
MODELISATION GEOMETRIQUE D'UN CRISTAL ET CRISTALLISATION D'UN MODELE

PRATIQUE DE LA GEOMETRIE DES SOLIDES AU CM A PARTIR DE LA MINERALOGIE ET DE LA GEOLOGIE

Renaud JAVELLAS
Enseignant Premier Degré - IUFM de Grenoble
Yves RIMBOURG
Instituteur, Ecole Marcel Cachin - Echirolles

D'après Legrand (1968), *le chemin est long de la perception naïve de l'espace à sa conception abstraite. Retenons les deux grands facteurs de la maturation de la conceptualisation abstraite de l'espace :*

- Tout d'abord l'expérience. C'est l'activité manuelle et les schèmes intériorisés, engendrés par cette activité, qui préparent l'abstraction. L'espace mathématique se construit par l'opération, il ne se constate pas. C'est l'aptitude et l'habitude du traçage et de la construction manuelle qui fondent et enrichissent le concept géométrique.

- Mais cette expérience motrice serait impuissante sans l'abstraction intellectuelle qui permet le désengagement des schèmes acquis et rend possible leur coordination.

La plupart des manuels de mathématiques pour l'école primaire abordent la géométrie par l'intermédiaire des figures planes. A la suite des études en matière de représentation de l'espace chez l'enfant, nous émettons l'hypothèse que ce travail exige de sa part un **effort d'abstraction brutal** et parfois difficile. De plus, les propositions des manuels pour l'étude des solides tendent à négliger les phases intermédiaires et privilégient vite leur représentation plane.

La figure plane est en effet une **figure abstraite** qui ne fait pas naturellement partie de l'univers familier des enfants.

Inversement, les objets en volume appartiennent à cet univers et sont en géométrie une référence concrète à laquelle on peut se référer à tout instant. La situation initiale se base alors sur le **vécu de chaque enfant**.

En fonction de l'hypothèse d'une plus grande facilité des enfants à rentrer dans l'univers des solides, nous menons un cycle en **géologie** et en **géométrie**, dans une classe de CM₂.

L'école fait partie d'une **Zone d'Education Prioritaire**. La classe avec laquelle nous travaillons se compose de 24 élèves. Parmi ceux-ci, un enfant est originaire des DOM-TOM (Martinique) et 13 enfants sont d'origine étrangère. Cette classe est suivie depuis le CM₁ par le maître. Les **élèves** sont très **autonomes** et ont **l'habitude de travailler en groupe** (de 2, 3, 4, à composition variable) dans des disciplines diverses et souvent face à une **situation-problème**. Les bonnes conditions matérielles (dynamisme de la ZEP) et les **locaux** attenants à la classe facilement utilisables (BCD, salles informatique et audio-visuel, mezzanine de hall), facilitent la gestion des groupes par le maître.

Exploitant la curiosité et la forte motivation des élèves de la classe envers les **minéraux** (objets "géométriques" naturels), nous leur permettons d'**aborder un domaine inconnu** dont ils ne possèdent pas les clés. La minéralogie est en effet un excellent support grâce à sa proximité avec la géométrie. La **géométrie** des solides et des figures planes devient donc un **outil de compréhension du réel**. La situation initiale en géologie-minéralogie permet aux enfants de garder une **forte motivation** au cours de l'ensemble du cycle.

Toutefois le cycle peut être abordé à partir d'autres supports que la géologie, en liaison avec la vie de la classe, les compétences particulières du maître et les conditions matérielles de l'école.

I - LE POINT DE VUE DES PROGRAMMES

1. INSTRUCTIONS OFFICIELLES DE 1985 POUR LES ACTIVITES BIOLOGIQUES ET GEOLOGIQUES

La géologie lui (l'enfant) fait découvrir les propriétés et les phénomènes du monde naturel.¹

LE MONDE MINERAL : LE SOL ET LES ROCHES

Au CE, les objectifs de connaissances encadrent deux thèmes :

- *Le sol n'est pas un milieu exclusivement minéral².*
- *Les Hommes prélèvent dans le milieu des roches qu'ils utilisent selon leurs propriétés pour la construction... pour diverses industries².*

Il convient donc de mettre en oeuvre des activités pour *étudier les propriétés de certaines roches utilisées par l'Homme et établir des comparaisons entre différentes roches... , pour amorcer une collection de roches et en déterminer des critères de classement².*

¹ Programmes et instructions (voir bibliographie)

² Compléments aux programmes et instructions du 15 mai 1985 (voir bibliographie)

LES GRANDS PHENOMENES GEOLOGIQUES : VOLCANS, TREMBLEMENTS DE TERRE

Au CM, les objectifs de connaissances visent à relever que *la Terre est une planète active, les volcans et les tremblements de terre sont les principales manifestations de cette activité et que la répartition des volcans et celle des tremblements de terre s'expliquent par une structure discontinue de la croûte terrestre*².

2. INSTRUCTIONS OFFICIELLES DE 1985 POUR LES ACTIVITES GEOMETRIQUES

*La liste de compétences, publiée à la suite de la Loi d'Orientation sur l'Education du 10 juillet 1989, ne se substitue pas aux programmes et instructions de 1985 pour l'école élémentaire... qui continuent à constituer la référence de base des maîtres, particulièrement pour ce qui concerne les contenus disciplinaires...*³.

Les recommandations des Instructions Officielles sont une application plus ou moins directe de la recherche en psychologie de l'espace.

On peut classer en quatre grands thèmes ou principes, les remarques qui encadrent les activités à conduire.

CHAMP D'ACTIVITES ET DEMARCHES

Agir

Il faut rendre les enfants très actifs. Ce principe est notamment basé sur les réflexions de J. Piaget au sujet de l'expérience sensori-motrice. L'enfant ne peut évoluer au départ dans sa *conception de l'espace qu'en agissant sur celui-ci*.

*Les élèves doivent être mis en situation d'agir sur des objets... C'est donc une pédagogie de l'activité qui permet à l'enfant de se constituer un champ d'expériences... Toutefois, les activités géométriques nécessitent une alternance entre des moments d'investigation et des moments de réalisation, entre des moments d'analyse et d'autres de synthèse...*⁴.

Constituer un corpus

Une action variée et multiple va permettre à l'enfant de se constituer un corpus vaste et étendu d'expériences, afin de ne pas se figer dans un point de vue particulier. La multiplicité des cas entrevus est un gage de facilité pour aborder ultérieurement des cas nouveaux.

Les enfants doivent se familiariser avec divers espaces, abordés selon des points de vue différents... Il est indispensable que les élèves disposent de matériel et de matériaux nombreux et divers... Dans un domaine parallèle, les langages gestuel, oral,

³ Les cycles à l'école primaire (voir bibliographie)

⁴ Activités géométriques (voir bibliographie)

écrit, jouent un rôle important dans la conceptualisation des objets géométriques... Le vocabulaire géométrique ne doit pas être appris en dehors de tout contexte...⁴.

Partir du concret

Les expériences et l'apprentissage doivent être liés à des objets familiers et connus, proches de l'univers des enfants ou de leur motivation. L'élève du Primaire n'est pas encore en mesure de formaliser ni d'aborder directement des notions abstraites, sans **partir du concret** et sans avoir la possibilité de pouvoir s'y référer à chaque instant.

Les activités doivent être conduites... à partir d'objets physiques de l'espace qui... sont plus proches de l'expérience des enfants : dés, berlingots, boîtes de toutes sortes, emballages divers...⁵.

Abstraire

La distinction d'éléments invariants puis de notions générales nécessite la possibilité d'abstraire pour isoler, anticiper, bâtir des hypothèses. **Abstraire** exige de pouvoir se détacher du point de vue restreint à l'objet ce qui est d'autant plus facile que le corpus est vaste.

Peu à peu, on amène les élèves... à changer d'angle de vue, ... à les considérer de façon plus géométrique. Toutefois, le passage du monde des objets physiques à celui des objets géométriques est important et difficile ; il nécessite un effort d'abstraction (au sens de "enlever de"). La fonction des matériels et des matériaux nombreux et divers est justement de permettre d'isoler les éléments invariants...⁵.

LES ACTIVITES A CONDUIRE

Les activités géométriques consistent à reproduire, à décrire, à représenter, à construire. Ces quatre étapes sont un processus dont l'aboutissement est la construction⁵. Elles sont présentées comme s'enchaînant, dans une progression vers l'abstraction.

Reproduire

C'est une activité de découverte, de tâtonnement qui doit permettre la constitution d'un corpus vaste par la multiplication des expériences, des objets... .

Les élèves disposent d'un objet et ils doivent en réaliser une copie,... avec des matériaux divers. Le résultat obtenu est conforme ou non à l'objet initial. En cas de demande d'un objet "semblable", il convient de préciser le degré de conformité souhaité. Il suffit de mettre la production "à l'épreuve des faits"⁵.

