

PROGRAMME-CADRE (MODERNE) DE MATHÉMATIQUE

PLAN D'ÉTUDE

1^{ER} CYCLE DU SECONDAIRE

**U.Q.A.M.
LABORATOIRES DE
MATHÉMATIQUES ET
D'INFORMATIQUE**

Comité de rédaction:

Pierre DeCelles, U.Q.T.R.

Paul Fillion, S.O.E.M.

Jean-B. Veilleux, S.O.E.M.

Comité de consultation:

Claude Boucher, Université de Sherbrooke

Jean-Guy Gagnon, DGEES

Claude Gaulin, Université Laval

Benoît Provencher, Université de Sherbrooke

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
Perspectives pédagogiques	7
Qu'appelle-t-on activités mathématiques	7
Former à penser	9
Champs d'études	9
Une mathématique générale	14
Classification des étudiants	14
Rôle du professeur	16
Classes-laboratoires	18
Le matériel d'enseignement	19
Evaluation de l'étudiant	20
Auto-évaluation	21
Organisation dans le temps	22
Listes bibliographiques	23
CHAMP D'EXPLORATION I, NOMBRES NATURELS	24
Objectifs de contenu	25
Construire	27
Représenter	28
Dénombrer	29
Décrire	30
Attribuer	31
Formuler, systématiser	32
Concrétiser, transférer	33

CHAMP D'EXPLORATION II, NOMBRES ENTIERS RELATIFS	34
Construire	35
Mesurer	36
Comparer	37
Composer	38
Systématiser	39
Transférer	41
CHAMP D'EXPLORATION III, GEOMETRIE I	42
Traitement mathématique	43
Transformer	44
Construire	49
Mesurer	53
Percevoir des invariants	59
Repérer	63
Systématiser, transférer	67
CHAMP D'EXPLORATION IV, NOMBRES RATIONNELS	68
Objectifs de contenu	69
Partager	70
Echanger	71
Classer	72
Inverser	73
Graduer	74
Traduire	75
Opérer	76
Approximer	77
Ordonner	78

CHAMP D'EXPLORATION V, PROBABILITE ET STATISTIQUE	79
Décrire	80
Dénombrer	81
Compiler, représenter, interpréter	82
Prévoir, prédire	83
Echantillonner	84
Simuler	85
Appliquer	86
CHAMP D'EXPLORATION VI, GEOMETRIE II	87
Analyser	88
Repérer	89
Traiter d'une façon multi-dimensionnelle	90
Représenter	91
Opérer	92
Systématiser, formuler	93
ANNEXE I, PROGRAMME-CADRE	94
ANNEXE II, LISTES BIBLIOGRAPHIQUES	95
Références générales	96
Nombres naturels	99
Nombres entiers relatifs	103
Géométrie I	105
Nombres rationnels	113
Probabilité et statistique	114
Géométrie II	119

PLAN D'ÉTUDE

(1er cycle du secondaire)

Introduction

LA RÉFORME DE
L'ENSEIGNEMENT
DE LA MATHÉMA-
TIQUE SE PRÉOCCUPE
DAVANTAGE DE
DIDACTIQUE OU
DE PÉDAGOGIE

Depuis le milieu des années 60 se poursuivent, dans la Province, de multiples efforts en vue de transformer l'enseignement de la mathématique: recyclage, perfectionnement, mise à l'essai d'un programme moderne, création de matériel, publication de nouveaux manuels, ... la réforme est en marche.

D'abord centrée sur les problèmes de transformation de contenu de programmes, l'attention des agents de cette réforme s'est progressivement tournée vers les problèmes d'ajustement de l'enseignement au développement de la pensée, des attitudes et des intérêts des étudiants.

LE MINISTÈRE
PUBLIE UN
PROGRAMME-CADRE

Tenant compte de cette situation, le Ministère publie un programme-cadre qui lance une invitation à dispenser un enseignement dont le contenu soit unifié mais qui laisse ouvertes toutes les avenues pédagogiques.

CE PLAN D'ÉTUDE
VISE À AIDER ET
À ORIENTER LA
RÉDACTION DE
PROGRAMMES
INSTITUTIONNELS

Les commissions scolaires qui désirent appliquer le programme-cadre doivent élaborer des programmes institutionnels. Afin d'aider les responsables d'enseignement de la mathématique dans cette tâche, le Secrétariat pour l'Orientation de l'Enseignement de la Mathématique (SOEM) publie un PLAN D'ÉTUDE. Ce plan d'étude n'est pas, bien entendu, un programme du ministère de l'Éducation, il n'est pas non plus un programme institutionnel. Il est tout simplement un texte dont le but est de soutenir ou d'orienter la formulation des divers programmes institutionnels.

**CORRECTIONS
QU'IL FAUT
APPORTER AU
PROGRAMME
BORDIER-
DECELLES**

Mais qu'advient-il du programme B.-D. qui a servi à la mise à l'essai d'un enseignement de la mathématique que l'on s'est plu à dire moderne. Mentionnons que ce programme ne devait d'abord s'adresser qu'à une clientèle très restreinte du cours secondaire: celle qui semble la mieux douée pour des études scientifiques. Nous avons accumulé les constatations en provenance de diverses parties de la Province. Nous en déduisons que le programme B.-D., bien qu'il soit au moins aussi adapté aux étudiants du secondaire que l'actuel programme de transition dans son ensemble, devrait encore être restreint à la clientèle à laquelle on le destinait. En outre, des corrections s'imposent au premier cycle du secondaire afin de sortir notre enseignement de l'ornière où s'est maintes fois enlisée une démarche trop exclusivement axée sur la construction du corps ordonné des nombres réels. On devra aussi laisser plus de place à la mathématique appliquée. Ce plan d'étude que nous proposons suggérera peut-être quelques idées en ce sens.

**AUTRES PLANS
D'ETUDE**

Le SOEM espère qu'il ne sera pas le seul à élaborer un plan d'étude qui se propose d'explicitier le programme-cadre. Il nous semble en effet souhaitable que des institutions d'enseignement supérieur, des groupes de didacticiens, des commissions scolaires ou des responsables de l'enseignement de la mathématique au secondaire élaborent des plans d'étude qui inspirent le milieu par d'autres points de vue que ceux qui sont présentés par le plan d'étude élaboré par le SOEM.

PERSPECTIVES PEDAGOGIQUES

POURSUITE DES ETUDES
ET ADAPTATION AUX
EXIGENCES DE LA VIE

Ce plan d'étude se situe dans un tableau pédagogique où les étudiants de niveau secondaire font des activités mathématiques dans le but d'acquiescer les éléments importants à la poursuite de leurs études et à leur adaptation aux exigences de la vie actuelle.

MAITRISE DES
TECHNIQUES ET
FORMULES
NECESSAIRES
A UNE LIBRE
ADAPTATION DES
SYSTEMES ECO-
NOMIQUES,
POLITIQUES ET
TECHNOLOGIQUES

Il en résulte deux genres d'objectifs que nous tenterons de distinguer. Les uns se polarisent autour de techniques ou formules mathématiques nécessaires à la poursuite d'études ou utiles à l'homme moyen pour s'adapter aux divers systèmes économiques, politiques et technologiques dans lesquels il vit. Il est à souhaiter que cette adaptation soit accompagnée d'une telle compréhension des systèmes que le citoyen jouisse d'une liberté de transformation de ces systèmes.

ACQUISITION DE
PROCESSUS MENTAUX
PROPRES AUX
MATHEMATIQUES

Un autre genre d'objectifs, auxquels les précédents ne sont pas étrangers, pivotent autour de la formation ou du développement de processus ou attitudes mentales propres aux mathématiciens. Nous croyons que cette formation peut s'effectuer par un ensemble d'activités mathématiques puisées à même les activités propres du mathématicien.

QU'APPELLE-T-ON ACTIVITES MATHEMATIQUES?

LE MATHEMATICIEN
NE NOUS MONTRE
QUE SON HABILETE
A PRESENTER
DES SYSTEMES
DEDUCTIFS
IL AGIT DEVANT NOUS
EN TANT QUE PRO-
FESSEUR

On pourrait enfouir le problème dans la réponse triviale: une activité mathématique est une activité que pose un mathématicien en tant que mathématicien. Cette façon de répondre biaise la question. En effet, que nous manifeste de lui-même le mathématicien, sinon son habileté à nous présenter des systèmes déductifs. Lorsqu'il nous présente la mathématique, le mathématicien agit le plus souvent en tant que professeur et non en tant que mathématicien. L'erreur de perspective est grande et elle influence tous nos programmes de mathématique.

ON ENSEIGNE UNE
MATHÉMATIQUE TOUTE
FAITE

POUR FABRIQUER UN
PROGRAMME A BASE
D'ACTIVITES. IL
NOUS FAUT DRESSER
UNE LISTE DES
ACTIVITES DES
MATHEMATICIENS

Par conséquent, notre enseignement de la mathématique a tendance à se restreindre à la présentation d'une mathématique toute faite, au lieu d'organiser l'apprentissage pour qu'il s'effectue par des activités mathématiques, les maîtres présentent la mathématique écrite dans les livres. Il nous faut une certaine audace pour tenter d'énumérer les activités propres aux mathématiciens. Nous devons pourtant dresser cette liste pour fabriquer un programme à base d'activités. Admettant d'avance que cette liste ne constitue pas un recouvrement de l'ensemble des activités du mathématicien nous énumérons:

comparer
discriminer
classifier
ordonner
itérer
construire
composer
attribuer
percevoir des invariants
analyser
synthétiser
représenter
codifier
symboliser
créer des modèles
créer des systèmes descriptifs
créer des systèmes opérationnels
définir
déduire
transformer les systèmes
opérer sur les systèmes
pondérer, mesurer
exemplariser, concrétiser, particulariser

.....

**CES ACTIVITES SONT
PROPRES A LA PENSEE
SCIENTIFIQUE**

**LE MATHEMATICIEN
ETUDIE CES ACTI-
VITES POUR ELLES-
MEMES ET DEVELOPPE
DES MODELES QUI
SYSTEMATISENT
CES ACTIVITES**

Certes, ces activités ou ces processus que nous venons d'énumérer n'appartiennent pas en exclusivité aux mathématiciens. Il s'agit là de processus et d'activités que l'homme de science peut réclamer comme siens. L'homme de science compare, discrimine, classe, ordonne, codifie, perçoit des invariants, crée des modèles, ... Pourtant, le mathématicien va plus loin: il étudie ces activités et ces processus pour eux-mêmes, il en fait diverses représentations et les systématise.

FORMER A PENSER

Les objectifs poursuivis par la pratique des activités du mathématicien sont des objectifs de la formation de la pensée. Nous sommes d'accord avec de nombreux pédagogues: l'enseignement secondaire doit former à penser. Doit-on placer cet objectif en première place? Il y a là une occasion d'animer plusieurs discussions. On s'accordera pourtant à dire que l'entraînement à penser doit devenir plus systématique et ne pas demeurer le fruit incertain d'une juxtaposition bigarrée des diverses disciplines de l'enseignement. Afin de contribuer à mettre en évidence cette poursuite d'objectifs communs aux disciplines de l'enseignement secondaire pour la formation de la pensée, nous proposons un enseignement de la mathématique organisée d'une façon dynamique en fonction de cet objectif. Nous verrons un peu plus loin comment prend forme cette organisation.

CHAMPS D'ETUDE

Le plan d'étude présente un regroupement des activités d'apprentissage en champs d'étude mathématiques.

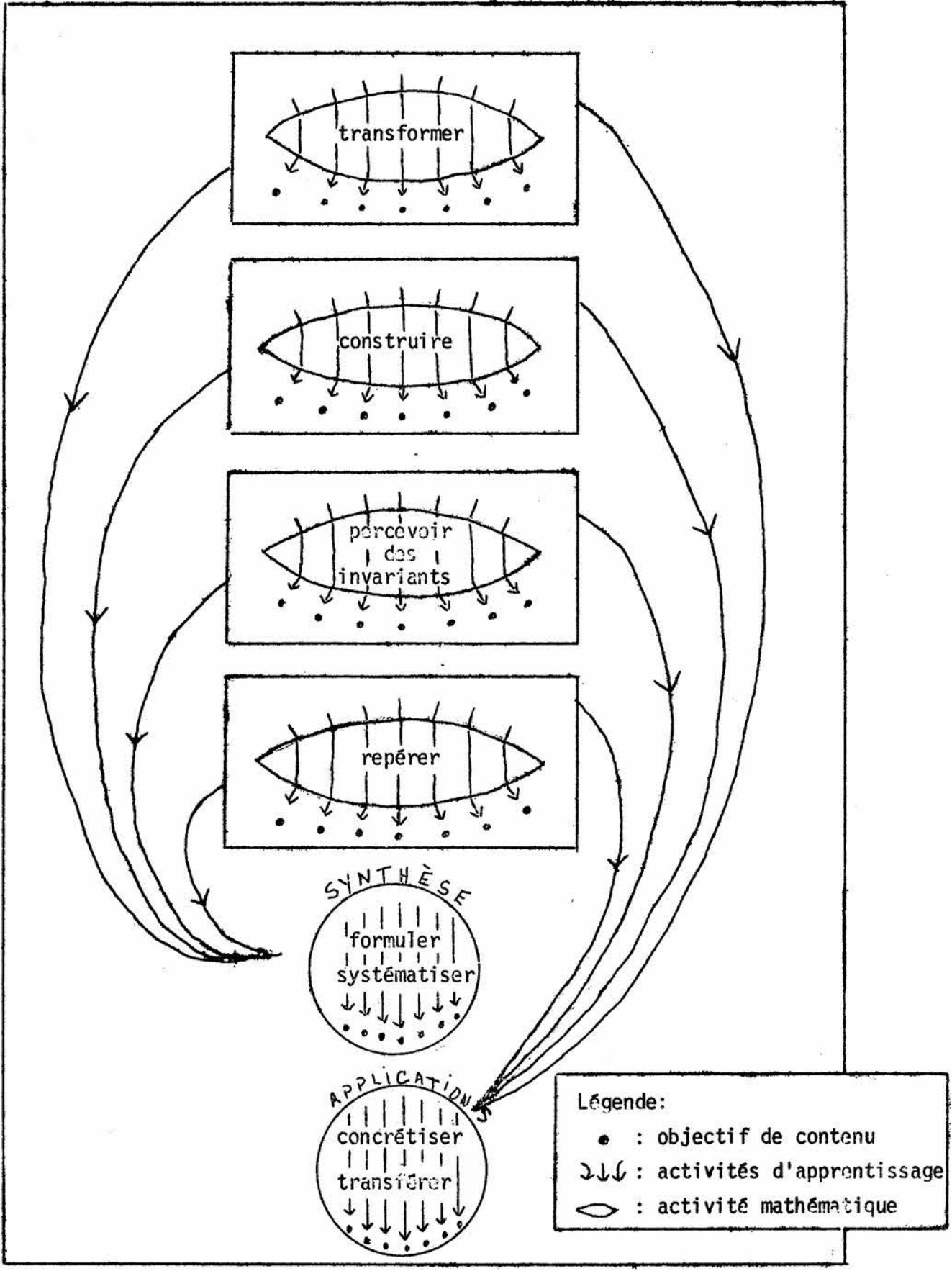
Ier CYCLE DU SECONDAIRE
CHAMPS D'ETUDE

NOMBRES NATURELS	ENTIERS RELATIFS	GEOMETRIE I: formes mesures transformations
NOMBRES RATIONNELS	PROBABILITE ET STATISTIQUE	GEOMETRIE II: vecteurs coordonnées

Dans ces champs, l'apprentissage est spécifié d'une part par des objectifs de contenu et d'autre part par la pratique d'activités mathématiques particulières. Afin de rendre visible l'organisation dynamique de l'enseignement à l'intérieur de ces champs, voici, à titre d'exemple, un tableau de cette organisation pour GEOMETRIE I.

(voir tableau à la page suivante)

TABLEAU D'ORGANISATION DYNAMIQUE DES ACTIVITES
D'APPRENTISSAGE DANS LE CHAMP D'ETUDE: GEOMETRIE I



LES ACTIVITES
SERVENT DE BASE
A UNE REFLEXION
QUI CONDUIT A
LA CONSTRUCTION
DE REPRESENTATION
DE DIFFERENTS
NIVEAUX

Un enseignement par activités devrait permettre à l'étudiant de construire lui-même sa pensée mathématique. Toutefois, ces activités, si elles sont disposées au hasard et sans intention, ne mèneront peut-être à rien du tout. Les activités mathématiques ne débouchent sur une connaissance mathématique qu'en autant qu'elles sont la base d'une réflexion qui conduira à une représentation par des modèles graphique, verbal ou formel de ces activités.

