facile à réaliser que c'est le même enseignant qui s'occupe et d'éveil et de mathématiques d'une part, et d'autre part que les commentaires des programmes de mathématiques font explicitement référence "à la pratique, à l'activité manuelle, à l'expérience, à l'étude du milieu".

Ce thème des mesures, de même que celui des classifications (voir I-1), nous est apparu comme l'un des points de rencontre immédiatement exploitable.

III) Parallélisme des démarches en Eveil et en Mathématiques.

Le programme de mathématiques actuellement en vigueur à l'école élémentaire ne fait pas référence aux activités d'éveil. En revanche, les groupes de travail qui réfléchissent sur le contenu, les méthodes et les finalités des activités d'éveil font constamment référence aux mathématiques (consulter les documents publiés, voir bibliographie).

A titre d'exemple, voici un extrait d'une conférence de l'I.G. Dulau ("Du texte d'orientation à la mise en oeuvre des activités d'éveil à l'école élémentaire").

"L'induction permet à l'écolier de décrocher au moment où il doit le faire, où il ne peut plus suivre. Toute la partie inductive est possible avec tous les élèves mais au niveau de la conceptualisation certains vont décrocher ; quelques-uns pourront peut-être raccrocher pour l'application par déduction : il y a là une progression qui n'élimine pas d'un seul coup tous les enfants. Si vous commencez par la partie la plus abstraite, la plus ramassée, la plus difficile, c'est-à-dire le concept, la loi, la règle, une moitié de la classe va décrocher tout de suite.

Si vous demandez aux élèves d'appliquer ce qu'ils ont mal compris, par déduction, il est certain qu'il y aura des échecs. Même les mathématiques autrefois déductives, par essence (le rectangle est un parallélogramme qui a un angle droit, et toutes les propriétés s'en déduisaient, chacune faisait l'objet d'un théorème ...)

sont devenues inductives. Les mathématiciens, à présent plus modestes, se mettent dans l'atmosphère des activités d'éveil, devant des situations globales et hétérogènes ; il leur suffit qu'elles soient mathématisables. A partir d'une telle situation, on observe, comme en biologie ou en technologie, on établit des relations (tout le programme de mathématique moderne de l'école élémentaire est vraiment établi sur le problème des relations). On essaie de les mettre en forme et, après seulement, on peut les appliquer par déduction ; c'est la partie la plus abstraite qui apparaît, en mathématiques modernes, surtout au niveau de la quatrième, année fondamentale.

Les disciplines, à l'école élémentaire, comportent les trois volets mais dont l'importance est variable :

— EN SCIENCES, par exemple, à dominante scientifique, les activités d'éveil auront une première partie d'induction très grande, une seconde, de déduction, plus petite.

— EN TECHNOLOGIE, on pourra développer la partie de déduction parce que les phénomènes physiques sont unis par des relations plus étroites, plus mathématiques, plus mathématisables, que les relations biologiques.

— Enfin, POUR LES MATHÉMATIQUES, il existe des relations, disons inexorables ; aussi, à priori, la partie déduction est plus importante que la partie induction.

Mais on nous dit que, dans le jeune âge, et même jusqu'à la fin de la cinquième, la partie induction doit avoir une très grande part, tout en préparant, bien sûr, le troisième volet."

Dans le texte de la Régionale d'Orléans cité au début de ce compte rendu on trouve l'affirmation suivante : "Elles (les mathématiques) sont constitutives des modèles que proposent ces derniers (les non-mathématiciens) dans les processus de mathématisation de problèmes concrets". Nous voulons bien y croire mais lorsque nous avons voulu analyser ce point de plus près ... les forces nous ont manqué.

L'une des principales caractéristiques des situations abordées en Eveil est d'être riches et par conséquent le problème auquel on se heurte est d'isoler la (ou les) variable(s). D'ailleurs, très souvent, ce ne sont pas les enfants qui découvrent la (ou les) variable(s) dont dépend le phénomène.

Il n'en va pas de même en mathématiques. Très fréquemment — tout au moins dans le cadre scolaire — le problème étudié dépend d'une variable et celle-ci est plus ou moins en évidence. Même dans le cas où l'on propose aux enfants l'étude d'un véritable problème de mathématiques, c'est-à-dire dans le cas où l'étude commence comme en éveil par une exploration tâtonnante, il apparaît une différence essentielle : dans le problème mathématique l'exploration débouche sur l'élaboration d'une conjecture par induction, alors qu'en éveil l'induction est souvent mise en échec. Par exemple, à mesure qu'on chauffe de l'eau la température s'élève, mais le phénomène thermique dû à l'ébullition n'est pas prévisible par induction.

En éveil, comme en mathématiques, la formulation des hypothèses à partir de l'exploration relève du tâtonnement, du hasard, de la comparaison, de l'analogie. C'est particulièrement le cas en ce qui concerne les travaux de physique. En ce qui concerne les aspects biologiques, l'expérience n'est pas toujours possible. Il faut alors se contenter de décrire ; au mieux on peut être conduit à construire une maquette simulant le phénomène. Par exemple, l'étude de la vipère peut amener à se demander comment il se fait que lorsque l'animal ouvre la gueule, les crochets à venin se trouvent en position d'attaque. Une maquette met en évidence le phénomène mécanique sous-jacent ; on rejoint là le travail manuel et une première initiation à la technologie.

Il nous paraît que les sciences de la nature au niveau de l'école élémentaire ont un aspect beaucoup plus qualitatif que quantitatif. Elles sont donc consommatrices de mathématiques (au niveau du calcul) et peuvent fournir des motivations non négligeables pour l'introduction et l'étude de certains concepts mathématiques.

Cette opinion n'est bien sûr pas définitive ; elle ne fait que traduire l'impression ressentie par le groupe. Pour aller au-delà, il faudrait qu'une étroite collaboration s'instaure dans les Ecoles Normales entre l'éveil et les mathématiques. Il serait souhaitable que des comptes rendus précis d'activités menées en commun soient publiés afin que l'on puisse dépasser les impressions qui furent les nôtres.

Par ailleurs, nous avons eu le sentiment qu'il nous manquait la présence d'un épistémologue pour nous aider à cerner et à poser les problèmes.

IV) Comparaison des objectifs.

La référence constante aux mathématiques que l'on trouve dans les documents publiés sur les activités d'éveil (voir VI-Annexe) nous a amenés à tenter de comparer les objectifs que se donnent les deux disciplines.

L'équipe de recherche de l'INRDP les organise en cinq rubriques :

- G — Education générale
- L — Maîtrise des différents langages
- M — Méthodes de travail
- T — Acquisition de techniques
- C — Acquisition de connaissances.

La rubrique L se décompose elle-même en cinq paragraphes dont :

L.4. Application des mathématiques

L.4.1. *Classements, sériations*

A l'occasion des exercices de classement et de sériation :

- L.4.1.1. Savoir définir de façon univoque des attributs significatifs.
- L.4.1.2. Savoir exécuter le classement ou la sériation en respectant les contraintes mathématiques de l'opération.
- L.4.1.3. Savoir représenter graphiquement les résultats du classement par un diagramme ou un arbre.

L.4.2. *Relations géométriques*

- L.4.2.1. Savoir reconnaître les éléments de symétrie ou trouver une loi de composition géométrique à l'occasion d'une observation.

L.4.3. *Opérations numériques*

- L.4.3.1. Savoir dénombrer, lire et écrire les nombres même très grands ou très petits.
- L.4.3.2. Savoir reconnaître la nature de l'opération à effectuer (addition, etc.) pour résoudre un problème pratique.
- L.4.3.3. Savoir effectuer l'opération :
 - organiser un calcul mental,
 - effectuer un calcul écrit,
 - organiser une suite d'opérations en se servant d'une table ou machine.

L.4.3.4. Employer les opérateurs :

- savoir déterminer l'opérateur qui lie les deux termes d'un couple,
- savoir utiliser l'opérateur pour calculer l'un des deux termes.

L.4.4. *Représentations graphiques*

L.4.4.1. Histogramme

- savoir construire et interpréter un histogramme.

L.4.4.2. Diagramme (graphique)

- savoir représenter une suite discrète de couples par un diagramme (graduation des axes, signification des coordonnées cartésiennes),
- savoir interpréter un diagramme.

Remarque : L'interprétation des graphiques comportant des courbes continues présente des difficultés; il s'agit d'une démarche intuitive qui ne s'appuie pas sur des connaissances mathématiques.

(Ces références sont extraites du Courrier de la Recherche INRD n° 62 : Activités d'éveil scientifique à l'école élémentaire, pages 25 à 34)

Il résulte de ce tableau des objectifs que les activités d'éveil à l'école élémentaire ne sont pas conçues en termes de contenus mais en termes d'éducation (méthodes, attitudes, savoir-faire, etc...). A l'inverse, les programmes de mathématiques et leurs commentaires proposent un catalogue de contenus et sont interprétés comme une liste de connaissances à enseigner.

Peut-être avons-nous là le point de départ d'un travail à entreprendre : formuler les objectifs et les finalités des mathématiques à l'école élémentaire ; les comparer à ceux des autres disciplines (en particulier à ceux des disciplines d'éveil) ; puis recenser les thèmes mathématiques qui permettront de les atteindre. Cette réflexion devrait naturellement s'insérer dans l'optique Noyaux-Thèmes.

V) Pour l'avenir

Les notes qui précèdent sont probablement banales et décevront peut-être tel ou tel lecteur. Souhaitons, au moins, qu'elles incitent des collègues qui ont des vues plus précises sur la question à publier des documents.

Outre la diffusion de publications (françaises ou étrangères) relatives à la liaison éveil-mathématiques, il serait souhaitable qu'une collaboration étroite s'engage dans les Ecoles Normales entre éveilleurs et mathématiciens, et que les résultats de leurs travaux soient publiés même s'ils paraissent minces à leurs auteurs. C'est à partir de tels documents qu'une nouvelle réflexion pourra être entreprise avec quelques chances d'avancer.

Mais, par ailleurs, l'impression que nous ont laissée les discussions d'Orléans et la rédaction de ce compte rendu nous amènent à nous demander s'il ne faudrait pas examiner plus profondément les rapports qu'entretiennent les mathématiques et les sciences de la nature.

Les grands anciens, Galilée, Kepler, Descartes, Newton et Leibniz, nous ont légué l'idée que le monde est rationnel et même mathématique dans son essence, par conséquent qu'il faut le décrire en termes mathématiques. Et l'on sait le succès qu'a eu cette idée dans les sciences, les techniques, la vie économique et sociale. Cette idée a encore du succès puisque l'on voit la psychologie, l'économie et bien d'autres disciplines faire appel aux mathématiques dans l'étude de leurs problèmes.

Mais il ne faut pas se dissimuler le danger que recèle cette attitude. Si les mathématiques expriment l'essence du monde, si les mathématiques reposent sur des évidences, alors les prévisions d'origine mathématique ne peuvent être mises en doute. Nous savons que ces présupposés sont faux ; mais nous constatons qu'ils régissent parfois abusivement les choix effectués dans le domaine économique et social (taux d'inflation, sondages d'opinion, indice du coût de la vie, etc...) et qu'ils peuvent être dangereux dans la mesure où les mathématiques ne sont plus les instruments mais les raisons des choix.

Certes, le mathématicien contemporain n'est plus le décrypteur des lois de la nature et les mathématiques ont conquis leur autonomie, mais comment alors s'articule la démarche dialectique entre les sciences de la nature et les mathématiques ? C'est la question que nous nous posons à travers le document de la Régionale d'Orléans : en quoi les mathématiques sont-elles constitutives des modèles scientifiques ? C'est la question à laquelle nous n'avons pas répondu.

VI) Annexe

Voici, à titre d'exemple, comment est conçue la liaison éveil-mathématiques dans "Activités d'éveil pour les enfants de 5 à 7 ans" (collection Dulau — Marbeau — Nathan éditeur).

"La liaison activité d'éveil -- mathématique

"L'action directe dans différents domaines, l'observation de ces actions nous permettent :

- d'accumuler des expériences variées,
- de dégager des éléments communs,
- de généraliser et de découvrir des causes et la relation cause-effet.

A chaque moment, il est nécessaire de contrôler son idée en la confrontant avec la réalité.

Rendre compte de son idée amène l'explication, la communication, la discussion et le codage sous une forme ou une autre.

La confrontation avec la réalité entraîne le décodage et permet une évolution

- sur le plan des idées,
- sur le plan du codage,

dans la mesure où les uns et les autres ne coïncident pas avec la réalité mais tendent à s'en rapprocher.

Ces activités de codage — décodage, d'élaboration de modèles et d'étude de l'adéquation de ces modèles à la réalité sont celles que doit exercer le mathématicien qui cherche à mathématiser une situation.

A/ Ce que les activités d'éveil peuvent apporter aux mathématiques

"1. En ce qui concerne la motivation, si les activités mathématiques ne sont que des exercices formels décidés et imposés par le maître : "il faut compter pour compter, faire des opérations pour faire des opérations", on sera loin de mobiliser toute l'énergie, tout l'intérêt de l'enfant.

Les enfants dociles, ceux dont les parents attentifs surveillent de près les résultats scolaires, travailleront pour faire plaisir à l'institutrice ou à leurs parents. Les autres, ceux qui ne sont pas entourés par des éducateurs soucieux de suivre leurs résultats

scolaires, risquent de se désintéresser d'exercices qui leur paraissent gratuits ... Ils se passionnent, au contraire, s'ils ont envie de connaître le résultat : c'est le cas, par exemple, lorsqu'ils font un histogramme pour qu'on voie, d'un seul coup d'oeil, les résultats du test sur toute la classe (voir fiche Evaluation, fiche n° 28).

S'ils choisissent l'unité qui convient le mieux à leurs mesures, s'ils choisissent la taille des carreaux pour un exercice de carroyage, ils comprennent l'importance de ce choix ; s'ils découvrent l'utilité de la mesure pour expliquer qui a le plus grandi, quel est le paquet le plus lourd, s'ils choisissent une unité en fonction de leurs besoins actuels, ils sont alors intéressés au maximum, et c'est toute leur énergie mentale qui s'investit dans ces travaux.

L'intérêt des enfants pour des "jeux mathématiques", pour certains matériels didactiques conçus spécialement par l'adulte est évident et indéniable et il peut être nécessaire de faire travailler les enfants sur des situations artificielles, imposées par l'adulte, choisies par lui en raison du petit nombre de paramètres qui interviennent.

Mais l'utilisation exclusive de ces situations artificielles, l'absence d'exploitation des situations réelles très diversifiées des activités d'éveil entraînent une certaine monotonie et sclérose les activités mathématiques.

2. Les activités d'éveil permettent de fournir à l'enfant des situations nombreuses et variées pour découvrir des notions mathématiques nouvelles ou pour appliquer celles qu'il vient de découvrir.

Si l'enfant ne travaille que sur un matériel didactique artificiel, il se transforme rapidement en robot appliquant machinalement des conduites répétitives : "je cherche l'ensemble de ce qui est rouge, de ce qui est vert, de ce qui est bleu", "je cherche l'ensemble de ce qui est carré, ou rond, ou triangulaire" ...

Conditionné, l'enfant réussit des exercices stéréotypés, mais ne réfléchit plus ... Autant l'acquisition de certains mécanismes demande des répétitions, autant, au niveau des exercices destinés à faire réfléchir et découvrir, il est capital de renouveler sans cesse les situations présentées à l'enfant.

Lors du travail sur les piles et les ampoules, les enfants ont établi des correspondances terme à terme : "il y a autant

d'ampoules que de piles ; il y a moins de piles que d'enfants" (voir fiche n° 25).

3. La réflexion sur des situations concrètes permet d'éviter la confusion entre concept mathématique et simple visualisation des relations en physique.

Après le travail sur les aimants, les enfants ont dessiné l'ensemble des objets attirés par l'aimant, l'ensemble des objets qui ne sont pas attirés par l'aimant ... Et le couteau ? Son manche est en bois, seule sa lame est attirée par l'aimant (voir fiche n° 27).

Toutes les activités de tri, de rangement, de classement permettent de faire travailler les enfants sur la notion de partition.

Ici, ils ont réparti les objets en deux classes :

- la classe des objets attirés par l'aimant,
- la classe des objets qui ne sont pas attirés par l'aimant.

Pour les objets hétérogènes, les enfants sont amenés à se poser le problème de façon différente : l'univers des objets à classer n'est plus celui des objets qui ont servi à la manipulation ; il faut en fait remplacer l'objet hétérogène par plusieurs objets : par ses différentes parties définies en termes de substance. Ce qui fait partie des "éléments à classer", ce n'est plus le couteau lui-même, mais le manche et la lame.

C'est donc au niveau de la réflexion sur la difficulté de définir un ensemble et non sur l'utilisation systématique de tel ou tel diagramme que réside l'intérêt éducatif.

De même, lorsque les enfants établissent les relations : Jean est plus grand que Yves, Yves est plus grand que Jacques, etc..., lors de leur travail sur la croissance, ils traduisent ces observations par le signe $>$: Jean $>$ Yves $>$ Jacques.

En fait, ce n'est pas le signe mathématique qu'ils utilisent ainsi, mais une notation de "sténo" qui permet de rendre compte clairement de leur analyse de la situation concrète et de progresser dans l'utilisation d'un code (voir fiches n° 8, 8A et 4).

4. L'application au réel permet de faire faire des exercices d'évaluation et de contrôle et offre la possibilité de faire prendre conscience à l'enfant que les exercices faits en classe ne sont pas "gratuits" mais REUTILISABLES : ils permettent d'agir avec plus d'efficacité.

B/ Ce que les mathématiques apportent aux activités d'éveil

En ce qui concerne les activités d'éveil, la liaison avec les mathématiques permet d'éviter un cloisonnement si néfaste à l'épanouissement de l'enfant, et d'apporter la précision, la clarté dans l'expression des résultats.

Au point de vue des disciplines scientifiques, sciences biologiques, physiques et chimiques, géographie et sciences humaines, la plupart des concepts ne peuvent s'organiser sans le concours des opérations mathématiques.

En sciences naturelles, les classements conduisent aux classifications ; la sériation permet de mettre en évidence un développement biologique (voir fiche n° 2A : le développement du têtard). Le repérage et la mesure permettent de substituer des données précises à des impressions subjectives.

Ainsi, la liaison mathématiques-activités d'éveil ne se limite-t-elle pas au souci de fournir aux exercices mathématiques de simples prétextes ...

Elle apparaît au contraire comme un aspect essentiel d'une démarche pédagogique soucieuse d'un développement harmonieux de l'enfant".

VII) Bibliographie

VII-1. Eveil

Cahiers de la recherche pédagogique INRDP

N° 51 — Les activités d'éveil à dominante intellectuelle au CP (1971)

p. 115 liaisons interdisciplinaires

p. 118 liaisons avec le français et les mathématiques.

N° 62 — Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire (1973)

I — Objectifs, méthodes, moyens.

N° 70 — Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire (1975)

II — Première approche des problèmes écologiques.

DULAU : Du texte d'orientation à la mise en oeuvre des activités d'éveil à l'école élémentaire (CRDP Limoges).

Collection DULAU-MARBEAU : Activités d'éveil pour les enfants de 5 à 7 ans (Nathan).

Collection TAVERNIER : L'éveil de l'enfant par les activités scientifiques, accompagné du Guide du maître de la maternelle au CE (Bordas).

VII-2. *Mathématiques*

Consulter les Bulletins APM.

N° 300 — Noyaux-Thèmes à l'école élémentaire (Périodicité).

N° 296 — RENAUT : Quelques situations à mathématiser.

N° 294 — CHABRIER : Mathématiques et Géographie
DUMONT : A propos des méthodes.

N° 291 — HUGUET : Un problème de simulation.

N° 290 — DUMONT : Un petit tronç pas cher.

Consulter également les vingt fascicules de la revue A.R.P. (Activités et Recherches Pédagogiques).

Groupe B 2 :

Investigations à caractère scientifique avec des enfants de 9-13 ans

par J. SAUVY et D. TAHTA (1)

Dans ce groupe de travail un matériel sommaire est mis à la disposition des participants : un peu plus d'une vingtaine, de l'instituteur au professeur d'Université, en passant par un professeur de travail manuel.

Ce matériel comporte essentiellement des balles de caoutchouc (de la dimension d'une balle de golf), deux ventilateurs sèche-cheveux, une potence munie d'un pendule dont on peut faire varier la longueur, des entonnoirs de dimensions diverses et des récipients variés (bouteilles et bacs en matière plastique, pots de yaourts vides, couvercles de boîtes en carton, etc.), un trépied permettant de réaliser des échafaudages divers, des blocs de bois (chutes de menuiserie), un plan incliné muni d'une poulie et associé à un chariot pouvant rouler sur le plan incliné et être entraîné par un fil passant sur la poulie, du sable (sable de Loire et

(1) Le texte ci-dessous est la version remaniée d'un projet qui a été soumis à l'ensemble des participants. Il tient compte des observations qu'ont fait parvenir trois d'entre eux.

sable de Fontainebleau, très fin), deux boîtes de matériel Fischer Technik (aimablement prêtées par l'O.C.D.L.), deux chronomètres, des seringues médicales, des tamis, de la colle, du papier, des ciseaux, etc.

Une des salles mises à notre disposition est pourvue d'une paillasse de laboratoire, de l'eau courante, de prises électriques.

Au début de la première séance, le vendredi matin, l'un des animateurs expose l'orientation proposée pour les travaux du groupe : les participants sont invités à "oublier ce qu'ils savent", à regarder le monde avec des yeux neufs, à explorer sans trop d'idées à priori les possibilités expérimentales du matériel mis à leur disposition, en un mot ils sont invités à s'efforcer d'aborder le travail expérimental dans un état d'esprit voisin de celui d'enfants de 9-13 ans.

Pour se mettre dans cette ambiance quelque peu insolite, le groupe est invité à se rendre à l'extérieur de la salle et à pratiquer des *jeux*, le premier étant un jeu de communication qui débouche sur la constitution de quatre groupes de six participants, le second étant un jeu invitant chacun des groupes à *explorer par les sensations et le corps* le concept d'accélération.

Par la suite, les groupes ainsi formés se constituent en quatre "ateliers" qui se partagent le matériel et commencent à imaginer et à explorer des situations propices à l'investigation scientifique.

Les principales activités abordées sont : la chute des corps, le rebondissement des balles en caoutchouc, les mouvements du pendule, la composition des forces, l'écoulement du sable, l'action d'un jet d'air sur des obstacles divers, l'estimation du volume d'une goutte d'eau ...