⁵ Activités géométriques (voir bibliographie)

Décrire

Les élèves sont mis en situation de description des objets et se trouvent devant l'obligation, pour des raisons évidentes de compréhension, d'employer une communication concise, précise, sans équivoque. *Ils utilisent, en situation fonctionnelle, un vocabulaire géométrique*⁵.

Il faut savoir reconnaître, distinguer, classer et justifier l'identification de l'objet. *On pourra effectuer des classements et dresser une liste des propriétés. Il s'agit donc de décrire pour :*

- identifier : *l'élève doit être capable d'expliciter les caractères discriminants, d'énoncer les propriétés communes aux éléments d'une collection et de préciser pourquoi tel objet n'appartient pas à la collection (intrus) ;*
- reproduire : *il peut formuler et justifier la demande en matériel nécessaire à la reproduction*⁵.

Représenter

Il faut apprendre à **transmettre toutes les propriétés** non plus par oral ou langue écrite, **mais par le dessin, le schéma...** *Dès lors qu'on représente un objet géométrique à l'aide de procédés conventionnels, on se trouve dans l'obligation de négliger des propriétés pourtant présentes dans la description. Il est intéressant d'habituer les élèves à effectuer et à utiliser des représentations différentes d'un même objet, et à savoir choisir celle qui convient le mieux.*

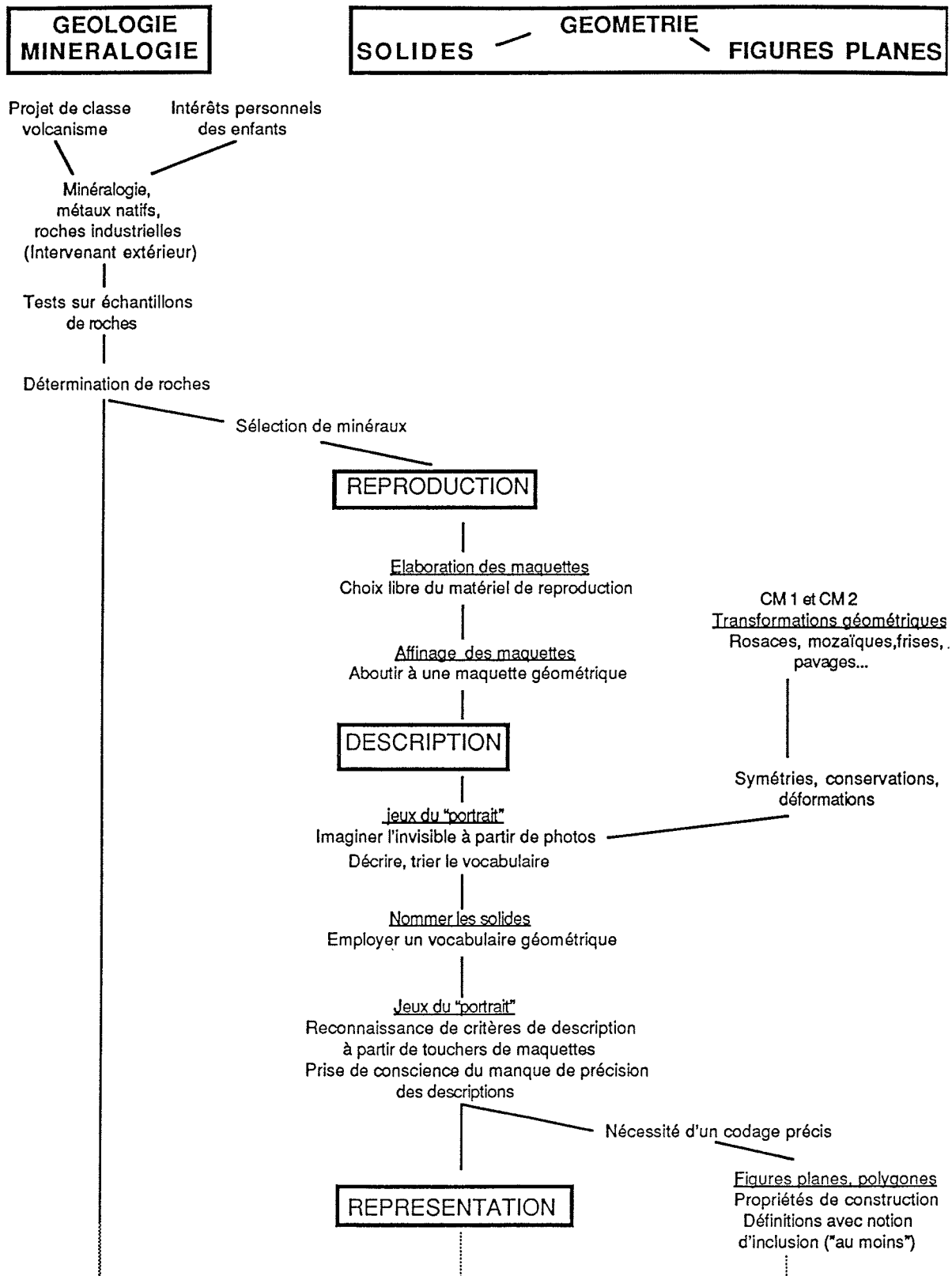
*On peut procéder à des activités sur les patrons : développements divers d'un même objet, comparaison et classement des patrons*⁵.

Construire

*La construction est l'aboutissement d'un processus qui s'appuie sur la représentation et la description. L'élève peut concevoir lui-même son patron et réaliser l'objet. Il peut être intéressant de mettre l'élève en situation de construire un objet qui réponde à un "cahier des charges". La validation est alors immédiate*⁵.

II - PROGRESSION CHOISIE

PRESENTATION DETAILLEE



PRINCIPES DE TRAVAIL

Notre progression est basée sur les types d'activités proposées par les Programmes de 1985, à savoir reproduire, décrire, représenter, construire.

Par les fréquentes manipulations des objets géométriques et l'archivage systématique de leurs propres productions (exposées), les élèves ont la possibilité de **se référer** à tout moment **aux objets réels**, physiques, et donc ainsi garder un contact avec la réalité. Ils ne sont pas isolés dans l'abstrait. C'est très important pour les élèves en difficulté. De plus, le maître dispose d'un **matériel de démonstration** varié, adapté aux situations.

La démarche mise en oeuvre avec les enfants est "spiralaire" et vise à leur permettre de réinvestir, tout au long du cycle de travail en géométrie, les connaissances nouvellement acquises lors de la dernière situation pédagogique. La situation type est :

- un problème est posé ; sa résolution bute sur un **obstacle** ;
- le maître met en place une **situation structurée** et amène un certain nombre **d'outils** ;
- les élèves appliquent leur propre **stratégie** pour résoudre le problème ; **on sélectionne** la ou les stratégies les plus pertinentes ou les plus proches d'un cahier des charges ;
- le problème est **résolu** ;
- un **nouveau problème** est posé.

Afin de vérifier la pertinence des observations ou commentaires, les élèves sont placés en situation de communiquer avec les autres enfants ou le maître. Cette **communication** est soit orale, soit écrite. Elle peut prendre la forme de messages dont la qualité est vérifiée par la fidèle réalisation ou dénomination de l'objet considéré par un tiers.

Les élèves sont donc, en **situation fonctionnelle**, obligés d'employer un vocabulaire géométrique. Celui-ci n'est alors pas appris en dehors de tout contexte et prend ainsi de la valeur.

Sur ces principes, nous avons bâti une progression, dans les domaines disciplinaires ou pluridisciplinaires.

III - GEOLOGIE ET MINERALOGIE

OBJECTIFS GENERAUX DU CYCLE

- Développer un raisonnement scientifique.
- Expérimenter sur l'objet réel.
- Développer l'argumentation.

Séance N°1/1 : DECOUVRE LE MONDE MINERAL

OBJECTIFS

- Distinguer empiriquement la roche du minéral.
- Reconnaître quelques minéraux et trouver des réponses à sa curiosité.
- Découvrir l'utilisation des roches, métaux et minéraux par l'Homme.
- Découvrir les contraintes d'une recherche, collecte et collection de minéraux ou roches.
- Découvrir la radioactivité naturelle.

PREPARATION DE LA SEANCE

Le maître fait un bilan des acquis antérieurs en géologie et fait émerger les représentations des enfants liées à la "définition" du mot ROCHE.

A la question "Une roche, qu'est-ce que c'est ?", les enfants notent leurs idées. Après la mise en commun et la discussion-échange au sein du groupe classe, chaque élève note la trace écrite de ses propres représentations.