CERTAINS ONT
TENDANCE A
FAIRE DE LA
MATHEMATIQUE
UNE SCIENCE
TOTALEMENT
EXPERIMENTALE

Dans notre enseignement actuel, afin de rendre l'enseignement plus actif et éviter les inconvénients d'une présentation de la mathématique comme un système déductif, certains ont tendance à faire de la géométrie et de l'arithmétique comme on fait de la chimie et de la physique. En manipulant les figures du plan, on réussit à dégager certaines de leurs propriétés. En vérifiant certaines égalités sur les nombres, on en induit certaines propriétés sur les opérations. Il y a là danger d'appauvrissement et possibilité d'erreurs de perspective.

LE PROCESSUS
D'INDUCTION
EST DANGEREUX
LORSQU'ON
FAIT L'ETUDE
D'ENSEMBLES
INFINIS

Induire une propriété au moyen d'un ensemble d'expériences se réduit à un processus plus général: percevoir des invariants. Lorsqu'il s'agit d'ensembles finis, cette activité d'induction peut être extrêmement riche car elle permet de poser le problème de l'échantillonnage. Par contre, le même processus devient dangereux lorsqu'on travaille sur des ensembles infinis. Par exemple, en partant de deux ou trois expériences, on ne peut pas en induire l'associativité d'une opération dans un ensemble infini. Cette façon de faire ignore tout sens critique dans la généralisation. Notre remarque prend d'autant plus d'importance que la plupart des ensembles (nombres, plan, espace), étudiés au secondaire, sont infinis.

LE PLAN D'ETUDE
NE PROPOSE PAS
D'ETUDIER LA
MATHEMATIQUE
COMME UNE SCIENCE
EXPERIMENTALE

LE PLAN D'ETUDE
S'OPPOSE A UNE
PRESENTATION
AXIOMATISEE ET
FORMELLE DE LA
MATHEMATIQUE AU
1er CYCLE DU
SECONDAIRE

LE FIL AXIOMATIQUE
DE LA GEOMETRIE
PEUT LAISSER CROIRE
QUE LE PROCESSUS
D'APPRENTISSAGE EST
LOGIQUE ALORS QU'IL
EST PSYCHOLOGIQUE

LES ACTIVITES DOIVENT
S'ORGANISER AUTOUR
DU PLUS GRAND NOMBRE
DE POINTS DE VUE
POSSIBLE

Ce serait donc très mal interpréter le plan d'étude proposé, que de croire que l'enseignement par activités en est un qui développe la connaissance mathématique comme une science expérimentale, bien que l'apprentissage d'une notion doit toujours avoir comme source les expériences d'interaction entre l'étudiant et son milieu.

L'actuelle tendance contre laquelle nous nous élevons peut être considérée comme une réaction à la poussée de l'axiomatique et du formalisme. Cette poussée tend d'une part à présenter la mathématique comme un simple jeu d'esprit dont les règles sont des axiomes. Ainsi privée de sa problématique, la mathématique perd de son intérêt. D'autre part, en géométrie particulièrement, le programme moderne s'est laissé guider par un fil axiomatique. Il y a là une erreur de perspective possible que l'on doit éviter en tenant compte de la simple remarque de Z.P. Dienes: "L'apprentissage de la mathématique n'est pas un processus logique mais un processus psychologique". Pour le premier cycle du secondaire, les activités doivent s'organiser autour du plus grand nombre de points de vue possible. Choisir une axiomatique particulière pour la géométrie peut paraître d'obligation. On ne doit pas rétrécir, pour autant, le champ de vision en abandonnant les points de vue projectif et métrique pour ne se concentrer que sur des visions affines.

Précisons aussi qu'il n'est pas nécessaire d'avoir introduit des axiomes pour parler de droites parallèles, de translation, de coordonnées,, de longueur, de distance, de vecteur du plan, etc... Axiomatiser est une activité mathématique mais il n'est pas nécessaire d'axiomatiser pour faire de la mathématique. Autrement, l'histoire des mathématiques serait bien courte.

UNE MATHEMATIQUE GENERALE

L'exploration des différents champs d'étude, en même temps qu'elle développera une connaissance de notions spécifiques à ces champs, favorisera l'élaboration progressive d'une mathématique fondamentale. Cette mathématique est plus particulièrement constituée des notions: ensembles, relations, applications, opérations, structures-quotients, structures algébriques, morphismes, ...

Bien qu'il soit encore à la mode de consacrer de longs chapitres de l'enseignement à l'étude des ensembles et des relations, nous n'avons pas cru bon d'inscrire ces sujets comme en-tête de chapitre. En effet, nous proposons d'initier l'étudiant d'une façon progressive au langage des ensembles et des relations ainsi qu'aux techniques usuelles de représentation. Cette initiation nous apparaît d'autant plus efficace qu'elle répond à des problèmes d'expression et de représentation effectivement rencontrés dans des situations d'apprentissage.

CLASSIFICATION DES ETUDIANTS

L'ACTUEL SYSTEME
DE VOIES EST SURTOUT
UTILE DANS UN
ENSEIGNEMENT
QUI SE DEFINIT
COMME UNE
TRANSMISSION
DE LA
CONNAISSANCE

Plusieurs raisons nous incitent à concevoir un même plan d'étude pour tous les étudiants du premier cycle du secondaire. Nous nous éloignons ainsi de l'actuel système de voies: "allégée, régulière et enrichie", en vigueur dans un très grand nombre d'écoles au secondaire. Ce système de classification peut sembler utile dans un programme d'enseignement qui met surtout l'accent sur la "transmission" de la connaissance plutôt que sur son développement par des activités.

UN ENSEIGNEMENT
PAR ACTIVITES
PERMETTRAIT UNE
COEXISTENCE
HARMONIEUSE
DES DIFFERENCES
INDIVIDUELLES

On fait l'hypothèse qu'un enseignement par activités permet une coexistence harmonieuse des différences individuelles et évite ainsi les conséquences souvent préjudiciables de la classification des étudiants par voies. L'acquisition de connaissances sera évidemment différente en quantité et en profondeur selon le développement, les aptitudes et les intérêts de chaque étudiant; les plus rapides seront peut-être un peu ralentis et les plus lents bousculés. Pourtant, de tels inconvénients seront sans doute largement compensés par l'habitude que l'étudiant acquerra de s'intégrer à une population diversifiée.

Certains professeurs préféreront peut-être subdiviser leurs groupes en trois ou quatre sous-groupes en tenant discrètement compte des différences dans les rythmes d'apprentissage. D'autres développeront des sous-groupes fonctionnels où les talents de chacun sont exploités en des rôles différenciés.

APRES AVOIR
EFFECTUE DES
ACTIVITES, ON
LIMITE LES
ACTIVITES DE
SYNTHESE AU
NIVEAU DE
DEVELOPPEMENT
ATTEINT

Après avoir effectué des activités, on limite les activités de synthèse au niveau de développement atteint. C'est dans les degrés de synthèse que l'on devra accorder une attention particulière aux étudiants de rythme lent. On les laissera progresser dans les activités, si nécessaire, et on limitera l'activité de synthèse à leur niveau de développement. Ces différents degrés de synthèse atteints par les étudiants pourraient être évalués et servir à l'orientation de l'étudiant à la fin du premier cycle du secondaire. Nous reviendrons sur cette question d'évaluation.

UN ENSEIGNEMENT
PAR ACTIVITES
NE S'OPPOSE PAS
A UNE CLASSIFI-
CATION EN VOIES
D'APPRENTISSAGE

Mentionnons, afin d'éliminer tout malentendu, que le plan d'étude ne s'oppose pas à une classification des étudiants par voies d'apprentissage. Nous voulons seulement par ce plan, offrir d'autres possibilités de solutions aux problèmes des différences individuelles.

ROLE DU PROFESSEUR

ANIMATEUR QUI
PRESIDE AU
DEVELOPPEMENT
DE LA PENSEE
DE L'ETUDIANT

Le rôle du professeur dans un enseignement conçu pour permettre à l'étudiant de développer ses habiletés par l'intermédiaire d'activités, est forcément changé. Le professeur devient d'abord un animateur. Il nous semble très important de mentionner que dans un enseignement à base d'activités, le professeur doit cesser d'agir comme source autoritaire du savoir. Il est celui qui préside au développement de la pensée et qui oriente les activités par ses questions et de courts exposés vers les objectifs à atteindre.

LE PROFESSEUR
N'EST PAS UN
APPARITEUR

Plusieurs professeurs, dans un enseignement où l'étudiant prend une plus grande part, se considèrent seulement comme des appariteurs. Une telle attitude nous semble préjudiciable à l'orientation du travail et au soutien du dynamisme de l'étudiant. Dans sa classe, le professeur est seul à connaître d'une façon précise les objectifs d'apprentissage poursuivis au moyen des activités proposées aux étudiants. Le professeur doit donc être aux aguets et poser les questions pertinentes qui orientent la pensée et la recherche de l'étudiant vers les objectifs poursuivis. Qu'on nous permette de préciser que l'enseignement par fiches ou l'enseignement programmé fut souvent l'occasion d'un arrêt chez le professeur qui se sentait tout à coup inutile ou tout au plus utile à maintenir l'ordre.

BIEN AVERTI SUR
LES OBJECTIFS
D'APPRENTISSAGE
IL ORIENTE LA
RECHERCHE

Dans un enseignement par activités, la communication nous semble encore extrêmement importante: discussions, communiqués, exposés, représentations diverses. Certaines connaissances s'acquièrent très rapidement en suivant un exposé, d'autres nécessitent une préparation par l'intermédiaire d'activités de manipulation. Pour les premières autant que pour les secondes, le professeur doit être conscient que son apport demeure de première importance et il doit consacrer un temps important à les préparer.

L'EXPOSE EST
UN MOYEN
D'APPRENTISSAGE
QUI CONSERVE
SON IMPORTANCE

PERSONNE
RESSOURCE
EN MATHÉMATIQUE

UNE CONNAISSANCE
LIVRESQUE DE LA
MATHÉMATIQUE EST
INSUFFISANTE
POUR HABILITER
LE PROFESSEUR A
JOUER CE RÔLE

LES FORMATEURS
DE MAÎTRES
DEVRAIENT TENIR
COMPTE DE
CETTE REMARQUE

L'HABILITÉ D'UN
PROFESSEUR DANS
LE RÔLE DE PER-
SONNE RESSOURCE
NECESSITE DE SA
PART UNE CONNAIS-
SANCE ACTIVE

En plus d'être animateur, le professeur sera la personne ressource en mathématique. Trop souvent, on a tendance à croire qu'une fois achevée l'étude d'un chapitre, la connaissance en est automatiquement achevée et stable. C'est une façon linéaire de concevoir l'enseignement qui est loin de ressembler à la réalité. Le professeur doit donc agir comme ressource pour encourager, rappeler, mettre en relation avec des connaissances déjà acquises. Ce rôle exige du professeur une connaissance plus approfondie de sa matière. Une connaissance livresque de la mathématique devient très insuffisante pour dépister dans le développement de la pensée de l'étudiant les étapes principales à franchir. Les institutions chargées de former des maîtres devraient tenir compte de cette lacune et prendre conscience que les besoins des professeurs ne sont pas qu'encyclopédiques. Certes, il est nécessaire d'avoir des perspectives générales mais il est encore plus impérieux de posséder une expérience dans la construction de la mathématique. Autrement dit, il est souhaitable que la partie du programme de mathématique dont le professeur aura la charge d'enseignement devrait être acquise par l'intermédiaire d'activités. Hélas, certains cours de mathématiques destinés à former des maîtres font une enjambée très rapide sur les fondements, parachutent des définitions, exercent à certaines techniques de calcul qui ne sont nécessaires qu'à l'ingénieur. Il en résulte que la plupart des maîtres doivent réapprendre leurs mathématiques avec les étudiants. Ils manquent alors de sens critique au sujet des manuels qu'ils utilisent. Ils se sentent en outre démunis et incapables lorsqu'il s'agit de dépister chez l'étudiant les notions qui leur manquent pour que leur soit accessible l'apprentissage de certains concepts. Il nous semble que l'habileté d'un professeur dans son rôle de personne ressource est d'autant plus grande que ce pro-

fesseur aura acquis par lui-même et par l'intermédiaire d'activités les notions dont il a charge d'assurer l'apprentissage.

LE PROFESSEUR
DOIT FAIRE LE
LIEN DE SON
ENSEIGNEMENT
A L'ENSEIGNEMENT
DES SCIENCES ET
DES TECHNIQUES

Le professeur devra aussi posséder des connaissances rudimentaires au sujet des besoins des étudiants pour réussir dans leurs études en sciences ou en techniques professionnelles. Le plan d'étude fait une large part à la mathématique appliquée. L'enseignement actuel se caractérise par l'absence de coordination entre mathématique, sciences et techniques. Des recherches s'imposent pour trouver les objectifs communs et les possibilités d'ajustement entre ces enseignements. Sans aucun doute, les diverses disciplines d'enseignement secondaire présentent des terrains propices au développement d'activités mathématiques. En français, par exemple, la mathématique a sa place dans l'étude des structures du langage et la statistique peut être utilisée pour mettre en évidence des caractéristiques linguistiques d'un texte ou d'un auteur. Nous entrevoyons ici des domaines d'expérimentation fort larges pour les chercheurs qui veulent se rendre utiles en répondant aux questions du milieu.

En accordant à la mathématique appliquée une grande importance, le plan d'étude exige une mise au point du milieu enseignant en sciences et en techniques professionnelles. Il est inconcevable qu'un professeur d'enseignement secondaire ignore presque tout de l'électricité, de la menuiserie, de la mécanique ou autres techniques.

CLASSES-LABORATOIRES

Le secrétariat pour l'orientation de la mathématique considère comme une nécessité absolue la transformation graduelle de la traditionnelle salle de cours en un atelier pourvu d'un matériel mobilier et didactique qui

rende possible la manipulation d'objets ou de situations physiques, des discussions en équipes, des représentations au moyen de graphiques ou d'images-synthèse, des exposés, des activités individuelles, ... Des recherches doivent être dès maintenant mises en marche afin de procurer aux enseignants des guides d'achat et d'utilisation d'un matériel de manipulation. Les professeurs de mathématique qui utilisent l'approche-laboratoire dans leur enseignement devraient bénéficier de services d'appariteur au même titre que le professeur de sciences expérimentales.

LE MATERIEL D'ENSEIGNEMENT

Au Québec, il existe peu ou pas de matériel réellement au point pour l'enseignement de la mathématique par l'intermédiaire d'activités.

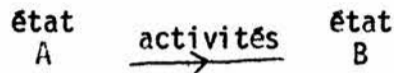
Même s'il existe des références assez précises, à des textes, la plupart d'entre eux ne répondent pas d'une façon précise aux objectifs énumérés.

Il en résulte une nécessité de mettre en oeuvre les moyens qui mèneront à la production d'un tel matériel. Disperser nos efforts serait dans les circonstances, retarder beaucoup trop longtemps la possibilité d'un enseignement par activités. Il nous semble alors nécessaire de recommander aux commissions scolaires de se regrouper et de solliciter l'aide de chercheurs d'universités pour mettre au point le matériel adéquat pour un enseignement à base d'activités. Serait-il même nécessaire de mettre au point un projet provincial? Le secrétariat pour l'orientation de la mathématique répond par l'affirmative à cette question, étant donné la pauvreté du milieu en hommes-ressource disponibles pour exécuter ces tâches ainsi que le peu de fonds actuellement disponibles pour mener à bien la recherche nécessaire à la production de ce matériel.

Le secrétariat pour l'orientation de la mathématique souhaite vivement que ceux qui ont charge de la formation de maîtres pour l'enseignement de la mathématique au secondaire prennent conscience du rôle d'animation et de direction qui leur est dévolu en ce domaine.

EVALUATION DE L'ETUDIANT

Les activités d'apprentissage sont orientées. Elles visent à faire passer un étudiant d'un état A à un état B.



Si on considère un étudiant X, avant de lui appliquer le traitement (A,B) qui le fera passer de l'état A à l'état B, il faut savoir diagnostiquer si ce traitement lui est applicable:

pour effectuer les activités proposées, X possède-t-il les habiletés psychomotrices nécessaires?
est-il dans une attitude mentale favorable?
a-t-il les connaissances suffisantes?

Il est important de répondre à ces trois questions avant de proposer une activité. Après l'activité, il nous semble nécessaire que soient évalués les changements positifs ou négatifs dans la connaissance, les attitudes et les habiletés psychomotrices. L'évaluation apparaît alors comme une tâche complexe et difficile à effectuer. Nous recommandons alors à court terme:

- a) que l'on soit attentif aux prérequis pour mener à bien une activité;
- b) qu'on se donne les moyens d'évaluer l'intérêt que l'étudiant porte à ses activités d'apprentissage;

- c) que l'on fournisse à l'étudiant un minimum d'information au sujet de sa préparation avant l'activité et au sujet de son progrès par l'activité;
- d) que le professeur évalue la portée de son action dans le domaine des attitudes de l'étudiant;
- e) que le professeur tienne un dossier cumulatif où il est inscrit des remarques pertinentes sur différents points de vue de la formation et du développement de l'étudiant.