La plupart des participants se prennent au jeu, et c'est dans la bonne humeur que s'instaurent des activités (inattendues des organisateurs) telles qu'une partie de football dans laquelle le ballon (une balle en caoutchouc) se déplace sous l'effet de deux jets d'air antagonistes, ou la fabrication d'un étrange appareil pendulaire qui déverse un filet de sable oscillant sur une feuille de papier encollé, elle-même mobile ...

La composition des ateliers est souple. Des équipes se déforment pour se reformer autrement au gré des affinités du moment et des centres d'intérêt.

Certains des participants sont tellement engagés dans cette façon nouvelle de "pratiquer la mathématique" qu'ils s'abstiennent de rejoindre les tables rondes collectives, dûment programmées, qui se tiennent dans un amphithéâtre voisin.

Le samedi matin, après un nouveau jeu à l'extérieur qui vise à "remettre du ciment entre les groupes" mais qui ne joue qu'imparfaitement ce rôle, les ateliers se reforment et ils sont invités à se livrer à une activité plus structurée et à préparer l'accueil de groupes d'enfants et d'enseignants qui, dans l'après-midi, doivent se joindre au groupe.

Ce programme n'est toutefois que très approximativement rempli et, lors de la séance de l'après-midi, le fossé reste grand — comme les animateurs l'avaient redouté — entre les nouveaux venus et les anciens. Les enfants, eux, s'emparent du matériel et l'explorent sans complexes.

Enfin, le dimanche matin, le noyau de participants encore présents (12 à 15) procède à un bilan critique des activités qui se sont déroulées au cours de la session. Chacun peut s'exprimer tout à son aise et indiquer comment il a vécu l'expérience, les malaises qu'il a éventuellement éprouvés en certaines occasions, le profit qu'il en a tiré.

Dans l'ensemble, le bilan est ressenti comme positif ; en effet, les objectifs proposés le vendredi matin sont atteints, à savoir : se mettre à la place de l'enfant, manipuler, expérimenter et découvrir. Cependant, sont mises en évidence les difficultés de faire coexister une activité de groupe assez fortement centrée sur elle-même et les activités d'une rencontre nationale qui comporte une part importante de contacts avec des personnes extérieures aux groupes, des obligations de participation à des activités de commission, etc.

Autrement dit, la formule, si elle est ressentie par la plupart des participants comme riche de possibilités, ne semble pas parfaitement adaptée au style général des Journées Nationales de l'APMEP. Aussi n'a-t-elle pas fonctionné à la complète satisfaction des participants. L'un d'eux aurait notamment aimé connaître plus en détail l'exploitation du matériel proposé et les diverses expériences auxquelles il a donné lieu avec des enfants d'âges divers.

Le temps a manqué pour aborder cette phase qui, dans l'esprit des animateurs, devait se situer en fin de parcours et non au début.

Groupe B 3 :

Géographie et mathématique à l'école élémentaire

Animateur : CREPIN

Rapporteur : TEULE — SENSACQ

*Participants : PRESLE — DOSSAT — IWANIW — MATHURIN —
JEANGIRARD — BOULADE — FAYOLLE.*

Le groupe s'est félicité de compter dans ses rangs une spécialiste des disciplines d'éveil et s'est fixé un plan de travail :

19/9 9 h — 11 h Tour de table : qu'entendent les participants par interdisciplinarité ? état des besoins — relation d'expériences

16 h — 18 h Qu'entend-on par "activité d'éveil" et plus précisément par "géographie" ?

20/9 14 h — 16 h Géométrie et activité d'éveil

21/9 9 h — 11 h 30 Synthèse et.... "ouverture de pistes"...

I — Vendredi matin

Il est apparu au cours de la discussion que les expériences d'interdisciplinarité étaient très limitées, presque inexistantes en raison souvent de difficultés d'organisation.

Mais interdisciplinarité à quel niveau ?

- a) au niveau des élèves,
- b) au niveau des enseignants, ce qui est distinct en raison de modes de réflexion différents,
- c) au niveau conceptuel en liaison avec des problèmes pratiques.

Le groupe a décidé de retenir le point c) et d'axer les prochaines séances de travail autour d'une information réciproque.

La pratique de l'interdisciplinarité nécessite que l'on se dégage de la spécificité propre à sa discipline ; c'est ainsi que la géométrie en mathématiques, et l'espace géométrique en éveil se différencient dans la mesure où les disciplines d'éveil travaillent sur un espace humain dans lequel se créent des relations, la dimension géométrique en étant un pôle.

Il faut cependant remarquer que les disciplines d'éveil n'utilisent pas toujours toute la puissance des mathématiques.

Mais qui est demandeur ? l'éveil ou les mathématiques ?

Il apparaît délicat de dresser un état des besoins réciproques, car toute situation offre un aspect mathématisable, et peut admettre plusieurs mathématisations, auquel cas l'on ne retient que celle qui est la plus favorable aux deux parties. En outre, comme le souligne Crépin, nous devons être conscients que nos motivations ne sont pas forcément celles des enfants.

II — Vendredi après-midi

Je rapporte ici les notes prises au cours de l'exposé de Mlle Presle.

“Géographie et mathématique” constitue un énoncé peut-être trop restrictif qu'il conviendrait de remplacer par “les mathématiques et les activités d'éveil — sciences humaines”.

S'il existe des “ponts” entre les blocs de l'éveil à dominantes intellectuelles (sciences expérimentales et sociales), il en existe également entre l'éveil et les disciplines fondamentales (français et mathématiques) ; c'est cela que l'on dénomme “liaisons interdisciplinaires”.

Elles se manifestent par :

- une convergence d'objectifs, par exemple rôle du codage, de la symbolisation en éveil,
- une convergence de méthodes.

Chaque science a sa méthodologie, mais il y a analogie au niveau des méthodes de pensée.

La démarche suivie en éveil pourrait se résumer ainsi :

— observation ; recherche d'indices, d'éléments significatifs ; élaboration d'un faisceau d'hypothèses ; vérification d'hypothèses ; synthèse, première étape vers une généralisation, passage à une formulation explicite.

Une des raisons de l'évolution des sciences sociales est que les enfants sont ancrés dans le réel par des clichés qui sont le reflet du milieu ambiant, milieu de plus en plus technicisé, urbanisé, ce qui se traduit par une désaffection envers la géographie physique et une croissance de la géographie humaine.

Le passage du modèle implicite au modèle explicite et au schéma mental du concept pose le problème de la psychologie de l'enfant ; à ce sujet, ont été évoqués les travaux de BRUNER.

On s'efforce en éveil comme en mathématiques de structurer ce que perçoivent les enfants, et de multiplier les situations de réemploi, de réinvestissement.

Certains concepts semblent prédominer :

- structuration spatio-temporelle ; passage de l'espace vécu, perçu, à l'espace conçu et représenté, espace du géographe ;
- notion de causalité et de relation ;
- concepts spécifiques choisis en tant que cadre de vie des hommes, mise en évidence des inter-relations homme-milieu.

Exemple de situation : (dans un C.M.) étude d'une ferme pratiquant la polyculture à dominante céréales dans un milieu rural.

Quels peuvent être les objectifs conceptuels ?

- notion de plaine sur laquelle se greffent la lecture de cartes d'état-major, l'étude de courbes de niveau, notion de repère, de relief, de dénivellation.
- évolution de la ferme, transformations, reconversion ;
- observation des cycles tant au niveau des saisons qu'au niveau des cultures ;
- processus de production avec ou sans transformation du produit ;
- transformations selon les générations ;
- budget ;
- revenus ;
- rentabilité.

Synthèse : notion de circuit économique.

III — Samedi après-midi

Un certain nombre de problèmes relatifs à la géométrie ont été évoqués, tels que la géométrie des ombres (DIENES) ou l'astronomie (aspect descriptif ?).

Une discussion relative à ce sujet a soulevé le problème de savoir ce que l'on voulait signifier en disant "faire des mathématiques à l'école élémentaire".

De même que l'étude de la géographie est l'étude des moyens dont l'homme dispose pour pénétrer un milieu, faire des mathématiques c'est s'investir dans une situation, construire un certain nombre de règles qui permettent d'agir sur cette situation, et par là même tenter de la maîtriser par élaboration d'un modèle suffisant.

Exemple cité : déterminer tous les patrons de cube.

L'enfant est placé devant une situation dont il possède un modèle plus ou moins satisfaisant. Il a un but, il va agir sur la situation.

Au cours de sa recherche l'enfant va formuler des remarques pertinentes dans un langage dont il se crée les règles.

Dans un troisième temps, il s'agit de dire pourquoi les énoncés formulés sont corrects, et pourquoi les remarques sont pertinentes.

Cf. "Processus de Mathématisation" (G. BROUSSEAU), Bulletin APM n° 282 ou "La mathématique à l'école élémentaire" (APM).

Cette situation est l'illustration d'une méthode fréquemment utilisée en mathématiques : on observe les analogies, les différences, on crée des classes, et, selon le cas, on cherche à définir un ordre sur les classes.

IV — Dimanche matin

La discussion a porté sur les différences et les analogies existant entre les méthodes de travail en éveil et en mathématiques.

Il semblerait que la distinction apparaisse entre vérification d'hypothèses en éveil, et validation d'énoncés mathématiques, avec une parenthèse sur les raisonnements purement inductifs qui ne sauraient satisfaire les mathématiciens.

Quant à la synthèse, tant en éveil qu'en mathématiques, elle paraît déboucher sur les problèmes de structures, de construction de modèles.

Groupe B 4 :

Education mathématique et éducation physique et morale

Compte rendu de Monique BEGUIN

“Contribuer à la formation de son intelligence et de son caractère, au développement de ses capacités de jugement, de création, d’émotion, de rigueur, de résistance à l’argument d’autorité, toutes qualités qui pourront l’aider un jour à supporter la vie en société, à s’y adapter, ou à la transformer”.

(Charte de Caen, Finalités de l’Enseignement de la Mathématique).

Ce but, défini par les mathématiciens, n’est-il pas le projet éducatif dont rêvent les enseignants de toutes disciplines, et auquel beaucoup n’osent pas croire ? Projet moral, auquel la Mathématique peut apporter sa contribution : c’est à cela que nous avons rêvé. Nous nous sommes demandé s’il est possible, et souhaitable, particulièrement au cours d’activités mathématiques, de donner à l’enfant des habitudes de vie et de comportement sociales et individuelles favorisant à la fois son insertion dans la société et la formation de sa personnalité. Pour cette dernière, nous avons évoqué naturellement l’acquisition du schéma corporel ; il a donc été question d’Education Physique.

Des considérations psychologiques nous ont amenés à émettre quelques résolutions pédagogiques :

— Le développement de l’enfant étant global : physiologique, mental, affectif, social, peut-on ne veiller qu’à sa croissance intellectuelle, sans souci de ses autres besoins ? Qui nous informe de ces besoins ? : le Programme, ou l’observation attentive, nécessairement longue, de chaque enfant ? Dans quel climat de classe cette observation sera-t-elle le plus instructive ?

1) Nous voulons aider l’enfant à se développer harmonieusement, de façon équilibrée.

2) Nous recherchons et favorisons l’authenticité de l’enfant.

3) Nous optons pour l’interdisciplinarité, et, après discussion, pour la polyvalence des maîtres, au moins jusqu’au CE 2.

“Il n’y a plus d’Education Morale à l’Ecole” — Est-ce vrai ? — Est-ce bien ? Chacun a son opinion là-dessus. Cependant, nous avons cherché ensemble des exemples de situations pédagogiques, et particulièrement mathématiques, où on trouve des manifestations d’une certaine éthique ou des occasions de réflexion à ce sujet. Réciproquement, nous avons discuté des possibilités qui s’offrent à nous de donner à l’enfant des habitudes de réflexion sur toute convention, qui lui permettent, plus tard, d’être plus conscients de ce qui caractérise un ensemble de règles (de jeu, de conduite), un code, peut-être une axiomatique : sa nécessité, la relativité de sa vérité, la suspicion qu’éveille l’évidence même de l’axiome proposé.

S’il est vrai, ou acceptable, que l’Axiomatique soit “un ensemble de règles du jeu, une législation, une grammaire”, que “l’axiome n’a pas de vérité absolue quelle que soit son apparente évidence” mais qu’“il est choisi, dans une situation donnée, comme une hypothèse de recherche ou de réflexion” (1), ne peut-on voir une analogie entre la pédagogie qui consiste à faire accepter une certaine axiomatique et celle, plus élémentaire, qui consiste à faire adopter, ou discuter, ou transformer les consignes qu’impose la vie en société, les règles sur lesquelles se fonde tout jeu organisé ? Est-il logique que des mathématiciens cherchent dans leur travail des “modèles” et refusent de considérer, en dehors de leur système mathématique, des analogies de méthodes, des identités de buts, dont la prise de conscience pourrait amener tout enseignant d’abord, mais aussi tout homme, à plus de cohérence dans ses différentes activités ?

Nous avons donné des exemples d’enfants non dégagés du subjectif, comme il est normal à cet âge, et qui ont mal acquis, ou refusent, des préceptes moraux, des modes d’organisation sociale qui nous semblent nécessaires, à nous, adultes, et que nous ne remettons plus en question :

— Tel enfant se bloque devant un problème de partages inégaux : on apprend qu’il est le cadet de sa famille, et qu’il accepte mal cet état de fait.

— Dominique, 6 ans, propose de laisser sa liberté à une chenille; le père de Dominique passe la majeure partie de son temps en prison.

(1) Citations : l’Axiomatique, de Robert Blanché (P.U.F.)

— Aziz, 6 ans, refuse toute organisation scolaire, et nuit volontairement à tout travail de la classe ; parallèlement, ses dessins sont informes, il triche au jeu ; six mois après, il utilise une règle pour dessiner, organise un match de football, repousse un camarade qui l'appelle pour jouer : "Laisse-moi tranquille ; moi, je travaille !".

L'enfant s'implique dans toute situation, ou s'en désintéresse. Lui proposer d'abord des situations le mettant en jeu, et sur lesquelles il raisonne. Attitude infantile du joueur mauvais perdant, ou qui s'entête dans une stratégie erronée, mais la sienne (Course à 20).

La mathématique semble formatrice d'esprit de discipline ; plus que toute autre, elle fait autorité : les enfants qui la refusent manifestent par là le refus inconscient de l'autorité familiale, en général du père.

Y a-t-il solution de continuité entre la logique de l'enfant et celle, objective, délivrée de toute affectivité, de l'adulte ? Et pourquoi notre raisonnement logique prévaudrait-il ?

Si la discussion des conventions avec les enfants ne les amène qu'à accepter ces conventions, n'est-ce pas un piège pour les "coloniser" ? Le droit reconnu à la contestation ne va-t-il pas court-circuiter, dans l'évolution de l'enfant, la nécessaire étape d'agressivité ?

.....

Des professeurs d'Education physique, résolument acquis à l'interdisciplinarité, voient entre l'Education Physique et l'Education Mathématique : "la communauté des finalités ; une unité de démarche ; l'interférence des contenus". (2)

Ils proposent, pour faciliter la conquête de l'espace par l'enfant, des exercices physiques qui prépareraient utilement les exercices formels proposés par les manuels de mathématique : connaissance du schéma corporel qui précède naturellement, et auquel se réfère, la connaissance de l'espace environnant ; situation de l'enfant par rapport aux objets, d'objets les uns par rapport aux autres, d'abord par une situation agie, puis par l'expression de cette situation : expression orale, mais aussi graphique : recours à la symbolisation, au schéma, à la représentation d'itinéraires, étude

(2) Education Physique et Mathématique — Becques Marescaux CRDP — Lille.
Education Physique à l'Ecole Élémentaire. Professeurs d'EPS, EN — Arras.

sur schéma de tactiques de jeu, de trajectoires ; exécution de mouvements selon une suite de consignes données.

Reparaît la querelle de l'interdisciplinarité : on parle de leurre ; une discipline étoufferait l'autre, serait privilégiée, les autres accessoires, et l'allusion qu'on y ferait artificielle ; on abuserait les enfants en profitant de tel exercice (gymnique) pour faire passer insidieusement une notion (mathématique) ...

Heureusement, nous, instituteurs, ne tenons à la prépondérance d'aucune discipline, et, le spécialiste passé, nous avons la possibilité de proposer un exercice, non pour l'étiquette qu'on peut y mettre, mais pour le bien que nous pensons qu'il apporte à l'enfant.

Groupe C 1 :

Mathématique-biologie dans le premier cycle du second degré

par les participants

Nous étions une vingtaine dont environ un tiers de professeurs de Biologie et un instituteur ; les quatre séances nous ont semblé riches et, de l'avis de tous, "très agréables".

1 — Principales remarques

- I-1. Il s'est fait *très peu* jusqu'à présent, ou du moins personne n'était là pour s'en faire l'écho.
- I-2. Les matheux attendent "des modèles" et "des thèmes" de la part des biologistes pour faire acquérir "les notions mathématiques".
- I-3. Les biologistes attendent "un outil" mathématique pour l'utiliser.
- I-4. On a pu remarquer combien il était difficile de ne pas faire trop ! , le matheux se biologisant mal, ou le biologiste s'enlisant dans ses "courbes" ...

II — Perspectives d'avenir

II-1. Parmi ceux qui attendent des idées ou se grattent la tête :

I.R.E.M. de Limoges, Groupe Math-Biologie, U.E.R. des Sciences Exactes, 123 rue Albert Thomas, 87100 Limoges.

I.R.E.M. de Rouen, Groupe Math-Biologie, B.P. 27, 76130 Mont-Saint-Aignan.

I.R.E.M. de Lyon, Groupe Statistique en Premier Cycle, Université Claude Bernard, Lyon I, 43 boulevard du 11 Novembre 1918, 69621 Villeurbanne.

I.R.E.M. de Grenoble (sans précision ?), B.P. 41, 38401 Saint Martin d'Hères.

et les autres ... Ecrivez aux adresses ci-dessus !!! ...

II-2. Les vastes sujets d'étude qui méritent votre concours :

II-2-1 : Représentations : ... sortir de la brousse formée de diagrammes, schémas, tableaux, courbes, histogrammes, ...

II-2-2 : Langage : Rapprochons nos vocabulaires et explicitions les notions ...

II-2-3 : Approche correcte de la Statistique au Premier Cycle.

II-3. Déjà plusieurs idées de travail dans vos classes (voir ci-après). Malgré son défaut de catalogue, nous pensons que cette liste peut rendre service à de nombreux collègues intéressés par le sujet. Voir en outre :

II-4. Une bibliographie — malheureusement trop sommaire — à la fin du compte rendu.

BIOLOGIE

1 — Classification des Animaux, Plantes, Fruits ou Feuilles : en vrac, sur liste ou d'après film, mais en nombre fini.
Prévoir au moins 3 heures à 2 professeurs

2 — Après une visite "écologique" en forêt ...

MATHEMATIQUE

A partir d'exemples concrets, notions d'ensemble, de partie, de partition, d'inclusion, de réunion, d'intersection, de complémentaire (sixième-cinquième).

... une rédaction à écrire en langage mathématique.

BIOLOGIE

3 - Etude d'une zone dans une forêt ou dans un pré.

4 - "Mange" et "est mangé".
Trajet des larves d'Anguille

5 - La croissance. Elevage de "phasmes" d'après film ou pas ; taille, poids, population de phasmes.
Ecrevisse.

6 - Mesures ou mensurations sur : Souris, Cobayes, Elèves(?), Truites ...

7 - Descendance d'une souris femelle d'après données ou étude.
Etudes de populations "type" : lièvre-lynx au Canada.

8 - Le rapace et sa pelote de réjection.
Cf. Géographie aussi.

9 - Problème de "croissance" et de "gigantisme" des espèces (paléontologie).
Cas des "oiseaux-mouches".
Succession des protozoaires d'une macération.

10 - Rythmes cardiaque, respiratoire : avant et après une course (voir Education Physique), sur une ou plusieurs classes.
Notion de temps.
Oxygène dissout selon la température.

11 - Film "De la Fleur au Fruit".

12 - Communication chez les Abeilles.

MATHEMATIQUE

Méthodes de repérage et repérage (sixième-cinquième).
Géométrie (au sens étymologique).

Relations ; schémas.
Relation réciproque.

Passage du "diagramme" à la "courbe".

Approche des statistiques au premier cycle.

Tableaux - Schémas - Statistiques.
Calculs - Nombre d'or ...

Etude de schémas.
Approche des "exposants" et travail sur grands nombres.

Représentation sur disque.
Secteurs et mesures.
Pourcentages.

Exploitation de schémas.
Travail sur grands nombres.
Approche de Probabilité-Statistique.

Etude du temps : biologique, astronomique ... ; calculs.
Approche statistique et courbe de Gauss.
Mesures concrètes d'aires sur des histogrammes visualisés.

Problèmes techniques. Aspect numérique sur le film : 7 jours en 3 minutes ; en 1 heure : 16 prises de vue.

Cercle. "Angles". Représentations.

BIOLOGIE

13 — Etude de la feuille ;
production de chlorophylle et
d'amidon.

14 — Problèmes avec 3 flacons (en-
tourés de peau, de lard ...).
Relevé de température et refroidis-
sement (atchoum !).

15 — Etude de la sensibilité à la
température d'un animal. Action de
la température sur la fermentation.
Différentes pesées : plantes et eau ;
développement de l'oeuf.

16 — Problèmes d'échelle : En liaison avec la Géographie, le Travail Manuel et
le Dessin, notion de "x" fois plus grand ou plus petit.
En géographie, 1 cm pour 20 000 km ; en biologie, le contraire : 1 cm
pour 1/2 mm. Utilisation d'opérateurs fractionnaires simples.

MATHEMATIQUE

Etude d'objets géométriques don-
nant lieu à mesure.
Calculs sur un sujet "vaste" et "pré-
cis".

Etude d'objets ... cf. ci-dessus.
Représentations et exploitation de
ces représentations.

Cf. 14.

Tout ce qui concerne les techniques
et les difficultés dans la mesure ;
ordre de grandeur, encadrement ...

III — Bibliographie

III-1. Taille et Forme dans l'enseignement de la Biologie, par B.
DUDLEY, article paru dans "Journal of Biological Educa-
tion", traduit par Juliette TASSY, et publié page 676 du
Bulletin de l'A.P.M. n° 295 (09/74).

Article original très intéressant, avec des commentaires de
Simone Galletti, professeur de Biologie au Lycée Victor-
Hugo à Paris.

III-2. Pour un enseignement de la Statistique dans le Premier
Cycle, par P.-L. HENNEQUIN (Clermont-Ferrand),
page 535, Bulletin A.P.M. 290 (09/73).