CONDITIONS MATERIELLES

- Minéraux personnels des enfants
- Présence d'un intervenant extérieur (chercheur à l'Institut des Sciences Nucléaires de Grenoble) qui apporte :
 - minéraux, roches et métaux natifs de collection ;
 - manchon de lampe à gaz, uranium naturel (sans danger : taux identique à celui des manchons de lampe à gaz) ;
 - compteur Geiger.

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

L'intervenant extérieur apporte des réponses aux nombreuses questions des enfants, à :

- noms des minéraux et roches des enfants et de la collection présentée, formation des minéraux... ;
- respect de l'environnement, collecte, reconnaissance de la matrice (liaison avec la roche "en place") ;
- ébauche de caractères de détermination des fossiles et minéraux ;
- formation, collecte, transformation et utilisation des métaux natifs, des roches et minéraux industriels...

Les enfants manifestent un vif intérêt et une curiosité soutenue au long de l'intervention.

Séance N°2/1 : ROCHE, COMMENT ES-TU ?

OBJECTIFS

- Observer, préciser, rechercher des critères de classement des roches.
- Découvrir les propriétés des roches.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Expérimenter selon un cahier des charges précis.
- Manipuler et utiliser en sécurité de l'acide.

CONDITIONS MATERIELLE ET CONSTITUTION DES GROUPES

Matériel de détermination

- huit boîtes d'expériences incluant : une lame fine d'acier, une plaque de verre à bords moulés, un chiffon, une fiole compte-gouttes remplie d'acide chlorhydrique dilué au 1/10ème ;
- une grille d'observations (voir ci-contre).

Roches à déterminer

N°	Nom de la roche à déterminer	Type	N°	Nom de la roche à déterminer	Type
1	marne noire	S	8	sable calcaire	S
2	obsidienne	V	9	micaschiste	M
3	charbon	S	10	granite-microgranite	P
4	calcaire	S	11	micaschiste	M
5	granite-microgranite	P	12	marne	S
6	basalte	V	13	granite	P
7	silex	S			

V : volcanique, P : plutonique ou intrusive, S : sédimentaire, M : métamorphique.

Les élèves ne connaissent les roches qui leur sont présentées que sous la dénomination d'un numéro.

Groupes de travail

- huit groupes de trois élèves. Chaque groupe dispose d'une boîte d'expérimentation. Chaque élève du groupe doit réaliser au moins un ensemble d'expériences.

- les roches sont groupées en une "pioche" commune, dès qu'un groupe a testé un échantillon, il le ramène et en prend un nouveau. **Toutefois, pour des raisons de sécurité, les tests liés à l'emploi de l'acide ne sont réalisés qu'à la fin de la séance, pour éviter qu'un élève ne touche ou n'applique la langue (test du dépôt sur la langue) sur une zone recouverte d'acide.**

critères observés numéro de la roche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rayable à l'ongle													
Raye l'acier													
Raye le verre													
Présence de cristaux													
Répartition des cristaux. - hasard : H - en feuilles : F - en lits : L													
lisse ou rugueux ?													
odeur ?													
laisse un dépôt sur la langue													
réaction à l'acide													
NOM													

Grille d'observation

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

Consignes de sécurité et de travail

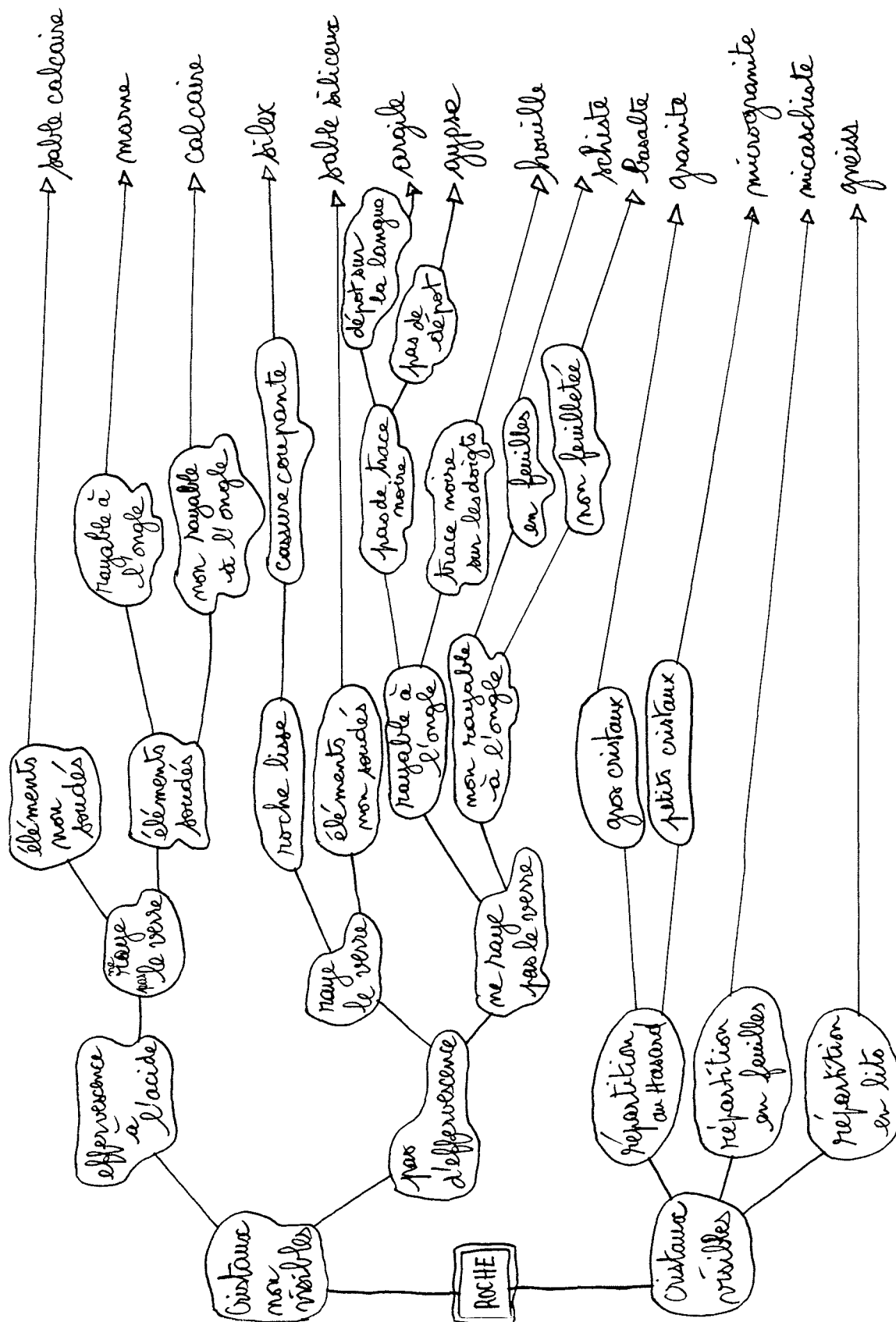
Le respect le plus strict des consignes de sécurité et de qualité de travail est rappelé aux élèves, re-verbalisé par certains d'entre eux et inscrit au tableau :

1. les observations sensorielles liées au toucher (rugosité), à la disposition éventuelle de cristaux, à l'odeur et au dépôt sur la langue sont réalisées avant les tests des propriétés physiques.

2. échantillon et matériel sont essuyés avant et après chaque opération afin de pouvoir y repérer la moindre trace.

3. lors des tests de dureté (rayable à l'ongle, raye l'acier ou raye le verre), la plaque de verre doit être posée à plat sur la table pour ne pas éclater et blesser.

4. lors des tests de solubilité à l'acide (réalisés en dernier), l'échantillon est essuyé avant et après l'opération.



Géologie: Détermination de roches

Une roche qu'est ce que c'est? (12/12/92)

radioactive ou non.	plus gros.	rocher.
couleurs.		grosse pierre.
plusieurs sortes.		petite.
sans cristaux.		caillou dur.
des trous.		plusieurs formes.
un métal		ça vient de n'importe où.
petit morceaux		c'est beau.
qui se déposent.		par terre dans la nature.
légère.		dans la montagne.

En fait, pour déterminer une roche il faut faire une série de tests scientifiques:

rayable à l'ongle: roche tendre

raye l'acier: dureté moyenne

raye le verre: très dur.

cristaux: couleurs différentes

pas de cristaux: une seule couleur (pâte)

au hasard: en feuilles

en lits

lisse: comme le verre

ruigueux: accroche la peau.

réaction à l'acide:

l'effervescence (cochets à l'aspirine)

avec un peu de gaz qui rent fort

critères observés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rayable à l'ongle	oui	non	oui	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Rouge l'acier	non	oui	non	non	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui	non	oui
Rouge l'éverve	non	non	non	non	oui	oui non	oui non	non	oui	oui	oui	non	oui
Présence de cristaux	non	non	non	non	oui	non	non	non	oui	oui	oui	non	oui
Répartition des cristaux : H hasard : H en feuilles : F en lits : L	X	X	X	X	H	X	X	X	F	H	F	X	H
lisse ou rugueuse ?	(oui)	lisse	R	lisse	R	lisse	lisse	R	Rtbl	R	R	O	R
odeur ?	(oui)	non	oui	(oui)	non	non	oui	oui	non	non	non	(oui)	non
laisse un dépôt sur la langue	oui	non	oui	non	non	non	non	non	non	Non	(Non)	non	non
réaction à l'acide	oui	non	non	oui	non	non	non	non	non	Non	non	oui	non
NOM	marne	brillonne	houille	calcaire	microporant	laballe	silice	laballe	microporant	microporant	microporant	calcaire	granite

Séance N°3/1 : ROCHE QUI ES-TU ?