AUTO-EVALUATION

Afin de participer pleinement aux activités d'apprentissage proposées, l'étudiant doit connaître dans la mesure du possible les objectifs poursuivis. Une telle condition nous semble influencer grandement le rendement et les attitudes de l'étudiant. Les objectifs seront peut-être mieux perçus sous forme de questions.

Par exemple:

- Comment utiliser les fractions, sont-elle utilisées pour faire des comparaisons?
- Comment peut-on savoir que deux fractions sont équivalentes?
- Peut-on mesurer la longueur d'un corridor avec une roue de bicyclette?
- Comment comparer au moyen d'opérateurs de multiplication?
-

Les objectifs devraient pouvoir être atteints en quelques périodes. Il devient alors facile à un étudiant de s'auto-évaluer et de prendre conscience de l'efficacité de sa démarche. Afin de s'auto-évaluer, l'étudiant devrait avoir accès à des tests et se les administrer lui-même. Si on veut conserver à ces tests toute leur valeur positive, il convient de s'abstenir de les utiliser comme outil de punition ou encore pour faire percevoir à l'étudiant son manque d'intérêt ou ses lenteurs à progresser. Qu'on nous permette de conseiller à l'étudiant l'usage d'un calepin où il consignera des indications sur

- l'usage de son temps
- les objectifs atteints et les objectifs à atteindre.

ORGANISATION DANS LE TEMPS

Ce document tente d'être le plus précis possible dans l'évaluation du temps qui devrait être consacré à chacun des thèmes et à chacun des chapitres. Nous avons dû jouer le rôle de diététicien et mesurer à la période afin d'obtenir un dosage équilibré au sujet des divers thèmes du programme-cadre.

Nous supposons que plusieurs des sujets traités ont déjà été abordés à l'élémentaire. Si on ne tient pas compte de cette hypothèse, les durées prévues pour certaines activités peuvent paraître beaucoup trop courtes. D'autre part, il se peut que certains objectifs proposés aient déjà été atteints à l'élémentaire. Dans ces cas, il faudrait supprimer ces activités au profit d'autres parties pour lesquelles la préparation des étudiants semblerait insuffisante.

De toute façon on se rend bien compte que la difficulté n'est pas de faire durer les activités mais de les limiter dans le temps. Afin de réaliser des économies dans ce temps, hélas trop rare, accordé à la mathématique, on devra développer un matériel qui vise les objectifs avec précision et ne donne de relief qu'à l'essentiel.

Des 200 jours d'enseignement prévus par le programme, nous supposons qu'environ 150 sont effectivement utilisables et nous avons construit notre fonction d'attribution du temps sur 150 périodes (45-50 minutes) d'enseignement annuel.

LISTES BIBLIOGRAPHIQUES

Bien que nous nous soyons efforcés d'être le plus précis possible dans la formulation des objectifs et la description des activités suggérées, l'interprétation pratique du plan d'étude demeure difficile à effectuer.

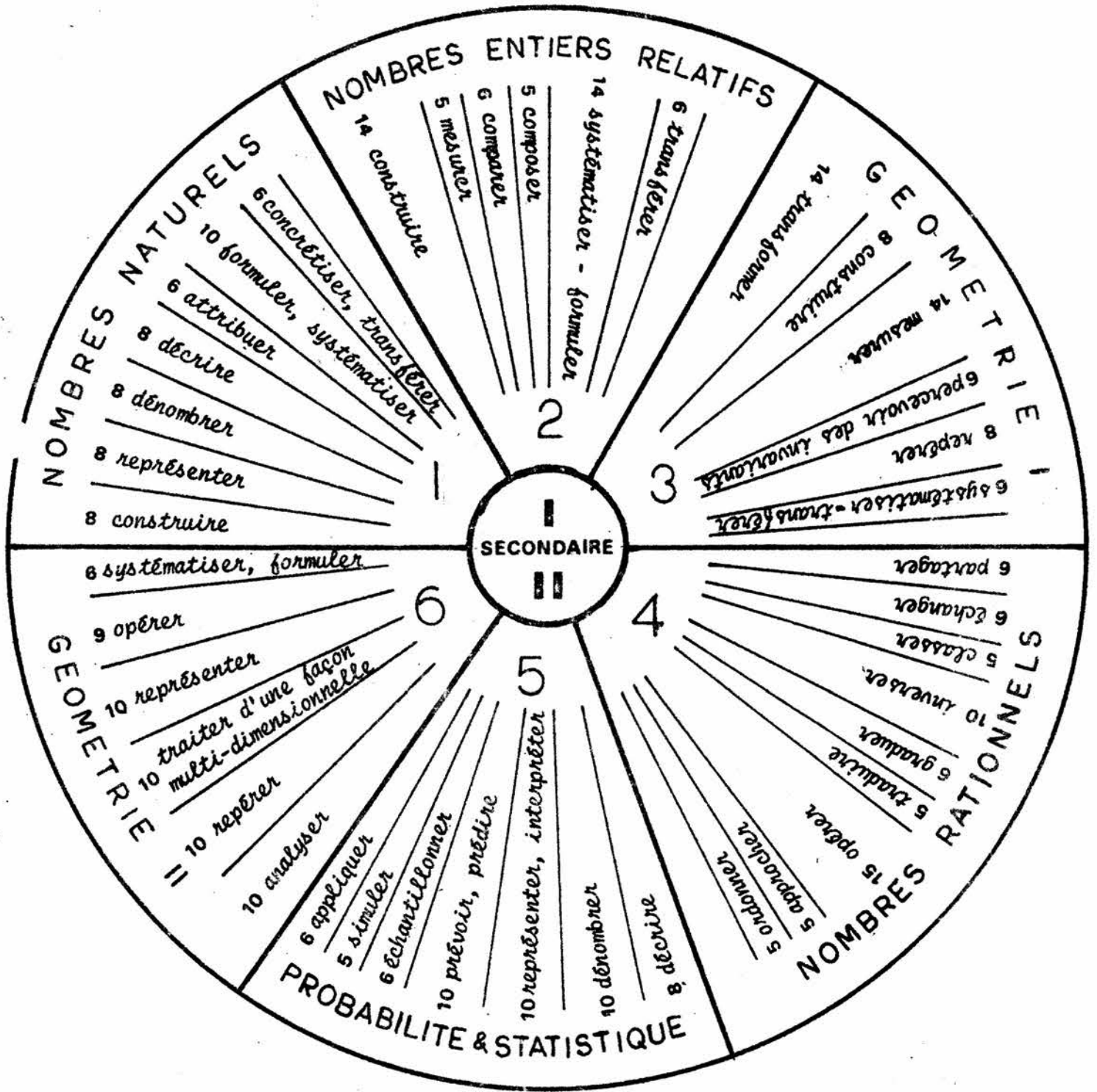
Afin de pallier à cette difficulté, nous fournissons, en annexe, l'éclairage d'une abondante bibliographie. Nous distinguons dans cette bibliographie, les références générales qui concernent la totalité ou de larges parties du document et les références particulières qui ne conviennent que pour faciliter l'organisation pratique d'activités suggérées par le plan d'étude.

La consultation des listes bibliographiques est rendue facile par un système de renvois à l'annexe où les subdivisions correspondent à celles du plan d'étude.

Les références sont précédées d'une appréciation précisée par un certain nombre d'astérisques:

- ***: texte répondant d'une façon satisfaisante aux objectifs
- ** : document nécessitant une adaptation ou un complément
- * : document utile ne répondant que partiellement aux objectifs du plan d'étude
- : document d'enrichissement et d'information générale.

CHAMPS D'EXPLORATION



Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION I

LES NOMBRES NATURELS

durée: 60 périodes

résumé: (1,1) *construire*
(1,2) *représenter*
(1,3) *dénombrer*
(1,4) *décrire*
(1,5) *attribuer*
(1,6) *formuler, systématiser*
(1,7) *concrétiser, transférer*

CHAMP I : NOMBRES NATURELS

OBJECTIFS DE CONTENU:

Remarque préliminaire:

Feindre que les étudiants du début du secondaire ignorent tout des fondements du calcul sur les nombres naturels et reconstruire ces nombres en s'appuyant sur l'équipotence des ensembles finis et sur les opérations ensemblistes nous semblent une attitude et des objectifs susceptibles d'engendrer chez l'enfant le désintéressement. Nous proposons donc des activités qui exploitent ce que l'étudiant sait déjà sur les nombres naturels.

A la fin des activités, l'étudiant devrait être capable:

- a) de reconnaître l'ensemble des nombres naturels dans la suite 0, 1, 2, 3, ...
- b) de trouver l'image d'un nombre naturel par un opérateur d'addition et de multiplication ainsi que par la composée d'une suite de tels opérateurs
- c) de représenter sur un graphe cartésien du produit $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$, les opérateurs dans \mathbb{N}
- d) de distinguer une suite géométrique d'une suite arithmétique
- e) d'identifier les puissances usuelles des quelques premiers nombres naturels
- f) de calculer sur les puissances d'une même base en utilisant les exposants
- g) de décomposer les nombres en un produit de puissances de nombres premiers et d'utiliser cette décomposition pour effectuer des calculs
- h) de trouver la suite des multiples et l'ensemble des diviseurs d'un nombre naturel

- i) de représenter des relations dans des sous-ensembles de \mathbb{N} au moyen de graphes sagittaux
- j) de calculer le pgcd et le ppcm de couples ou de triples de nombres naturels
- k) d'utiliser les règles de dénombrement:
 $\#(A \cup B) = \#A + \#B - \#(A \cap B)$
 $\#(A \times B) = \#A \cdot \#B$
- l) d'écrire la suite des naturels en différentes bases
- m) de traduire d'une base de numération en une autre base
- n) de construire des représentations cartésiennes de fonctions dans \mathbb{N}
- o) de formuler des règles et des relations au moyen de formes propositionnelles
- p) de trouver des solutions de formes propositionnelles.

(1,1) CONSTRUIRE

durée: 8 périodes

OBJECTIFS

- a) S'initier aux processus de génération de suites de nombres.
- b) Utiliser divers organigrammes pour la construction de telles suites.
- c) Utiliser la notion d'opérateurs.
- d) Manipuler les opérations dans \mathbb{N} .

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Construction, pour des règles données, de suites de nombres naturels: arithmétiques, géométriques, de Fibonacci, etc. .
- b) Découverte des règles gouvernant la génération de suites données. (terme quelconque et opérateur intermédiaire).
- c) Génération de suites au moyen d'organigrammes d'opérateurs sans ou avec embranchements.
- d) Recherche d'organigrammes d'opérateurs engendrant des suites données.
- e) Construction de suites de cardinaux associés aux termes d'une suite de configurations géométriques.
- f) Etude de la suite des carrés (des cubes, ...) des nombres naturels.
- g) Etude de la suite des puissances d'une même base.
- h) Construction de configurations arithmétiques: triangle de Pascal, multiples de deux nombres, crible d'Erathostène.

(1,2) REPRESENTER

durée: 8 périodes

OBJECTIFS

- a) Utiliser l'axe des nombres naturels et le quadrant cartésien associé pour des représentations diverses.
- b) Représenter graphiquement diverses suites comme fonctions dans \mathbb{N} .
- c) Présenter diverses représentations ensemblistes: diagrammes de Venn, graphes sagittaux, diagrammes cartésiens.
- d) Introduire des codages associés aux représentations ensemblistes: couples, triplets, ...

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Interprétation de graphes divers rattachés à la statistique.
- b) Représentation des suites dans \mathbb{N} sur l'axe numérique et dans le plan cartésien associé.
- c) Utilisation de diverses échelles dont quelques-unes au moins ne sont pas euclidiennes.
- d) Interprétation d'organigrammes en termes de représentations graphiques ensemblistes.
- e) Découverte d'organigrammes correspondant à certains schémas ensemblistes.
- f) Représentations de relations, de permutations par graphes sagittaux et cartésiens.
- g) Etude des graphes de la relation de divisibilité.
- h) Recherche sur treillis des ppcm et pgcd d'un couple ou d'un triple de nombres naturels.
- i) Représentations diverses d'opération dans un ensemble.

(1,3) DENOMBRER

durée: 8 périodes

OBJECTIFS

- a) Utiliser les nombres naturels pour dénombrer les éléments de diverses configurations.
- b) Etablir des rapports de mesures entre des ensembles, leur réunion, leurs compléments, leur intersection, leur produit, leurs puissances.
- c) Caractériser certains sous-ensembles du produit cartésien et établir le nombre de cas réalisant ces caractérisations.
- d) Introduire certains codages nécessaires aux mécanismes de dénombrement.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Dénombrement pour des polygones et polyèdres des sommets, arêtes et faces.
- b) Dénombrement des facteurs de nombres premiers, de carrés, de cubes, ...
- c) Dénombrement des plages d'un diagramme de Venn.
- d) Dénombrement de la famille des sous-ensembles d'un ensemble donné.
- e) En utilisant des représentations graphiques appropriées, dénombrement des applications d'un ensemble dans un autre, dénombrement des permutations d'un ensemble.
- f) Dénombrement et construction de l'ensemble des mots que l'on peut former au moyen d'un alphabet.
- g) Etude de systèmes de numérations.

(1,4) DECRIRE

durée: 8 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à exprimer et à interpréter les nombres naturels dans des bases quelconques.
- b) Apprendre à coder les points de graduation et de sous-graduation d'une demi-droite munie d'un repère.
- c) Apprendre à utiliser des variables et des relations pour décrire certains sous-ensembles de \mathbb{N} et de $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$.
- d) Décrire au moyen de règles de correspondance de \mathbb{N} vers des suites de nombres naturels.
- e) Apprendre à décrire au moyen d'organigrammes certaines suites ou fonctions dans \mathbb{N} .
- f) Apprendre à utiliser des variables pour décrire des ensembles: réunion, intersection et complément.
- g) Apprendre à interpréter des formules dans un référentiel donné.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Etude de suites de mots formées au moyen de règles dans un alphabet à deux, trois, ..., caractères.
- b) Partitions d'un ensemble en sous-ensembles selon une certaine base. Codage de ces partitions. Passage à l'écriture positionnelle des nombres.
- c) Codage en une base quelconque des points de graduation et de sous-graduation d'une demi-droite repérée.
- d) Utilisation de cartes perforées pour représenter des situations ensemblistes. Décrire des ensembles: intersection, réunion, complément au moyen d'organigrammes de triage de ces cartes.
- e) Utilisation de réseaux routiers pour définir des organigrammes de construction d'ensembles.
- f) Description de sous-ensembles de $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$ au moyen de formules à deux variables.

(1,5) ATTRIBUER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Exprimer une classification (partition) d'un ensemble comme une application qui attribue une classe à chaque élément.
- b) Exprimer les opérateurs dans \mathbb{N} comme des applications dans \mathbb{N} .
- c) Préciser graphiquement et en des mots de la langue usuelle la notion d'application.
- d) S'exercer à établir des correspondances entre des ensembles et à exprimer ces correspondances au moyen de règles, de graphiques cartésiens ou sagittaux et d'organigrammes.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Représentations diverses de situations fonctionnelles de la vie courante.
- b) Classifications d'ensembles d'objets et représentation de ces classifications au moyen d'applications. Les objets classifiés peuvent être de différentes sortes: figures géométriques, diagrammes statistiques, nombres, des couples d'un graphe, des nombres (à classier en classes résiduelles).
- c) Expression des opérateurs dans \mathbb{N} comme des relations dans \mathbb{N} .
Par exemple:

$\cdot 2$	peut être considéré	...	est la moitié de ...
→	comme la relation		→

$+2$	peut être considéré	...	est deux de moins que ...
→	comme la relation		→
- d) Etude de propriétés d'opérateurs dans \mathbb{N} : opérateur identité, effets sur l'ordre dans \mathbb{N} , distributivité pour une opération.
- e) Etude des fonctions affines dans \mathbb{N} .
- f) Etude de la fonction "carré".

(1,6) FORMULER, SYSTEMATISER

durée: 10 périodes

OBJECTIFS

- a) Faire un résumé des notions acquises par les différentes activités dans les subdivisions (1,1) à (1,5)
- b) Prendre conscience du rôle important que joue l'idée d'ensemble dans l'expression des connaissances dans \mathbb{N} .
- c) Réfléchir sur le rôle des représentations des ensembles et des relations.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Confiant aux étudiants des tâches différentes (individuellement ou par équipes), faire exprimer ce qu'ils ont retenu d'important des diverses activités d'apprentissage effectuées dans le champ d'exploration: les nombres naturels.