III-3. I.N.R.D.P., Bulletin de liaison n° 7 (Biologie-Math ?).
Compte rendu du groupe de travail de DIJON du 26 au 30
Mars 1973. Très importante contribution à "Réflexions sur
l'utilisation des représentations graphiques en Biologie".
Excellent point de départ pour II-2-1.

III-4. Pour le Second Cycle, article de J.-M. LEGAY et J.
PONTIER, page 925 du Bulletin A.P.M. n° 286 (12/72).
(Très pratique en T.C, T.D, ...).

- III-5. R. GRAS, dans "Quelques problèmes mathématiques pluridisciplinaires pour les Premier et Second Cycles", I.R.E.M. de Rennes 1972-1973. Un article sur les groupes sanguins.
- III-6. Sur "Opérateurs fractionnaires", beaucoup d'ouvrages, dont "Mathématique contemporaine", C.M.2 (MAGNARD).
- III-7. Plusieurs collègues ont cité, sans autres précisions, l'intérêt de l'ouvrage "Points de départ" (CEDIC) qui présente une quarantaine d'idées ou points de départ pour faire des mathématiques ...
- III-8. Enfin, "il paraît" que les C.R.D.P. de Caen et de Grenoble auraient publié sur le sujet mathématique-biologie ... On attend qu'ils le fassent savoir.
Un dernier "on dit" pour l'I.R.E.M. de Rennes (Université, B.P. 25 A, 35031 Rennes Cedex) qui, paraît-il, s'occupe d'une équipe qui dans l'académie travaillerait sur le sujet Mathématique-Biologie.

Merci de nous avoir lus.

Groupe C 2 :

Technologie, physique et mathématiques

Compte rendu par Raymond VOGEL (Sciences Physiques - Orléans)

I — Les motivations des collègues inscrits dans ce groupe.

Après le groupe math-physique (50 inscrits), c'est le groupe C2, technologie-math., qui recueille le plus d'inscrits (47).

Parmi ces derniers, un fort pourcentage de professeurs n'enseignent actuellement que les mathématiques, mais sont susceptibles d'enseigner incessamment la technologie. Un grand nombre de professeurs "monovalents" présents a déjà vécu le problème de la concertation avec les professeurs d'autres disciplines, soit spontanément, soit par suite de la mise en place d'expériences pédagogiques.

La présence d'une dizaine de PEGC enseignant simultanément la technologie et les mathématiques a donné au groupe des éléments concrets de réflexion à propos de l'articulation des deux disciplines.

Le premier tour de table a fait apparaître, dans l'ordre de fréquence décroissante, les problèmes et préoccupations suivants :

A — Le langage utilisé n'est, par manque de formation réciproque et de concertation, pas le même en technologie et en mathématiques, d'où problèmes d'harmonisation, de synchronisation, etc... C'est l'élève qui en fait les frais.

— Rechercher des applications des mathématiques à la technologie.

— La possibilité de renforcements réciproques des deux disciplines.

— Les échanges d'expériences entre collègues au sein de ce groupe C2.

B — Les perspectives et finalités de l'enseignement de la technologie. Dans quel but enseigner la technologie ? Structure mathématique, compréhension de notions qui sont indifféremment physiques et mathématiques. Problèmes de représentation formelle.

Préparation du terrain pour aborder l'enseignement de la physique en Seconde. Aspect simplement utilitaire pour certains.

C — L'utilisation possible de la technologie, puissant support de motivation pour les enfants, surtout pour les handicapés (socio-culturels et/ou psychomoteurs) pour qui la manifestation de la pensée sur un support — dessin, schéma — appris en Quatrième seulement "gomme" la disparité socio-culturelle existant au niveau du verbal et de l'écrit.

II — Une table ronde générale avec deux psychologues, un professeur en didactique et un enseignant du supérieur a, en fait, repris en l'éclairant le problème B.

De la discussion et des exposés, très riches d'expériences vécues, nous extrayons les points suivants qui sont revenus ensuite fréquemment sous formes diverses lors des réunions du groupe C2.

A — Les concepts formés par un enfant sont toujours un mélange de logique mathématique et de contenus matériels physiques. Privilégier fortement, au détriment des sciences expérimentales, l'enseignement des mathématiques sous prétexte de mieux former l'esprit est donc un non-sens.

Pour qu'une représentation mentale soit efficace et opératoire, il faut qu'elle recouvre suffisamment de cas concrets.

B — Le transport de l'outil mathématique vers une autre discipline n'est pas une simple application mais une nouvelle conceptualisation (l'outil n'est pas nécessairement transférable sans apprentissage et précaution à la résolution de problèmes concrets, problèmes posés par la mathématisation de situations de physique devant lesquels nombre d'étudiants achoppent alors que, le problème de mathématique une fois posé, la résolution n'offre plus généralement de grosses difficultés ; engouement des étudiants pour les études de mathématiques pures ...).

C — Problème du désir de faire ; motivation ; sens, pour l'enfant, de la tâche qu'on lui propose ; perception différente de l'école et de son rôle par des enfants de milieux socio-culturels différents.

III — Les discussions du groupe C2 sont ensuite suscitées par l'exposé de quatre visions différentes du cours de technologie :

a) Les participants, par groupes, construisent un objet technique à l'aide d'éléments simples préfabriqués d'une boîte de construction. L'observation de leur propre démarche donne un support concret à la réflexion sur la démarche de l'enfant :

- il y a bien eu décomposition de la tâche à accomplir ;
- il y a eu formulation d'hypothèses ; expérimentation ; réussite, poursuite ; ou échec et retour à d'autres hypothèses ;
- il y a eu rationalisation de la démarche ; décomposition des différentes fonctions techniques à réaliser, résolues une à une.

La relation entre réalisation de deux fonctions techniques était souvent le point de rejet d'une des solutions adoptées.

b) Un deuxième exposé sur un autre objet technique a permis de montrer un exemple concret d'objet technique dont l'organisation logique interne se retrouve dans des objets d'une

même famille, souvent fondés sur des principes physiques fort différents. La diversité des solutions techniques globales prend sa source dans une combinatoire des opérateurs techniques retenus pour chaque fonction simple.

c) Un troisième exposé a permis aux participants d'utiliser une méthode rationnelle et généralisable de recherche de schéma cinématique minimal d'un objet technique mécanique (recherche d'une partition d'un ensemble de pièces et en cela utilisation d'un outil mathématique précis).

d) Un quatrième exposé beaucoup plus fortement centré sur le phénomène physique a clos ces divers échanges.

IV — La discussion finale a permis de montrer l'intérêt d'une stratégie diversifiée où les quatre méthodes précédentes et d'autres alternent heureusement.

Les conclusions de ces journées peuvent être les suivantes :

a) le groupe élève une protestation contre l'image de marque des mathématiques coupées des autres disciplines. En fait, la mathématique se retrouve au niveau de n'importe quelle rationalisation de démarche intellectuelle ;

b) l'objectif essentiel est de rendre les mathématiques utilisables ; dans ce but, il est important de préparer certaines notions par un nombre suffisant de manipulations concrètes ;

c) la concertation entre professeurs de diverses disciplines (math-techno et autres) est primordiale, mais n'est pas aussi banale qu'on le pense. Prévoir une heure en blanc pour la concertation est indispensable mais non suffisant. La nécessité de se concerter est différemment ressentie selon les collègues.

Des journées de rencontre comme celles-ci permettent sans doute de renforcer ces motivations.

Groupe C 3 :

Mathématique et géographie dans le premier cycle

par J. CHABRIER, C.E.S. de Remoulins

I — Présentation

Depuis quatre ans, au CES de Remoulins, Chabrier et Vignal (qui animent ce groupe) ont, sans aucune aide, commencé modestement des recherches sur les liaisons qui leur paraissent nécessaires entre mathématique et géographie.

D'autres collègues de géographie de Remoulins ont participé à ce travail (Bouet et Bonsignori).

Cette année, Guittard (professeur de mathématique) s'intègre à l'équipe. Debrat, agrégé de géographie, a bien voulu participer aussi, quoiqu'étant de Nice.

De nombreux travaux libres de liaisons, que Chabrier a fait faire à ses élèves, sont présentés (ainsi qu'à l'exposition de travaux). Il y a déjà un certain nombre de documents de recherche, présentés aussi. Une bande télévisée (mathématique et géographie en troisième) n'a pu malheureusement être visionnée, à cause de l'incompatibilité des magnétoscopes. L'IREM d'Orléans avait tiré, après ceux de Strasbourg et de Paris-Nord, de nombreux exemplaires du document réalisé à Remoulins. Malheureusement, nous n'étions que des professeurs de mathématique avec.... deux géographes : l'animateur et Belloc (de Vitré). Une bonne vingtaine !

II — Travail réalisé

A — Une étude critique constructive de toute la documentation "sauvage" a été faite par les personnes qui ont tenu... jusqu'au dimanche matin. En voici les résultats essentiels :

1° / Limite des exemples "d'ensembles" au plan de la mathématique, mais nécessité d'activités de type ensembliste en géographie, avec une rigueur se rapprochant de celle de la mathématique.

2° / Validité des activités relationnelles.

- 3° / Les 20 membres du groupe sont d'accord pour que les deux professeurs traitent, chacun de leur côté, ou en cours commun, tout ce qui est relatif à la sphère terrestre, soit au début de la sixième, soit après l'étude de l'Afrique.
- 4° / La continuation des liaisons est souhaitable en sixième, cinquième, quatrième, et troisième, car un état d'esprit pluridisciplinaire se crée dans le système élèves-professeurs.
- 5° / Le problème de la correction nécessaire des travaux libres de liaison est posé. Dans l'état actuel de l'organisation scolaire, c'est un surcroît de travail énorme.
- 6° / Les erreurs des livres de géographie et des collègues sont dénoncées poliment mais fermement : l'essentiel est de mettre tout le monde d'accord et de proposer une solution, comme dans le document (qui a donc été diffusé maintenant un peu partout en France).
- 7° / Les collègues se mettent d'accord pour préparer une motion pour l'Assemblée Générale de l'APM.
- 8° / Validité de tous les exercices de liaison de type numérique.
- 9° / Les problèmes posés par le contact "Liaisons-Inspection" (!) sont évoqués.

B — Présentation d'une liste précise d'exercices de liaisons mathématique-géographie :

Classe de sixième :

1°) Echelles, distances (dès le début, car l'utilité est grande en géographie et instruction civique).

2°) Latitude, longitude, après l'étude de la sphère terrestre dans les deux disciplines (soit au début de l'année pour les deux, soit après l'Afrique pour les deux).

3°) Densités de population (certains collègues envisagent les opérateurs...).

4°) Amplitudes thermiques (pour l'Afrique).

5°) Pourcentages très simples.

6°) Activités ensemblistes (bien dosées et prudentes), tirées de la géographie et contribuant à conceptualiser ensembles, éléments, parties et classification.

7°) Activités relationnelles (sans tomber dans la "fléchite").

8°) Exercices simples sur l'ordre de grandeur de résultats géographiques.

Classe de cinquième

1°) Suite — Révisions — Compléments — Idée concrète de la linéarité — Exercices pour l'Amérique et l'Asie, tout le long de l'année — Résolution des difficultés par les deux professeurs.

2°) Suite — Révisions — Intégration d'une étude concrète de la sphère terrestre dans les activités prégéométriques (connaissance concrète de l'espace). Exercices de latitude et de longitude pour l'Amérique et l'Asie.

3°) Densités de population pour l'Amérique et l'Asie. Faire prendre l'habitude aux élèves de les calculer seuls et de vérifier les résultats donnés. Graphique d'une densité de population. Continuation de l'idée concrète de linéarité.

4°) Amplitudes thermiques (Amérique — Asie) en rapport avec la soustraction dans *Z*.

5°) Pourcentages simples.

6°) Activités ensemblistes (suite) ; l'automatisme intelligent doit se développer.

7°) Activités relationnelles (en particulier au moment du chapitre, en mathématique, mais aussi dans les autres périodes).

8°) Exercices sur l'ordre de grandeur.

9°) Graphiques de répartition de population.

10°) Idées concrètes sur linéarité et non-linéarité. En accord avec les biologistes, se contenter de points isolés, et non de segments dont la signification échappe à l'élève.

11°) Altitudes, profondeurs (Asie), en rapport avec l'étude de *Z*. L'utilisation de documents touristiques semble souhaitable, peut-être même dès la sixième.

Classe de quatrième

Exercices des types précédents de (1) à (11) pour l'étude de l'Europe.

L'activité libre, impulsée tout de même par les deux professeurs, doit devenir efficace à ce niveau, grâce à l'initiation progressive en sixième et en cinquième.

12°) Les activités de repérage sur la sphère terrestre meubleraient le premier trimestre, où les activités pré-géométriques sont souvent inexistantes.

13°) Les pourcentages plus élaborés seront envisagés.

14°) Astronomie élémentaire et puissances de 10.

Classe de troisième

Mêmes exercices sur la France (1) à (13).

Notamment : comparaison du repérage dans le plan et du repérage sur la sphère (couple de coordonnées) — Exercices d'activités pré-géométriques sur parallélisme, orthogonalité, cercle — Etudes développées avec pourcentages interprétés.

15°) Exercices élémentaires de calcul astronomique, comme application du calcul dans \mathbb{R} , avec calculs approchés, ordre de grandeur.

16°) Etude plus complète sur linéarité et non-linéarité. Synthèse avec étude analogue en technologie.

C — Journées APM de CAEN, NANCY, DIJON, ORLEANS...

Premières expositions sauvages de travaux libres de mathématique et de travaux libres de liaisons entre la mathématique et d'autres disciplines.

ANNEXE

A la demande de très nombreux collègues, j'ai tenu à présenter, après les Journées Nationales d'ORLEANS de l'APM, l'état actuel des recherches que j'ai faites dans le domaine des travaux libres.

Travaux libres en mathématiques

Dans l'état actuel de l'organisation scolaire, l'automatisme créé par le devoir, l'exercice imposés et, ce qui est plus grave, par les seules épreuves de contrôle, ou devoirs surveillés, ou interrogations écrites, constitue, à n'en pas douter, une des causes de l'échec en mathématique.

Les travaux libres veulent réagir contre ce mal. Bien entendu, les devoirs et épreuves de contrôle sont maintenus.

L'expérience prouve surabondamment que les élèves acceptent les travaux libres et qu'il s'agit non pas d'une manie, d'une fantaisie de pédagogisme, d'un souci de singularité, mais d'une immense ESPERANCE d'amélioration de l'enseignement mathématique de la Maternelle à l'Université. L'atmosphère d'une classe est radicalement transformée. Une bonne masse d'élèves, laissés de côté par la "pédagogie" élitiste, fait des progrès absolument indiscutables. L'exposition des travaux en classe est souhaitable. Les travaux libres sont faits, par les élèves, seuls ou en groupes, chez eux ou en permanence. Il faut souhaiter qu'un jour l'extension des travaux dirigés, notamment dans le second cycle, permette d'inclure les travaux libres dans les activités proprement dites.

Des difficultés sérieuses se présentent : le surcroît de travail de correction est la difficulté majeure ; l'Inspection ne semble pas avoir été sensibilisée, sans doute à cause du maintien des devoirs et épreuves de contrôle ; certains élèves, au moins à certaines périodes, ne font plus ou presque plus de travaux libres ; une masse certaine se contente de reproduire ce qui a été fait ; le professeur risque, au moins à certains moments, d'être littéralement submergé. Ces difficultés seraient aisément résolues, même dans l'état actuel de l'organisation scolaire, en étalant la correction dans le temps, en jouant cartes sur table avec l'Inspection, en adoptant une saine directivité ou plutôt une bonne impulsion, en apprenant très tôt aux élèves à réinventer des exercices.

Je peux présenter maintenant 25 formules de travaux libres de mathématique, qui résultent d'une impulsion réciproque des éléments du système : élèves — professeurs — parents — équipe pédagogique, et qui ont l'avantage de partir d'idées d'enfants. L'expérience se poursuit maintenant au CES Feuchères à Nîmes (où je me suis fait muter). Et l'on n'en restera pas à 25 ...

- 1 — Exercice librement pris par l'élève sur le livre (ou fiche).
- 2 — Exercice librement pris par l'élève sur un document — élève IREM.
- 3 — Simple formulaire de chapitre.
- 4 — Simple reproduction.
- 5 — Multiplication d'exercices simples. Exemple : $(a+b)^2$.
- 6 — Effort d'attaque de difficultés précédemment non résolues.
Exemple : Factorisations.
- 7 — Dictionnaire.

- 8 — Calcul numérique poussé. Exemples : quotients en troisième ; racines carrées en quatrième.
- 9 — Multiplication d'exercices sur des questions signalées comme questions-clés en Seconde. Exemples : valeurs absolues, radicaux.
- 10 — Activités prégéométriques (notamment en quatrième).
- 11 — Exemples libres. Exemples : nombres égaux en sixième, cinquième ; relations.
- 12 — Résumé de définitions une fois qu'elles ont été assimilées.
- 13 — Problème libre pris sur annales (Brevet-Baccalauréat).
- 14 — Problème pratique mathématique (origines diverses)
- 15 — Exercices répétés de prélogique.
- 16 — Plans de calculs libres.
- 17 — Figures géométriques libres.
- 18 — Reproduction de corrigé de problème sans prolongement.
- 19 — Reproduction de corrigé avec nouvelle recherche libre de l'élève.
- 20 — Proposition d'une méthode autre que celle faite en classe.
- 21 — L'élève a commencé librement un calcul ; il ne sait pas finir.
- 22 — L'élève a commencé librement une étude géométrique ; il ne sait pas terminer.
- 23 — A partir d'une remarque puisée dans une autre discipline, l'élève commence ou même réalise une recherche *mathématique*.
- 24 — Reproduction de leçon, mais avec exercices libres intégrés.
- 25 — Travaux libres en groupe d'élèves (3, 4) avec participation de chacun bien précisée. Exemple : travail à la machine (FACIT).

Travaux libres de liaisons entre mathématique et géographie ; et instruction civique ; et technologie (quatrième, cinquième) ; et biologie (sixième, cinquième) ; et géologie (quatrième) ; et français ; et dessin ; et histoire élémentaire des sciences ; et astronomie élémentaire ; et langues vivantes ; et latin ; et actualité ; et environnement.

Je pense enfin que les travaux libres auront leur place naturelle, à définir et à ménager d'une façon rationnelle, dans l'animation NOYAU-THEMES.

Groupe C 4 :

Mathématiques et économie au premier cycle

Compte rendu par Madame MANGENEY

Une quinzaine de participants, enseignant essentiellement dans le premier cycle, ont participé activement à ce groupe, animé par un professeur d'économie et un professeur de mathématiques du Lycée P. Bert (Paris), ces deux dernières s'intéressant, elles, plus particulièrement à la classe de Seconde AB.

Il est ressorti d'un rapide tour de table que le but commun des participants était de trouver une ouverture de l'enseignement des mathématiques sur des problèmes concrets intéressant les élèves et sur des problèmes interdisciplinaires. Le premier jour, deux sous-groupes se sont créés, l'un traitant des problèmes généraux touchant mathématiques et économie, l'autre traitant de problèmes concrets pouvant être appliqués rapidement dans les classes.

Nous rapporterons d'abord le travail du deuxième sous-groupe, les problèmes généraux ayant été soulevés lors d'une discussion finale par tout le groupe. Dans les problèmes que nous avons abordés, les mathématiques sont utilisées pour construire un modèle économique, c'est-à-dire une représentation simplifiée des lois gouvernant un ou plusieurs phénomènes économiques. Ces mêmes problèmes ont l'avantage d'illustrer ou d'introduire de manière plus motivante des problèmes mathématiques qui peuvent paraître artificiels à des élèves.

I — Utilisation des fonctions linéaires et affines. Représentations graphiques

I.A) Première étape ⁽¹⁾

Soit A un produit agricole stockable ; l'étude statistique des conditions de l'offre et de la demande a montré que, suivant le niveau du prix, p francs par kilogramme, les volumes respectifs des quantités demandées et des quantités offertes, exprimées en dizaines de tonnes, s'établissaient comme suit :

(1) Annales du Baccalauréat, fascicule 12 (1967-1968).

Prix	3	5	6	8
Quantités offertes q_o	1 tonne	5	7	11
Quantités demandées q_d	4,75	3,75	3,25	2,25

Nous avons supposé, suivant certains économistes, que :

1°) La fonction d'offre est une fonction affine du prix :

$$q_o = ap + b$$

Le tableau permet alors de déterminer a et b . On trouve :

$$q_o = 2p - 5$$

On voit que la valeur du modèle dépend, non seulement de l'analyse théorique sous-jacente, mais aussi du matériel statistique disponible.

Intérêts "pédagogiques" mathématiques :

. recherche des coefficients "a" et "b" à partir de deux couples de données : (3;1) et (5;5) par exemple.

. vérification que "a" et "b" sont les mêmes si on choisit d'autres couples, par exemple (7;3,25) et (11;2,25).

2°) La fonction de demande est une fonction affine du prix :

$$q_d = -\frac{p}{2} + 6,25$$

On recherche alors la situation d'équilibre qui correspond à $q_d = q_o$

— soit par la résolution d'un système de deux équations à deux inconnues ;

— soit graphiquement.

On trouve :

$$p = 4,5 \quad ; \quad q_d = q_o = 4$$

Deuxième étape

Le gouvernement décide d'imposer aux producteurs une taxe t fixe par kilo. On fait les hypothèses économiques suivantes :

— la fonction de demande est la même ;

— l'offre sur le marché reste invariable.

Quelle est alors la nouvelle forme de la fonction d'offre q'_o ?

On utilise alors le tableau suivant :

$p' = p + t$	$3 + t$	$5 + t$	$6 + t$	$8 + t$
q'_o	1	5	7	11

On trouve :

$$q'_o = 2(p' - t) - 5$$

La fonction de demande des consommateurs restant inchangée :

$$q'_d = -\frac{p'}{2} + 6,25 ,$$

on peut calculer le nouveau prix d'équilibre qui s'établit sur le marché.

Application numérique : on suppose $t = 0,5$ et on trouve le nouveau prix d'équilibre : $p = 4,9$ F / kilo.

On peut en déduire le montant de la charge fiscale réellement supportée par les consommateurs et celui qui est assumé par les producteurs.

1.B) Problèmes de rendement introduisant des fonctions affines et des pourcentages (2).

— Un ouvrier est payé 15 F pour décharger 1 m³ de terre, alors qu'un bulldozer coûtera 5 F par m³ auxquels on doit ajouter 5 000 F, coût du transport du bulldozer sur le chantier.

Le problème est de choisir, entre le travail manuel et celui de la machine, en vue d'un coût minimum.

Les élèves auront à rechercher les inconnues et à mettre en forme mathématiquement le problème.