OBJECTIFS

- Comparer.
- Déterminer en fonction des propriétés sensorielles et physiques.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Savoir utiliser une clé de détermination simple à partir des observations notées sur la grille.

CONDITIONS MATERIELLES

- une clé de détermination par élève et la grille d'observations de l'élève (voir documents joints),
- une clé de détermination grand format, de démonstration et d'affichage,
- échantillons de roches exposés face aux élèves, en référence.

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

Le maître explique la lecture arborescente de la clé. Un premier échantillon est déterminé oralement, lors de la présentation, par le groupe classe.

Chaque élève détermine les douze autres échantillons, en s'aidant de la clé et inscrit le nom de la roche en bas de la grille d'observations. Le maître intervient à la demande de tel élève, si nécessaire.

Lors de la mise en commun et inscription des résultats de recherche au tableau, un ou plusieurs élèves argumentent leurs choix.

La trace écrite individuelle (mise au propre) est complétée après le recueil au tableau par le maître des remarques des enfants. La trace est augmentée des grilles et tableaux de travail (voir documents joints).

IV - REPRODUCTION

Séance N°1/2 : FAIS-MOI UNE MAQUETTE

OBJECTIFS

- Agir sur les objets, manipuler.
- Se constituer un champ d'expériences en diversifiant les angles de vue.
- Faire un effort d'abstraction.
- Emettre des hypothèses de conformité de la maquette par rapport au minéral d'origine.
- Vérifier les hypothèses en soumettant la maquette à l'épreuve des faits.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Emettre des hypothèses et faire des choix de matériel de reproduction adapté.
- Trouver des facilités de travail.

CONDITIONS MATERIELLES ET CONSTITUTION DES GROUPES

Groupes de travail :

- Cinq groupes de 4 élèves et un groupe de 3 élèves, de niveaux différents.
- Utilisation de la salle de classe par trois groupes et de la BCD (Bibliothèque Centre Documentaire) attenante pour les trois autres.

Matériel de reproduction

Le matériel est en libre service. Chaque groupe a le choix du matériel de reproduction parmi celui proposé :

- Pâte à modeler uni-couleur : 8 blocs
- Feuilles de bristol.
- Allumettes de construction : 2 sachets
- Polystyrène : 2 plaques 1m x 0,15 m x 0,15m.
- Fil de fer mince gainé plastique : 1 rouleau.

Objets à reproduire

Parmi chaque minéral (voir liste), un cristal est sélectionné. Il est alors donné à reproduire à un groupe :

cristal	forme géométrique attendue	cristal	forme géométrique attendue
magnétite	pyramide à 4 faces	grenat	pavé oblique
pyrite	cube	calcite en dent de chien	pyramide à 6 faces
pyrite	octaèdre bipyramidal	barytine	pavé droit

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

Consignes de travail

Dans chaque groupe de 4 élèves, travailler deux par deux. Chaque sous-groupe doit réaliser une copie du minéral présenté (sans précision du degré de conformité souhaité).

Le choix du matériel de reproduction est libre. Il faut faire l'hypothèse du matériel le plus adapté et organiser le travail de façon à faciliter la sécurité du minéral (fragile), le rangement et le nettoyage.

Réactions des élèves et évolution de leurs démarches

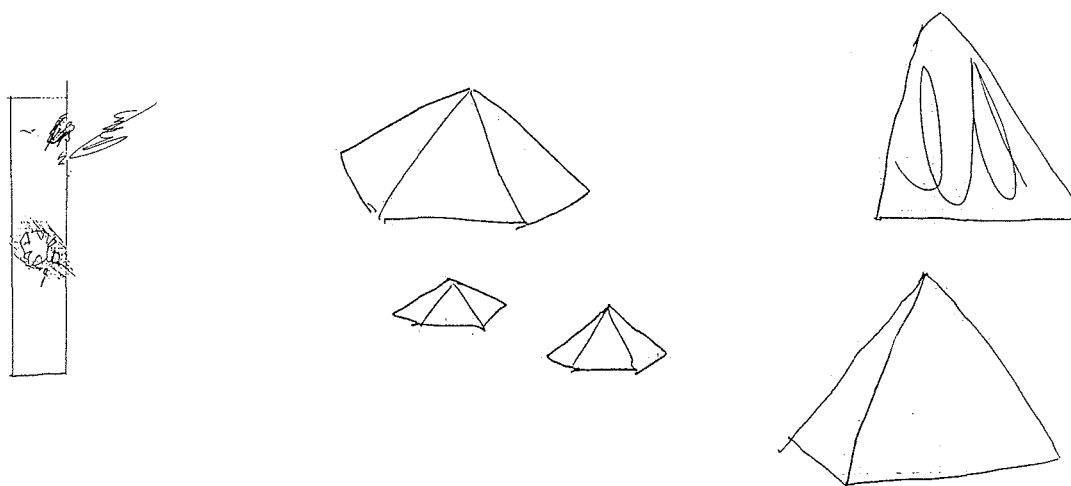
Dès les premières manipulations, les enfants affinent la consigne en questionnant les maîtres. Ils en déduisent qu'ils doivent réaliser la maquette du seul minéral (et non du "bloc-roche"), dégagé de sa gangue, en essayant de deviner, *d'imaginer ce qu'il y a derrière, comme si on sortait le minéral de la pierre.*

Les enfants font un premier pas vers l'abstraction puisqu'ils doivent :

- isoler,
- prolonger les lignes visibles du cristal,
- déduire les proportions du cristal à partir des seules faces visibles.

Dès lors, plusieurs cas ont été observés :

1. **Au commencement du travail**, suivant leurs degrés d'abstraction, certains groupes se lancent dans la copie du socle de présentation, d'autres discutent et/ou font des essais de matériel de reproduction, un groupe enfin réalise des dessins avec vue en perspective.



Dessins du cristal

2. **Lors de la séance**, des groupes effectuent leurs premières **confrontations** avec le réel et se limitent à une face du cristal. Un groupe isole les faces du solide, construites séparément mais butte sur le problème de l'assemblage (faces trop épaisses, angles et longueurs inadéquats). La plupart des **maquettes** sont **"en volume"** (pâte à modeler, polystyrène, carton), une d'entre elles est un bloc de pâte souligné par les arêtes en allumettes, deux d'entre elles représentent le squelette, réalisé en fil ou en allumettes collées.

Tous les groupes ont un **vocabulaire hésitant**, approximatif qui rend difficile les communications internes et externes au groupe.

ex : un peu penché, tourné, par là, vers là-bas, un bord plus petit que l'autre, côté mal orienté...

3. **A la fin de la séance**, les résultats sont très divers : un seul groupe (pavé oblique) a progressé vers un **aspect plus géométrique** avec deux maquettes dont les faces sont lisses, dans le respect des angles et de l'échelle choisie.

Discussion, mise en commun

A la fin de la séance, après la phase de rangement-nettoyage (10 à 15 minutes), les maquettes sont exposées. Pour deux maquettes du même cristal, les enfants considèrent qu'elles sont bien différentes : c'est pour certains *la façon dont le cristal est mis, sa couleur, sur quoi il est posé, la façon dont on le voit...* A l'origine, **les enfants ne perçoivent pas les invariants**, privilégiant les aspects de détail au détriment de la forme.

La discussion, à l'initiative du groupe "pavé oblique", fait ressortir qu'il faut s'abstraire des détails superflus et **privilégier la forme**. A partir de leurs phrases, une trace écrite est proposée par le maître : *Il faut voir la forme. Il faut respecter la proportion.*

Séance N° 2/2 : FAIS-MOI UNE MAQUETTE PARFAITE

Les objectifs, les conditions matérielles et les groupes sont identiques à ceux de la séance N° 1/2. Toutefois les minéraux ne sont pas donnés aux mêmes groupes, afin de mettre les enfants face à une situation nouvelle et d'augmenter leur expérience.

L'objet plus particulier de cette séance est **d'affiner les maquettes**.