Les sujets de réflexion peuvent être:

- les ensembles
- les opérateurs dans \mathbb{N}
- les fonctions affines dans \mathbb{N}
- les applications et leurs représentations
- le dénombrement
- les suites de nombres naturels

- b) Dans un communiqué, présenter un résumé des principales notions à retenir.

(1,7) CONCRETISER, TRANSFERER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

Placer l'étudiant devant des situations qui lui présentent des problèmes où il doit utiliser ses connaissances acquises:

- problèmes de divisibilité: composition de cycles et ppcm et pgcd
- horloges, compteurs et arithmétiques modulaires
- réduction d'organigrammes composés d'une suite d'opérateurs où on peut mettre en évidence les propriétés des opérations dans \mathbb{N}
- résolution de problèmes rattachés aux suites arithmétiques et géométriques
- résolution d'équations, d'inéquations et autres formes propositionnelles en utilisant l'idée d'opérateurs dans \mathbb{N}
- problèmes de dénombrement
- problèmes d'échelle dans les représentations.

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION II

ENTIERS RELATIFS

durée: 60 périodes

résumé: (2,1) *construire*

(2,2) *mesurer*

(2,3) *comparer*

(2,4) *composer*

(2,5) *systematiser - formuler*

(2,6) *transférer*

(2,1) CONSTRUIRE

durée: 14 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à utiliser les entiers relatifs pour coder les éléments d'une frise infinie obtenue au moyen d'un opérateur "translation" appliqué à une figure initiale.
- b) Appliquer les entiers relatifs sur le cercle au moyen d'un opérateur "rotation" appliqué à une figure initiale.
- c) Présentation de l'idée de cycle et préparation à l'idée de congruence modulo n .
- d) Générer les points de réseau.
- e) Appliquer $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ sur les points de réseau.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Construction de frises-banderolles dont les éléments initiaux seront variés.
Les opérateurs utilisés pourront être:
 - les puissances (positives ou négatives) d'une translation
 - les puissances d'une symétrie glissée.
 Codage des éléments de ces frises conservant mémoire du procédé de construction.
- b) Construction de frises circulaires dont les éléments initiaux sont donnés et dont l'opérateur est une rotation d'un angle donné. On obtiendra parfois des frises cycliques.
- c) Construction des sommets d'un polygone régulier au moyen d'un point initial, d'une rotation et de ses puissances. (Points de cadran d'ordre 2, 3, 4, ...). Codage de ces points.
- d) Construction de points de cadran au moyen d'un point initial et de deux rotations exprimées en fraction de tour et codage des points de ce cadran. Codage.
- e) Construction de motifs ou médaillons au moyen de groupes cycliques ou diédraux.
- f) Construction de frises du plan au moyen de puissances de deux translations de directions différentes ou encore d'une rotation ($1/3$, $1/4$ ou $1/6$ de tour) et d'une translation. Codage de ces points de réseaux.

(2,2) MESURER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Appliquer les entiers comme opérateurs sur les translations (ou flèches de translation)
- b) Utiliser les entiers relatifs comme échelle pour indiquer des niveaux. Percevoir que le choix du point 0 et du point 1 est arbitraire.
- c) Définir la fonction valeur absolue dans \mathbb{Z} .

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Mesurer des translations sur une droite au moyen d'une flèche-unité.
- b) Mesurer les rotations sur un cercle au moyen d'une rotation-unité.
- c) Mesurer la chaleur, l'altitude relative, les voltages, les niveaux d'eau, les accroissements, l'intensité d'une relation dans un ensemble fini.
- d) Mesurer la distance entre deux points de l'axe des entiers.

(2,3) COMPARER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Comparer une valeur à une autre du point de vue additif.
- b) Mesurer la dominance d'un objet A sur un objet B lorsque ces objets sont évalués par des nombres naturels.
- c) Utilisant un point de vue visuel, utiliser l'ordre défini sur la droite par un repère (0,1) pour définir l'ordre dans \mathbb{Z} .
- d) Apprendre à décrire certains sous-ensembles de \mathbb{Z} au moyen des relations $<$, $>$, \leq et \geq .
- e) Définir la congruence modulo n dans \mathbb{N} .
- f) Présenter les entiers comme classes de $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Comparer les différences de grandeur sous l'aspect: "x mesure m de plus ou de moins que y".
- b) Comparaison des valeurs de dominance par l'étude de la relation "x domine plus y que m ne domine n".
- c) Comparaison des mesures d'accroissements, d'intensité ou de niveau.
- d) Résolution de formes propositionnelles formulées sur \leq , $<$, \geq ou $>$ dans \mathbb{Z} .
- e) Faire l'étude et représenter des phénomènes cycliques et découvrir une règle qui définissent des états équivalents.
- f) Comparer des couples de nombres sous l'aspect additif.

Exemple: 2 est cinq de moins que 7

comme

4 est cinq de moins que 9.

Représenter les classes d'équivalence obtenues dans $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$ par cette relation.

(2,4) COMPOSER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Développer l'idée d'opération dans un ensemble de nombres.
- b) Présenter l'addition et la multiplication dans \mathbb{Z} au moyen d'une grande variété de situations concrètes.
- c) Représenter les opérations au moyen de table de Cayley.
- d) Créer les premiers automatismes de calcul pour + et \cdot dans \mathbb{Z} .

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Voir références.

(2,5) SYSTEMATISER

durée: 14 périodes

OBJECTIFS:

- a) Rendre capable de donner quelques exemples d'application des entiers dans des situations concrètes incluant des situations d'addition et de multiplication où interviennent des nombres négatifs.
- b) Définir l'addition et la multiplication dans \mathbb{Z} en précisant les règles.
- c) Mettre en évidence les propriétés de groupe de l'addition dans \mathbb{Z} .
- d) Faire une étude pratique des propriétés de la multiplication.
- e) Apprendre à utiliser les opérateurs d'addition et de multiplication pour résoudre des formes propositionnelles où interviennent + et \cdot . (en particulier, les équations et les inéquations)

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Interview de classe (enregistrée si possible) sur l'utilité des nombres entiers.
- b) Inventorier des exemples de situations où s'appliquent l'addition et la multiplication dans \mathbb{Z} .
- c) Définir les règles d'addition et de multiplication des entiers au moyen d'organigrammes.
- d) Recherche sur les tables de Cayley de $(\mathbb{Z}_5, +)$, (\mathbb{Z}_5, \cdot) , ... des propriétés qui fournissent des moyens de remplir avec économie ces tables.
- e) Présentation devant la classe, d'études faites sur les propriétés de + et \cdot dans \mathbb{Z} .
- f) Calcul avec parenthèses.
- g) Recherche de contre-exemples à la formule

$$a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$$
 On assume que cette formule est générale après une discussion sur les fondements de sa généralité.

h) Représentations diverses d'opérateurs d'addition et de multiplication dans \mathbb{Z} :

- par flèches sur la droite des entiers
- par un tableau cartésien
- par un nomographe.

i) Description des images d'opérateurs au moyen de variables.

$$x \xrightarrow{\cdot 2} \cdot \xrightarrow{+3} (x \cdot 2) + 3$$

j) Résolution de formes propositionnelles variées présentées en qualifiant l'image d'une variable par un opérateur.

$$x \in \mathbb{Z} \xrightarrow{+7} \cdot \xrightarrow{\cdot -2} \cdot$$

le nombre obtenu est plus petit que -13
ou
appartient à $\{-5, 7, 9, 22\}$
ou
.....
ou
.....

k) Résolution d'équations et d'inéquations dans $(\mathbb{Z}, +, \cdot, \leq)$ en utilisant les opérateurs d'addition et de multiplication.

U.Q.A.M.
LABORATOIRES DE
MATHÉMATIQUES ET
D'INFORMATIQUE /

(2,6) TRANSFERER

durée: 6 périodes

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Calculatrice: composition de codes, de systèmes de numé-
ration au moyen de produits de cycles.
- b) Géographie: description de niveaux de terrain.
- c) Commerce: gestion de stocks où les stocks sont représen-
tés par des vecteurs (p_1, p_2, \dots, p_n) et les
ventes ou achats représentés comme des opéra-
teurs sur ces vecteurs.
- d) Sociométrie: cote d'attraction et de répulsion, intensité
de la répulsion dans un groupe de personnes.
- e) Education: écarts à la moyenne dans les résultats scolaires.
- f) Physique: addition de forces parallèles.

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION III

GEOMETRIE I

mesures - formes - transformations

durée: 60 périodes

résumé: (3,1) *transformer*

(3,2) *construire*

(3,3) *mesurer*

(3,4) *percevoir des invariants*

(3,5) *repérer*

(3,6) *systematiser - transférer*

TRAITEMENT MATHÉMATIQUE DE LA GÉOMÉTRIE

Ce travail d'apprentissage en géométrie se fera surtout par l'intermédiaire de manipulations physiques du plan et de l'espace: dessins, agencements de figures planes, constructions et agencements tri-dimensionnels.

L'organisation théorique de la matière ne sera pas mise en évidence. Précisément, ce premier travail de la pensée se bornera à recueillir en certains énoncés le travail de l'exploration. Ce n'est que dans des conditions exceptionnellement favorables que l'on pourra procéder en des démarches axiomatisantes ou déductives.

Nous donnons donc ici une nette priorité à la pré-géométrie et l'enrichissement d'un contenu expérimental organisé.

Nous retrouvons ici trois pôles principaux autour desquels s'organisent des ensembles d'activités, fortement interdépendantes et susceptibles ultérieurement de plusieurs organisations logiques:

- les transformations (surtout isométriques) du plan
- les mesures de longueurs, surfaces, volumes et angles
- le repérage.

Les notions que l'on tentera de faire acquérir sont précisées au paragraphe (3,6).

(3,1) TRANSFORMER

	durée
(3,1,1) translations	4
(3,1,2) rotations	4
(3,1,3) réflexions	4
(3,1,4) agrandir ou rapetisser	2

14 périodes

(3,1,1) TRANSLATIONS

OBJECTIFS

- a) Préparer la perception de la translation comme une transformation du plan.
- b) Rendre capable de construire des images de sous-ensembles divers du plan par une translation définie par une flèche.
- c) Apprendre à composer des translations.
- d) Apprendre à utiliser la réciproque d'une translation.
- e) Apprendre à utiliser les puissances d'une translation pour la construction de frises.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Constructions d'images de sous-ensembles divers du plan par une translation définie par une flèche ou par une composée de translations.

Ces sous-ensembles pourront décrire des formes familières, des segments, des triangles, des cercles, des secteurs angulaires, des arcs, des droites parallèles ou sécantes.

Dans ces constructions on fera intervenir des procédés divers: calquage, utilisation de papier quadrillé, usage du compas, de la règle et du translateur.

(3,1,2) ROTATIONS

OBJECTIFS

- a) Préparer la perception de la rotation comme une transformation du plan.
- b) Développer l'idée d'angle de rotation et préparer la définition de mesure d'angle de rotation.
- c) Rendre capable de construire l'image de divers sous-ensembles du plan par une rotation définie par un centre et une flèche arquée.
- d) Apprendre à utiliser la réciproque et les puissances d'une rotation.
- e) Apprendre qu'il existe plusieurs flèches arquées représentant la même rotation autour d'un centre.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Construction d'images de divers sous-ensembles du plan par une rotation définie par un centre et une flèche arquée ou par la réciproque ou une puissance de cette rotation.

Dans ces constructions, on fera intervenir des procédés divers: calquage, utilisation de papier polaire, usage du compas.

(3,1,3) REFLEXIONS

OBJECTIFS

- a) Préparer la perception de la réflexion comme une transformation du plan.
- b) Rendre capable de construire l'image de divers sous-ensembles du plan, par une réflexion ou la composée de réflexions.
- c) Faire percevoir que la réflexion est involutive et que la composée de deux réflexions tourne le plan ou le translate.
- d) Définir axe de symétrie.
- e) Apprendre à identifier des droites perpendiculaires.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Construction d'images de divers sous-ensembles du plan par des réflexions et composées de réflexions.

On utilisera pour ces constructions des procédés variés:

- usage de la règle et du compas et de l'équerre
- pliage
- calquage et décalquage
- usage du miroir transparent.

(3,1,4) AGRANDIR - RAPETISSER - RETRECIR - ELARGIR - RACCOURCIR - ALLONGER - (similitudes)

OBJECTIFS

- a) Présenter des opérateurs dans le plan qui ne sont pas des isométries.
- b) Faire travailler l'étudiant sur du papier quadrillé ou "parallélogrammé".
- c) Travailler avec des coordonnées.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Sur du papier quadrillé, reproduire des images de sous-ensembles du plan au moyen d'algorithmes, de transformations qui agrandissent ou rapetissent dans l'une ou l'autre des deux directions de la grille.

(3,2) CONSTRUIRE

Durée

(3,2,1) pavage de l'espace 3

(3,2,2) construction de polyèdres 3

(3,2,3) dallage du plan 3

8 périodes

(3,2,1) PAVAGE DE L'ESPACE

OBJECTIFS

- a) Apprendre à générer des solides à partir de solides élémentaires.
- b) Développer une perception structurée de l'espace.
- c) Développer un vocabulaire fondamental pour parler des solides.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Construire des "polycubes" au moyen de cubes isométriques.
- b) Construire des "polypyramides" à l'aide de pyramides à base carrée dont la hauteur est la moitié de la longueur du côté.
- c) Pour ceux qui en ont les moyens, générer l'espace par assemblage de prismes triangulaires, carrés, hexagonaux ou d'autres solides tels l'octaèdre tronqué, le cube-crayon, ...

(3,2,1) CONSTRUCTION DE POLYEDRES REGULIERS

OBJECTIFS

- a) Développer une perception structurée de l'espace.
- b) Visualiser les développements du cube, du tétraèdre et de l'icosaèdre.
- c) Développer le vocabulaire sur les polyèdres.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Avec des triangles équilatéraux, des carrés, des pentagones et hexagones réguliers dont les côtés sont isométriques, tenter de construire des polyèdres.

(3,2,3) DALLAGE DU PLAN

OBJECTIFS

- a) Amener à une perception du plan infini.
- b) Développement du vocabulaire géométrique.
- c) Perception structurée du plan.
- d) Perception du plan comme base de dallage.
- e) Etudier les translations, les réflexions et les rotations qui conservent un dallage invariant.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Construction de dallage avec des polygones réguliers dont les côtés sont isométriques.
- b) Construction de tuiles dont l'assemblage recouvre le plan.

(3,3) MESURER**Durée**

(3,3,1) mesurer les longueurs 4

(3,3,2) mesurer les surfaces 4

(3,3,3) mesurer les rotations 3

(3,3,4) mesurer les volumes 3

14 périodes

(3,3,1) MESURER LES LONGUEURS

OBJECTIFS

- a) Apprendre à encadrer une mesure de longueur au moyen d'une unité arbitraire dans un système décimal.
- b) Apprendre à encadrer les mesures de longueur dans des systèmes anglais et métriques.
- c) Mettre en évidence, expérimentalement, les formules pour calculer les périmètres du rectangle, du carré et du cercle, ainsi que la formule de Pythagore dans le triangle rectangle.

SUGGESTIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Mesurer des longueurs sur des objets de la vie courante: lignes droites et lignes courbes.
- b) Etablir des statistiques pour les étudiants de la classe au sujet de mesures corporelles.
- c) Faire des statistiques sur la distance moyenne du domicile à l'école.
- d) Calculer la longueur des corridors dans l'école, la longueur du tour de l'école.
- e) Déterminer des longueurs standards: en construction, dans le vêtement, dans les emballages, etc.
- f) Mesurer des segments, des tours de cercles, des arcs, ...

(3,3,2) MESURER LES SURFACES

OBJECTIFS

- a) Développer la notion d'aire.
- b) Apprendre à calculer efficacement l'aire du triangle, du parallélogramme, du rectangle, de réunions de triangles disjoints.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Fabriquer par tuilage, de nombreuses figures de formes différentes mais de même grandeur.
- b) Faire des transformations de figures qui conservent l'aire.
- c) Prendre des fractions d'une surface.
- d) Evaluer les grandeurs de figures polygonales dans les systèmes de mesure usuels.