On obtient alors, x étant le nombre de m³ de terre, y le coût du travail en francs, pour l'ouvrier $y = 15x$ et pour le bulldozer $y = 5x + 5 000$.

La machine sera donc utilisée si $x \geq 500$ (résolution d'une inéquation).

(2) La mathématique dans la gestion : Battersby (OCDL).

— L'entrepreneur juge que le travail de l'ouvrier peut augmenter de 20 %. On obtient alors le coût du travail manuel

$$y = \frac{15}{1,2} x$$

Il est intéressant alors pour l'entrepreneur d'utiliser un bulldozer si $x \geq 667$.

On vérifiera que, dans ces conditions, le rendement de l'entrepreneur a augmenté de 33 % !

I.C) Fonctions en escalier — Fonctions affines par morceaux

Etudier la fonction de production ainsi définie pour une industrie :

Production	Charges fixes
$x \leq 40\ 000$	200 000
$40\ 000 < x \leq 60\ 000$	250 000
$60\ 000 < x \leq 80\ 000$	280 000

Production	Charges variables
$x \leq 30\ 000$	$5x$
$30\ 000 < x \leq 50\ 000$	$7,5x - 75\ 000$
$50\ 000 < x \leq 80\ 000$	$0,000\ 12 x^2$

II — Introduction à la notion de matrices

III — Programmation linéaire ⁽³⁾

La programmation linéaire est très utilisée pour maximiser une fonction (bénéfice, chiffre d'affaires) ou minimiser une fonction (coût de transport ...), et donne une application intéressante des résolutions graphiques d'inéquations.

(3) La recherche opérationnelle, Faure (p. 21) (PUF).
Mathématique Seconde C, Vissio (p. 435) (Delagrave).

IV — Essai de calcul d'un indice des prix

Intérêt en économie : faire prendre conscience aux élèves de la notion d'indice des prix dont ils entendent souvent parler, en leur faisant construire eux-mêmes un indice.

En mathématiques : recueil de données statistiques, étude d'une moyenne pondérée, notion de barycentre.

Les problèmes que l'on se pose sont les suivants :

Comment définir la taille de l'échantillon — les différentes dates où les prix seront relevés et le mois de référence — le choix du secteur géographique et les types de commerçants — les coefficients de pondération.

Pour simplifier la tâche des élèves et la nôtre, nous avons traité l'exemple suivant.

On choisit deux produits de consommation courante (ici : le Nescafé (Produit 1) et la bouteille de maxi-Vittel (Produit 2)).

Chaque élève de la classe relève dans un magasin donné le prix de ces deux produits à date fixée.

En faisant la moyenne des prix relevés par les élèves, on établit un prix moyen pour chaque produit, pour chaque mois : (P_{n_1} désigne le prix en novembre du produit 1)

	octobre	novembre	etc ...
Produit 1	P_{o_1}	P_{n_1}	
Produit 2	P_{o_2}	P_{n_2}	

A partir de ces résultats, on peut déterminer un indice pour le produit 1 au mois de novembre (référence octobre) :

$$i_1 = \frac{P_{n_1}}{P_{o_1}} \times 100$$

Pour le calcul de l'indice global, on peut considérer une pondération déterminée par les hypothèses suivantes : on suppose qu'une famille consomme par mois une bouteille de Nescafé et 30 bouteilles de Maxi-Vittel.

$$i = \frac{30 P_{n_2} + P_{n_1}}{30 P_{o_2} + P_{o_1}} \times 100$$

On pourra montrer que $i \neq i_1 + i_2$.

Ceci n'est qu'un modèle très schématique de ce qui peut être fait dans une classe au sujet de l'indice des prix ; certains professeurs du groupe ont l'intention de choisir une quinzaine de produits (alimentaires et habillements) et de travailler éventuellement à partir de documents de l'I.N.S.E.E.

Comme il a été dit au début, des discussions plus générales ont été abordées. Le professeur d'économie a précisé le programme de Seconde en économie : démographie, besoins et consommation (problèmes d'établissement de prix ; étude de marchés), travail et activités. Pour tout cela, le professeur a besoin de la notion de pourcentage ; or, d'après elle, à l'entrée en Seconde les pourcentages sont inconnus des élèves ; voilà donc une question sur laquelle les professeurs de mathématiques devraient insister dans le premier cycle.

Nous nous sommes posés, pour conclure, le problème général suivant : dans quelle mesure l'économie a-t-elle besoin des mathématiques ?

Certains pensent que, quels que soient les choix des variables économiques et quels que soient les modèles de liaisons entre ces variables, envisagés par les économistes, il est très souvent possible de leur donner une forme mathématique (courbe d'offre et de demande, courbe de coût et de recettes moyennes et marginales, détermination de l'équilibre du marché ou de la forme, concept d'élasticité, traitement des séries de données chronologiques, programmation linéaire). Dans les cas où cela ne paraît pas encore possible, on peut imaginer une adaptation des mathématiques à l'économie ou même l'invention d'une mathématique nouvelle.

Au contraire, d'autres pensent que souvent un modèle mathématique donne seulement un habillage scientifique et impressionnant pour le lecteur ou l'auditeur et permet de lui faire accepter des modèles dont les hypothèses de départ n'ont pas été discutées.

Ils pensent aussi que certains phénomènes économiques et sociaux sont imprévisibles et demandent par exemple "Comment mathématiser le phénomène récent de LIP ? " (4).

(4) Les défenseurs de ces dernières idées ne m'ayant pas envoyé, comme nous l'avions convenu ensemble, leur compte rendu, j'espère ne pas trop déformer leur pensée !

La discussion fut très animée, mais il n'y eut pas de conclusion.

Après la récente remise des Prix Nobel d'Economie à un mathématicien et à un physicien de formation, le problème reste ouvert.

Groupe D 2 :

Physique, chimie et mathématiques dans le second cycle

Compte rendu de M. COLLETTE (Sciences Physiques - Orléans)

Le sujet pouvait sembler explosif étant donné les antécédents historiques récents des relations entre physiciens et mathématiciens (cf les vecteurs) mais on a pu constater que, de ce côté-là, bien des difficultés étaient aplanies même si le vocabulaire n'est pas encore tout à fait commun. L'atelier fut l'un des plus nombreux (30 à 40 personnes environ, dont une bonne dizaine de physiciens) ; sur les quatre séances, deux rassemblèrent l'ensemble des participants et deux autres furent consacrées à des travaux en deux sous-groupes (d'ailleurs fort inégaux en nombre). Les questions abordées furent trop nombreuses pour le temps imparti et nous nous bornerons à énoncer le contenu des séances et à évoquer les principaux thèmes abordés pendant les discussions qui suivirent.

Dès la première séance plénière, notre collègue Hulin, professeur de physique à Paris VII, membre de la Commission de Renovation des Sciences Physiques dite Commission Lagarrigue, invité par Colmez, responsable de l'atelier, expose le contenu des futurs programmes de physique.

Rappelons brièvement qu'il s'agit :

- au niveau de la classe de Seconde :
 - de mécanique,
 - d'électronique ;
- au niveau de la Première :
 - de mécanique,
 - de théorie cinétique des gaz,
 - de phénomènes vibratoires (avec aussi peu de mathématiques que possible) ;

- au niveau de la classe Terminale :
 - de mécanique,
 - d'électromagnétisme...

Hulin précise qu'on ne s'occupera que des phénomènes linéaires — linéarité que l'on postulera d'ailleurs (les phénomènes non linéaires sont considérés comme hors programme — exemple : la caractéristique de la diode).

L'analyse qui suit cet exposé permet de mettre en évidence un certain nombre de points sujets à discussion. L'assemblée décide de se scinder en deux sous-groupes, chacun étant chargé de traiter plusieurs des points suivants (sans intersection commune si possible) :

- les vecteurs ;
- rotations et angles, traitement des phénomènes vibratoires (Première) ;
- la dérivée en mécanique (Seconde et Première) ;
- exponentielle complexe (représentations des fonctions trigonométriques pour l'étude des phénomènes vibratoires) et équations différentielles (en Terminale).

• Sur les "vecteurs", Colmez a le souci d'exposer un modèle mathématiquement correct pour arriver à mettre en place la notion d'espace vectoriel (de dimension 1) et termine par "vecteurs polaires" et "vecteurs axiaux".

Les questions suivantes sont soulevées :

- 1) le problème des unités (changement de base),
- 2) le problème des flèches,
- 3) la géométrie de l'espace physique : l'élève va-t-il percevoir le même espace en mathématique et en physique ? (exemple : le calcul de "la résultante" — mot à bannir d'ailleurs : il faut conserver *somme géométrique* ou *vectorielle*).

Quelle synthèse l'élève fait-il ? Ne faut-il pas repenser l'apprentissage de la géométrie en Quatrième et Troisième ?

Des collègues de Montpellier présentent des documents de base réalisés par l'IREM de leur ville dans le cadre de la formation des professeurs de sciences physiques ; le chapitre relatif au produit vectoriel est abordé. Les mêmes questions que ci-dessus réapparaissent d'ailleurs, ainsi que le problème des repères, de l'introduction des opérateurs, .. et de la règle à calcul.

• Dans le deuxième sous-groupe, une grande partie du temps a été consacré à l'étude des phénomènes de propagation et des phénomènes vibratoires (en se référant au document Colmez-Moreau élaboré dans le cadre de la recherche INRDP — IREM sur la coordination des enseignements de Mathématiques et de Physique) ; et la possibilité d'éviter un emploi prématuré des fonctions trigonométriques.

• Sur les autres sujets abordés (nombres complexes, dérivées, équations différentielles), il a été constaté que les outils mathématiques utilisés en physique peuvent être pris à temps, et qu'il peut même y avoir une démarche dialectique : c'est une affaire de coordination des enseignements, donc une affaire d'équipe de professeurs.

• La dernière séance plénière est consacrée à un échange avec notre collègue Charlot, professeur de Sciences Physiques à Dreux, où il expérimente les nouveaux programmes. Rappelons les principaux points abordés :

1) la notion de vitesse est traitée graphiquement (le physicien est effrayé à la pensée qu'on pourrait mettre une flèche sur le temps !), ce qui cache la dérivation ;

2) la propagation des signaux (sans fonctions sinusoïdales) est introduite également graphiquement :

3) la notion de force (à partir de la quantité de mouvement).

La relation $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ et le cheminement qui y mène (à partir des vecteurs déplacement, vitesse, quantité de mouvement \vec{p}) avait soulevé la remarque : "C'est des mathématiques, pas de la physique".

Hulin a répondu qu'outre la nécessité d'une démarche serrée, le physicien devait réinterpréter cette relation au point de vue de la physique.

• Il n'était pas question en si peu de temps de résoudre tous les problèmes et certains seront déçus de n'avoir pu avancer sur des points précis.

Un certain nombre de problèmes fondamentaux ont été cernés et chacun est clairement invité maintenant à essayer de s'attaquer à leur résolution.

L'objectif principal a été d'exposer certaines difficultés des physiciens à partir des futurs programmes de la Commission Lagarrigue et d'essayer de donner, dans un premier temps, des solutions mathématiquement rigoureuses sur le plan méthodologique... pour le professeur de mathématiques. Le temps a manqué pour approfondir le point de vue du professeur de physique et pour se placer au niveau de l'élève.

Groupes D 3 - F 3

Economie et mathématique

Compte rendu rédigé par P. L. HENNEQUIN d'après les notes de L. M. BONNEVAL

Compte tenu

- a) du faible effectif du groupe F3,
- b) du fait que les deux groupes comprenaient à la fois des professeurs de B et des professeurs de G,
- c) de l'absence de Madame Varloot le vendredi,

les deux groupes ont décidé de se réunir pour les quatre séances de travail.

Liste des membres

Groupe D3

Animateur économiste : VARLOOT Marie-José, Lycée de Sèvres (92)

Animateur mathématicien : HENNEQUIN Paul-Louis, Université de Clermont

BEAULANDE Emile, Lycée B. Franklin, 45000 Orléans

BECANE Daniel, Lycée de Vendôme, 41100

BONNEVAL Louis-Marie, Lycée Saint Exupéry, 52100 Saint-Dizier

BOUTONNET Suzanne, Lycée de Filles, Belfort

BRUNEL Alain, L.E.M. Pierre et Marie Curie, Chateauroux

CONNES André, Lycée Cl. Marot, 46000 Cahors

DEGUET Gilles, Lycée Dessaignes, Blois

DRAHEMIA Janine, Lycée La Fontaine, 75016 Paris
FREDON Daniel, I.R.E.M., 87100 Limoges
GRIFFON Annick, 6, promenade Mona Lisa, 78000
Versailles
LE BRETON Danielle, Lycée Récamier, Lyon
LECLERF Josette, Lycée de Garçons, Belfort
LEVEILLEY Michel, Lycée Bréguigny, 35000 Rennes
MAILHOS Line, I.R.E.M., Université Paul Sabatier, 31400
Toulouse
MARIA José, Lycée Estienne d'Orves, 06000 Nice
MASSON Nicole, Lycée Giraudoux, Chateauroux
PERDON Christiane, Lycée Boulogne-Billancourt
ROUSSEL Jacqueline, Lycée Jules Ferry, 77 bd de Clichy,
75009 Paris
THERUS Serge, Retraité, 57 rue David, 51100 Reims
WIRRMANN Geneviève, Lycée Koeberlé, 67600 Sélestat

Groupe F3

Animateur économiste : GROSJEAN André, Lycée Calmette,
Nice
Animateur mathématicien : MERIGOT Michel, I.R.E.M.,
Nice
BROUSSEAU Guy, I.R.E.M., Université de Bordeaux I
LEDOUX Françoise, Lycée Grandmont, 37000 Tours
RODRIGUEZ Nicole, Lycée Colbert, 27 rue Chateaulaudon,
75010 Paris
ROLAND Jean-Pierre, Lycée Choiseul, Tours
VALLET Raymond, C.E.S. Le Ferronay, 50130 Octeville
SAPIN Jacky, I.U.T., Poitiers

La première séance est consacrée à une présentation des membres et à l'établissement d'un programme de travail.

Il apparaît que la commission se compose, outre les animateurs,

- a) de professeurs de mathématiques enseignant dans les sections B et G et qui cherchent à coordonner leur enseignement avec celui des économistes ;
- b) de professeurs de mathématiques de section C qui cherchent des applications motivantes pour leurs cours ;

c) de mathématiciens ayant suivi ou donné des cours en licence de sciences économiques.

La commission décide de travailler d'après le programme suivant :

- I. Etude d'un certain nombre de *mots-clefs* indispensables à l'économiste dans son enseignement et qu'il considère comme du domaine des mathématiques.
- II. Etude des techniques mathématiques nécessaires à l'économiste.
- III. Etablissement d'un tableau précisant
 - a) ce que l'économiste attend du mathématicien
 - b) ce que fait le mathématicien et qui pourrait intéresser l'économiste.
- IV. Etude de textes d'examen.
- V. Etablissement d'une bibliographie.

Bien entendu, le groupe ne prétend pas épuiser le sujet en trois séances, mais plutôt suggérer à des équipes régionales des directions possibles de travail.

*
* *

I. Etude de mots-clefs

1 — *Taux - pourcentages*

Problème de formulation : c'est souvent très flou : pourcentage de quoi ? Notion mal comprise par les élèves et par tout le monde, alors qu'elle est constamment employée par les médias.

En économie, la notion de *coefficient d'élasticité* permettrait un travail interdisciplinaire entre mathématiques et économie : c'est un rapport de pourcentages. Pour l'économiste, c'est l'aspect *économique* qui est important, mais il y a très souvent des blocages d'ordre mathématique. En démographie également (Seconde).

Pour un économiste, un pourcentage est-il toujours entier, ou comporte-t-il des décimales ? Il y a parfois des décimales. Alors, pourquoi conserver le rapport à 100 ? Se représente-t-on mieux une échelle de 1 à 100 ? N'est-ce pas une difficulté pour les enfants ?

En Quatrième, on introduit les décimaux, mais on ne parle pas de pourcentages. L'enfant en entend parler en Sixième (géographie).

Est-ce le rôle du professeur de mathématiques d'en parler, ou est-ce à l'économiste (au géographe, au biologiste ...) ?

Le problème est de définir à un moment ou à un autre les expressions : *augmenter* de ... %, *diminuer* de ... %, ainsi que toutes les locutions courantes où figure un pourcentage.

2 — *Indice*

Pour les économistes, c'est un *rapport* entre valeurs d'une quantité à une date initiale et à une date finale. En général il est multiplié par 100, et se présente sous forme d'un *nombre entier*.

Ces formulations engendrent des difficultés : le point de départ peut être 100 pour deux pays, sans qu'ils partent du même point. Cette notation est-elle maladroite ?

Quelles manipulations fait-on faire aux élèves là-dessus ? On leur donne des "chiffres", il leur faut les traduire en termes d'indices (formule $\frac{P}{P_0} \times 100$). On ne fait pas de moyenne pondérée (on se contente de donner la formule).

Or, les enfants ne savent plus calculer (??). Les divisions sont mal acquises.

Il s'agit d'une contrainte sociale : tout le monde économique utilise ce langage. Il est donc nécessaire de l'imposer aux enfants.

N.B. On trouve un chapitre sur les indices dans "Initiation à la Statistique" de Guerber et Hennequin (édité par l'A.P.M.).

3 — *Mesure*

Les économistes parlent-ils de difficulté des mesures économiques, d'erreurs, de relativité d'une mesure ?

Par exemple, dans la mesure d'un taux de croissance, il s'agit d'insuffisance du modèle, plutôt que d'erreur de mesure.

Les économistes ne font pas de calcul d'erreur : ils en restent au niveau qualitatif, sauf dans certains cas spécialisés. En micro-économie ce serait possible ; en macro-économie, cela paraît impossible.

Exemple : on évalue qu'un recensement comporte une marge d'erreur d'environ 500 000.

Pour évaluer une erreur, il faut faire des hypothèses d'invariance, des extrapolations.

Les élèves ont effectivement à faire des mesures.

4 — *Modèle, fonction*

Traduction mathématique des données économiques : représentation mathématique : fonctions.

Les économistes ont parfois besoin des fonctions de deux variables, qui ne sont pas étudiées en mathématiques.

Le mot *fonction* a à peu près le même sens en mathématiques et en économie.

En général, on interpole une série de mesures discrètes par une fonction continue dérivable.

On apprend aux élèves les *techniques d'ajustement linéaire* (méthode des moindres carrés, très utilisée en pratique pour les problèmes de prévision, de tendance).

Ces méthodes sont d'ailleurs utilisées en physique.

Ce serait au mathématicien de le faire (c'est le cas en Terminale G2 - G3, mais c'est très mal fait, sans motivation et sans machine).

5 — *Marginal, dérivée*

A partir d'un tableau de mesures, on calcule $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ pour Δx petit (en général 1, petit par rapport à 10 000).

L'économiste parle beaucoup de *coût marginal*, mais n'a pas l'impression de faire de mathématiques.

Marginal : c'est ce qui s'ajoute en plus.

Toute la gestion théorique est fondée sur la théorie marginaliste. Les limitations de cette théorie sont une question de validité de l'approximation de la dérivée.

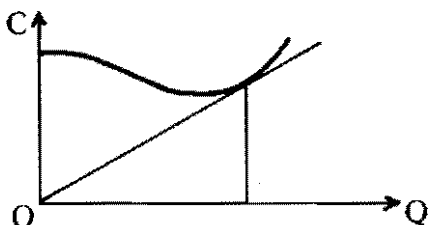
Si $C(Q)$ désigne le coût en fonction de la quantité :

$$C_n(Q) = \frac{C(Q)}{Q}$$

est appelé coût *moyen* et la dérivée de $C(Q)$, $C'(Q)$: *coût marginal*.

Le coût moyen est minimal si $C'_n(Q)$ est nul, c'est-à-dire si

$$C'(Q) = \frac{C(Q)}{Q} = C_n(Q)$$



(cf. TINTNER : "Mathématiques pour les économistes" (Dunod))

6 — Corrélation

Les économistes en parlent : d'abord au niveau qualitatif, puis en essayant de la chiffrer. Il y a la "corrélation fonctionnelle", le "coefficient de corrélation linéaire".

On peut trouver des corrélations élevées en sachant présenter le problème.

Un problème de vocabulaire : pourquoi parle-t-on de corrélation "étroite" pour indiquer que la corrélation est grande ?

II. Techniques mathématiques utilisables en économie

1 — Tables numériques

Logarithmes : l'utilisation en est rare.

Il y a d'autres tables (cf. Laborde, chez Dunod) ; mais l'économiste n'utilise pas de fonctions usuelles explicitées, donc n'a pas besoin de ces tables.

Tableaux de nombres, interpolation : en fait, il y a peu de calculs à faire.

Règle à calcul : pour calculer les pourcentages, on utilise plutôt les machines.

Les élèves de Première B continueront-ils après le Baccalauréat ? Rarement, semble-t-il (18 %). La section B prépare mal aux études longues d'économie. C'est qu'on met en B les faibles en

mathématiques (ce qui pose le problème de l'orientation, et de l'existence même de la section B).

Quel niveau mathématique les économistes attendent-ils de leurs élèves ? Il s'agit moins de connaissances que d'attitude logique, de "sympathie" pour les chiffres, de la notion de "relatif" (pourcentages). En France, à la différence des pays anglo-saxons, l'économie reste très littéraire.

2 — Représentation graphique

Quand apprend-on le passage d'un tableau de nombres à une courbe ? Pas en Troisième ; en Seconde, l'économiste y passe beaucoup de temps. Pourtant, en Sixième, il y a des exercices de ce type, et même en CM1-CM2. Ensuite, c'est négligé. Les représentations graphiques ne sont pas maîtrisées de façon commode.

En économie, on n'utilise pas seulement les coordonnées cartésiennes. Il ne s'agit pas de rejeter sur le professeur de mathématiques l'apprentissage des techniques utiles. Le problème est que les élèves de Seconde ne savent pas utiliser ce qu'ils savent.

La situation progresse entre Seconde et Terminale : ils arrivent à interpréter les graphiques.

Savoir lire un graphique : il y a pour le mathématicien tout un travail de manipulation à faire (pour une fonction croissante, la courbe monte vers la droite, etc...).

Une suggestion : proposer aux élèves de faire "mentir les statistiques", en jouant sur les représentations ; ou de comparer les journaux d'opinions diverses.

Peut-être y a-t-il, chez les matheux, une tendance au purisme ; pas chez les économistes, en section B.

3 — Programmation linéaire

Il s'agit d'optimiser une fonction (linéaire) en respectant certaines contraintes (linéaires).