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

Travail avec le groupe-classe

On rappelle, on explique les deux conditions notées en trace écrite. Les maquettes de la séance N° 1 sont examinées. Le maître note au tableau les observations orales. Au regard de ce qui est noté, les élèves comprennent la nécessité d'améliorer les maquettes. Ils rédigent une consigne en plusieurs points, en fonction de la proposition du maître de parfaire les copies :

Il faut

1. *voir la forme ;*
2. *respecter la proportion ;*
3. *employer un ou deux matériaux maximum pour reproduire ;*
4. *isoler un cristal, imaginer ce qui est invisible et faire une maquette logique ;*
5. *faire une maquette encore plus parfaite que le cristal.*

Réalisation des maquettes

Les maquettes obtenues se rapprochent très nettement de formes géométriques pures. Elles sont réalisées en pâte à modeler, taillée dans la masse au couteau, selon la technique qui est apparue la meilleure aux enfants. Une seule a été une tentative en papier fort, les faces ayant été découpées isolément sans volonté consciente de concordance des angles et longueurs.

Mise en commun

Les maquettes sont exposées. Les élèves sont invités à **comparer** les qualités de réalisation et à constater les améliorations. La consigne est gardée comme trace écrite par les élèves.

V - DESCRIPTION

Séance N° 1/3 : PEUX-TU ME RECONNAITRE ?

OBJECTIFS

- Réinvestir les efforts d'abstraction (isoler, imaginer).
- Transmettre une information (situation fonctionnelle).
- Vérifier la qualité du message.
- Prendre conscience de la nécessité d'employer un code précis, court, compréhensible : le vocabulaire géométrique.

CONDITIONS MATERIELLES ET CONSTITUTION DES GROUPES

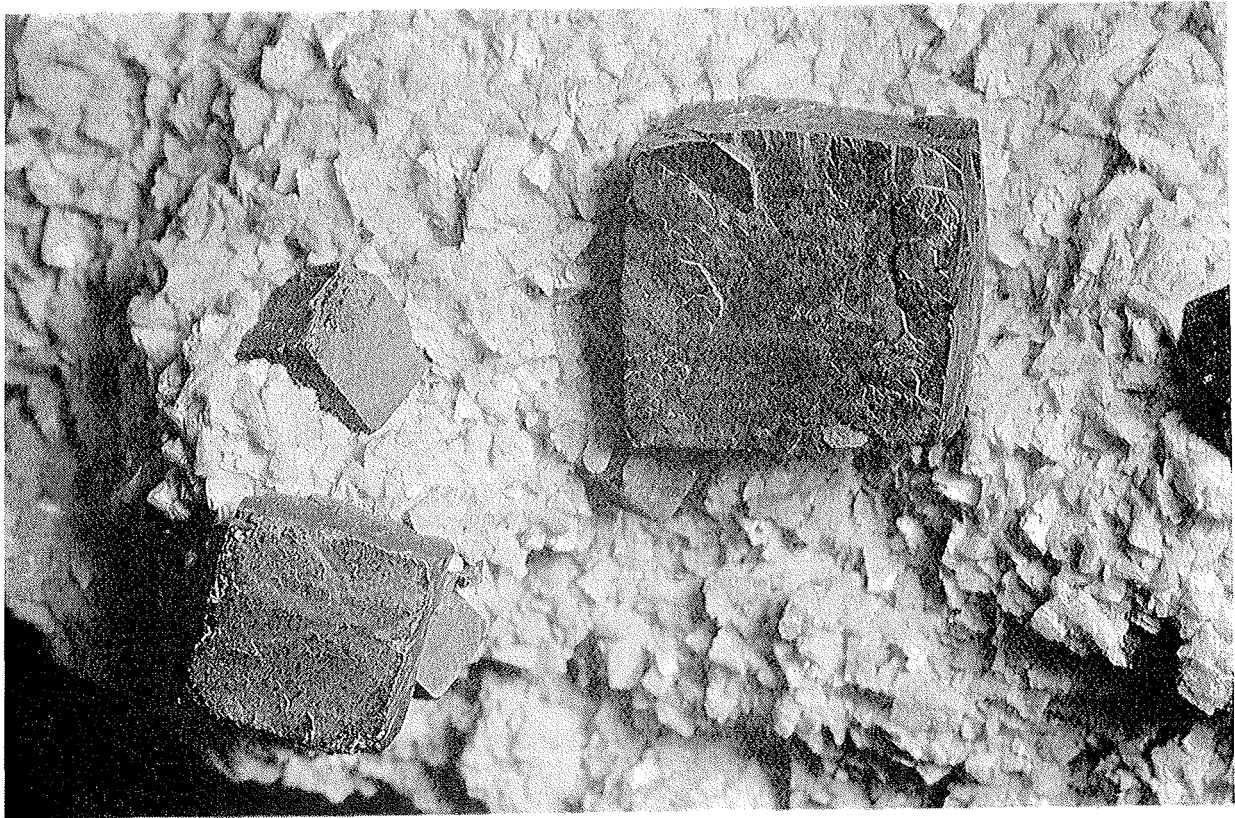
Groupes de travail

- 12 groupes de 2 élèves.

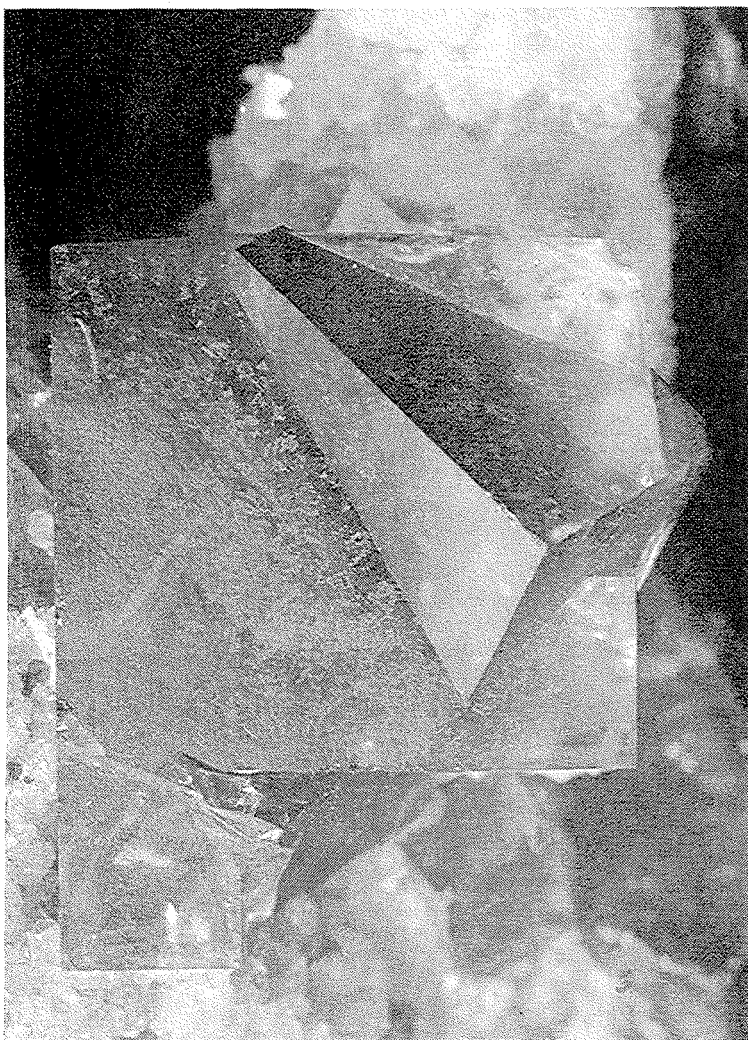
Matériel

- 12 photographies en noir et blanc de minéraux différents, dans des pochettes transparentes, sur fond vert, numérotées.
- 12 feuilles blanches identiques, non identifiables.
- Les photographies agrandies, format A3, pour l'affichage au tableau ; 12 aimants.