(3,3,3) MESURER LES ROTATIONS**OBJECTIFS**

- a) Savoir effectuer des rotations physiques d'objets autour d'un point-centre lorsqu'on donne des indications en nombre de tours ou en multiples d'une fraction de tours.
Savoir reconnaître les rotations physiques qui produisent le même effet pour un point donné.
- b) Savoir dessiner l'image d'une demi-droite par une rotation autour de son origine, cette rotation étant indiquée en nombre de tours ou de degrés ou au moyen de flèches arquées.
- c) Savoir reconnaître des rotations équivalentes lorsqu'elles sont indiquées au moyen de flèches arquées ou en nombre de tours ou en degrés.
- d) Savoir identifier des flèches arquées équivalentes autour d'un point.
- e) Savoir attribuer un nombre positif ou négatif indiquant la mesure d'une rotation d'un objet autour d'un point selon le sens horaire ou anti-horaire et une rotation unité.
- f) Savoir trouver pour une rotation (physique) supérieure à un demi-tour, la rotation inférieure à un demi-tour qui lui est équivalente.
- g) Savoir rattacher à un couple (A, B) de demi-droites de même origine l'ensemble des rotations équivalentes qui appliquent A sur B.
- h) Préparer la définition d'angle comme une classe de rotations.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Utiliser deux aiguilles sur un quadrant subdivisé en bases diverses pour effectuer, selon des fractions de tour, des rotations diverses supérieures ou inférieures à un tour complet, dans le sens horaire ou anti-horaire.
Représenter ces rotations au moyen de flèches arquées sur une feuille.

- b) Classifier les flèches de rotation autour d'un centre en classe d'équivalence.
- c) Utiliser du papier polaire où les subdivisions des cercles se présentent en diverses bases pour représenter des rotations du plan commandées en fraction de tours.
- d) Utiliser du papier polaire gradué en degrés pour représenter des rotations du plan.
- e) Mesurer des rotations au moyen d'une flèche arquée.
- f) Mesurer des rotations en degrés.

(3,3,4) MESURER LES VOLUMES

OBJECTIFS

- a) Développer l'idée de volume d'un solide géométrique.
- b) Formuler le calcul du volume de parallépipèdes et de pyramides.
- c) Calculer les mesures approximatives de volumes en utilisant des unités du système anglais et du système métrique.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Au moyen de cubes, construire différents solides de même volume.
- b) Par immersion dans des vases gradués, par remplissage ou par pavage, évaluer le volume de certains objets ou de certains contenants.

(3,4) PERCEVOIR DES INVARIANTS

	Durée
(3,4,1) invariants par translations	2
(3,4,2) invariants par rotations.....	2
(3,4,3) invariants par réflexions	2
	<hr/>
	6 périodes

(3,4,1) INVARIANTS DU PLAN PAR TRANSLATION

OBJECTIFS

- a) Percevoir les sous-ensembles invariants du plan par translation
 - le plan est invariant par translation
 - les droites de la direction de translation sont invariantes par translation.
- b) Vérifier qu'une translation conserve les mesures des segments, des angles et des surfaces, la colinéarité des points, le parallélisme et la perpendicularité des droites.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Construction d'images de sous-ensembles du plan en vue des objectifs.

(3,4,2) INVARIANTS DU PLAN PAR ROTATION

OBJECTIFS

- a) Percevoir les sous-ensembles invariants du plan par rotation:
- le plan est invariant par rotation
 - les disques et les cercles dont les centres sont celui de la rotation sont invariants par cette rotation
 - les polygones réguliers sont invariants sous certaines rotations
 -
- b) Vérifier que les rotations conservent la mesure des segments, des angles et des surfaces, de la colinéarité des points, le parallélisme et la perpendicularité des droites.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Construction d'images de sous-ensembles du plan en vue d'atteindre les objectifs.

(3,4,3) INVARIANTS DU PLAN PAR REFLEXION

OBJECTIFS

- a) Percevoir des sous-ensembles invariants du plan par une réflexion
 - le plan est invariant par réflexion
 - les droites de la direction perpendiculaire à l'axe sont invariantes
 - toute figure symétrique par rapport à l'axe est invariante.
- b) Vérifier que les réflexions conservent la mesure des segments, des angles et des surfaces, la colinéarité des points, le parallélisme et la perpendiculairement des droites.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Construction d'images de sous-ensembles du plan en vue d'atteindre ces objectifs.

(3,5) REPERER

	Durée
(3,5,1) repérer sur la droite	3
(3,5,2) repérer dans le plan	3
(3,5,3) repérer dans l'espace	2

8 périodes

(3,5,1) REPERER SUR LA DROITE**OBJECTIFS**

- a) Apprendre à graduer et à sous-graduer une droite pour un repère donné (o,a) .
- b) Apprendre à nommer des points de graduation et de sous-graduation dans un système à base deux et dix.
- c) Apprendre à encadrer un point quelconque par des points de graduation ou de sous-graduation.
- d) Apprendre à donner l'abscisse approximative d'un point de la droite repérée.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Graduer la droite au moyen d'un couple (o,a) et des puissances de la translation déterminée par ce couple.
- b) Apprendre à subdiviser un segment en n segments de même longueur par projection parallèle.
- c) Sous-graduer une droite en une base donnée: deux et dix.
- d) Codage des points de graduation et de sous-graduation.
- e) Encadrer des points par intervalle.
- f) Approcher l'abscisse d'un point par défaut ou par excès.

(3,5,2) REPERER DANS LE PLAN

OBJECTIFS

- a) En utilisant un repère (o, a, b) , apprendre à désigner d'une façon approchée par des décimaux limités un point quelconque du plan.
- b) Apprendre à décrire certains sous-ensembles du plan définis par les droites des directions de oa et de ob .

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Sur des grilles parallélogrammées, décrire des chemins d'un point A à un point B.
- b) En utilisant un repère (o, a, b) de points distincts dans le plan, engendrer les points de réseaux en appliquant sur o les composées des puissances des translations définies par (o, a) et (o, b) . Coder ces points.
- c) En utilisant un point o et un couple de flèches non parallèles, apprendre à construire des points du plan en transformant ces flèches par des opérateurs décimaux et en les appliquant au point o .
- d) Décrire approximativement les points dans un repère (o, a, b) au moyen d'un couple de décimaux.

(3,5,3) REPERER DANS L'ESPACE

OBJECTIFS

- a) Aborder le problème du repérage dans l'espace.
- b) Etant donné un repère (o,a,b,c) matérialisé par des objets en un lieu concret, être capable de localiser ou de donner la position d'autres objets au moyen d'un triplet de nombres décimaux.
- c) Apprendre à utiliser le système de parallèles et de méridiens pour situer des objets sur le globe terrestre.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Poser le problème de la direction automatique d'une fusée dans l'espace.
Comment donner la position des astres?
- b) Donner la position de certains objets suspendus dans le local de cours en se référant à un repère.
- c) Travailler à repérer des villes ou des pays sur le globe terrestre.

(3,6) SYSTEMATISER - TRANSFERER

Durée: 6 périodes

OBJECTIFS DE CONTENU

Formes

A la fin de cette étude, l'étudiant doit se représenter le plan comme un ensemble infini de points où l'on retrouve, comme sous-ensembles, des figures familières: droites, cercles, segments, polygones, demi-droites, angles.

Les droites structurent le plan en directions et en faisceaux. L'étudiant doit obtenir une vision ensembliste du parallélisme et de l'incidence.

Transformations

Plusieurs opérateurs transforment le plan dont les translations, les rotations et les réflexions. Ces opérateurs agissent sur tout point du plan (applications) et laissent le plan invariant (permutations). On peut les distinguer par les sous-ensembles du plan qu'elles laissent invariants:

- la translation ne laisse aucun point fixe et conserve invariante les bandes et les droites de la direction de translation
- la rotation laisse un seul point fixe et conserve invariants les disques, couronnes et cercles dont le centre est celui de la rotation. Les polygones réguliers sont aussi des invariants pour certaines rotations
- la réflexion laisse fixe tout point de leur axe de symétrie et invariante toute réunion d'un sous-ensemble du plan et de son image par cette réflexion.

L'étudiant devra être capable de composer ces opérateurs entre eux et saisir que ces opérateurs conservent le parallélisme des droites, la mesure des segments, des surfaces et des angles.

Mesures

L'étudiant doit être capable de mesurer des longueurs, des aires, des volumes et des rotations dans des unités arbitraires ou conventionnelles adéquates. Le mesurage devra, autant que possible, être pratiqué dans des situations normales de la vie courante.

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION IV

NOMBRES RATIONNELS

durée: 70 périodes

résumé: (4,1) *partager*
(4,2) *échanger*
(4,3) *classer*
(4,4) *inverser*
(4,5) *graduer*
(4,6) *traduire*
(4,7) *opérer*
(4,8) *approcher*
(4,9) *ordonner*

CHAMP IV : NOMBRES RATIONNELS

OBJECTIFS DE CONTENU

- a) Développer l'idée du nombre rationnel.
- b) Apprendre à utiliser la fraction sous divers aspects:
 - prendre a parties d'un objet fractionné en b parties équivalentes
 - échanger b pour a: taux, coefficient, fréquence relative, ...
 - exprimer le résultat du produit d'un opérateur de multiplication dans \mathbb{Z} et de l'inverse d'un opérateur de multiplication dans \mathbb{Z} .
- c) Stabiliser la technique du calcul fractionnaire.
- d) Appliquer les nombres rationnels sur la droite.
- e) Faire du calcul approximatif.
- f) Amorcer du calcul algébrique dans $(\mathbb{Q}, +, \cdot, \leq)$
- g) Développer l'idée de mesure.

(4,1) PARTAGER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à fractionner un objet en n parts équivalentes.
Fractionner un segment en n segments de même longueur.
Fractionner un arc en 2^n arcs de même longueur .
- b) Prendre les $\frac{a}{b}$ d'un objet.
- c) Faire le lien entre multiple de a et la possibilité de partager un ensemble en a parties équipotentes.
- d) Acquérir expérimentalement l'idée de distributivité: prendre $\frac{a}{b}$ d'un objet U décomposé en $m+n+p+\dots+t$, c'est prendre la somme des $\frac{a}{b}$ de chacune des parties.
- e) Prendre $\frac{a}{b}$ de U , c'est prendre a fois $\frac{1}{b}$ de U
- f) Partager en proportion de (p_1, p_2, \dots, p_n) où $p_i \in \mathbb{N}$.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Partitions d'ensembles finis en parties équipotentes et leurs représentations rectangulaires.
- b) Prendre des parties de cardinal $\frac{a}{b} \cdot u$ d'un ensemble fini de cardinal u .
- c) Partage de profits entre actionnaires.
- d) Système de partage du pouvoir d'achat entre les membres d'une société.
- e) Partage d'un segment en n parties de même longueur.
- f) Partage d'un segment en proportion de (p_1, p_2, \dots, p_n) où $p_i \in \mathbb{N}$.
- g) Partage d'arcs au moyen du compas.
- h) Partage d'un rectangle.

(4,2) ECHANGER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Saisir la fraction $\frac{a}{b}$ comme l'opérateur d'échange a pour b
où $(a,b) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}_0$.
- b) Définir le "pourcent" comme opérateur d'échange.
- c) Apprendre à calculer le pourcent approximatif.
- d) Tirer les formules d'addition et de multiplication de fractions.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Organisation de comptoirs d'échange.
- b) Composition d'opérateurs d'échange en série et en parallèle.
- c) Travail sur des graphes d'opérateurs d'échange ou de transition d'un état à un autre.

(4,3) CLASSER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Connaître la condition pour que deux fractions soient équivalentes $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ SSI $a \cdot d = b \cdot c$.
- b) Savoir générer l'ensemble des fractions équivalentes à une fraction donnée: $\frac{a}{b} = \frac{a \cdot c}{b \cdot c}$ pour $a, b \neq 0$.
- c) Représentation d'ensembles de fractions équivalentes dans $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$.
- d) Définir le nombre rationnel comme une classe de fractions équivalentes.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Recherche d'opérateurs d'échange équivalents.
- b) Prendre des fractions équivalentes d'un même objet.
- c) Classification de ces fractions en classes appelées nombre rationnel. Représentation de ces classes dans $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$.
- d) Comparaison de couples de "grandeurs" sous l'idée de rapport
le rapport de x à y = le rapport de m à n .
- e) Etude de coefficients de diverses sortes.

(4,4) INVERSER

durée: 10 périodes

OBJECTIFS

- a) Définir l'idée d'opérateur inverse. Percevoir expérimentalement:
 $f \circ f^{-1} = I$ et $(f \circ g)^{-1} = g^{-1} \circ f^{-1}$.
- b) Définir "symétrique d'un nombre pour les opérations + et ." .
- c) Définir - et \div dans \mathbb{Z} au moyen de l'idée d'opérateur inverse.
- d) Saisir la fraction $\frac{a}{b}$ comme l'image de 1 par le produit des opérateurs $\cdot a$ et $\cdot \frac{1}{b}$ (où $b \neq 0$) ou encore comme l'image de a par l'opérateur $\cdot \frac{1}{b}$.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Inventorier des exemples de paires d'opérateurs inverses
 {ajouter k, retrancher k }
 {prendre le triple, prendre le tiers }
 { doubler et prendre le symétrique et }
 { le symétrique , prendre la moitié }
 ... etc ...
- b) Recherche d'opérateurs inverses pour + et . dans les ensembles \mathbb{N} , \mathbb{Z}_7 , et \mathbb{Z} .
- c) Définir la soustraction dans \mathbb{Z} au moyen de l'idée d'opérateurs inverses pour l'addition. Etudier les propriétés de cette nouvelle opération dans \mathbb{Z} . Calcul.
- d) Activités semblables pour la + dans \mathbb{Z} .
- e) Problèmes qui incitent à inventer des nombres, images des entiers par les opérateurs de division dans \mathbb{Z} .

$$a \xrightarrow{\div b} \frac{a}{b}$$

(4,5) GRADUER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à appliquer les fractions sur la droite repérée.
- b) Vision de la droite rationnelle.
- c) Savoir graduer et sous-graduer une droite repérée en une base quelconque (en particulier dix, deux et huit).
- d) Attacher les décimaux limités à des points de graduation décimale.
- e) Savoir s'approcher du point correspondant à une fraction en suivant une graduation décimale.
(apprendre ainsi à convertir une fraction en un décimal)

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Les objectifs suggèrent eux-mêmes les activités.

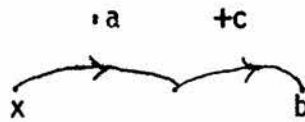
Accorder une attention sur la conversion d'une mesure d'un système non décimal à un système décimal.

(4,6) TRADUIRE

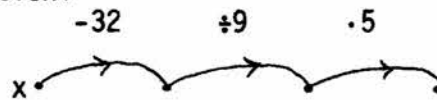
Durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Savoir résoudre des équations de la forme $a \cdot x + c = b$ au moyen de l'idée d'opérateurs inverses sur le diagramme



- b) Savoir trouver la règle de correspondance dans \mathbb{Q} définie par un changement de repère sur la droite rationnelle.
- c) Distinguer dans ces opérateurs de traduction ceux qui traduisent l'addition (affines linéaires) et ceux qui ne la traduisent pas (affines non linéaires).
- d) Apprendre à passer de l'échelle Fahrenheit à l'échelle centigrade par l'équation:



et inversement.

- e) Apprendre à multiplier des décimaux par une puissance de 10 en changeant le point. Percevoir que ces changements de repère sont linéaires.
- f) Apprendre la notation scientifique des décimaux limités.
- g) Représenter dans $\mathbb{Q} \times \mathbb{Q}$ les opérateurs de traduction définis par des changements de repère et savoir en faire la lecture.

(4,7) OPERER

durée: 15 périodes

OBJECTIF

- a) Définir $+$, \cdot , et en accepter les propriétés qui font un champ de $(\mathbb{Q}, +, \cdot)$.
- b) Savoir trouver l'opposé et l'inverse d'une fraction et d'un nombre rationnel.
- c) Développer les formules suivantes dans \mathbb{Q} :
$$(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$$
$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$
$$(a+b)(m+n) = am + an + bm + n$$
- d) Apprendre à réduire des sommes de monômes en x .
- e) Apprendre à calculer les puissances avec exposants dans \mathbb{Z} pour des fractions simples.
- f) Trouver les règles d'opération pour la multiplication des puissances d'une même base (surtout 10).
- g) Apprendre à résoudre des équations dans $(\mathbb{Q}, +, \cdot)$

(4,8) APPROXIMER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Donner une expérience de la mesure où la plupart du temps l'exactitude est pratiquement illusoire.
- b) Apprendre qu'une mesure exacte comme $\frac{2}{7}$ ne peut s'exprimer **précisément** au moyen d'un décimal limité.
- c) L'ensemble des approximations décimales est souvent infini et il se partage en deux classes: celles qui approchent par défaut et celles qui approchent par excès.
- d) Apprendre à additionner et multiplier des mesures approchées.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Mesurage à ϵ près par défaut ou par excès.
- b) Mesurage des aires à ϵ près par défaut ou par excès.
- c) Résolution de problèmes présentant l'addition et la multiplication de mesures approchées comme le calcul de valeurs monétaires, d'aires de polygones, de distances parcourues par un mobile, etc.