Les économistes s'en servent plus en G2-G3 qu'en B. (Deux variables, plusieurs contraintes, résolution graphique). En mathématiques, cela peut se faire en Seconde et même en Troisième, à titre d'exemple.

4 — Calcul matriciel

L'économiste ne s'en sert pas dans le secondaire (sauf peut-

être : matrice de production, matrice d'affectation, matrices de Léontieff).

Les matrices sont au programme de Première : les utilisateurs n'ont pas l'habitude de les employer en Première.

Est-il possible d'illustrer toutes les notions mathématiques par l'économie ? Inversement, l'économiste sent-il que tous ses élèves ont à leur disposition les outils mathématiques nécessaires ?

Réponse à la première question : non (trigonométrie en Première B !)

Réponse à la deuxième question : non (cf. plus haut).

5 — Graphes

Notion intéressante, simple, formatrice ; et pourtant elle n'est nulle part au programme.

Les économistes s'en servent en G (méthode PERT).

Sections G_1 : techniques administratives (secrétariat...)

G_2 : techniques de gestion (comptabilité...)

G_3 : techniques commerciales (vente...)

Les différences d'épreuve sont les études de cas (et les mathématiques sont inexistantes en G_1) (cf. Kaufmann : "Des points et des flèches").

6 — Probabilités - Statistiques

Les élèves de B se sentent obligés d'en faire (questions fréquentes au Baccalauréat) ; ils trouvent cela abstrait. Le problème est d'abord chez les professeurs de Mathématiques, en général peu formés.

Suggestion : pour les sujets de Baccalauréat, associer les professeurs d'économie à la confection des sujets de mathématiques (et réciproquement).

En économie (G_3) : moyenne, écarts-types. On a essentiellement besoin de statistique descriptive (que souvent on néglige et qui n'existe plus en Seconde).

Les économistes ont-ils besoin de techniques d'analyse des données ? En fait, ils utilisent le tableau final, sans se préoccuper de la façon dont il est fait.

III. Tableau

Ce que souhaite l'économiste		Ce que fait le professeur de Mathématiques
Economie	Mathématiques	
<p><i>Seconde (AB)</i> Démographie Budget des ménages</p>	<p>Calculs de pourcentages, d'indices Représentations graphiques</p> <p>Suites arithmétiques et géométriques</p> <p>Equation du second degré</p>	<p>Réels, calculs approchés, puissances, fonctions affines, linéaires,</p> $x \mapsto x^2 ; x \mapsto \frac{a}{x} ; n \mapsto a^n$ <p>Equations du second degré. Espaces vectoriels : totalement inutile pour les B ou du moins leur présentation axiomatique (en fait, la <i>linéarité</i> est présente partout, et les matrices peuvent s'introduire). (Cela servira éventuellement en Faculté). Pourquoi ne pas faire, par exemple, les graphes à la place des espaces vectoriels ? (De plus, il ne faut pas ignorer la possibilité de passer de Deuxième AB en Première D).</p>
<p><i>Première (B) Economie nationale</i></p> <p>Franc constant Franc courant Fonctions de production Ajustement Multiplicateur Accélérateur</p> <p><i>Terminale</i></p> <p>Croissance des grands pays Mécanisme de la croissance</p>	<p>Indices Intérêts composés Coût marginal Changement de repère Dérivées 1ère et 2ème Suite géométrique</p> <p>Taux de croissance Graphiques Suites récurrentes Papier semi-logarithmique</p>	<p>Fonctions, dérivées, limites Applications linéaires</p> <p>Le programme de Terminale pose moins de problèmes : fonctions, intégrales (courbes cumulatives, ...), probabilités ; passage du marginal au global</p>

IV. Etude des épreuves de Baccalauréat

Premier exemple : Baccalauréat de technicien, série G3 (1974)

Etude de cas

PREMIERE PARTIE

I — La société anonyme Durandal est grossiste en outils et appareils de jardinage.

Elle a réalisé en 1973 un chiffre d'affaires hors taxes de 370 800 F sur les brouettes.

Son stock de brouettes au 31 décembre 1972 était évalué à 83 778 F et au 31 décembre 1973 à 118 926 F.

1°/ Sachant que le taux de marque pratiqué par l'entreprise sur les brouettes est de 18 %, calculer le taux de rotation du stock et donner sa signification.

2°/ Quels seraient les avantages d'une rotation plus rapide :

- a) sur le plan du financement initial du stock,
- b) sur le plan de la trésorerie de l'entreprise ?

II - L'entreprise Durandal envisage pour 1974 la vente de 15 000 appareils pulvérisateurs manuels de jardin.

La passation de chaque commande et sa réalisation lui coûte 600 F et le coût du stockage d'un appareil est évalué à 0,008 F par jour (1 an = 360 jours).

1°/ Sachant que le nombre de commandes annuelles est un nombre entier, compris entre 1 et 12 inclus, présenter dans un tableau :

- a) le coût du stockage ;
- b) le coût de passation des commandes ;
- c) le coût total lié à l'approvisionnement.

2°/ Déterminer le nombre de commandes correspondant pour l'entreprise au moindre coût total.

I : taux de marque = bénéfice/prix de vente (avec taxe ou hors taxe ?)

II : il s'agit de chercher le minimum d'un nombre fini de nombres.

Dans le I, 2°) on demande "les avantages d'une rotation plus rapide" : il s'agit de qualitatif, mais on demande de s'appuyer sur des chiffres.

DEUXIEME PARTIE

La société Durandal a pour client Monsieur TRINGLET, quincaillier unique à Saint-Michin, localité de 3 500 habitants, située sur une grande route menant, à 10 km de là environ, à une grande agglomération (environ 100 000 habitants), autour de laquelle sont prévues plusieurs implantations industrielles et commerciales qui viendront s'ajouter aux activités existant déjà.

M. TRINGLET, âgé d'une quarantaine d'années, a repris le magasin tenu auparavant par son père dans un contexte essentiellement rural. Il a dû déjà, pour faire face aux nouvelles implantations résidentielles (pavillons, immeubles ...) entre la ville et Saint-Michin, ajouter à son activité traditionnelle en déclin la vente d'appareils ménagers et électro-ménagers.

M. TRINGLET vous demande d'analyser son activité récente, d'établir des prévisions et de lui fournir des éléments qui lui permettront de décider de l'extension de son commerce.

I — Les chiffres d'affaires des six dernières années sont les suivants :

1968	1969	1970	1971	1972	1973
290 000	325 000	350 000	345 000	360 000	370 000

1°/ Déterminer l'équation de la droite des moindres carrés ajustant le chiffre d'affaires sur les six années et représenter sur un graphique le chiffre d'affaires de chaque année et la droite d'ajustement.

2°/ A l'aide de cet ajustement, établir la prévision de chiffre d'affaires pour 1974 (calcul et graphique) et pour chaque trimestre de 1974, sachant que l'activité commerciale de M. TRINGLET est exprimée par les coefficients suivants :

1er trimestre	0,6
2ème trimestre	1,1
3ème trimestre	0,8
4ème trimestre	1,5
	<hr/>
	4,0

3°/ Le quincaillier considère que ses charges fixes étaient en 1973 de 81 900 F (on admet qu'en 1974 la structure commerciale de la quincaillerie TRINGLET sera la même qu'en 1973, et que ces charges fixes sont engagées dès le début de l'année).

Les charges variables représentent en moyenne 60 % du chiffre d'affaires.

a) Présenter dans un tableau le montant cumulé (trimestre par trimestre) du chiffre d'affaires, des charges variables et des charges totales que l'on peut prévoir pour 1974.

Dégager le résultat d'exploitation en fin de chaque trimestre.

b) Construire un graphique représentant en fonction du temps (les quatre trimestres de 1974) le chiffre d'affaires cumulé et les charges totales cumulées.

c) Faire apparaître sur ce graphique le montant et la date du seuil de rentabilité (point mort) pour 1974.

d) Retrouver ce point mort par le calcul.

II — M. TRINGLET, voyant augmenter de façon très rapide la population de sa localité et des environs (personnes travaillant à la grande ville proche) envisage d'élargir son champ d'activité en accroissant la taille de son rayon d'équipement ménager et en mettant sur pied un rayon bricolage et jardin pour l'instant très peu développé chez lui.

Il envisage trois possibilités :

Première possibilité : location d'un local nu dans un centre commercial dont l'ouverture avec hypermarché possédant un rayon bricolage et articles de jardin est prévue en juin 1974 à proximité du village (le centre commercial

appartiendra en totalité à la société créant l'hypermarché, celle-ci mettant en location vingt cinq points de vente qui constitueront une galerie marchande).

Deuxième possibilité : achat et mise en état de fonctionnement d'un local proche de son magasin actuel et placé sur la route menant à la grande ville (surface disponible 400 m²).

Troisième possibilité : extension et aménagement de son point actuel de vente grâce à un terrain dont il est propriétaire, attenant à sa maison et à son magasin et utilisé actuellement comme jardin (environ 500 m²). (Voir plan annexe).

M. TRINGLET demande que lui soit envoyé un rapport sur les points suivants :

- a) grandes lignes d'une étude lui permettant de connaître son marché actuel et futur pour les articles ménagers, de bricolage et de jardin, et de savoir si son projet est viable ;
- b) avantages et inconvénients de chacune des possibilités d'extension ;
- c) financement de son extension ;
- d) enfin, quel intérêt aurait-il à demander son affiliation à une chaîne volontaire de quincaillerie ?

N.B. — Les deux parties sont indépendantes et dans chaque partie, les deux paragraphes sont indépendants.

La deuxième partie est un exercice typique pour G3 ; l'épreuve est préparée en cours de "Bureau Commercial", matière qui nécessite une liaison avec les mathématiques. Mais la difficulté vient beaucoup plus du vocabulaire commercial que des mathématiques.

Dans le 3°, b) quelle représentation graphique attend-on des élèves : diagramme en bâton, interpolation linéaire, fonction en escalier ?

En pratique, on interpole linéairement (mais théoriquement on pourrait interpoler autrement).

Le sujet est très découpé, pour ne pas bloquer les élèves.

Deuxième exemple : Série G3 Techniques Commerciales — Académie de Limoges.

Monsieur DAVON, propriétaire d'un magasin de coiffure "Hommes et Dames" désire gérer d'une façon plus rationnelle son commerce.

PREMIER TRAVAIL : Analyse et prévision des ventes

Il possède les statistiques mensuelles de son chiffre d'affaires pour les années 1965 ; 66 ; 67 ; 68 (en centaines de francs).

Annexe n° 1

1°) Etablir le graphique de ces ventes en prévoyant la place pour les ventes de 1969. Commenter cette courbe.

2°) On admet que l'accroissement du chiffre d'affaires est de 250 F par mois et que la progression définie par la droite de tendance constitue une progression arithmétique.

Présenter cette droite sur le graphique précédent pour les années 1965 ; 66 ; 67 et 68 (préciser avec les explications nécessaires le résultat pour décembre 1968).

3°) a - présenter dans un tableau pour chacune des années 1965 ; 66 ; 67 ; 68 les rapports mensuels suivants en pourcentages (sans décimale)

$$k = \frac{\text{ventes réelles}}{\text{ventes exprimées par la droite de tendance}}$$

b - représenter graphiquement ces rapports. Commenter. Cette courbe a-t-elle une relation avec la précédente ?

c - calculer la moyenne des rapports de chaque mois, exprimée en pourcentage

$$\text{ex : janvier} = \frac{\text{rapport janv. 65} + \text{rapport janv. 66} + \dots + \text{rapport janv. 68}}{4}$$

février : idem

d - avec ces moyennes, et les résultats de la droite de tendance, calculer le chiffre d'affaires prévisionnel pour 1969, mois par mois. Compléter le premier graphique.

DEUXIEME TRAVAIL : Etude de rentabilité des ventes

Monsieur DAVON voudrait savoir si en 1969, son commerce, avec le chiffre d'affaires prévu, sera rentable. Ses prévisions pour les charges sont les suivantes :

Annexe n° 2

- Le stock initial et le stock final correspondent :
- aux produits utilisés par le coiffeur (shampoings, fixateurs, teintures ...)
 - aux produits accessoires vendus par Monsieur DAVON (produits de beauté).

- 1°) Présenter le tableau final faisant apparaître :
 - le prix de revient des marchandises vendues
 - la marge sur coût variable
 - le résultat d'exploitation
- 2°) Déterminer le point mort :
 - par le calcul
 - graphiquement .

TROISIEME TRAVAIL : Actions de promotions des ventes

1°) La conjoncture économique actuelle ne permet pas d'augmenter les prix de Monsieur DAVON (blocage des prix pour les prestataires de services) ; or, les objectifs à atteindre vont être difficilement réalisables sans effort particulier surtout pendant la morte saison.

Le magasin étant démodé et incommode, le propriétaire décide de procéder à un nouvel aménagement intérieur.

Donner un plan d'aménagement de ce magasin ; il n'est prévu qu'une caisse pour le salon "Dames" et le salon "Hommes" ; un sens de circulation est obligatoire.

(Cette question semble bien floue à un profane).

2°) Quelles actions de promotion des ventes pouvez-vous prévoir pour donner un nouvel élan à ce magasin ?

Le texte donnait en annexe :

1. le chiffre d'affaires
2. l'analyse des charges prévisionnelles
3. les détails du magasin

Qu'attendons-nous d'une telle épreuve ? que les élèves refassent ce qu'on leur a appris. C'est vrai dans toutes les disciplines, et cela remet en cause tout l'appareil de jugement : on juge les candidats sur leur conformisme.

Troisième exemple : Epreuve d'Economie de Terminale B : 4 heures, 2 sujets au choix :

1er sujet : étude précise ; 2ème sujet : général.

La tendance actuelle est de rapprocher le style des deux sujets. En Terminale, les professeurs d'économie évacuent les mathématiques, puisqu'il n'y en a pas besoin pour cette épreuve (on fait beaucoup plus de mathématiques en Première B).

BACCALAUREAT B			
Coefficients		Notes moyennes	
	Français	3	10
	Mathématiques	3	éventail complet
	Economie	4	8,3
	Philosophie	2	8
Oral	Langues Vivantes 1	3	} supérieure à 10
	Histoire-Géographie	3	
	Langues Vivantes 2	2	

Donc finalement ce sont les mathématiques qui font le tri.

Dans les épreuves orales, l'élève présente une liste, d'où en général les questions ayant un caractère mathématique sont systématiquement éliminées.

Exemple de 2ème sujet : Dakar, session normale de 1971

2ème sujet. — M. Jacques WOLF écrit que "les pays sous-développés veulent une croissance rapide. Le taux doit être le plus élevé possible, compte tenu des ressources dont ils peuvent disposer. Cette croissance doit être continue, régulière et débarrassée de toutes fluctuations en hausse ou en baisse par trop importante. Enfin elle doit être équilibrée... Elle n'est plus acceptée mais elle est désirée... Elle n'est plus un fait, mais un droit. Elle ne constitue plus un résultat mais un objectif. Les pouvoirs publics doivent non seulement coordonner les forces en présence, mais réaliser une grande partie de cette croissance en y jouant le rôle principal".

Partagez-vous cette opinion ? Quels sont alors les facteurs qui bloquent cette croissance économique des pays sous-développés ?

DOCUMENTS ANNEXES

I — Taux de croissance démographique des pays sous-développés

Périodes	Afrique	Asie	Amérique latine	Total	Ensemble des pays sous-développés
1900-1920					0,5
1920-1930	1,2	1,2	1,7	1,3	1,0
1930-1940	1,6	1,4	1,9	1,5	1,2
1940-1950	1,5	1,4	2,3	1,5	1,2
1950-1960	2,2	2,1	2,7	2,3	2,0
1960-1963	2,3	2,4	2,8	2,4	2,1
1963-1966	2,3	2,7	2,8	2,6	2,2

II — Taux de croissance annuel du P.I.B. par tête d'habitant de 1950 à 1967

Ensemble des P.S.D.	2,4	Moyen-Orient	3,4
Afrique	1,7	Pays développés	3,1
Asie du Sud	1,7	Amérique du Nord	2,1
Asie de l'Est	2,4	Europe Occidentals	3,7
Amérique latine	1,8	Autres pays développés	6,1

III — P.I.B. par tête d'habitant de 1950 à 1960

REGIONS	Montant en dollars		Taux d'accroissement annuel moyen en % (1950 - 60)
	1950	1960	
PAYS DEVELOPPES A ECONOMIE DE MARCHE	1 080	1 410	2,7
Amérique du Nord	2 340	2 718	1,5
Europe Occidentale	655	946	3,7
Japon	193	418	8,0
PAYS SOUS-DEVELOPPES A ECONOMIE DE MARCHE	106	130	2,2
Amérique latine	252	300	1,8
Afrique	93	113	1,9
Extrême-Orient	69	85	2,3
Asie Occidentale	164	214	2,7
Autres pays (pays européens attardés)	319	472	4,0

IV — Exportations agricoles de certains pays sous-développés

Pays	Exportations agricoles en % des exportations totales	Exportations de certains produits en % des exportations totales
Sénégal	89	arachide et huile 86
Côte d'Ivoire	85	café, cacao 79
Ghana	90	cacao 66
Nigeria	88	cacao, arachide, huile 66
Mexique	59	coton, café 34
Brazil	90	café, cacao 64
Equateur	95	bananes, café, cacao 82
Ceylan	98	thé, caoutchouc 82
Thaïlande	80	riz, caoutchouc 66

V — Evolution des termes de l'échange par région base 100 en 1958

	1950	1960
Régions développées	96	104
Régions sous-développées	108	97
Afrique	103	94
Amérique latine	119	96
Zone sterling	122	100

VI — Le mouvement des capitaux

	1959		1960	
	Entrées nettes par dons et prêts publiés	Sorties nettes d'intérêts et dividendes	Entrées nettes par dons et prêts publiés	Sorties nettes d'intérêts et dividendes
Afrique	9,6 %	9,5 %	4,0 %	11,0 %
Amérique latine	10,8 %	15,2 %	13,9 %	15,6 %
Asie du Sud-Est	22,5 %	3,8 %	26,1 %	4,8 %
Moyen-Orient	17,4 %	21,4 %	18,0 %	22,7 %

VII — Dette extérieure des pays sous-développés en millions de dollars

Dettes en cours	Total	Afrique	Asie de l'Est	Moyen-Orient	Amérique latine
1961	21 587	3 309	2 176	1 419	8 822
1962	25 842	4 042	2 816	1 667	10 207
1963	29 713	4 971	3 235	1 708	10 964
1964	33 175	5 517	3 744	1 880	11 720
1965	37 065	6 618	3 906	2 446	12 207
1966	41 045	7 379	4 395	2 740	12 895
1967	46 199	8 038	4 988	3 631	14 521
1968	47 542	7 952	5 630	3 643	14 754

VIII — Proportion d'illettrés dans la population âgés de 15 ans et plus

AFRIQUE	Niger (1960)	99,1 %
	Libéria (1960)	92,3 %
	Sénégal (1961)	94,4 %
	République Arabe Unie	80,5 %

AMÉRIQUE LATINE	Porto-Rico (1959)	19,4 %
	Mexique (1960)	34,8 %
	Brazil (1960)	39,4 %
	Bolivie (1950)	67,9 %
	Haiti (1950)	89,5 %

ASIE	Cambodge (1958)	69,2 %
	Inde (1961)	72,2 %
	Pakistan (1961)	81,2 %
	Japon (1960)	2,2 %

Les documents sont-ils suffisants ? L'élève doit-il en connaître d'autres ?

On lui demande :

- d'analyser les documents ;
- de faire intervenir ses autres connaissances ;
- d'énoncer une opinion.

Mais il est exclu de lui fournir des documents contradictoires.

Quel est le rôle de l'*idéologie* dans l'enseignement de l'économie ? C'est le drame : tout dépend du correcteur.

Les économistes parlent des systèmes capitalistes développés, sous-développés, socialistes, chinois.

Mais au-delà, il y a le problème idéologique de *quantifier* les activités humaines.

Principes (sujet sur le sous-développement) :

- étudier l'origine des tableaux ;
- aller du global au particulier ;
- trier les résultats essentiels ;
- interpréter les tendances.

En pratique, on n'utilise pas les outils statistiques pour analyser les tableaux.

Exemple :

catég. soc. éco. du père \ catég. soc. éco. du fils	agriculteurs	manoeuvres
agriculteurs	30,2	14
manoeuvres	0,8	...
.....
Total	100	100

Cela pourrait donner lieu à des problèmes de simulation, avec ordinateurs.

Exemple de sujet de dissertation (Centre d'Outre-Mer, 1974)

2ème sujet. — *L'investissement est considéré comme un facteur essentiel de la croissance économique.*

Essayez de montrer quelles sont les différentes contributions de l'investissement à la croissance.

Peut-on considérer qu'un taux d'investissement élevé est le signe d'une politique économique bien conduite ?

DOCUMENTS ANNEXES

I — La capacité productive

Keynes a concentré toute son attention sur les investissements, dont les variations constitueraient la variable explicative de base des fluctuations de l'activité économique. Cependant, il n'a pas déduit toutes les conséquences logiques de son propre schéma. Il s'est en effet borné à considérer les investissements comme un facteur créateur de revenu. Or, il n'existe pas d'investissements nets sans accumulation de capital, c'est-à-dire sans augmentation de capacité productive. Ainsi, si l'on veut définir les conditions d'équilibre, on ne peut pas admettre que la capacité productive soit immuable pendant la période considérée par l'analyse. Il faut analyser les investissements simultanément en tant que facteur générateur de revenu et créateur de capacité productive.

C. FURTADO,

Théorie du développement économique.

II — Choix consommation - investissement

Si l'on considère, non sans quelque raison, que le niveau de vie moyen sera directement lié au niveau de consommation, on est ainsi amené à choisir entre deux modes extrêmes et également mauvais de développement :

— Une croissance "spartiate" où l'on investit chaque année presque tout ce que l'on produit (à l'exception d'un minimum "calorique" de subsistance) dans l'espoir d'avoir plus tard un potentiel énorme de production et consommation.

— Une croissance "sybarite" où l'on consomme chaque année presque tout ce que l'on produit. Poussée à l'extrême, cette croissance devient d'ailleurs une décroissance car le potentiel se dégrade régulièrement.

In medio stat virtus, de sorte que l'un des choix économiques fondamentaux sera celui de l'arbitrage consommation - investissement, c'est-à-dire le choix du taux d'épargne national qui assurera un développement rapide sans pour autant réduire à la famine la population. Car il est bon de ne pas l'oublier, un pays très riche (par son niveau de production) peut être très pauvre (par son niveau de vie) s'il investit presque toutes ses richesses chaque année.