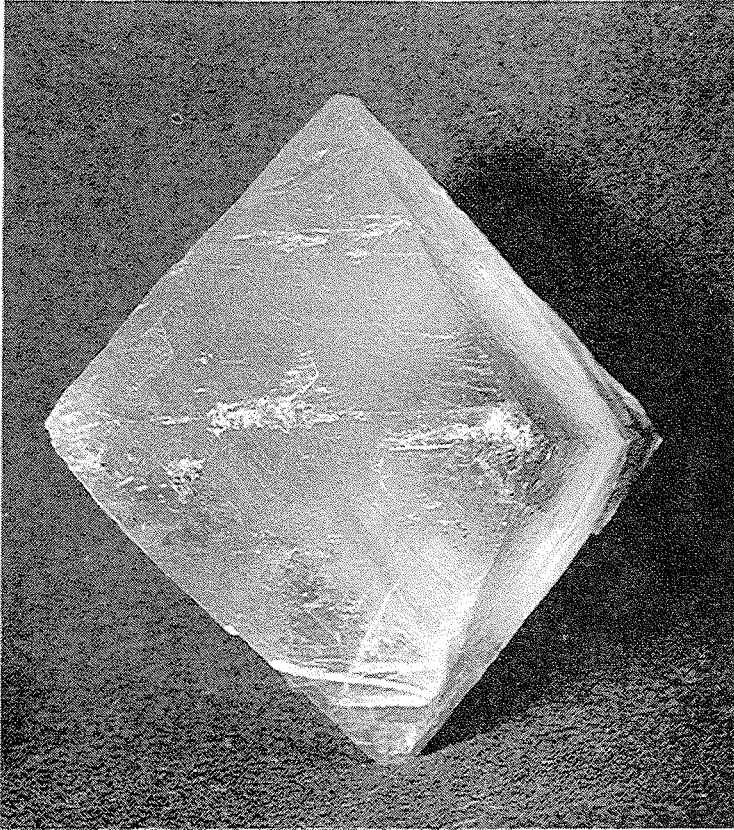
Ces photographies ont été extraites de «Le monde des cristaux», Edition Grange Batelière, Paris, 1969. Elles sont reproduites ci-après sauf le n° 12.



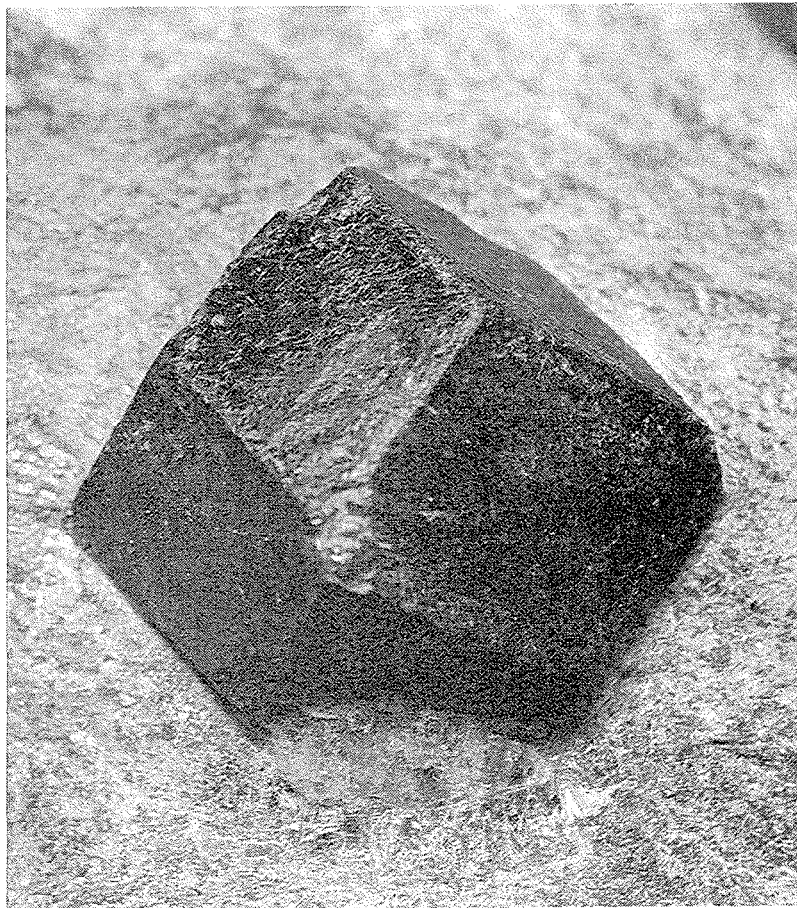
n° 1 Cube (Galène sur dolomite)



n° 2 Cube maclé (Fluorine)



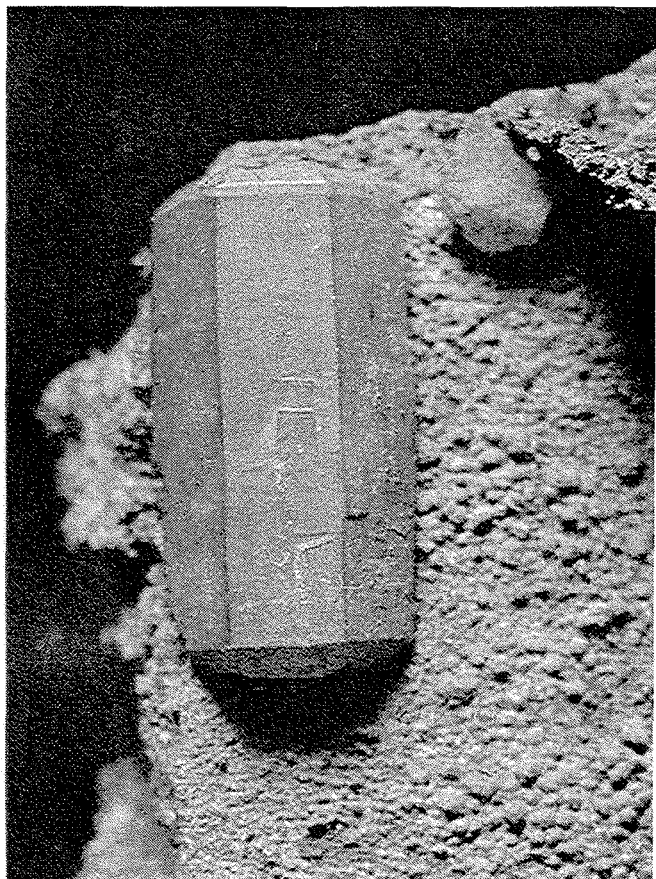
n° 3 Octaèdre bipyramidal (Fluorine)



n° 4 Dodécaèdre rhomboïdal (Grenat)



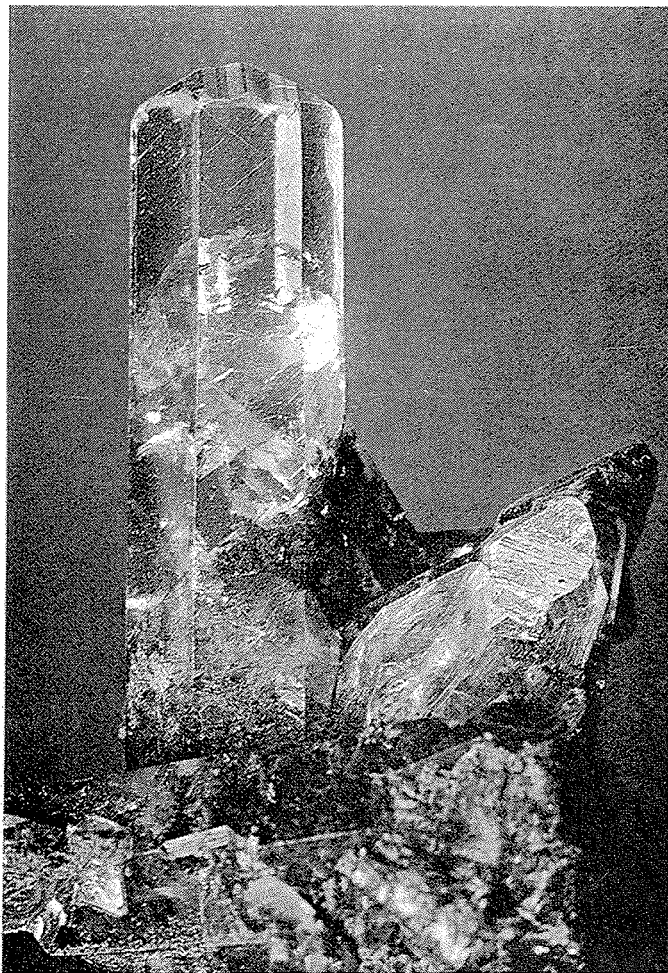
n° 5 Dodécaédre pentagonal (Pyrite)



n° 6 Prisme hexagonal (Apatite)

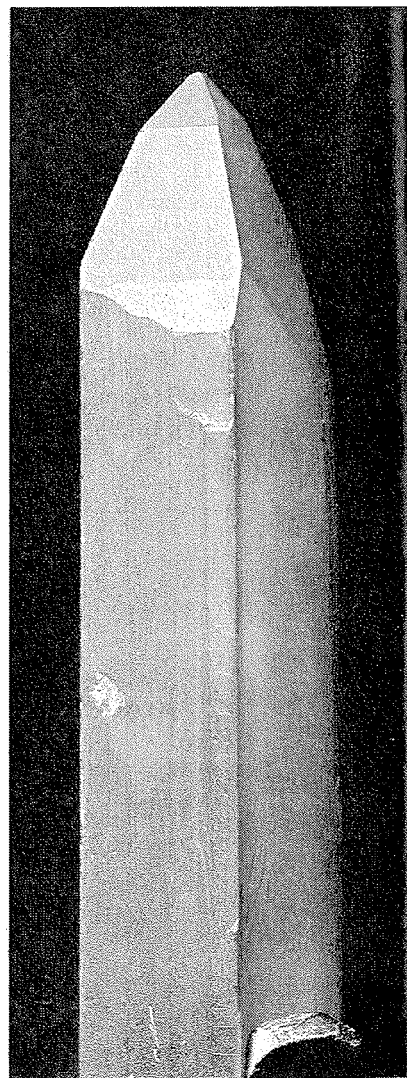


n° 7 Prisme hexagonal (Vanadinite)