(4,9) ORDONNER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

- a) Savoir présenter en ordre les mesures présentées en fractions (négatives, positives et en diverses écritures).
- b) Formuler: dans l'ensemble des rationnels $a \leq b$ ssi l'écart $a - b$ est négatif ou nul.
- c) Saisir que les ordres dans \mathbb{N} , \mathbb{Z} et \mathbb{Q} fournissent des échelles différentes.

L'échelle fournie par l'ordre dans \mathbb{N} présente un plus petit élément, un nombre fini d'intermédiaires entre deux éléments et ne présente pas de plus grand élément.

L'échelle fournie par l'ordre dans \mathbb{Z} ne présente ni un plus petit ni un plus grand élément et comprend un nombre fini d'intermédiaires entre deux éléments.

L'échelle fournie par l'ordre dans \mathbb{Q} ne présente ni plus petit ni plus grand élément mais comprend un nombre infini d'intermédiaires entre deux éléments.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Manipulation de listes de résultats scolaires ou de mesures

- les ordonner
- calculer l'écart et le rapport de couples de résultats ou de mesures
- calculer la moyenne des résultats, la moyenne des écarts à la moyenne en valeur absolue
- transformer les listes par des opérateurs d'addition et de multiplication et examiner les effets de ces transformations sur l'ordre et les valeurs calculées.

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION V

PROBABILITE ET STATISTIQUE

durée: 55 périodes

résumé: (5,1) *décrire*

(5,2) *dénombrer*

(5,3) *représenter, interpréter*

(5,4) *prévoir, prédire*

(5,5) *échantillonner*

(5,6) *simuler*

(5,7) *appliquer*

(5,1) DECRIRE

durée: 8 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à décrire des expériences aléatoires en une ou plusieurs étapes.
- b) Apprendre à décrire des ensembles à l'aide de connectifs "et", "ou", "non" et de formes propositionnelles.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Voir références.

(5,2) DENOMBRER

durée: 10 périodes

OBJECTIFS

- a) Initier au dénombrement un à un par tabulation de fréquences.
- b) Apprendre à utiliser les règles de dénombrement:
 - $\#A \cup B = \#A + \#B - \#A \cap B$
 - $\#A \times B = \#A \cdot \#B$

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Dénombrement des résultats possibles d'une expérience aléatoire en plusieurs étapes.
- b) Dénombrement de la fréquence d'un résultat déterminé pour une suite d'épreuves de l'expérience donnée.
- c) Dénombrement des états d'un système à plusieurs composantes indépendantes pouvant prendre chacune un nombre fini de valeurs.
- d) Dénombrement de chemins d'un graphe où s'appliquent les règles
 - $\#A \cup B = \#A + \#B - \#A \cap B$
 - et $\#A \times B = \#A \cdot \#B$.
- e) Dénombrement de sous-ensembles (ordonnés ou non) d'un univers fini.

(5,3) COMPILER, REPRESENTER, INTERPRETER

durée: 10 périodes

OBJECTIFS

- a) Apprendre à construire et à lire un tableau de données et divers graphiques de distribution de fréquences: histogramme, pictogramme, diagramme à secteurs, à bandes et à colonnes.
- b) Apprendre à calculer des nombres repères tels le mode, la médiane et la moyenne pour interpréter des données statistiques.
- c) Apprendre à utiliser l'idée de rang pour interpréter une cote dans un ensemble de données statistiques.
- d) Développer la justesse de jugement dans l'interprétation d'une courbe de distribution de fréquences en tenant compte de variations diverses dans les échelles.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Interprétation de tableaux, de graphiques recueillis dans des revues, journaux, ... Influence des extrêmes, influence des échelles.
- b) Organisation d'enquêtes où soient mises en évidence les étapes principales d'une recherche mathématique:
 - mise en évidence d'un problème
 - organisation de la recherche
 - cueillette des données
 - organisation et représentation des données
 - interprétation.

On mettra en évidence, par ces enquêtes, la valeur relative des divers diagrammes et de mesures de tendances centrales comme outil d'interprétation.

Ces enquêtes devront se faire sur des populations que l'on peut recenser facilement et sur des sujets qui intéressent les étudiants.

- c) Organisation des résultats scolaires. Indice d'interprétation fourni par la moyenne, la médiane et les rangs.

(5,4) PREVOIR, PREDIRE

durée: 10 périodes

OBJECTIFS

- a) Développer l'idée de probabilité d'un résultat d'une expérience aléatoire.
- b) Expérimenter plusieurs façons d'estimer la probabilité d'un résultat.
- c) Savoir évaluer la probabilité d'événements.
- d) Accepter l'énoncé que la probabilité d'un événement n'est pas plus grande que 1 et pas plus petite que 0.
- e) Introduire l'idée d'espérance mathématique.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Discussion d'expressions diverses telles: 1 chance sur 13 d'avoir un accident, une chance sur un million de gagner à la loto, ...
- b) Exploration de la fréquence relative d'un événement lors d'expériences aléatoires où les événements élémentaires sont ou ne sont pas également probables: lancements de dés truqués ou non, de pu-
naises, ... tirages de billes dans une urne, usage de diverses
roulettes sur des secteurs angulaires congrus ou non.
- c) Problèmes de gains dus au hasard pour introduire l'idée d'espé-
rance mathématique et pour définir intuitivement la notion de
variable aléatoire.
- d) Faire de nombreux problèmes d'estimation de la probabilité d'un
résultat ou d'un événement d'une expérience aléatoire en une ou
plusieurs étapes.

(5,5) ECHANTILLONNER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Poser la question de la représentativité d'un sous-ensemble dans un ensemble échantillonnal.
- b) Démontrer le pouvoir de l'échantillon pour calculer le cardinal de U lorsqu'on connaît le cardinal de $A \subset U$.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Problème de vérification de la qualité. Evaluer, par échantillon, le nombre de pièces défectueuses dans un ensemble.
- b) Vérifier, par expérimentation, si la probabilité estimée se rapproche suffisamment de la probabilité réelle.
- c) Faire quelques tests d'hypothèses simples.

(5,6) SIMULER

durée: 5 périodes

OBJECTIFS

S'initier à la création de modèles simplifiés pour se donner de l'expérience dans des domaines où l'expérience réelle est trop coûteuse ou impossible.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Etude de développement de population.
- b) Etude de rentabilité de certains systèmes dans l'industrie.
- c) Evaluation de la probabilité en simulant les phénomènes au moyen d'une table de nombres aléatoires.

(5,7) APPLIQUER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

Reviser les notions et fixer le vocabulaire à travers des expériences d'applications de la statistique et de la probabilité.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Enquêtes dans l'école ou le milieu sur un sujet simple mais riche d'exploitation.
 - b) Problèmes sur la fiabilité de systèmes à n composantes montées en série ou en parallèle.
 - c) Tests d'hypothèses pour des situations simples.
- ou

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique
(1er cycle du secondaire)

CHAMP D'EXPLORATION VI

<p>GEOMETRIE II vecteurs et coordonnées</p>

durée: 55 périodes

résumé: (6,1) *analyser*

(6,2) *repérer*

(6,3) *traiter d'une façon multi-dimensionnelle*

(6,4) *représenter*

(6,5) *opérer*

(6,6) *systematiser, formuler*

(6,1) ANALYSER

durée: 10 périodes

OBJECTIF

Initier l'étudiant à divers types de décomposition.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Décomposition d'un nombre naturel en nombres premiers.
- b) Décomposition d'une force selon deux directions.
- c) Décomposition de fonctions polynomiales en fonctions additives et multiplicatives.
- d) Décomposition d'un point en ses projections sur des droites de directions différentes.
- e) Décomposition du langage.
- f) Décomposition d'une isométrie en symétries orthogonales.
- g) Décomposition d'une similitude en isométrie et homothétie.
- h) "Algorithmisation" de processus opératoires.
(Décomposition d'une tâche en tâches élémentaires)

U.Q.A.M.
LABORATOIRES DE
MATHÉMATIQUES ET
D'INFORMATIQUE

(6,2) REPERER

durée: 10 périodes

OBJECTIF

Apprendre à situer des points du plan et de l'espace par rapport à divers repères géométriques.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Représentation dans des systèmes de coordonnées cartésiennes et polaires du plan.
- b) Etude de systèmes de coordonnées de l'espace.
Mise au point d'un système de coordonnées permettant de repérer des objets de la salle de cours.
- c) Repérage sur le globe terrestre au moyen de parallèles et de méridiens.
- d) Description de sous-ensembles simples du plan et de l'espace dans un système de coordonnées.
- e) Représentation de droites de l'espace dans un système de coordonnées.
- f) Représentation de fonctions simples dans le plan et l'espace.
Lignes de niveau.
- g) Utilisation des vecteurs comme translations du plan ou de l'espace, donc comme opérateurs sur les points de ceux-ci.

(6,3) TRAITER D'UNE FACON MULTI-DIMENSIONNELLE

durée: 10 périodes

OBJECTIF

Entraîner à un traitement multi-dimensionnel de situations complexes. Souligner comment les opérations sur des êtres multi-dimensionnels se ramènent souvent à plusieurs opérations simples "terme à terme".

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

Réseaux routiers, graphes, listes et tableaux d'inventaire ou d'achat, transformations du plan et de l'espace, sont autant de situations où l'on peut développer une perception multi-dimensionnelle exprimable au moyen de vecteurs-lignes, de vecteurs-colonnes, de matrices. On choisira les situations de telle sorte que prendront un sens:

- a) l'addition et la multiplication "directe" de couples, triplets, quadruplets;
- b) l'addition de vecteurs-colonnes et la multiplication d'un vecteur-ligne par un scalaire;
- c) l'addition de matrices;
- d) la multiplication d'un vecteur-colonne par un vecteur-ligne;
- e) la multiplication d'un vecteur-colonne par une matrice.

L'occasion de stabiliser le calcul est excellente. Selon les besoins, on choisira les entrées des matrices dans \mathbb{Z} ou dans \mathbb{Q} .

(6,4) REPRESENTER

durée: 10 périodes

OBJECTIF

Utiliser le plan affiné repéré, pour représenter diverses situations linéaires.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Représentation de phénomènes physiques régis par des fonctions affines.
- b) Représentation, dans le plan affiné, des droites et demi-plans correspondant à des équations et inéquations données. (Interpréter comme ligne de niveau de fonctions décrites en a)).
- c) Etude de certaines transformations linéaires (présentées par matrices) dans le plan repéré.
- d) Résolution de systèmes d'équations linéaires.

(6,5) OPERER

durée: 9 périodes

OBJECTIF

Interpréter géométriquement les diverses opérations sur les vecteurs et assurer les techniques de calcul relatives à ces opérations.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE SUGGEREES

- a) Addition de vecteurs par composition de translations ou par somme de leurs composantes.
Découverte des propriétés caractéristiques du groupe des Vecteurs du plan.
- b) Multiplication d'un vecteur par un scalaire:
par construction de l'image d'un vecteur par homothétie ou par multiplication des composantes par le scalaire.
- c) Transformation, au moyen de matrices, de l'ensemble des vecteurs du plan.

(6,6) SYSTEMATISER, FORMULER

durée: 6 périodes

OBJECTIFS

- a) Faire résumer les connaissances acquises sur les vecteurs:
opérations, propriétés des opérations et interprétation géométrique.
- b) Faire résumer les observations sur les représentations de fonctions, d'équations et d'inéquations affines dans le plan repéré.
- c) Faire formuler les caractérisations algébriques de certains sous-ensembles du plan: droites, demi-plans, parallélogrammes, bandes,
- d) Formuler les caractérisations matricielles de certaines transformations linéaires du plan: homothéties, symétries par rapport à un axe, rotation d'un quart de tour.
- e) Formuler des algorithmes de résolution de systèmes d'équations linéaires.

Programme-cadre

Extrait de l'Annuaire de l'enseignement secondaire

212-130	MATHEMATIQUE M-130	180
212-230	MATHEMATIQUE M-230	180
212-330	MATHEMATIQUE M-330	180
212-432	MATHEMATIQUE M-432	180
	212-230 PA.	212-130
	212-330 PA.	212-230
	212-432 PA.	212-330

OBJECTIFS

Permettre à certains élèves d'acquérir une formation mathématique selon une présentation moderne qui unifie à la base l'étude des sujets du cours.

CONTENU

a) Principaux champs d'études ou d'exploration:

 Systèmes de nombres. Relations et fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} .
 Dénombrements. Probabilité et statistique. Exploration géométrique. Géométrie avec vecteurs, coordonnées et transformations.

b) Eléments de langage et notions unificatrices à utiliser progressivement:

 Logique. Ensembles. Relations. Fonctions. Opérations. Transformations et invariants. Structures. Algorithmes et programmation.

c) Mathématique appliquée.

NOTE

Ce cours ne peut être offert que dans les commissions scolaires dûment autorisées en ce sens par la DGEES.

DOCUMENT OFFICIEL

Document à paraître.

Plan d'étude sur le programme moderne de mathématique

(1er cycle du secondaire)

LISTES BIBLIOGRAPHIQUES

Bien que nous nous soyons efforcés d'être le plus précis possible dans la formulation des objectifs et la description des activités suggérées, l'interprétation pratique du plan d'étude demeure difficile à effectuer.

Afin de pallier à cette difficulté, nous fournissons, en annexe, l'éclairage d'une abondante bibliographie. Nous distinguons dans cette bibliographie, les références générales qui concernent la totalité ou de larges parties du document et les références particulières qui ne conviennent que pour faciliter l'organisation pratique d'activités suggérées par le plan d'étude.

La consultation des listes bibliographiques est rendue facile par un système de renvois à l'annexe où les subdivisions correspondent à celles du plan d'étude.

Les références sont précédées d'une appréciation précisée par un certain nombre d'astérisques:

***: texte répondant d'une façon satisfaisante aux objectifs

** : document nécessitant une adaptation ou un complément

* : document utile ne répondant que partiellement aux
objectifs du plan d'étude

: document d'enrichissement et d'information générale.

REFERENCES GENERALES

1. DIDACTIQUES ET MATHEMATIQUES

1. Alexandroff P.S., Introduction à la théorie des groupes, Dunod
2. Banwell C.S., Saunders D.K., Tahta D.G., Starting Points, Oxford University Press, 1972
3. Battersby A., La mathématique dans la gestion, O.C.D.L. Paris
4. Dienes Z.P., La mathématique vivante 1, nombres naturels, entiers, rationnels, Editions Hurtubise, Mtl, 1972
5. Dienes Z.P., La mathématique vivante 2, relations et fonctions, Editions Hurtubise, Mtl, 1972
6. Dienes Z.P., Introduction à l'axiomatique, géométrie IV, fiches de travail, Sherbrooke, 1967
7. Dienes Z.P., La géométrie par les transformations I, II, III, Education nouvelle, Mtl
8. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui O.C.D.L. Education nouvelle, Mtl
9. Gattegno C., ... L'enseignement des mathématiques, tomes 1 et II, Delachaux et Niestlé
10. Jacobs Harold R., Mathematics A Human Endeavor, Freeman
11. Johnson and Rising, Guidelines for Teaching Mathematics, Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California
12. Kemeny J.G., Snell L.J., Thompson G.L., Algèbre moderne et activités humaines, Dunod, Paris, 1965
13. Kenneth P. Kidd, Myers, Cilley, The Laboratory Approach to Mathematics Science Research Associates, Inc. SRA
14. Lentin A., Rivaud J., Leçons d'algèbre moderne, Vuibert
15. NCTM, The Arithmetic Teacher, Mathematics Laboratories, December 1971, vol. 18, no. 8
16. NCTM, Readings in Geometry, from the Arithmetic Teacher, 1970
17. NCTM, Thirty-Fourth Yearbook, Instructional Aids in Mathematics, 1973
18. Papy, Groupes, Dunod
19. Pescarini, Chevallier, Kuntzmann, ... Le langage mathématique, 1er séminaire international Royaumont 13-20 août 1970, O.C.D.L., Paris.

20. Dienes Z.P., Comprendre la mathématique, O.C.D.L. Education nouvelle
21. Dienes Z.P., Construction des mathématiques, O.C.D.L. Education nouvelle
22. Polya G., La découverte des mathématiques, les modèles, une méthode générale, traduit par N.Didier, ... Dunod, Paris, 1967
23. NCTM, Piagetian Cognitive Research and Mathematical Education, 1970.