L. STOLERU

III — Le multiplicateur

Un accroissement de l'investissement ΔI_0 provoque un accroissement de l'activité ΔY_0 qui lui est bien supérieur, le rapport étant égal au multiplicateur :

$$\text{multiplicateur} = \frac{1}{1-c}$$

Attention ! Cet effet n'a rien à voir avec l'effet productif de l'investissement où la production augmenterait du fait de l'introduction de nouvelles machines : nous n'avons pas du tout parlé ici de fonction de production tenant compte de cette amélioration. L'effet ci-dessus décrit est un effet d'équilibre à court terme : il est indifférent que la somme ΔI_0 correspondante soit utilisée pour construire une machine ultra moderne ou pour payer des gens à creuser des trous et à les reboucher.. Il est impossible de comprendre quoi que ce soit à la théorie keynésienne si l'on n'a pas présent à l'esprit le fait que la dite théorie décrit des équilibres instantanés et non point le rôle de l'investissement dans la croissance future.

L. STOLERU,

L'équilibre et la croissance économique.

IV — Progrès technique

On peut, avec Solow, faire l'hypothèse que le progrès technique a besoin pour faire sentir ses effets d'un "support matériel", c'est-à-dire d'un investissement nouveau permettant de mettre en oeuvre la nouvelle technique. Cela revient à dire en somme qu'il est inutile de découvrir les principes de la transmission des ondes si l'on n'a pas les moyens de construire des réseaux téléphoniques, et que cette même découverte ne peut en rien servir à un industriel s'il n'a pas les capitaux nécessaires à son raccordement aux dits réseaux : toute nouvelle technique exige de nouvelles machines donc un investissement.

L. STOLERU

V — Sous-développement

L'offre de capital est commandée par la capacité et la volonté d'épargne ; la demande de capital est commandée par les incitations à investir. Une relation de type circulaire existe des deux côtés du problème de la formation du capital dans les régions pauvres du monde.

Du côté de l'offre, il y a la faible capacité d'épargne qui résulte du bas niveau du revenu réel. Le faible revenu réel est lui-même un reflet de la faible productivité, qui résulte à son tour, pour une large part, du manque de capital. Ce manque de capital est le résultat de la faible capacité d'épargne et le cercle se trouve ainsi fermé.

Du côté de la demande l'incitation à investir peut être faible à cause du pouvoir d'achat réduit des gens, conséquence de la faiblesse de leur revenu réel, laquelle est de nouveau due à la faible productivité.

R NURKSE,

*Les problèmes de la formation du capital
dans les pays sous-développés.*

**VI — Utilisation de la P.I.B.
en % de la P.I.B. - Année 1969**

Pays	Consommation privée	Consommation publique	Formation brute de capital fixe	Variation des stocks	Solde extérieur
Allemagne Fédér.	55,4	15,6	24,3	2,2	+ 2,6
Etats-Unis	61,5	21,0	16,8	1,0	- 0,2
France	60,5	12,3	25,4	2,5	- 0,7
Grande-Bretagne.	63,2	18,1	17,5	0,7	- 0,5
Japon	50,8	8,2	35,1	4,2	+ 1,7

O.S.C.E.,
Statistiques de base de la communauté, 1970.

VII — Analyse du taux de croissance français 1949-1963

Taux de croissance annuel de la production intérieure brute.		5,1 %
Part de la main-d'oeuvre		
Emploi dans les branches	- 0,2 %	
Durée du travail	+ 0,1 %	
Qualité (âge et sexe).	+ 0,1 %	
Education.	+ 0,2 %	
Migrations agricoles	+ 0,4 %	
Contribution globale de la main-d'oeuvre.		+ 0,6 %
Part au capital		
Accumulation de capital productif	+ 0,8 %	
Rajeunissement et qualité du capital.	+ 1,1 %	
Contribution globale du capital.		+ 1,9 %
Facteurs résiduels		+ 2,6 %

BERTHET, CARRE, DUBOIS, MALINVAUD.

V. Documents permettant aux mathématiciens de s'initier à l'économie

V. Documents permettant aux mathématiciens de s'initier à l'économie

Editeur

BORDAS

**Seconde, Première, Terminale
Initiation aux faits économiques et sociaux**

Collection

IBANES

SCODEL	La croissance et les systèmes économiques (Mactoux) + ... (catalogue)	CALLET
MASSON	Initiation aux faits économiques et sociaux	ANCIANT
FOUCHE	Economie générale (2 tomes) Première G (Parento et Mallarmé)	
DUNOD	L'enseignement programmé de l'INSEE Micro-économie, Macro-économie	INSEAD
DUNOD	Mathématiques pour les économistes (Tintner)	
PUF	Mathématiques pour les sciences sociales (4 tomes)	
DALLOZ	Mathématiques pour les sciences économiques (L. Guerber)	
RIBER	Cours du C.N.A.M. (Courtehoux)	

Groupe D 4 :

Mathématiques et géographie dans le second cycle

Rapporteur : Françoise PIROT (Géographe)

A l'heure actuelle, la géographie dans le secondaire est enseignée par des professeurs d'histoire et de géographie. Il s'ensuit que ceux-ci sont davantage historiens que géographes. Le groupe D4 aurait dû être animé par J. Zeitoun (Mathématicien) et F. Pirot (Géographe). Or, J. Zeitoun, ayant eu un empêchement de dernière minute, n'a pu être présent durant les journées. De ce fait, c'est F. Pirot qui a animé le groupe.

I — Vendredi matin

Après la présentation des participants qui étaient au nombre de 17, il s'est trouvé qu'il y avait 2 professeurs d'histoire et de géographie et 15 professeurs de mathématiques.

Pourquoi les professeurs de mathématiques étaient-ils "attirés" par la géographie ? D'une façon générale, ils sont intéressés par les cartes car celles-ci, pour être réalisées, demandent des connaissances mathématiques sur les projections.

Rapport entre les mathématiques et la géographie : est-ce les géographes qui doivent "aller" vers les mathématiciens ou l'inverse ? Cette question a permis de déboucher sur la présentation de l'enseignement de la géographie à l'Université. Depuis 1968, l'enseignement de la géographie est séparé de celui de l'histoire en ce sens que cette discipline n'est pas imposée dans le cursus de géographie. De plus, depuis 1971, la géographie est enseignée dans trois universités différentes. Dans l'une des trois (Paris VII), la géographie dite "quantitative" est enseignée à partir de l'année de licence.

II — Vendredi après-midi

Au cours de la table ronde, Francis Halbwachs avait posé plusieurs problèmes, entre autres : le rapport entre l'inductif et le déductif, le général et le particulier. Avant de commencer la séance de travail, F. Pirot a tenu, en tant que géographe, à préciser que ce genre de rapport était au centre des préoccupations des géographes.

En effet, jusqu'à une date récente, la démarche des géographes était soit inductive soit déductive, et maintenant, grâce à l'introduction des mathématiques, les deux démarches sont reliées. De plus, le géographe travaille bien souvent à deux niveaux à la fois : le général et le particulier, ceux-ci pouvant être parfois liés par l'intermédiaire des mathématiques.

Après ce bref exposé, il a été convenu de passer en revue les programmes de géographie et de mathématiques dans le second cycle pour trouver, éventuellement, comment pourrait s'établir le dialogue entre mathématiciens et géographes. Il s'avère que les statistiques, qui devraient être enseignées dans le second cycle et qui ne le sont pas, permettraient de montrer certains phénomènes géographiques simples :

III — Samedi après-midi

Durant cette séance, F. Pirot a présenté, à l'aide d'exemples, la façon dont les mathématiques sont employées en géographie dite "quantitative" dans le milieu universitaire. Notamment, les techniques d'analyse des données, dont la théorie mathématique repose sur les propriétés des espaces vectoriels, sont utilisées. De même, les propriétés des distances sont appliquées à des espaces géographiques pour rendre compte des liaisons qui existent entre les êtres géographiques telles que les villes.

IV — Dimanche matin

Après un bilan des jours précédents, bilan qui semblait être négatif au départ, et de nouvelles considérations sur l'enseignement des mathématiques et de la géographie dans le second cycle, il est apparu que certains thèmes étudiés en géographie, comme l'étude des courbes de températures, de précipitations, de la hauteur du soleil dans un espace géographique donné, pouvaient être assimilés par analogie aux types de fonctions traités dans le cours de mathématiques.

En définitive, le bilan est devenu positif et deux aspects positifs apparaissent :

— la géographie est vue sous un jour nouveau par certains professeurs de mathématiques ;

— deux expériences doivent être tentées dans deux lycées parisiens pour essayer de mettre en rapport l'enseignement des mathématiques et celui de la géographie.

En conclusion, je pense que les professeurs de mathématiques n'ont nullement besoin d'apprendre la géographie pour pouvoir dialoguer avec les professeurs de géographie ; par contre, ceux-ci devraient avoir un bagage minimum en mathématiques pour que les rapports entre les professeurs de mathématiques et de géographie puissent être facilités. A ce moment-là, c'est la formation des professeurs de géographie qui est remise en cause et par conséquent cela devient un problème géographique.

Groupe D 5 :

Informatique et mathématique

Compte rendu par J.P. DUVERGNE (Lycée Rabelais - Chinon)

I — Comme il était prévisible, le niveau d'information des participants sur l'informatique et son usage dans l'enseignement s'est révélé très hétérogène. Cette situation persistera tant qu'une formation de masse ne sera pas organisée à l'intention du plus grand nombre. Le groupe en a conclu qu'il serait sans doute dans la vocation des I.R.E.M. de systématiser une formation continue dans ce domaine où les besoins sont de plus en plus fortement ressentis.

II — Le groupe s'est donc tout de suite scindé en deux :

A — Ceux qui n'avaient aucune expérience et qui étaient venus là pour s'initier ont pu le faire avec l'aide d'un animateur et d'une H. P. 30 munie d'une table traçante.

B — Ceux qui pouvaient confronter leurs expériences et leurs points de vue sur l'informatique et l'enseignement.

Ce sous-groupe rassemblait une vingtaine de collègues, dont un Tunisien et deux Italiens. Les échanges de vues et d'informations ont été très larges et ont permis de faire connaître les principales actions entreprises en France (stages lourds, expériences IREM-INRDP) et leurs résultats en ce qui concerne la pédagogie des mathématiques.

Il apparaît, en effet, ce paradoxe que l'information circule mal entre les divers groupes d'expérimentateurs.

Une des trois séances a été consacrée au problème des erreurs d'arrondi en calcul automatique, avec un exposé du professeur Vignes (Paris VI).

Les autres discussions ont porté sur

- les clubs informatiques
- les classes de spéciales
- l'enseignement technique
- les applications concrètes des mathématiques
- l'interdisciplinarité
- l'usage des organigrammes et de la démarche algorithmique
- l'informatique sans ordinateur
- l'usage des tables traçantes
- les tables de décision.

Les anciens stagiaires "lourds" mathématiciens ont dénoncé le critère de productivité qui semble s'établir à leur rencontre ; à savoir, le nombre de programmes produits. Or il s'avère assez difficile de rester créatif dans le cadre strict des programmes (scolaires) et très souvent l'activité des professeurs de mathématiques se développe sur des aspects actuellement marginaux par rapport aux programmes, ou dans le cadre de groupes pluridisciplinaires.

III — Ces discussions ont amené le groupe à émettre quelques voeux :

- instauration de séance de T. D. à tous les niveaux ;

— création de véritables laboratoires de mathématique dès l'instant où le justifie la présence d'un matériel important, notamment un ordinateur, Mitra 15 ou T 1600 par exemple, et ceci avec un personnel de laboratoire permettant la mise en oeuvre rapide de ce matériel ;

— rédaction d'un numéro spécial du Bulletin, ou d'un ouvrage spécial APM, pour faire le point sur la question "Informatique et mathématique" en rassemblant le maximum d'informations éparses.

Groupe D 6 :

Expériences interdisciplinaires dans le second cycle

Animateurs : Michel ROUQUAIROL (Lycée de Meaux) (rapporteur)

Michèle CHOUCHAN (Lycée des Bruyères à Rouen)

Le groupe (professeurs du premier cycle, du second cycle, de l'enseignement technique long et court, de classes préparatoires) dispose de deux documents préalables :

— un exemple de travail interdisciplinaire (étude des limites en Terminale C) rédigé par le collègue de philosophie de l'équipe de Michel Rouquairol ;

— un document général sur le travail en Première/A et Terminale D au lycée des Bruyères et un compte rendu des activités mathématiques dans ces classes rédigé par Michèle Chouchan.

Un bref tour de table permet de constater que presque tous les collègues présents ont tenté ou veulent tenter des liaisons interdisciplinaires dans leur établissement. Mais comment sensibiliser d'autres collègues à ces questions ? Et, plus précisément, comment former une équipe et quels sont les problèmes de type administratif ou humain que l'on rencontre alors ?

Comment trouver le temps de chercher la documentation et les idées nécessaires ? Est-il utile d'avoir une formation sur les techniques de groupes ? Cela suffit-il pour éviter certains dangers

inhérents à un élargissement de la communication ? Doit-il y avoir une méthode d'enseignement unique commune à tous les collègues concernés ? Comment les élèves voient-ils ces liaisons de disciplines ? Parviennent-ils à une meilleure autonomie ?

Et enfin, quel rôle devons-nous jouer et faire jouer aux mathématiques ?

Beaucoup de questions que nous avons eu plus ou moins le temps d'approfondir mais qui débouchent sur un échange d'adresses permettant de prévoir une suite de documents à recevoir :

- un texte sur les distances,
- un texte sur le nombre d'or,
- un texte sur les résultats d'une enquête lancée parmi 200 élèves sur la façon dont ils voient leurs enseignants,
- des compléments aux données des Bruyères et de Meaux.

Première séance : Vendredi 9 h 30 ; 21 participants

6 collègues intéressés par la pluridisciplinarité viennent s'informer.

3 collègues ont tenté des démarches vers d'autres collègues de leur établissement :

- une fin de non-recevoir
- un essai à mettre au point
- un avenir prêt à s'organiser.

12 collègues ont travaillé en équipe avec d'autres collègues :

- 5 équipes de mathématiciens
- 2 tandems (math/physique, math/français)
- 5 équipes pluridisciplinaires.

Le climat de spontanéité et de cordialité qui s'est aussitôt créé dans le groupe a permis, dès le matin, de poser quelques questions principales. Voici les phrases qui ont soulevé ces questions :

1) "La géographie est tissée sur des mathématiques, elle n'est pas arrachée, elle n'est pas en dehors"

(Quand on connaît la mathématique, on peut formaliser des exemples de géographie, est-ce que le géographe est arrêté par la méconnaissance mathématique ?)

- 2) "Dès que je suis à l'IREM, j'ai envie de faire des recherches, je travaille avec une équipe, mais dans mon Lycée je n'ai ni le courage ni l'envie de faire quelque chose, je me sens isolé".
(Quelles sont les conditions de travail dans lesquelles on peut avoir l'envie et le courage d'être un animateur, un rassembleur ?)
- 3) "Je crains d'être rapidement *incompétent*"
(Que sais-je ?)
- 4) "Quel est le rôle qu'on joue dans une équipe de professeurs ? Comment apprendre à faire travailler des élèves en groupes ?"
(Si un professeur a obtenu son titre pour enseigner d'une certaine façon une matière à des élèves, et si ce métier évolue, comment et par qui l'apprendre ?)

Deuxième séance : Vendredi 16 h 30 ; durée 2 h ; 31 participants

Michèle Chouchan expose le travail de l'équipe de Rouen.

La présence et les interventions des collègues de philosophie et de biologie de l'équipe de Rouen ont évité de nombreux enlèvements, propres à des spécialistes réunis entre eux.

On arrive à clarifier plusieurs questions qui paraissent mêlées.

1) Au niveau d'un équipe de professeurs qui se sont choisis, se posent des problèmes de relations, d'ententes, de conflits : ces problèmes peuvent être compris et mieux vécus par quelqu'un qui a suivi des stages de dynamique de groupe.

2) Au niveau des élèves d'une classe, groupe qui ne s'est pas choisi, se posent les mêmes problèmes, qu'on retrouvera quelle que soit la technique de classe employée (travail isolé ou par groupes).

3) La possibilité de constituer une équipe de professeurs n'est pas liée à la similitude des méthodes de travail de ces professeurs : elle est liée à une ouverture vers l'autre et à une connaissance des frontières de sa spécialité.

Troisième séance : Samedi 14 h ; durée 2 h ; 31 participants

Michel Rouquairoix expose le travail de l'équipe de Meaux.

Le travail de Meaux se situant au niveau des Terminales, certains s'inquiètent de la possibilité d'un travail pluridisciplinaire dans le premier cycle : des expériences dans l'enseignement élémentaire et dans le premier cycle rassurent nos collègues. Les demandes d'exemples concrets affluent :

Laurent (Marseille) nous parle brièvement de son étude sur le nombre d'or et d'une étude sur les distances.

Nimier (Marne) nous lance sur les mots et sur l'imaginaire.

Des exemples de formation d'équipe :

- Orléans : — départ sur l'enseignement programmé ;
- constitution d'une équipe ;
- débouché sur l'aide du CRDP.

Des témoignages de déceptions :

Un stage d'enseignement programmé est très intéressant mais ne débouche sur rien quand on revient dans les établissements.

Quatrième séance : Dimanche 9 h ; durée 2 h 30 ; 30 participants

Deux buts à atteindre pendant cette séance :

- Connaître l'impact du travail du groupe*
- Prendre des décisions d'actions.*

1) Le travail du groupe

Un nouveau tour de table permet à chacun des participants de dire ce qu'il n'a pas encore eu l'occasion de dire, ce qu'il a retenu, ce qu'il aurait aimé entendre, ce qu'il compte entreprendre.

- a) Vos expériences ont l'air de partir plus des professeurs que des élèves : on dirait que des professeurs veulent approfondir leur culture en travaillant avec des collègues sympathiques. Il me semble que l'interdisciplinarité doit venir de la demande des élèves. Il faut viser à rendre l'élève autonome, lui fournir une documentation ...
- b) D'accord ; mais l'un n'empêche pas l'autre : quand on aura éveillé l'élève à la connaissance non cloisonnée, s'il existe une équipe pluridisciplinaire, elle pourra mettre sa compétence au service de la curiosité intellectuelle de l'élève.
- c) J'ai retenu les difficultés de constitution d'une équipe et j'aimerais faire des stages de dynamique de groupe avant de me lancer.

- d) Je pensais que la vocation d'un IREM était de résoudre les problèmes de l'enseignant et j'ai surtout rencontré des assistants prêts à faire un cours magistral.
- e) Animateur à l'IREM, j'ai envoyé un questionnaire de voeux de travail à 300 personnes du premier cycle : aucune demande d'interdisciplinarité.
- f) Dans mon lycée agricole, les élèves vont passer une semaine de stage ensemble à l'extérieur du lycée : c'est une belle occasion de motivations pluridisciplinaires.
- g) On a aidé les élèves à prendre en charge la vie de la classe, on a cherché à développer l'autonomie de la classe. Mais dans le travail par groupes on a remarqué que chaque groupe avait tendance à se refermer sur lui-même ; plus d'échanges avec les autres groupes : heureusement une activité commune (masques pour le carnaval) a rétabli les liaisons.
- h) Quelques exemples de travail interdisciplinaire :
 - En Seconde C :
 - la négation (math/français) ;
 - représentation d'un plan en pâte à modeler (math/géographie) ;
 - encadrement à propos d'un calcul (math/physique).
 - En C.E.S. :
 - conjugaison, voix active, voix passive ;
 - histoire des mathématiques.
 - En C.E.T. :
 - couture : patrons d'un vêtement, échelle, géométrie ;
 - comptabilité.
- i) Toutes ces expériences supposent beaucoup de temps, de travail et pour les femmes c'est encore plus difficile que pour les hommes.

2) Décisions

- a) La liste des participants avec leurs adresses est établie, photocopiee et distribuée.
- b) Le premier document qui va être envoyé aux participants est une étude de l'IREM de Marseille sur les distances.
- c) Toute réalisation nouvelle sera envoyée aux participants.

Groupe E 1 :

Mathématiques et technologie

Compte rendu de J. BLION

Liste des membres du groupe

BLION, P.E.G. de C.E.T. (Lyon)
BOUDIGNON, P.T.E.P. de C.E.T. (Bourges)
BUSSIENNE, P.E.G. de C.E.T. (Lille)
CHARUEL, Professeur de C.E.S. (Le Havre)
CHRISTOFLEAU, P.E.G. de C.E.T. (Vendôme)
CORDUANT, O.F.R.A.T.E.M.
CHOUCHAN Nicole, Professeur de C.E.S.
HENNECART, Professeur d'E.N.N.A. (Toulouse)
LAMOULEN, P.E.G. de C.E.T. (Tours)
LE PELLETIER, P.E.G. de C.E.T. (Nancy)
MILOCHAU, Chef de travaux de Lycée (Orléans)
SCHWARZ Catherine, P.E.G. (Saint-Avoid)
VEREZ, P.E.G. de C.E.T. (Lille)
WARIDEL, P.E.G. de C.E.T. (La Seyne)

Les débats du groupe ont principalement porté sur deux thèmes :

- Le problème du langage.
- Quelques exemples concrets d'exploitation de notions d'ordre mathématique en technologie de la mécanique.

Le problème du langage

Le problème a été soulevé, au départ du travail de la commission, à propos d'un test proposé à la rentrée de 1975, à 309 élèves issus de classes de Troisième, et dont le collègue Milochau avait apporté le résultat.

Ce test a servi de révélateur pour aboutir aux conclusions suivantes :

- 1 — Certains enseignants chargés de l'enseignement technologique utilisent à propos des mathématiques un langage très approximatif qui ne peut pas être compris par les élèves.

Exemple pris dans le test : "Majorer 72 de 14 %" (52 % d'échecs).

2 — Ces mêmes enseignants ignorent parfois le contenu des programmes de mathématiques étudiés par leurs élèves dans le premier cycle et considèrent comme des lacunes l'ignorance de notions hors programme.

Exemple pris dans le test : "Calculer le volume d'un cône dont le diamètre de base est 40 mm et la hauteur 60 mm" (99 % d'échecs).

A ce propos, la commission s'est interrogée sur l'utilité réelle, en technologie, de notions mathématiques extérieures à un programme déjà trop chargé.

— Le langage concernant le système métrique est largement oublié par les élèves sortant de Troisième.

Exemple pris dans le test : "Calculer l'aire d'un trapèze dont la grande base mesure 100 mm, la petite 50 mm, la hauteur 40 mm" (82 % d'échecs).

4 — Les relations métriques simples dérivées du théorème de Pythagore dans le carré et le triangle équilatéral sont ignorées par 82 % (carré) et 90 % (triangle équilatéral) des élèves testés.