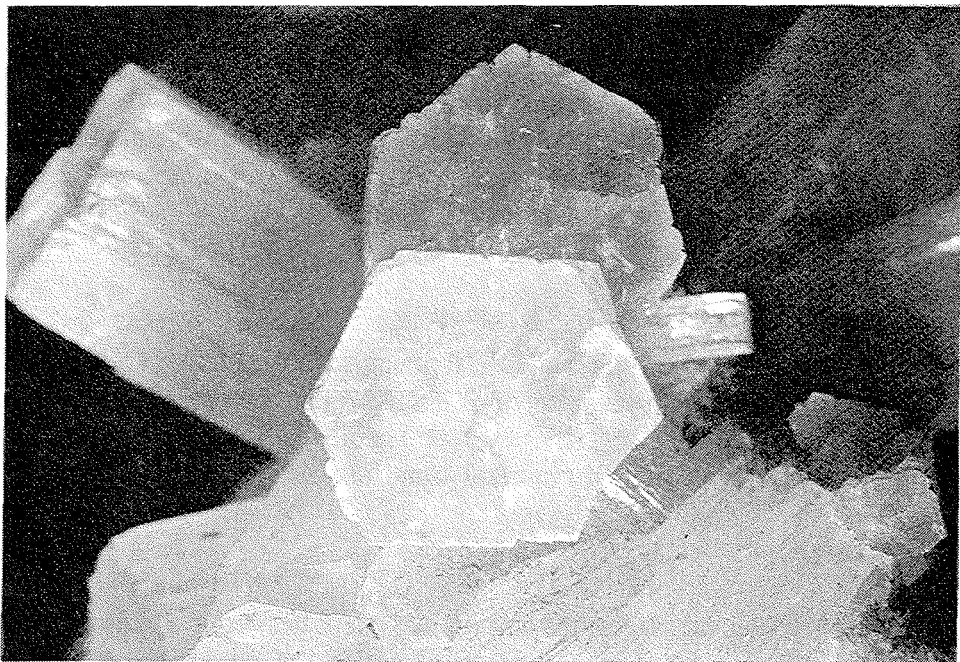
n° 8 Rhomboédre et prisme (Calcite)

n° 9 Prisme terminé par une pyramide (Phosgénite)





n° 10 Octaèdre bipyramidal (Wulfénite)



n° 11 Contour hexagonal (Aragonite)

DEROULEMENT DE LA SITUATION DE COMMUNICATION

Consigne

Chaque groupe doit **décrire**, de façon détaillée, le **minéral** désigné sur la photo. Sont **interdits** les termes désignant la couleur, la grosseur ou la longueur, la transparence ou l'opacité, une quelconque comparaison, la matrice rocheuse, des détails (cassure, ombre...) et bien sûr les termes désignant d'emblée la forme géométrique (ex. cube).

Avant de rendre son "**message**", chaque groupe écrit les prénoms des élèves et le numéro de la photo (pour que le maître puisse identifier à coup sûr le minéral décrit). Les "**messages**" sont mélangés et lus par le maître.

Le jeu consiste à retrouver le numéro de la photo parmi celles affichées au tableau, grâce aux indications du "**message**". Un élève d'un groupe lève le doigt s'il veut donner une réponse, écrit discrètement le numéro sur une feuille. Le maître passe dans les rangs et vérifie la réponse.

Si un groupe trouve la bonne réponse au premier essai, il marque 5 points. Au second essai, il marque 2 points. Le groupe dont le "**message**" est lu, peut donner le change en proposant des réponses (pour influencer les autres élèves) mais ne peut marquer les points.

Un "**message**" qui a permis d'identifier le minéral, fait gagner 5 points à ses auteurs.

Commentaires

Il faut faire répéter la consigne par les élèves. Celle-ci est résumée au tableau. Le maître doit éliminer les phrases interdites lors de la lecture mais les lire lors de la correction et faire constater le non respect de la consigne. On ne peut plus accepter beaucoup de réponses dès lors qu'il ne reste plus que trois ou quatre minéraux à identifier ; ça exige beaucoup de rapidité pour les enfants.

Déroulement du jeu

Le jeu s'arrête quand le maître estime qu'il y a eu suffisamment de réponses. Le "**message**" est relu entre les premiers et seconds essais. A chaque correction, le maître relit la description et en vérifie la **pertinence** avec les élèves. Il inscrit au tableau les termes essentiels et retourne la photo du minéral identifié.

Commentaires

Lors de l'écriture des messages, les enfants se posent beaucoup de problèmes de vocabulaire (voir documents). Les enfants sont actifs. La compétition crée une émulation.

Prude
Bade

1

Il a 7 face.

Il a 10 angle.

2

Emily
Odile

C'est une forme qui a six côté qui ne sont pas égaux. Ce minéral est dans une pierre ou rocher. Il a une cassure sous la forme du triangle sur le côté gauche.

3

Le minéral a six faces. 3 d'un côté et 3 de l'autre.

Il y a une pointe arrondis en Haut et en bas c'est plat.

n° 4

Par devant il y a 3 côtés. Le haut ressemble à un triangle. Il est long. Au milieu il y a une cassure. Le haut est gros le bas et mince.

7 5

Sébastien

Il y a 6 parties, mais en en voit que 3. B est un carré retourner. Il est debout.

n° 6

On dirait que deux triangles sont

collés l'un contre l'autre. Mais ne

voient la fin du triangle de dessus l'est

un losange.

n°7 Il a six côté. On dirait un losange.

8

Le marche est rectangulaire.

Le base est aplatie

et sur la photo on voit de ~~côté~~ côtés

9

Il a 5 faces

La première est en haut. Elle est
penchée vers une autre en bas
sur son côté il y en a une autre.

(10)

Sur la photo il y a 3 plaques.

Il y a 4 côtés pointus.

Sur un côté pointu, on dirait que c'est
cassé.

Il y a un côté plus pointu que les
autres.

12

Il y a 4 le sommet a 2

Sur la photo on voit qu'il y a
3 côtés. Le sommet en a 2
côtés. pointu. Si on imagine
le minéral entier il y a
6 côtés.

MISE EN COMMUN, EXPLOITATION DU VOCABULAIRE

Après le jeu, le décompte des points par les équipes et la proclamation des résultats, on entreprend l'**analyse du jeu** et des termes recueillis au tableau. La discussion porte sur la qualité des descriptions :

- “messages” trop longs (phrases interdites) ou incomplets (manque d’information d’où confusions),
- termes erronés ou mal définis, confus.

Chaque terme inscrit au tableau est analysé; le maître raye le vocabulaire inadéquat et encadre les termes géométriques que les élèves sélectionnent :

Termes recueillis au tableau

côtés
sommet
pointu
parties
carré
debout
plus pointu
losange

visibles-non visibles
faces
arrondi
angles
plaques
aplatis

polygone
triangle
manche
rectangulaire
collés
long

italique : vocabulaire des “messages”

gras : vocabulaire sélectionné

Le vocabulaire ainsi sélectionné est une première approche d’un langage géométrique spécifique.

Séance N° 2/3 : SOLIDE, AS-TU UN NOM ?

L’objectif est de vérifier l’application et d’affiner le vocabulaire sélectionné lors de la séance précédente, à propos d’un support maintenant familier pour les enfants (les 6 maquettes deuxième génération de la séquence reproduction). La consigne est : décrire les maquettes.

Le groupe classe constate la nécessité de déterminer le nombre d’arêtes comme critère supplémentaire de description. Il apparaît aussi le besoin d’adopter une méthode rigoureuse de dénombrement des faces, arêtes, sommets, afin d’éviter toute omission ou double compte : la plus simple leur semble être de ne pas bouger le solide et d’effectuer un parcours circulaire de la main, de haut en bas ou inversement.

Cette séance est rapide et dynamique, avec une manipulation ciblée des objets et un travail oral.

Séance N° 3/3 : SOLIDE, COMMENT T'APPELLES-TU ?

OBJECTIFS

- Adopter un vocabulaire géométrique et une transmission de la description communs.

- Savoir donner un nom à un polyèdre en comprenant le mécanisme de formation de ce nom.
- Réinvestir les efforts d'abstraction à partir de photographies (isoler, imaginer).
- Accroître l'expérience des multiples formes de polyèdres.