II. PÉRIODIQUES

1. Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public
2. Educational Studies in Mathematics, D. Reidel Publishing Company Dordrecht-Holland
3. Mathematica & Paedagogia, revue trimestrielle publiée par la Société Belge des Professeurs de Mathématiques.
4. NCTM, The Arithmetic Teacher,
The Mathematics Teacher,

III. MANUELS SCOLAIRES

1. Allard J., Eléments de mathématiques modernes, Arithmétique et algèbre, Matech III, théorie et M.Quintin, exercices et problèmes Lidec Inc.
2. DeCelles P., Eléments de mathématiques modernes, secondaire I, théorie, Lidec Inc.
3. DeCelles P., ..., Eléments de mathématiques modernes, secondaire II, théorie, exercices et problèmes, Lidec Inc.
4. DeCelles P., ..., Eléments de mathématiques modernes, secondaire III, théorie, exercices et problèmes, Lidec Inc.
5. Faber, Géométrie 1,2,3,4 (géométrie des isométries), collection La Mathématique, traduit par N.Evreinov, Lidec Inc.
6. E.Galton, Mathématique 6e, 5e, 4e, 3e, O.C.D.L. Matier.
7. Harris J., Hobbs D.A., Lewis K., Richards G., Strong R.W., Wilson T., ... The School Mathematics Project (SMP), Cambridge At the University Press (CUP)

Books A, B, C, D, E, F, G, H (élève et maître)

8. Konguetsof L.,..., Eléments de mathématiques modernes, secondaire IV, théorie, exercices et problèmes, Lidec Inc.
9. Phillips Jo McKeeby, Zoyer Russell E., Motion Geometry, books 1,2, 3,4 UICSM, traduit par F.Carreau et H.Kayler, publié sous le titre Géométrie dynamique
livre 1, Calquage, congruence et déplacements
livre 2, congruence
livre 3, symétrie
livre 4, aire, similitude et constructions
Editions Julienne
10. Papy, Mathématique moderne, I,II,III,V, Didier

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION I

NOMBRES NATURELS

(1) REFERENCES GENERALES

- * 1. Z.P. Dienes, La mathématique vivante 1, nombres naturels, entiers, rationnels, Editions Hurtubise, Mtl, 142 pages
- ** 2. P. Filion, Opérations dans \mathbb{N} , SCEM
- * 3. Papy, Mathématique moderne 5, p. 95-123

(1,1) CONSTRUIRE

- * 1. C.S.Banwell, K.D.Saunders, D.G.Tahta, Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.74-77, 106-107, 139-141
- * 2. Carman, Numbers Patterns, The Arithmetic Teacher, December 1970, p.637-645
- * 3. P.W.Cordin, Numbers, Starting Mathematics 2, Macmillan, 32 pages
- * 4. Dale Seymour, Aftermath 1,2,3,4, Palo Alto, California
- * 5. P. DeCelles, Mathématiques modernes, livre 1, p.49-66, 220-238, Lidec, Mtl
- ** 6. H. Fehr, Unified Mathematics (SSMCIS), Columbia University, N.Y. Course I, Part II, p. 215-256
- * 7. T. Fletcher, L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, O.C.D.L., Education nouvelle, p.122-134, 18-26, 151-160
- * 8. T.J.Fletcher, L'algèbre linéaire par ses applications, Cédic, p.11-13
- * 9. Galion, Mathématique 53, O.C.D.L. Hatier, Fiches 9-27 et 34-35
- * 10. Goldenberg, Scrutinizing Number Charts, The Arithmetic Teacher, December 1970, p.645-653
- **11. Harris, ... The School Mathematics Project (SMP), Cambridge University Press
 Book D, p.151-158
 Book F, p.136-150

12. C.Jacobs, A Reexamination of the Franklin Square, The Mathematics Teacher, January 1971, p.55-62
13. B.R.Jones, Mathematics at a Glance, Mathematics Teaching, number 58, Spring 1972, A Concrete Approach to the Summation of Some Finite Series
14. Kenney, Factor Lattices, The Mathematics Teacher, December 1970 p.647-651
- * 15. C.S.Ogilvy, J.T.Anderson, Excursions dans la théorie des nombres, Science-poche, Dunod, 160 pages
- * 16. Papy, Mathématique moderne 1, Didier, p.254-282
- * 17. Stanley Bezuska, Margaret J.Kenney, Wonderfull World of Numbers, Boston College Mathematics Institute, 96 pages
- * 18. Stanley Bezuska, Mary E.Farrey, Margaret J.Kenney, Contemporary Motivated Mathematics, Boston College Press,
book 2, 96 pages
book 3, 96 pages
19. Smith, The nth Polygonal Number, The Mathematics Teacher, NCTM March 1972, p.221-225
- ** 20. Touyarot, Itinéraire mathématique, cours moyen 2e, p.98-138 Fernand Nathan
21. Trottier T., Klaver I., Number Patterns from Digits Sums, The Arithmetic Teacher, February 1971, NCTM
22. A.Warusfel, Les nombres et leurs mystères, Le Rayon de la Science, Editions du Seuil, 1961

(1,2) REPRESENTER

- * 1. C.S.Banwell, K.D.Saunders, D.G.Tahta, Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.90-91
- * 2. P.DeCelles, Mathématiques modernes I, p.30-37, 77-85, 220-240
3. John N.Fujii, Puzzles & Graphs, NCTM, 66 pages
- ** 4. Galion, Mathématique 5e, O.C.D.L. Hatier, fiches 36-40
- ** 5. Harris, ..., The School Mathematics Project, (SMP) Cambridge University Press,
Book C, p.75-82, 97-115
Book D, p.103-110
Book F, p.55-64

6. A.Kaufmann, Des points et des flèches,... la théorie des graphes, Science-poche, Dunod, 156 pages.
7. The Open University, Relations, The Open University Press, M10019
- * 8. Papy, Mathématique moderne 1, Didier, p.1-18, 88-126,205-216, 181-204, 283-285
9. NCTM, booklet 5, Number and their Factors

(1,3) DENOMBRER

- * 1. C.S.Banwell,K.D.Saunders,D.G.Tahta,Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.34-37, 102-103
2. Byrkit, Early Mayan Mathematics: The Arithmetic Teacher, NCTM April 1972, p.33-338
- ** 3. P.DeCelles, Mathématiques modernes 1, Lidec,Mtl, p.40-44, 85-87,87-109,66-70,191-217
- * 4. A.Engel, A Short Course in Probability, CEMREL, Missouri, 1970
- ** 5. H.Fehr, Unified Mathematics (SSMCIS) Columbia University,N.Y. Course I,Part II, p.1-81
- ** 6. T.J.Fletcher, L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui O.C.D.L. Education nouvelle, p.37-41
- * 7. Galion, Mathématique 6e, O.C.D.L., Hatier, fiches 15-24, 26-33
- * 8. Harris,... The School Mathematics Project (SMP), Cambridge University Press, book E, p.150-155
9. H.Hemmerly, Polyhedral Numbers, The Mathematics Teacher, NCTM, April 1973, p.356-362
- ** 10. Papy, Mathématique moderne 1, Didier, p.126-138,18-52,296-316
Mathématique moderne 5, Didier, p.6-24
11. Ranucci, Permutation Patterns, The Mathematics Teacher,NCTM, April 1972, p.333-338
- * 12. Touyarot, Itinéraire mathématique,cours moyen 2e, p.138-150
Fernand Nathan
13. Wolfers, The Original Counting Systems of Papua and New Guinea
The Arithmetic Teacher, NCTM, February 1971, p.77-82

(1,4) FORMULER

- * 1. DeCelles P., Eléments de mathématiques modernes, secondaire I, Lidec Inc. p.1-30,225-240
- * 2. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, O.C.D.L., Education nouvelle, p.201-217
- ** 3. Harris, ..., The School Mathematics Project, (SMP), CUP
Book C, p.75-82
Book D, p.103-117
Book E, p.25-34
- * 4. Touyarot, Itinéraire mathématique, cours moyen 2e, p.15-38
Fernand Nathan

(1,5) ATTRIBUER

- * 1. C.S.Banwell, Saunders K.D., Tahta D.G., Starting Points, Oxford University Press, p.42-43, 140-141
- * 2. DeCelles P., Eléments de mathématiques modernes, secondaire I Lidec Inc., p.137-157
- * 3. Harris, ..., The School Mathematics Project, (SMP), CUP
Book F, p.1-12
- * 4. Beberman, ... Stretchers and Shrinkers, book 4, Decimals
UICSM
- * 5. Braunfeld, ..., Stretchers and Shrinkers, book 3, Fractions
UICSM

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION II

NOMBRES ENTIERS RELATIFS

REFERENCES GENERALES

- *** 1. Filion P., Entiers relatifs, SOEM
- 2. Willerding Margaret F., Mathematics Around the Clock, The Franklin Mathematics Series, Lyons & Carnahan, 96 pages
- * 3. NCTM, Experiences in Mathematical Discovery, Positive and Negative Numbers, 56 pages.
- ** 4. Papy, Mathématique moderne
 5, p.51-95 (arithmétique des entiers rationnels)
 1, p.316-342 (entiers relatifs)
 1, p.441-460 (groupes et groupes cycliques)
 5, p.159-206 (anneaux et champs résiduels)

(2,1) CONSTRUIRE

- * 1. Banwell C.S., Saunders K.D., Tahta D.G., Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.80-81,84,86,105,114-115,148-151
- ** 2. Fehr H., Unified Modern Mathematics (SSMCIS), Columbia University N.Y., Course I, Part I, p.1-60
- ** 3. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, O.C.D.L. Education nouvelle p.53-67,251-253,298,314-316
- ** 4. Harris, ..., The School Mathematics Project, (SMP), CUP Book C, p.24-34

(2,2) MESURER

(2,3) COMPARER

- ** 1. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.1-60
- 2. Locke P. Residue Designs, The Mathematics Teacher, NCTM, March, 1972 p.260-264
- ** 3. Papy, Mathématique moderne 2, p.45-50, Didier
- 4. Picard A., Some Observations on Graphing in Modular Systems The Mathematics Teacher, NCTM, May, 1971 p.459-466

(2,4) COMPOSER

- ** 1. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.64-120,187-237,294,321
- *** 2. Filion P., Les entiers, SOEM, 1972
- ** 3. E.Galion, Mathématique 5e, O.C.D.L.Hatier, fiches 40-48,53-58
- ** 4. Harris,..., The School Mathematics Project, (SMP), CUP Book D, p.35-46, 63-76

(2,5) SYSTEMATISER - FORMULER

- ** 1. Fehr H., Unified Modern Mathematics (SSMCIS) Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.187-229, 294-321
- * 2. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, O.C.D.L., Education nouvelle
- * 3. E.Galion, Mathématique 4e, O.C.D.L. Hatier, fiches 21-26
- ** 4. Harris,..., The School Mathematics Project, (SMP), CUP Book D,p.1-16
Book F,p.103-117

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION III

GEOMETRIE I

formes, mesures,
transformations

(3,1) TRANSFORMER

REFERENCES GENERALES

- * 1. NCTM, Readings in Geometry from The Arithmetic Teacher, 116 pages
- ** 2. Phillips Jo.McKeeby, Zwoyer Russell E., Motion Geometry, UICSM, traduit par F.Carreau et H.Kayler, publié sous le titre Géométrie dynamique, Editions Julienne
 - livre 1 : Calquage, congruence et déplacements
 - livre 2 : Congruence
 - livre 3 : Symétrie (à paraître)
 - livre 4 : Aire, similitude et construction (à paraître)

(3,1,1) TRANSLATIONS

- * 1. Banwell C.S., Saunders K.D., Tahta D.G., Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.118-119, 210-211, 226-231
- ** 2. Dienes Z.P., Golding E.W., Groupes et coordonnées, la géométrie par les transformations III, Education nouvelle, P.117-126
- 3. Faber, Géométrie 1, traduit par N.Evreinov, Lidec, Inc., p.54-56
- 4. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.354-358, Course I, Part II, p.118-123, 198-200, 153-160
- * 5. Filion P., Equipollence, SOEM
- * 6. Filion P., C.Lanouette, Approche intuitive de la géométrie, SOEM
- * 7. Harris, ..., The School Mathematics Project, SMP, CUP Book D, p.56-59
- * 8. Papy, Mathématique moderne 1, chapitre 21 Equipollence et chapitre 22 Translations, Didier, p.342-376, 377-394, 216-226

- ** 9. Phillips, Zwoyer, Motion Geometry, traduit par F. Carreau H. Kayler, Géométrie dynamique, livre 1, calquage, congruence et déplacements, p.32-46, 86-98, Editions Julienne

(3,1,2) ROTATIONS

- * 1. Banwell C.S., ..., Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.92-93, 126-127
- * 2. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.123-127, 169-189
- * 3. Harris, ..., The School Mathematics Project, SMP, CUP Book C, p.116-131 Book D, p.118-129
- ** 4. Phillips, ... Géométrie dynamique, traduit par F. Carreau, H. Kayler, Editions Julienne, livre 1, p.60-70, 99-111
5. Touyarot, Itinéraire mathématique, cours moyen 2e, géométrie mesure, Fernand Nathan, p.74-80, 92-98

(3,1,3) REFLEXIONS

1. Faber, Géométrie, traduit par N. Evreinov, Lidec, Inc. 1, p.44-46, 79, 106-107, 126
- ** 2. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University N.Y. Course I, Part II, p.85-97, 189-192
- * 3. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, Education nouvelle p.287-298, 67-80
4. E. Galion, Mathématique 4e, O.C.D.L. Hatier, Fiche 9'
- ** 5. Harris, ..., The School Mathematics Project, SMP, CUP Book C, p.82-93, 162-168
6. Hart, The Angle Mirror Indoors, The Arithmetic Teacher, NCTM, p.419-423, May 1970
7. Lanouette C., S-1 Les jumeaux symétriques, S-2 Miroirs et pliages, symétrie, Mathématique à l'élémentaire, SMTE T-1, Le safari topologique, topologie, SMTE

- * 8. The Open University, Groups 1, Mathematics Foundation Course Unit 30, 30.1 Symetry, 30.2 The Algebra of Symetry, M10030 The Open University Press, 48 pages
- * 9. Papy, Mathématique moderne 1, ch.23, p.422-440, Didier
- * 10. Phillips,...Géométrie dynamique, traduit par F.Carreau, H.Kayler, livre 3 ~~symétrie~~, (à paraître), 160 pages.
- ** 11. Phillips,...Géométrie dynamique, traduit par F.Carreau, H.Kayler, livre 1, calquage, congruence et déplacements p.46-58, 111-113
- * 12. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, Fernand Nathan, p.80-88
- 13. Witt, A Snip of the Scissors, The Arithmetic Teacher, NCTM, November 1971, p.496-498

(3,1,4) AGRANDIR, RAPETISSER

- * 1. Dienes Z.P., Golding E.W., Topologie, Géométrie projective et affine, La géométrie par les transformations I, Education nouvelle, p.66-104 (géométrie des ombres)
- ** 2. Harris,...The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book D, p.23-34
Book E, p.126-136
Book G, p.68-76, 98-108
- 3. Morris, Brookes, Enlargements - An Investigation, Continuation and Invitation, tiré de Mathematical Reflections, Association of Teachers of Mathematics, CUP, p.190-202
- ** 4. Phillips,...Motion Geometry, UICSM, ch.2, Similarity, p.56-126
- 5. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, tome 2, Fernand Nathan, p.98-112 (homothétie)

(3,2) CONSTRUIRE

(3,2,1) PAVAGE DE L'ESPACE

- * 1. Crithlow K., Order in Space, The Viking Press, N.Y.
- ** 2. Fielker D.S., Cubes, Topics from Mathematics, CUP, p.1-32

- * 3. E.Galion, Mathématique 5e, O.C.D.L., Hatier, fiches 58-64
- ** 4. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP, Book E, p.1-12

(3,2,2) CONSTRUCTION DE POLYEDRES REGULIERS

- 1. G.Bélanger, Formes géométriques à trois dimensions, Instantanés mathématiques, juin 1972, p.48-56
- * 2. Cordin P.W., Solids, Starting Mathematics 4, Macmillan, p.5-32
- 3. Holden A., Shapes, Space, and Symetry, Columbia University Press 153 pages
- ** 4. Jacobs H.R., Mathematics A Human Endeavor, Lessons 4,5, and 6, Freeman, p.209-238
- * 5. Johnson, ... Activities in Mathematics, second course, Geometry, Scott, Foresman
- * 6. Magnus J.Wenninger, Polyhedron Models for the Classroom, NCTM p.1-43 (1971)
- ** 7. Mold J., Solids Models, Topics from Mathematics, CUP, p.3-32
- 8. Stengel C.E., A Look at Regular and Semiregular Polyhedra, The Mathematics Teacher, NCTM, December 1972, p.713-719
- * 9. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, Fernand Nathan, p.26-46 et cours moyen 1ère, p.23-38