5 — Voici le texte des questions qui ont obtenu plus de 70 % de réponses justes, bien que leur formulation eût pu être meilleure :

"Résoudre l'équation $2x - 6 = 6x - 46$ "

"Calculer $A = x^2 + (x-y) - (x+y)$ si $x = -3$ et $y = 2$ "

"Calculer $\frac{7}{3} \times \frac{3}{7}$ "

"Calculer $\frac{5}{6} : \frac{1}{3}$ " et "Calculer $\frac{2}{\frac{3}{5}}$ "

Un fait significatif à signaler : la question posée sous la forme "0,00144 : 0,06" sans autre précision n'a amené que 64 % des élèves à donner la réponse 0,024.

La commission constate l'existence d'un écart de langage considérable entre les techniciens et les P.E.G. La difficulté créée par cet écart ne pourra se résoudre que progressivement par la pénétration lente, dans le domaine technologique qui touche aux mathématiques, du langage nouveau employé en mathématiques, comme cela se produit déjà à propos des ensembles.

Pour hâter cette pénétration, il est nécessaire d'accroître le volume des activités interdisciplinaires.

En attendant une évolution suffisante de la situation actuelle dans ce domaine du langage, il y a lieu d'établir un consensus et d'accepter des abus de langage qui, en soi, ne sont pas condamnables parce qu'ils se situent à un moment de l'histoire de la langue, mais qu'il appartient au P.E.G. de justifier ou d'expliquer.

Exemple d'exploitation en technologie de notions mathématiques

Cette partie du travail de la commission s'est déroulée à partir de l'étude d'un document présenté par le collègue Boudignon (*voir annexe*). A partir de ce document, la commission a dressé un inventaire de quelques problèmes mathématiques posés aux élèves de C.E.T. par l'enseignement professionnel. Ensuite, des échanges d'informations particulièrement riches se sont produits entre les membres de la commission.

1 — Inventaire des notions en relation avec le document.

a) Notion de mesure, particulièrement de mesure des longueurs : unités ; nécessité pratique de l'encadrement décimal ; notion de précision ; choix de l'appareil de mesure adapté à la précision de la mesure.

b) Notion de surface et propriétés caractéristiques des surfaces planes et de révolution (cylindriques et coniques).

c) Relations concernant les surfaces : parallélisme ; orthogonalité.

d) Notion d'angle géométrique de demi-droites et d'angles dièdres. Mesure des écarts angulaires en degrés à 5' près.

e) Calcul rapide et sûr dans les décimaux.

f) Lecture des tableaux de nombres et des graphiques :

— tableaux concernant une relation numérique à une seule variable ;

— tableaux cartésiens et abaques rencontrés sur les machines et qui concernent des relations à plusieurs variables.

g) Calcul de cotes de vérification par la résolution de triangles rectangles.

h) Notion d'analyse d'une relation d'ordre strict par matrice booléenne.

i) Notions d'algèbre de Boole.

2 — Objet des informations échangées par les membres de la commission.

a) Intervalle en mathématiques et intervalles de tolérance en technologie.

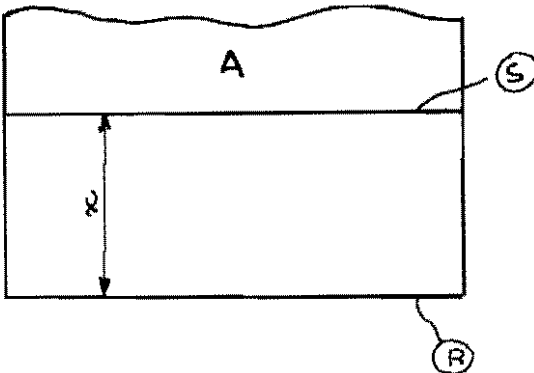
Toute information d'ordre dimensionnel en fabrication mécanique comporte deux sortes de renseignements :

- la valeur nominale de la cote : (c)
- un couple (d, d') de réels tels que $d > d'$ définissant un intervalle $[(c+d'), (c+d)]$. Celui qui est chargé de la fabrication doit donner à la dimension concernée une valeur appartenant à cet intervalle. L'information est donnée sous la forme $c \begin{smallmatrix} d \\ d' \end{smallmatrix}$.

Ce que le technicien appelle "intervalle de tolérance" est la distance $d((c+d'), (c+d))$ que nous appelons "amplitude de l'intervalle". Cette distance, égale à l'incertitude absolue sur la cote c , est une mesure de la précision exigée.

Remarque intéressante : c n'est pas nécessairement un élément de l'intervalle. Il existe des situations où d' et d sont positifs.

b) Différentes conditions exigibles lors de la réalisation d'une surface.



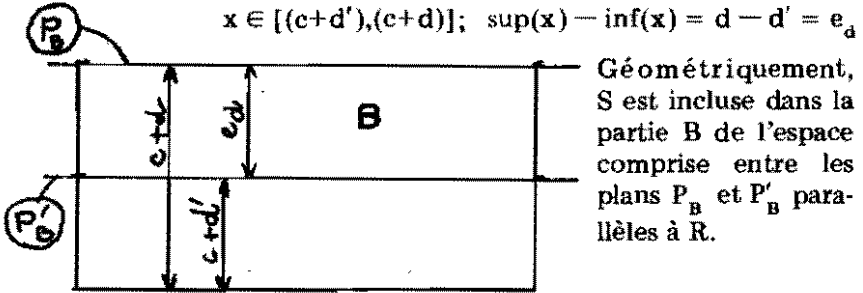
Problème : Ayant usiné une surface plane R dite de référence sur une pièce métallique, on se propose d'en usiner une autre S en enlevant la partie A de la pièce.

S doit satisfaire à quatre conditions :

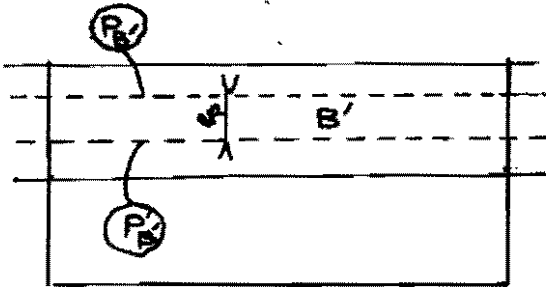
- condition de dimension
- condition de position
- condition de forme
- condition de rugosité.

Il est intéressant de savoir comment ces conditions sont définies et dans quelle mesure elles dépendent l'une de l'autre.

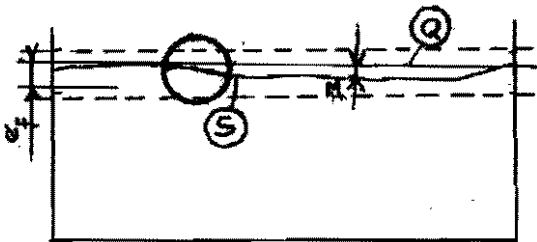
— Condition de dimension : la distance de S à R, x , est définie par la cote c_d^d .



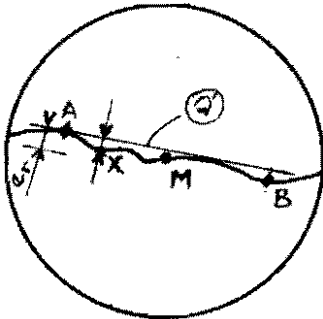
— Condition de position : S doit être parallèle à R ; écart toléré e_p (e_p est donné en mm) et $e_p < e_a$.



— Condition de forme : S doit être plane ; écart toléré e_f .



— Condition de rugosité : l'état de rugosité de la surface S est défini par le couple (α, e_r) . $e_r < e_r$.



$$MA = MB = \alpha \quad AB = \Delta S$$

$$MA = MB = \alpha \quad AB = \Delta S$$

Cela signifie :

. Pour tout point M de S, il existe une partie ΔS de S telle que si $X \in \Delta S$, alors $d(X, M) \leq \alpha$.

. Pour toute partie ΔS , il existe un plan Q' tel que si

$X \in \Delta S$, alors $d(X, Q') \leq e_r$ et

ΔS est du même côté de Q' .

On voit que les conditions imposées pour la réalisation d'une surface peuvent, au moins théoriquement, être contrôlées par des mesures de distances ou d'écart. C'est pourquoi la géométrie métrique constitue un outil irremplaçable pour les techniciens de toute fabrication.

On voit aussi qu'il existe un ordre dans l'ensemble des écarts tolérés pour une même surface, ce qui induit un ordre dans les opérations de fabrication et de contrôle.

Lorsque les contrôles sont réalisés par des mesures, les instruments utilisés doivent être de plus en plus précis à mesure que les écarts tolérés sont plus faibles. C'est ainsi qu'on utilise :

- d'abord le simple réglet ; précision 0,5 mm
- puis le calibre à coulisse ; précision 0,05 mm
- puis le calibre à vis micrométrique (palmer) ou le comparateur mécanique à cadran ; précision 0,01 mm
- puis les appareils optiques agrandisseurs ; précision $0,01 \times \frac{1}{g}$ mm (g = grossissement)
- puis les appareils à interférence d'ondes lumineuses polarisées ou les appareils pneumatiques (type comparateur Solex) ; précision 0,0001 mm.

3 – Contradiction au niveau des propriétés due aux définitions technologiques et mathématiques du parallélisme.

P et P' étant deux plans de l'espace physique :

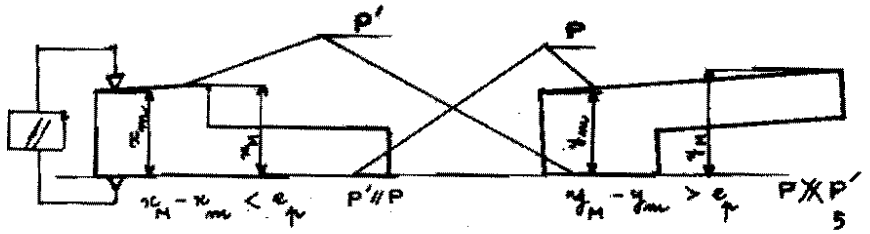
a) En mathématique P // P' signifie : il existe deux droites sécantes d₁ et d₂ de P et deux droites d'₁ et d'₂ de P' telles que :

- d₁ et d'₁ sont dans un même plan et d₁ // d'₁
- d₂ et d'₂ sont dans un même plan et d₂ // d'₂

La symétrie de la relation de parallélisme dans le plan entraîne la symétrie de cette relation dans l'ensemble des plans de l'espace.

b) En fabrication mécanique, on travaille sur des portions de plans ; il y a un plan de référence, et le parallélisme est défini par une tolérance de position : écart toléré e_p.

La figure montre que la déduction P' // P ⊢ P // P' peut être fausse ; la relation de parallélisme n'est pas symétrique.



ANNEXE

Les mathématiques dans l'enseignement professionnel

Fabrications mécaniques

La partie mécanique d'une machine se compose d'éléments métalliques ou non, assemblés, fixes ou en mouvement les uns par rapport aux autres ; ces éléments, les pièces, sont généralement élaborés en deux temps :

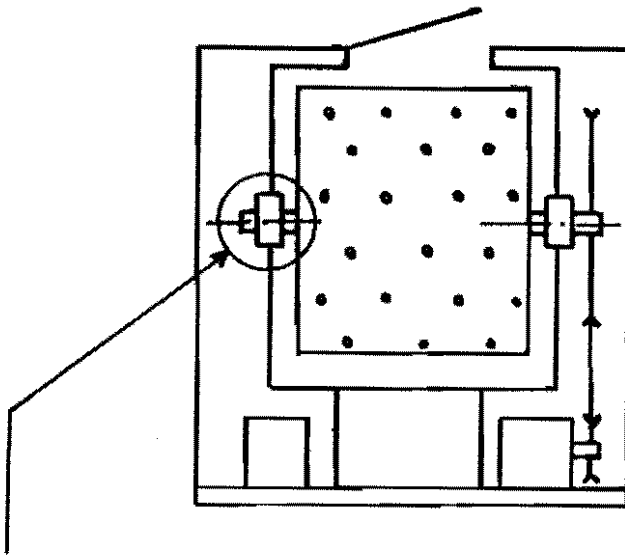
1. Obtention de la pièce brute en partant de la matière convenable par moulage, forgeage, etc...

2. Finition des parties de la pièce nécessitant des qualités particulières pour la fonction à laquelle elle est destinée ; on arrive ainsi à réaliser des surfaces élémentaires (plan, cylindre, cône, sphère, ...) dont l'état est parfaitement défini (qualité géométrique, rugosité) ; ces surfaces occupent les unes par rapport aux autres des positions géométriques rigoureuses (\parallel , \perp , \angle , \odot , \ominus , \equiv , etc...) et des positions dimensionnelles précises.

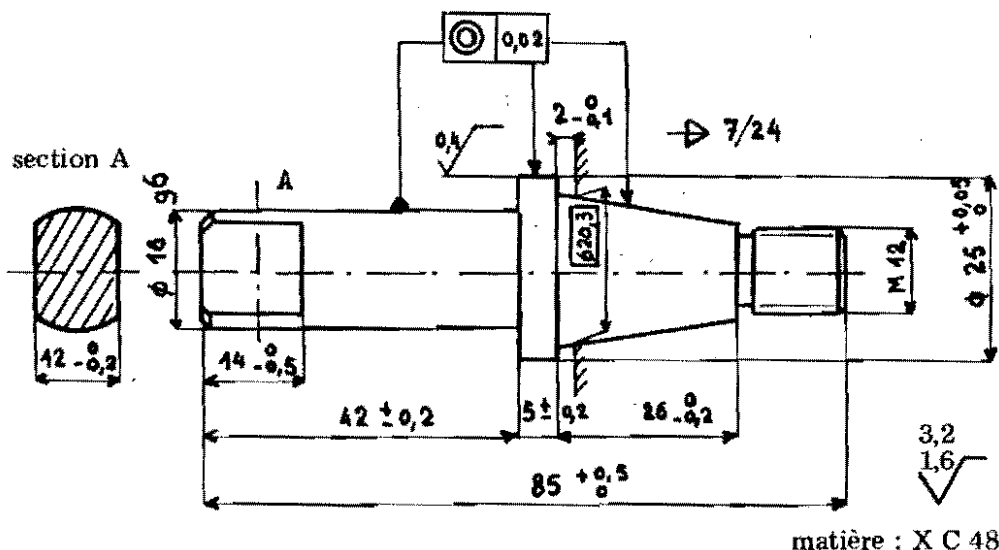
* * *

Pour illustrer, prenons un modèle en économie familiale.

(Le croquis ci-dessous représente une machine à laver le linge, très schématisée)



Sortons une pièce mécanique, par exemple un *demi-arbre* du tambour. Toutes les informations techniques concernant cette pièce sont consignées sur un document : *le dessin de définition*, que voici :



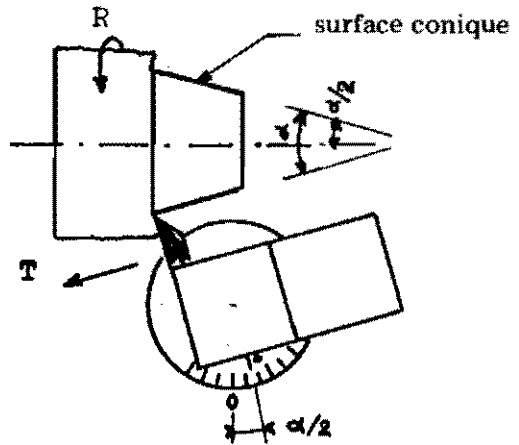
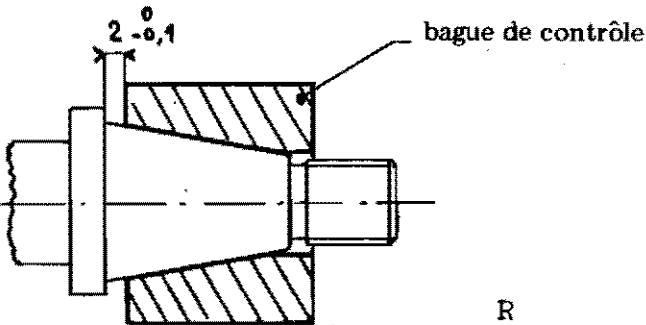
Ce document est un contrat que doivent respecter ceux qui ont la charge de la fabrication. *L'usinage* en est effectué sur un tour, machine travaillant par enlèvement de matière à l'aide d'un outil de coupe. Si la machine est capable de réaliser les surfaces élémentaires, c'est l'ouvrier qui monte les outils, règle la machine, agit dans un ordre chronologique des opérations donné par la fiche d'instructions, contrôle la qualité du produit.

* * *

C'est à l'atelier, au niveau du poste de travail, que se posent les problèmes de fabrication ; parmi ceux-ci, attardons-nous sur les incidences de la réalisation en regard du calcul et de l'aspect géométrique qu'elle pose.

Exemple : réalisation de la partie conique.

Principe du contrôle



Usinage de la partie conique

1 — Principe

La surface conique est obtenue par génération.

2 — Réglage de la machine

Il faut calculer l'angle d'orientation du chariot porte-outil :

angle du cône : α

angle d'orientation : $\alpha/2$

Deux relations sont intéressantes :

— la demi-conicité = la "pente" de la génératrice

— valeur de la "pente" = tangente de l'angle d'orientation.

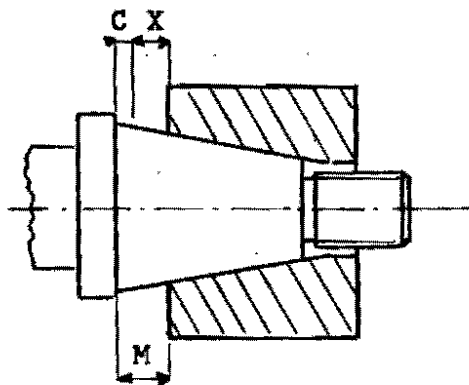
Calculons :

$$\operatorname{tg} \alpha/2 = \frac{7}{\frac{24}{2}} = 0,145$$

$$\alpha/2 = 8^\circ 15'$$

3 — Détermination de la quantité de métal à retirer pour obtenir la cote C

— Contrôle en cours de fabrication

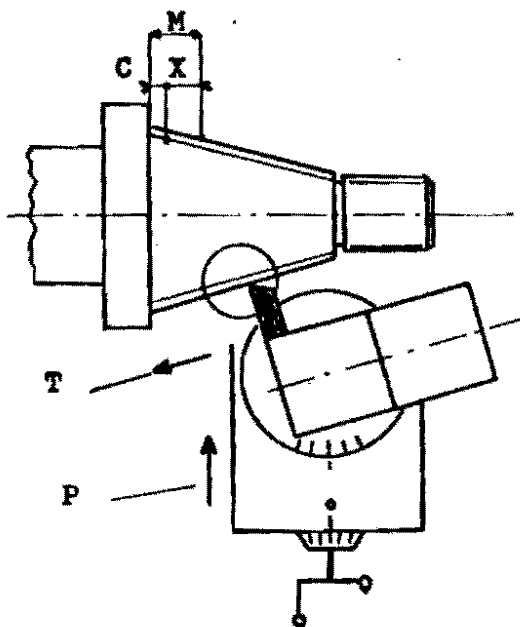


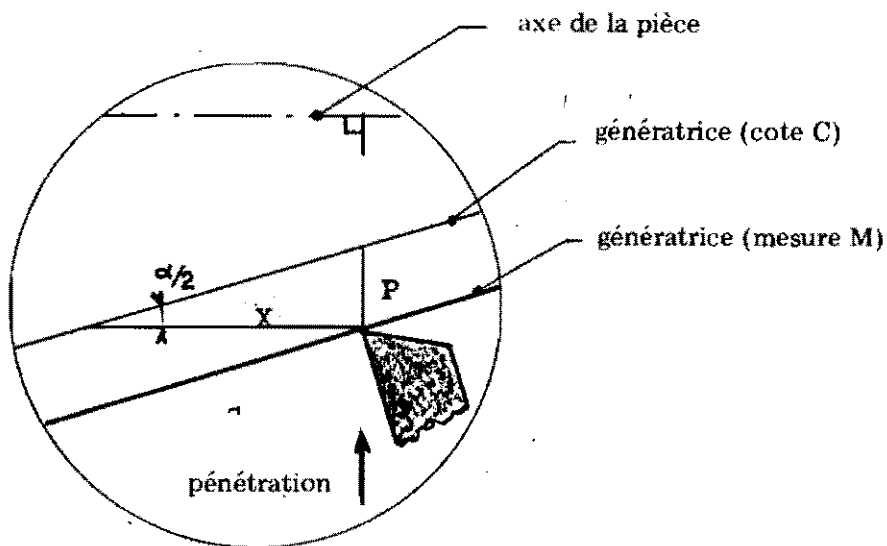
M = mesure

C = cote à obtenir

La bague doit encore avancer de $M - C = X$

— Calcul de P (profondeur de passe)





La profondeur de passe P (pénétration de l'outil dans la matière) se calcule ainsi :

$$P = X \operatorname{tg} \alpha/2$$

Abordons maintenant l'ordre chronologique des opérations d'usinage d'une pièce. C'est l'élève qui, en troisième année, est capable d'établir la fiche d'instructions. Il peut procéder de deux manières :

- soit empiriquement, en faisant appel à ses connaissances antérieures ;
- soit logiquement, en affichant les contraintes d'antériorité des surfaces à réaliser dans un tableau à double entrée :

(Les surfaces sont repérées par un numéro quelconque)

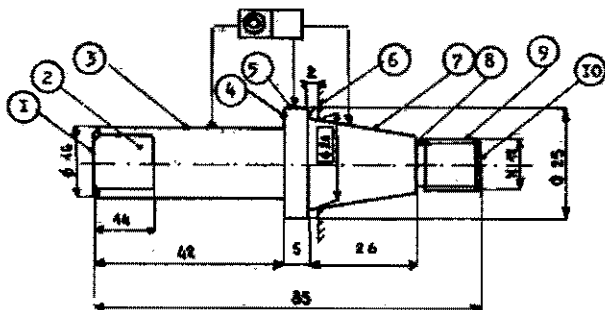
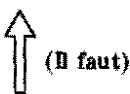
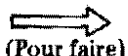


Tableau des contraintes



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	X		X							
3	0			0						
4	X		0							
5			X	0		0				
6	0		0	X						
7			X		0	X		0		
8			0	0	0	X	0			
9			0		0		0	X		0
10	X									



totaux par colonnes :

5	0	7	4	3	3	2	2	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Antériorité du premier ordre (X)

contraintes imposées par la cotation :

- 1
- |
- dimensionnelle 2 — X
- 3
- |
- de position 5 — X

Antériorité du deuxième ordre (0)

— relation de transitivité : 6—X—4, 4—X—1 ⇒ 6—0—1

3
|

— contraintes de position implicites : 8 — 0

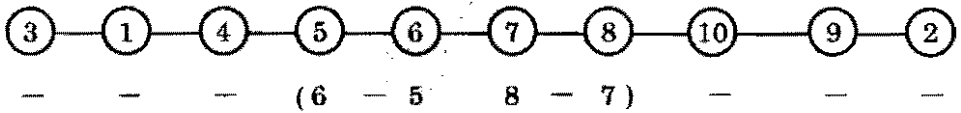
4
|

— limites de surface : 5 — 0

(Les exemples se lisent : pour faire ↗ il faut)

L'ordre chronologique est l'ordre décroissant des totaux (surfaces correspondantes)

— graphe :



(au choix)

*
* *
*

Les automatismes constituent une discipline nouvelle dans l'Enseignement Technologique. Nécessaire pour une bonne compréhension et utilisation des techniques modernes, elle présente également un aspect culturel intéressant. Voici comme exemple un problème simple de logique combinatoire :

Vérification d'une cote bi-limites

Dans le cas d'une fabrication en grande série, les moyens de contrôle mis en oeuvre sont adaptés au nombre de pièces à contrôler.

L'appareil ci-dessous possède un palpeur dont la partie supérieure se déplace entre les touches de deux capteurs a, b (micro-contacts). Ces capteurs sont réglés selon la tolérance de la cote à vérifier (a, valeur mini ; b, valeur maxi). Ces capteurs commandent trois lampes de couleurs Verte, Rouge, Blanche, indiquant à l'opérateur :

Verte : cote bonne. Rouge : cote mauvaise. Blanche : retouche possible.

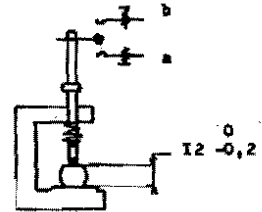
Par hypothèse la cote sera bonne (lampe verte) si $a = 0, b = 0$.

Etablir le schéma booléen de l'installation.

Tableau d'analyse

a	b	V	R	B	
0	0	1	0	0	cote bonne
0	1	0	0	1	remontage possible
1	1				
1	0	0	1	0	cote mauvaise

Appareil



Tableaux de Karnaugh

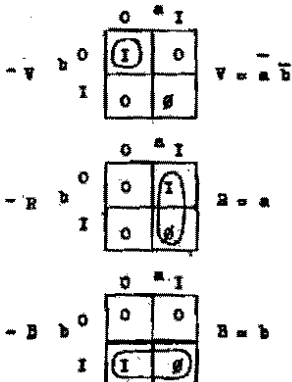
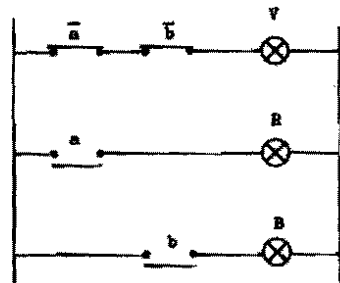


Schéma booléen



Groupe E 2 :

Mathématiques en secteur " bâtiment et travaux publics "

Compte rendu de C. PAGANO

Liste des participants :

THOMAS Roger, P.E.T.T. Géomètre, C.E.T. Saint-Jean-de-Braye
PAGANO Claude, P.E.G., C.E.T. La Seyne-sur-Mer
BERTRAND J.-Pierre, P.E.G., C.E.T. Gien
BIROT Hélène, C.R.E.D.I.F. Paris
BOUREAU Marcel, P.E.G.C., Formation continue, Saint-Denis
PIGEONNAT J.-François, certifié, L. Polyvalent B. Franklin, Orléans
ROUALEC Michel, P.E.G., C.E.T. Clamart

Objectifs généraux de la Commission

1) Mettre en évidence la nécessité d'une liaison étroite entre les enseignements théoriques et pratiques, en particulier pour une meilleure connaissance réciproque par les professeurs des nécessités et des contraintes de chaque discipline.

2) Aider les élèves (et les autres...) à vaincre le sentiment de distorsion entre les différents types d'enseignement.

La diversité des enseignants de la commission nous a permis, à partir d'un cas concret (le métier de géomètre), de commencer à étudier l'interdisciplinarité entre les différents enseignements et à faire apparaître les multiples problèmes de liaison entre la mathématique et la profession. Cette étude ponctuelle, faite à l'initiative de professeurs, peut et doit être reprise pour chaque profession dans des conditions matérielles et financières qui restent à négocier.

Activités du géomètre

(Notre collègue Thomas, par la présentation de documents nombreux et précis, nous a dressé un tableau détaillé de la profession de géomètre ainsi que des difficultés rencontrées par les élèves dans le maniement de la mathématique-outil).

Activités sur le terrain

- Opérations de mesurage (longueurs "horizontales", différences de hauteur, angles ...) ;
- relevé (codage) topographique sur un terrain non nécessairement plan ;
- implantation d'une construction.

Activités de bureau

- Calculs de coordonnées, de longueurs, d'angles, d'aires, de volumes, ... de prix, calculs d'encadrements d'erreurs ;
- réalisations graphiques de "plans" (projections parallèles, projections centrales, usages d'échelles de réduction).

Formation souhaitée

(Il apparaît nécessaire que le professeur de mathématique et le professeur de technologie, au moins, se concertent dans leur C.E.S. afin d'harmoniser leur enseignement pour aider à cette formation).

- Manipulation aisée d'instruments élémentaires de tracé et de mesure : règle, règle graduée, compas, rapporteur, équerre ... ;
- lecture et écriture de tableaux de nombres ;
- lecture et tracé d'abaques ;
- familiarisation avec les calculs numériques, algébriques, avec les transformations de "formules" ;
- notion d'ordre de grandeur et changement éventuel d'unités de mesure ;
- connaissance qualitative de l'espace physique (Exemple : représentations de polyèdres simples).

La commission émet l'hypothèse que certains objectifs méritent une concertation plus soutenue entre enseignants ; par exemple :

- linguistique et usage du langage mathématique (parlé, écrit et codé) ;
- dessin d'art, perspective, représentation d'un volume (polyédrique ou non).

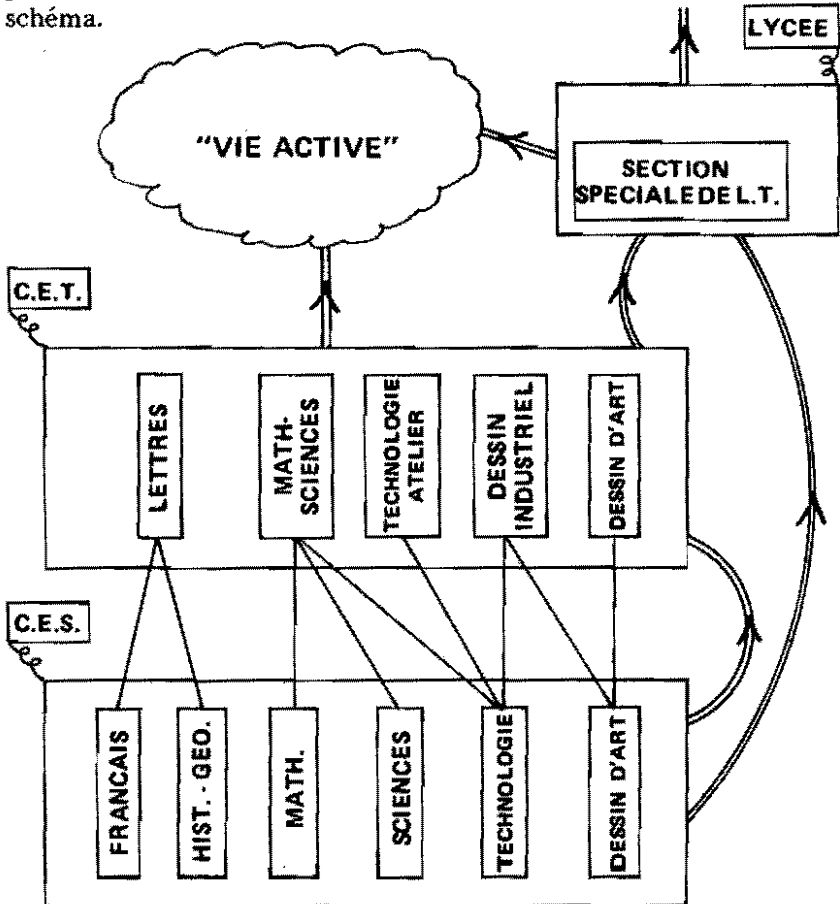
La commission éprouve le besoin d'utiliser un multigraphe pour représenter les liaisons souhaitées entre les divers enseignants :

— liaisons “horizontales” : nécessité pour les enseignants d’un même établissement de former une “clique” afin de réaliser le maximum d’interdisciplinarité ;

— liaisons “verticales” :

- . connaissance réciproque des contenus entre C.E.S. et C.E.T. ;
- . nécessité impérative de garder le contact avec les techniques industrielles nouvelles ;
- . atténuation du choc dû au passage C.E.S.-C.E.T. (l’atténuation du choc C.E.S.-Lycée nécessite, sans doute, une réflexion analogue).

Dans chaque cycle, la nécessité des liaisons de chaque discipline avec les autres est évidente et n’est pas représentée sur ce schéma.



La commission conclut en pensant que ces objectifs d'interdisciplinarité seront atteints plus facilement lorsque la formation initiale des enseignants sera harmonisée à l'intérieur de modules interdisciplinaires, et lorsque les établissements disposeront des moyens nécessaires à la concertation et à la globalisation de l'enseignement.

Groupe F 1 :

Carrières paramédicales

(F, second cycle professionnel long)

Compte rendu par Josèphe BADRIKIAN

Liste des participants :

Yvonne CAMBON, Lycée de Sèvres
Catherine GRISVARD, Lycée de Nice
Madame KOHL, Lycée d'Orléans
Daniel REISZ, Lycée d'Auxerre

tous quatre professeurs de mathématiques, et :

Madame PERRAULT, professeur d'enseignement social au Lycée d'Orléans
Josèphe BADRIKIAN, Assistante en mathématiques à l'I.U.T. de Clermont-Ferrand

} Animatrices

Plan du compte rendu

- 1 — Les carrières paramédicales :
Quelles sont-elles ? Pourquoi les choisit-on ?
Quelles classes les préparent ? Comment entre-t-on dans ces classes ?
- 2 — Quel enseignement distribue-t-on dans ces classes ?
- 3 — Interaction de l'enseignement des mathématiques et des autres disciplines.

1 — Le mot fabuleux — qui fait sensation —, le mot *paramédical*, est souvent responsable du choix d'un élève pour son orientation en fin de Troisième.

Cependant — et d'ailleurs comme son nom l'indique — il ne s'agit pas de faire de la médecine, mais de travailler autour du domaine médical. Une grande place est ainsi faite au *secrétariat médical* ou *socio-médical*. Les carrières *soignantes* ne sont accessibles qu'après l'acquisition d'un Brevet de Technicien Supérieur, deux ans après le baccalauréat.

Une seconde motivation est la non-admission en classe de Seconde C, soit que l'élève ne se sente pas attiré par les mathématiques, soit que le conseil des professeurs ne l'ait pas admis en section C.

Enfin, si les parents s'inquiètent des débouchés, il leur semble que dans le vaste domaine paramédical, leur enfant pourra trouver du travail.

Le tableau ci-joint — peut-être incomplet — donne la liste des professions paramédicales et du cheminement scolaire normal qui prépare l'accès à chacune d'elles.

J'aurais aimé trouver ces indications à l'O.N.I.S.E.P., où, tout en me recevant fort gentiment, on m'a assuré que si l'on envisageait une carrière paramédicale "le mieux était de passer un bac C".

En fait, le nombre d'adolescents demandant les sections préparant aux professions paramédicales est important. Il s'augmente des "refusés" en Seconde C qui se voient souvent proposer cette direction.

Il faudra donc faire un choix parmi les élèves : il se trouve que l'on prendra les meilleurs en mathématiques.

2 — Dans ce groupe de travail, nous nous sommes intéressés aux sections T3, T4 suivies des sections F7, F8.

Nous pensons avoir dégagé qu'un enseignement, quel qu'il soit, doit se faire :

- en vue de la profession ;
- en conséquence du niveau des élèves ;
- pour la formation de l'individu ;
- pour la "formation à la formation continue".

Cette énumération n'est évidemment pas ordonnée. L'enseignement principal dans les classes T et F est celui que donne le professeur de sciences médico-sociales et il semble répondre surtout au premier point. Qu'en est-il de l'enseignement des mathématiques ?

	CYCLE LONG				ETUDES SUPERIEURES			Ecoles spécialisées	Formation continue
	2eme		1ère et T.		2 ans après le bac. → B.T.S.	I.U.T.	U.E.R.		
	T3	T4	F7 et F7	F8					
Secrétaire socio-médicale		X		X					
Laborantine en biochimie et biologie	X		X						
Kinésithérapeute		de préférence		de préférence				X	
Animateur socio-culturel			n'importe quel bac			X			
Assistante sociale				de préférence				X	
Conseillère en économie familiale et sociale				X	X				
Podo-orthopédiste				X	X				
Opticien lunetier				X	X				
Prothésiste				X	X				
Ergothérapeute			n'importe quel bac			X			
Orthophoniste			n'importe quel bac			X			
Infirmière			bac non obligatoire					28 mois d'école	
Adjoints de cadres hospitaliers								X	

En faisant le tour de la question, nous avons découvert un certain nombre de paradoxes :

— *au niveau du recrutement* :

Rappelons que nos élèves, non jugés capables de faire des études mathématiques, sont cependant admis en Seconde T d'après leurs connaissances mathématiques. C'est le premier paradoxe, mais non une surprise, car nous savons bien qu'aujourd'hui c'est une manie de sélectionner par les mathématiques.

— *au sujet du programme* :

Nous pouvons donc considérer que nos élèves, peu "doués" en mathématiques, sont cependant suffisamment accrocheurs pour avoir acquis des connaissances, mais ils ont des difficultés pour suivre un enseignement mathématique classique de classe C. Quel programme leur propose-t-on alors ? En Seconde : le programme de Seconde C. Cette deuxième contradiction est la suite logique du classement des sections F dans la série scientifique, cela afin de se défendre de l'emprise de la profession sur le choix des enseignements.

— *sur l'enseignement effectif* :

Le programme est impossible à enseigner. Les professeurs de ces classes nous disent leurs difficultés à avoir un impact, à faire passer certaines notions. D'ailleurs, dès la Première le nombre d'heures est réduit à 3 par semaine pour passer à 2 en Terminale et finalement on n'exige à l'examen qu'un contrôle oral de 20 minutes.

Sachant le peu de poids des mathématiques à l'examen, les élèves ont intérêt à porter leur effort sur d'autres disciplines ; les professeurs n'ont pas le sadisme de les en punir.

La troisième contradiction est qu'avec un barrage mathématique et de grandes ambitions au départ, on ne demande que très peu en fin d'études et — en conséquence — peu de choses également en cours d'études.

3 — Ce bilan étant fait, nous nous posons alors la question : dans quelle mesure l'enseignement des mathématiques est-il nécessaire aux autres disciplines ? Comment les aide-t-il ? Répond-il à leurs besoins ?

Certaines notions de mathématiques sont nécessaires à la compréhension du cours de physique. Ainsi le professeur de physique signale à son collègue qu'il va "avoir besoin de la fonc-

tion exponentielle” ; le travail est alors partagé : le professeur de mathématiques va donner une théorie, le professeur de physique pourra l'utiliser dans son cours.

C'est peut-être une motivation d'attention pour les élèves. Les deux cours : enseignement des mathématiques, enseignement de la physique, restent bien séparés.

Le professeur de sciences médico-sociales déclare pour sa part qu'elle ne voit pas en quoi les mathématiques pourraient être nécessaires à son enseignement.

A ce stade nous concluons, un peu pantois, que la pratique de la profession ne fait pas appel à des connaissances mathématiques et que l'enseignement de celles-ci est — au mieux — culturel, mais qu'il n'est en réalité qu'une préparation à l'épreuve orale de 20 minutes et à l'épreuve écrite de physique.

Nous décidons alors de réfléchir sur les deux points suivants :

- 1° Est-il vrai que, dans l'exercice de leur profession, nos élèves n'aient jamais à employer aucun outil mathématique ?
- 2° En quoi consiste l'enseignement médico-social qui semble être beaucoup moins loin que les mathématiques des préoccupations d'avenir des élèves ?

C'est surtout le secrétariat médico-social — confié essentiellement à des femmes, et que connaît bien Madame Perrault — que nous étudions.

Que demande-t-on à une secrétaire médico-sociale ? Un exemple : Si elle est employée dans un hôpital, le médecin responsable pourra lui demander d'établir un planning de service des médecins et du personnel soignant.

Cela peut être un travail considérable. Comment s'y prendra la secrétaire ? Elle aura déjà quelques habitudes de ce genre d'organisation car on lui aura fait traiter à l'école des cas fictifs (et sans doute parfois simplifiés) de tels aménagements.

L'enseignement des sciences médico-sociales propose en effet un grand nombre “d'études de cas” complexes, concrets, qui sont de véritables exercices professionnels. Voici quelques sujets :

- 1 — Création d'une crèche dans une entreprise (travail exécuté par une secrétaire d'un service social d'entreprise) : enquête auprès de la main-d'œuvre féminine et sur les désirata des employés ; représentation des résultats statistiques obtenus.

- 2 — Planning des malades dans un service de pneumologie : classement par occupation des chambres, par catégorie de malades, par sorte de traitement distribué ; possibilité d'obtenir rapidement des renseignements statistiques sur les différents types de la maladie.
- 3 — Enquête sur les conditions de vie dans un quartier neuf (travail confié à une secrétaire sociale ou à une assistante sociale) : âge de la population, milieux sociaux, milieux familiaux, activités des jeunes, besoins des personnes, etc... ; proposition en conséquence de créations de centre culturel ou de crèche ou de garderie ou de moyens de communication, etc...

Pendant deux heures, par groupe de 3 ou 4, les élèves établissent un dossier après avoir :

- pris connaissance de données,
- éventuellement dressé un questionnaire permettant d'obtenir ces renseignements,
- élaboré — si nécessaire — un modèle de lettre jointe au questionnaire,
- donné une représentation des renseignements obtenus,
- tiré des conclusions d'aménagement : création d'un planning, de fichiers, de tableaux statistiques.

C'est véritablement l'étude d'un problème et l'élaboration d'une solution : choix de l'information, classement de l'information, accès aux renseignements — démarche que connaît bien le mathématicien.

Nous voyons combien de structures mathématiques sont sous-jacentes à tous ces cas et combien de méthodes mathématiques peuvent être fructueusement employées :

Théorie des graphes : pour les plannings

Algèbre de Boole : pour établir des questionnaires

Calculs : pourcentages, moyenne, etc... : pour toute étude statistique

Codage : pour la lecture rapide des fichiers

Tableaux à double entrée, matrices : pour le classement des données

Connaissance des méthodes algorithmiques et informatiques : pour l'établissement rapide des classements (beaucoup de centres hospitaliers sont actuellement équipés d'ordinateurs).

Notre enseignement est tellement cloisonné que :

- le professeur de sciences médico-sociales — de formation littéraire — n'avait pas conscience du support mathématique de la propre science qu'elle enseignait ;
- le professeur de mathématiques ignorait cette variété et cette richesse des "thèmes" proposés aux élèves, qui pouvaient lui permettre de développer et d'illustrer les notions enseignées dans son cours.

Nous pensons qu'il ne s'agit pas de donner des "techniques" permettant de mieux remplir un office de secrétaire médicale ; mais les mathématiques ont en propre de dégager des méthodes s'appliquant à des domaines très différents. Les élèves qui auraient conscience de cela auraient confiance en leur "outil mathématique", quelle que soit la réflexion qu'on leur propose, sachant qu'il leur permet une économie de recherche et de résolution, en même temps qu'une clarté d'exposition.

Nous sommes très conscients également qu'il ne faut pas être trop ambitieux ; nous ne pouvons pas — au niveau d'un baccalauréat — donner une qualification réelle. Ce que nous espérons faire est une *sensibilisation* au rôle des mathématiques, donnant à chacun la certitude qu'il pourra, le cas échéant, s'informer d'une théorie et s'initier à une technique, être prêt à s'adapter, capable d'apprendre : "être en formation continue".

Notre secrétaire médicale pourrait donc proposer elle-même, grâce à son imagination, à son esprit d'initiative, à sa connaissance d'outils mathématiques, tel codage mieux approprié, tel nouveau classement, telle méthode de travail, au lieu d'accepter comme c'est le cas actuellement les consignes "du patron" ou les habitudes d'une maison, ce qui fait d'elle une simple exécutante. C'est ainsi que les mathématiques peuvent servir à *la formation de l'individu*. Il n'est pas nécessaire de leur donner une place prépondérante dans un examen. Un contrôle oral de 20 minutes peut sembler bien réduit mais ce qu'il est important (et sans doute malaisé) de juger, c'est l'adaptation à des situations nouvelles, la meilleure appréhension des problèmes que les mathématiques permettent et les qualités qu'elles ont pu développer. Tout ce qu'on peut appeler "leur application".

Ces réflexions nous portèrent à faire quelques projets :

- Madame Cambon propose de faire cette année même une expérience d'enseignement pluridisciplinaire au lycée de Saint-Cloud.
- Madame Perrault serait prête à participer à une recherche d'adaptation des mathématiques et des sciences médico-sociales, avec un groupe de professeurs de mathématiques.

En commun, nous décidons de lancer une espèce "d'appel d'offre" aux I.R.E.M. Le domaine médico-social fourmille de "thèmes", que nos collègues de sciences médico-sociales ont su intégrer à leur enseignement ; ces "thèmes" relèvent aussi des mathématiques ; la coopération mathématiques — sciences médico-sociales est à faire et sans doute beaucoup de personnes pourraient y être intéressées.

Enfin, nous ne pouvons que nous réjouir, dans ce groupe, de l'initiative d'avoir cette année ouvert — pour ainsi dire — les journées A.P.M.E.P. à d'autres que des mathématiciens.

Après avoir essayé de rapporter et le déroulement de nos réflexions et les points essentiels que nous avons dégagés, il me reste encore à m'excuser auprès des membres du groupe si je n'ai pas tout retenu ou tout bien compris. Mais nous pouvons en rediscuter ... peut-être avant les prochaines journées.