(3,2,3) DALLAGE DU PLAN

- 1. Baker, ... Dissections on a Geoboard, Mathematics Teaching Number 61, December 1972, Market Street Chambers, Nelson, Lancashire, BB9 7LN England
- ** 2. Banwell, ... Starting Points, Oxford University Press, 1972 p.118-119, 210-211, 226-231
- 3. Bell, A.W., Tessellations of Polyominoes, chapitre de Mathematical Reflections, Members of the Association of Teachers of Mathematics, CUP, p.43-55
- 4. Holden A., Shapes, Space, and Symetry, Columbia University Press, p.154-187

- * 5. Horne S., Patterns and Puzzles in Mathematics, The Franklin Mathematics Series, Lyons & Carnahan, 96 pages
- * 6. Jacobs H.R., Mathematics A Human Endeavor, Freeman, Lesson 3, p.202-208
- ** 7. Johnson,... Tile Designs, activity 4, Activities in Mathematics, second course, Geometry, Scott, Foresman p.17-22
- 8. Lanouette C., T-2, Lapins vs Poissons, topologie, Mathématique à l'élémentaire, G.Québec, SMTE
- ** 9. Mold J. Tessellations, Topics from Mathematics, CUP, p.4-32
- * 10. Ranucci, Space-Filing in two dimensions, The Mathematics Teacher, NCTM, November 1971, p.587-594

(3,3) MESURER

(3,3,1) MESURER LES LONGUEURS

- * 1. Banwell C.S.,...Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.87,136-138
- * 2. Cordin P.W., Measuring Length, Mathematics and Measuring 1, Macmillan, 48 pages
- ** 3. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.185-191
- 4. E.Galion, Mathématique 6e, O.C.D.L. Hatier, fiches 33-39
- ** 5. Harris,...The School Mathematics Project, SMP, CUP, Book E, p.13-24
Book F, p.82-85
Book G, p.48-54
- * 6. Kilner, Perimeter, Area and Volume, Ryerson Mathematics Ontario, p.1-19
- * 7. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 1ère, p.47-60
moyen 2e, p.119-128 Fernand Nathan

(3,3,2) MESURER DES SURFACES

- * 1. Banwell,...Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.70-71

- * 2. Cordin P.W., Measuring Area, Mathematics and Measuring 5, Macmillan, 48 pages.
- 3. Faber, Géométrie 1, traduit par N.Evreinov, Lidec Inc., p.70-79
- * 4. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.191-213
- ** 5. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP, 1972
Book C, p.7-24
Book E, p.144-150
Book F, p.85-90
- * 6. Kilner, Perimeter, Area and Volume, Ryerson Press, Ontario, 48 pages
- * 7. Lemay F., La notion d'aire, Journal de l'AMQ, janvier, 1969 p.63-77
- ** 8. Phillips, Zwoyer, Motion Geometry, UICSM, book 4, p.1-56
- ** 9. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, Fernand Nathan,
cours moyen 1ère, p.78-95
cours moyen 2e, p.130-138

(3,3,3) MESURER DES ANGLES DE ROTATION

- 1. Faber, Géométrie 1, traduit par N.Evreinov, Lidec, Inc., p.23-29 p.66-70
- * 2. Fehr H. Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.169-189
- ** 3. Phillips, Zwoyer, Géométrie dynamique, traduit par F.Carreau H.Kayler, Editions Julienne, Livre 2, p.67-121 (congruence)
- 4. Touyarot, Itinéraire mathématique, cours moyen 2e, géométrie mesure, p.147-151, Fernand Nathan

(3,3,4) MESURER DES VOLUMES

- * 1. Cordin P.W., Measuring Volume, Mathematics and Measuring 6, Macmillan, 48 pages
- ** 2. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP,
Book E, p.114-126
Book F, p.91-95

3. Johnson, ... Activities in Mathematics, Geometry, second course Scott, Foresman, p.87-94
- * 4. Kilner, Perimeter, Area and Volume, Ryerson Press, Ontario, p.54-69
- * 5. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, Fernand Nathan, p.138-146

(3,4) PERCEVOIR DES INVARIANTS

- * 1. Faber, Géométrie 1,2,3, traduit par N. Evreinov, Lidec Inc. (notions non regroupées)
- ** 2. Phillips, ... Géométrie dynamique, traduit par F. Carreau, E. Kayler, livre 2, congruence, Editions Julienne, p.41-67

(3,5) REPERER

(3,5,1) REPERER SUR LA DROITE

- * 1. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, Fernand Nathan, p.47-52
2. Papy, Mathématique moderne 2, Didier, p.52-64, 422-434

(3,5,2) REPERER DANS LE PLAN

1. Owen G.E., Initiation aux mathématiques appliquées, Dunod, p8-25
- ** 2. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, Fernand Nathan, p.53-65

(3,5,3) REPERER DANS L'ESPACE

1. Denholm R.A., Mathematics Man's Key to Progress, The Franklin Mathematics Series, Lyons & Carnahan, 96 pages
2. Glaymann M., Une géométrie sur un cube, Bulletin de l'APMEP, 50e année, décembre 1971, p.719-730

3. Owen G.E., Initiation aux mathématiques appliquées, Dunod, p.8-25
4. Touyarot, Itinéraire mathématique, géométrie, mesure, cours moyen 2e, p.112-113

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION IV

NOMBRES RATIONNELS

(4) REFERENCES GENERALES

- * 1. Barwell, ... Starting Points, Oxford University Press, 1972, p.88-89, 94-95, 40-41, 82-83
- ** 2. Beberman, ... Stretchers and Shrinkers, book 4, Decimals, UICSM
- ** 3. Braunfeld, ... Stretchers and Shrinkers, book 3, Fractions, UICSM
- ** 4. Dienes Z.P. Fractions, Education nouvelle, La mathématique vivante 1, nombres naturels, entiers rationnels, Editions Hurtubise, Mtl
- ** 5. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.258-367
- ** 6. Fillion P., Le champ ordonné des nombres rationnels, SOEM
- * 7. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui O.C.D.L. , p.26-36
- ** 8. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP, Book C, p.57-75, Book D, p.101-102, 17-22, 130-137, Book E, p.74-79, 65-74, 93-106, Book G, p.118-127, 136-144
- * 9. NCTM, Rational Numbers, Experiences in Mathematical Discovery, #7 91 pages, booklets, 6, 7, 10, and 11
- ** 10. Papy, Mathématique moderne 5, Arithmétique des nombres rationnels, p.139-155
- 11. Dale Seymour, Aftermath 1, 2, 3, 4, Palo Alto, California

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION V

PROBABILITE ET STATISTIQUE

(5) REFERENCES GENERALES

1. Adler I., Probability and Statistics for Everyman, How to Understand and Use the Laws of Chance, Signet Science Library T 2850, 256 pages
- ** 2. Allard J., Quintin M. Eléments de mathématiques modernes, Matech III, Arithmétique et algèbre, Lidec Inc.
3. Ayer A.J., Chance, Mathematics in the Modern World, Chapitre 22, p.151-160, Readings from Scientific American, October 1965
4. Barbut, Mathématiques des sciences humaines, I- combinatoire et algèbre, II-Nombres et mesures, collection SUP, Presses Universitaires de France .254 pages et 280 pages
5. Berkeley E.C., Initiation aux statistiques et aux probabilités Dunod, 112 pages
6. Boursin J.L., Les structures du Hasard, Le Rayon de la Science, t.24, 186 pages
7. Breny H., Théorie des probabilités
8. Cluzel, Vissio, ... Mathématique et statistique, 1ère D, tome 2 Delagrave, 400 pages
- ** 9. Engel A., A Short Course in Probability, An Introduction to Probability Topics in Probability and Statistics Introduction to computer programming CEMREL, Missouri, 10646 St.Charles Rock Road, St. Ann Missouri 63074, dans le cadre du CSMP (Comprehensive School Mathematics Program)
- ** 10. Exner, ... Book 9, Finite Probability Spaces, CEMREL, CSMP
- ***11. Filion P., Probabilité et statistique, SOEM, 1973
12. Kay M., Probability, Mathematics in the Modern World, ch.24, p.165-175, Readings from Scientific American, January 1964

- ** 13. Råde Lennart, The Teaching of Probability & Statistics, Wiley Interscience division, John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 374 pages, Library of Congress Card Number 77-129972
14. Leurion J., Statistique descriptive, Les mathématiques aux B.E.P. Foucher-Paris, 120 pages.
15. Moroney M.J., Comprendre la statistique, vérités et mensonges des chiffres, Marabout université (203) 446 pages
16. Mumford, Ridge, An Introduction to Probability, The Copp Clark Publishing Company, 74 pages
17. The Open University, Probability and Statistics I, II, III, Mathematics Foundation Course Unit 16, 18, 21, The Open University Press
- * 18. Paquin R., ... Probabilité et statistique, livre 15, Éléments de mathématiques modernes, Lidec Inc. 571 pages
19. Piaget J., ... La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant, bibliothèque de philosophie contemporaine, PUF, 262 pages
20. Renyi, Calcul des probabilités, Collection universitaire de mathématiques, Dunod, 620 pages.
21. Tanur, ... Statistics: A Guide to the Unknown, Holden-Day, Inc., San Francisco, 430 pages
22. Tricot, ... Ensembles et statistique, McGraw-Hill, 70, 592 pages
23. Weaver, Statistics, Mathematics in the Modern World, ch.25, p.175-178, Readings from Scientific American, Jan.1952
et
p.161-164, October 1950
24. Willerding M. Probability: the Science of Chance, The Franklin Mathematics Series, 96 pages

(5,1) DECREIRE

1. Colomb J., M. Glayman, Ensembles, logique et cartes perforées, O.C.D.L. , 49 pages.
- ** 2. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS) Columbia University Course II, Part I, p.1-62
- *** 3. Fillion P., Cartes perforées et ensembles, SOEM
4. Geoff Giles, Switch Boards & Logical Paths, Mathematics Teaching Pamphlet Number 15, Association of Teachers of Mathematics

- ** 5. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book E, p.25-34
- 6. NCTM, Experiences in Mathematical Discovery, 3 Mathematical Sentences, 36 pages
- 7. NCTM, Experiences in Mathematical Discovery, 6 Mathematical Thinking, 56 pages
- *** 8. Paquette G., Etude de réseaux routiers, Bulletin de l'AMQ, vol. 14

(5,2) DENOMBRER

- 1. Banwell, ... Starting Points, Oxford University Press, 1972
p.128-131, 85, 120-123, 44-48
- * 2. Breny H., Théorie des probabilités
- *** 3. Engel A., A Short Course in Probability, Counting I & II, ch. VI & VII, p.59-81 CEMREL CSMP
- * 4. Exner, ... Elements of Mathematics book 9, Finite Probability Spaces, CEMREL p.121-127
- ** 5. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.246-274, Course II, Part II p.228-260
- *** 6. Filion P., Probabilité et statistique, SOEM
- ** 7. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP,
Book E, p.48-53
Book G, p.37-48
- 8. Jacobs H.R., Mathematics A Human Endeavor, Freeman, p.366-372
- 9. Lanouette C., P-2 Les oiseaux classifiés, Partitions, SMTE
- * 10. Råde Lennart, The Teaching of Probability & Statistics, chap. 6.3, Combinatorial Theory for Elementary Grades, p.105-150
John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
- * 11. NCTM, Arrangements and Selections, Experiences in Mathematical Discovery, # 5
- * 12. Papy, Mathématique moderne 5, p.3-12, 24-38, Didier
- ** 13. Tricot, ... Ensembles et statistique, ch.I-IV, notion mathématique de probabilité p.5-83

(5,3) REPRESENTER ET INTERPRETER

1. Berkeley C. Initiation aux statistiques et aux probabilités
Dunod, p.112
- * 2. Cordin P.W., Graphs, Starting Mathematics, Macmillan, 32 pages
3. Cluzel, ... Mathématique et statistique, Delagrave, 4ième partie
ch.2, tableaux statistiques simples, chap.3, graphiques associés
p.272-319
- ** 4. Fehr, H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS) Columbia University, N.Y., Course I, Part I, p.273-287
Course I, Part II, p.375-388
Course II, Part II, p.81-132
- ** 5. Fielker D.S., Statistics, Topics from Mathematics, CUP, 30 p.
- ** 6. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book C, p.149-161, Book E, p.90-92
Book F, p.72-82, Book G, p.145-156
- ** 7. Jacobs H.R., Mathematics A Human Endeavor, Freeman, p.392-430
- ** 8. Johnson, ... Activities in Mathematics, Statistics, Scott, Foresman
9. NCTM, Experiences in Mathematical Discovery, 1 Formulas, Graphs and Patterns
10. Tanur, ... Statistics: A Guide to the Unknown, Holden-Day

(5,4) PREVOIR ET PREDIRE

1. Boursin J.L., Les structures du hasard, ch. L'espérance mathématique, p.69-91, Le Rayon de la Science, no.24
2. Breny H., Théorie des probabilités
- ** 3. Exner, ... Book 9, Finite Probability Spaces, CIEMREL CSMP
p.45-57 (relative Frequencies)
- ** 4. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book E, p.79-93 Book G, p.30-48
5. Kemeny, ... Algèbre moderne et activités humaines, Dunod, p.153-157
6. Råde Lennart, The Teaching of Probability & Statistics, relations functions and expectations, ch.15, p.283-303, John Wiley & Sons, Inc. N.Y.

7. Tricot,... Ensembles et statistique, McGraw-Hill, p.94-102
8. Willerding, Probability: The Science of Chance, The Franklin Mathematics Series, p.81-85

(5,5) ECHANTILLONNER

- * 1. Exner,... Elements of Mathematics, book 9 Finite Probability Spaces, section 3.4 Sampling a finite population, p.141-153
CEMREL, CSMP
- * 2. Jacobs H.R., Mathematics A Human Endeavor, Freeman, p.431-437
- 3. Moroney M.J., Comprendre la statistique, vérités et mensonges des chiffres, Marabout université (203), p.117-137 et p. 167-207
- 4. Tricot,... Ensembles et statistique, McGraw-Hill, Ch.XI, p. 285-323

(5,6) SIMULER

- * 1. Boucher G., Jeux de simulation, Etudes mathématiques, Bulletin de l'APMEP, Les journées de Nancy, no.287, 52e année, février 1973, p.9-25
- ** 2. Engel A., An Introduction to Probability, Topics in Probability and Statistics Introduction to Computer Programming
Elements of Mathematics, livre 0, ch.8,12,16 CEMREL, CSMP
- *** 3. Engel A., A Short Course in Probability, CEMREL, CSMP
113 pages
- * 4. Exner,...Elements of Mathematics, book 9, Finite Probability Spaces, CEMREL, CSMP

U.Q.A.M.
LABORATOIRES DE
MATHÉMATIQUES ET
D'INFORMATIQUE

REFERENCES

CHAMP D'EXPLORATION VI

GEOMETRIE II
vecteurs, coordonnées

(6) REFERENCES GENERALES

- * 1. DeCelles P. Eléments de mathématiques modernes, Lidec Inc.
- 2. The Open University, Linear Algebra 1, The Open University Press M10022
- * 3. Papy, Mathématique moderne, Didier

(6,1) ANALYSER

- ** 1. Fehr H., Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.392-414
Course IV, Part I, p. 1-38
- * 2. Papy, Mathématique moderne 2, p.1-18, Didier

(6,2) REPERER

- 1. Banwell,....Starting Points, Oxford University Press,1972
p.78-79,128-131,124-125
- ** 2. Fehr H., Unified Modern Mathematics , (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course I, Part II, p.326-354
Course II, Part I, p.265-325
Course III, Part I, p.99-151
- ** 3. Harris,...The School Mathematics Project, SMP , CUP
Book F, p.118-124
- * 4. Papy, Mathématique moderne 2, p.422-434, (changements de repères)
Didier

(6,4) TRAITER D'UNE FACON MULTI-DIMENSIONNELLE

1. Eranfield, Teaching Matrices via Networks, The Mathematics Teacher, NCTM, October 1972, p.561-566
- ** 2. Fehr, Unified Modern Mathematics, (SSMCIS), Columbia University, N.Y., Course III, Part I, p.1-95
- * 3. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui O.C.D.L. Education nouvelle
- * 4. E.Galion, Mathématique 4e, O.C.D.L. Hatier, fiches 67-72
- ** 5. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book D, p.47-56
Book E, p.34-48
- ** 6. Papy, Mathématique moderne 2, p.235-262, 185-200, Didier

(6,4) REPRESENTER

- * 1. Fletcher T.J., L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui O.C.D.L., Education nouvelle, p.226-240
- ** 2. Harris, ... The School Mathematics Project, SMP, CUP
Book C, p.75-82
Book D, p.76-82
Book F, p.124-136
- * 3. Papy, Mathématique moderne 2, p.385-422 (équations et inéquations), Didier