CONDITIONS MATERIELLES ET CONSTITUTION DES GROUPES

Groupes de travail

- 1ère phase de réinvestissement : travail individuel et mise en commun avec le groupe-classe ;
- 2ème phase : 12 groupes de 2 élèves.

Matériel géométrique

- maquette en pâte à modeler, copie d'une pyramide à 4 faces à base carrée ;
- 2 photographies de minéraux, n° 3 (octaèdre bipyramidal) et n° 7 (prisme hexagonal), format A3 : ce sont les deux photos insérées précédemment ;
- 22 maquettes "squelettes, creuses" de polyèdres, réalisées à partir des éléments Nathan N50 (Boîte "Volumes à construire : construction et observation d'objets géométriques; matériel de représentation concrète des objets dans l'espace", M. A. Touyarot, Fernand Nathan N50, Paris France) : une maquette initiale par groupe et 10 maquettes en "pioche", avec accès libre dont les 2 maquettes de démonstration des minéraux n° 3 et 7.

DEROULEMENT DE LA SITUATION DE REINVESTISSEMENT

Première consigne

Très rapidement, sur le cahier de brouillon, en fonction de la séance précédente, chaque élève doit décrire le minéral copié en pâte à modeler (pyramide).

Commentaires

Le maître recueille oralement les critères de description et les inscrit au tableau :
4 faces triangulaires + 1 face carrée = 5 faces 8 arêtes 5 sommets
 Ce travail de remémoration a mis tous les élèves en situation de réussite.

Seconde consigne

A partir des deux photographies affichées au tableau, chaque élève doit **décrire le minéral en imaginant les aspects invisibles**.

Commentaires

Le maître recueille oralement les critères de description et demande à l'élève de justifier sa réponse, soit à partir de la photographie, soit, en cas de "litiges", à partir des maquettes de démonstration. Il inscrit les critères au tableau :

$n^{\circ} 3 :$	8 faces triangulaires	6 sommets	12 arêtes
$n^{\circ} 7 :$	6 faces rectangulaires + 2 faces hexagonales = 8 faces	12 sommets	18 arêtes

Face à la difficulté d'imaginer les formes et de dénombrer les critères des faces invisibles, deux comportements sont constatés : soit les élèves se découragent, ne parviennent pas à imaginer et en restent aux aspects seulement visibles, soit ils parviennent à dénombrer mentalement les faces, sommets, arêtes invisibles. Cela traduit des niveaux très différents d'abstraction au sein de la classe.

Quand on constate des difficultés de dénombrement (imagination mentale correcte mais **difficile "manipulation mentale" de l'objet**) par double compte (14 sommets au lieu de 12), il faut recourir à la manipulation physique d'une maquette.

DEROULEMENT DE LA SITUATION D'ANALYSE DES MAQUETTES

Tableau de description

Le maître distribue à chaque élève un **tableau** de description. Les élèves sont amenés à le découvrir, le commenter, l'analyser. On souligne la similitude avec le travail jusque là réalisé.

Consigne

Chaque groupe a une maquette ("creuse" en bâton) qu'il doit décrire à l'aide du tableau. Quand ce travail est fait, les groupes peuvent, soit s'échanger les maquettes, soit venir prendre dans la "pioche" la maquette qu'ils ont envie de décrire. On arrête la recherche quand tous les élèves ont décrit 6 ou 7 maquettes. Chaque groupe vient alors **présenter** devant les autres la **maquette** qu'il préfère, sachant qu'une maquette déjà décrite ne peut l'être une seconde fois.

Commentaires

Cette phase revêt un aspect "plaisir" puisque les groupes choisissent et décrivent les maquettes qui leur plaisent le plus. Ainsi on observe une forte motivation grâce aux "**défis**" que les élèves se lancent entre eux ou à eux-mêmes, à propos des polyèdres les plus complexes. L'ensemble des élèves est donc très actif.

Certains élèves se posent la question de dénombrer des critères de faces internes au solide (ex : carré à l'intérieur d'un octaèdre bipyramidal). Comme il s'agit de maquettes "creuses", ils résolvent eux-mêmes ce problème, en référence aux maquettes pleines en pâte à modeler.

Durant la description, les élèves butent sur un **problème de vocabulaire descriptif des faces**. Le maître rappelle des notions et termes liés aux polygones, pour la plupart déjà connus puisqu'appartenant à leurs acquis de CM₁.

Vocabulaire

Si la description est assurée, les élèves ne sont pas en mesure de nommer les polyèdres. Le maître amène alors les enfants à établir, dans un premier temps, un parallèle entre la formation du vocabulaire des polygones (connu) et les formes des polyèdres. On décompose le nom en **préfixe**, qui exprime un dénombrement, et en **suffixe** : soit ..gone (côté) pour les polygones, soit ..èdre (face, plan) pour les polyèdres.

Les enfants retrouvent vite et facilement les préfixes de dénombrement grâce aux polygones et peuvent les recomposer dans le cas des solides. Grâce aux multiples expériences de solides que les enfants ont à ce stade, aux notations sur le tableau de description, on engage un **travail d'appellation des polyèdres** en manipulant le plus possible le vocabulaire en parallèle avec les caractéristiques critériées.

Le vocabulaire est donc le moyen de communiquer une description en synthétisant l'information et en s'assurant que tous, élèves et maître, parlent du même solide.

Le vocabulaire recueilli est noté au tableau et sert de trace visuelle lors de la manipulation du vocabulaire. Il est synthétisé et gardé par les élèves en trace écrite :

*suffixes : ..latère = ..gone = côté
 ..èdre = face*

préfixes :
hexa.. = 6
penta.. = 5
octo.. ou octa = 8
déca.. = 10
dodéca.. = 12
tétra.. ou quadri.. = 4
icosa.. = 20
di.. ou bi .. = 2

polyèdres :
hexaèdre : cube, parallélépipède rectangle ou pavé droit, pavé oblique
pentaèdre : pyramide
octaèdre
décaèdre
dodécaèdre - dodécaèdre pentagonal
tétraèdre
icosaèdre

régulier : toutes les arêtes ont la même longueur, toutes les faces sont les mêmes.

Séance N° 4/3 : POLYEDRE AS-TU DES COUSINS ?

OBJECTIFS DES DEUX PHASES

- Evaluer et réutiliser les savoir-faire en matière de description, les savoirs et savoir-faire en matière de vocabulaire.
- Constater, en situation fonctionnelle, que la description jusqu'ici réalisée ne prend pas en compte les propriétés des faces qui composent le polyèdre et provoque une confusion entre des solides proches.

CONDITIONS MATERIELLES ET CONSTITUTIONS DES GROUPES

Groupes de travail

- 1ère phase d'évaluation : travail individuel et correction avec le groupe classe.
- 2ème phase : groupe classe; un "descripteur" et un "secrétaire de séance".

Matériel

- Une fiche d'évaluation.
- Tous les solides de démonstration (maquettes creuses : "volumes à construire") suspendus et exposés à la vue de tous.
- Des maquettes de polyèdres en carton épaisseur 2 mm (bases d'environ 5 cm x 5 cm) :

un pentaèdre pyramidal à base carrée régulier	un pentaèdre pyramidal à base carrée irrégulier
un octaèdre bipyramidal régulier	un octaèdre bipyramidal irrégulier
un décaèdre bipyramidal régulier	un tétraèdre irrégulier
un parallélépipède rectangle	un prisme triangulaire.
- Un sac (plastique ou tissu) opaque et ample.

DEROULEMENT DE LA SITUATION D'EVALUATION

Consigne

Chaque élève, individuellement, remplit **la fiche d'évaluation**. Il faut remplir la grille de mots croisés à l'aide des définitions, compléter le tableau de description, décrire le cristal photographié en imaginant les aspects invisibles.

Commentaires

On examine collectivement toutes les situations après une découverte libre. Les élèves expliquent le travail à réaliser. **TOUS** les éléments (vocabulaire, polyèdres) ont été vus, manipulés lors des séances précédentes; de plus, les maquettes des polyèdres sont exposées et visibles par tous, sans se déplacer.

La correction met à jour **deux grands types de difficultés** rencontrées par les élèves lors de l'évaluation. La première est liée à une **imparfaite maîtrise de l'imagerie mentale** (incapacité à prolonger des lignes, à obtenir une rotation de la "maquette mentale" ou à lier le vocabulaire avec l'image...). La deuxième tient à la **non-maîtrise du vocabulaire**.

DEROULEMENT DE LA SITUATION D'EVALUATION

Consigne

Un élève manipule, sans le voir, un des solides placé dans le sac par le maître. **Par le toucher**, l'élève "**descripteur**" doit **identifier** les critères de description et les dire au groupe classe. Le "**secrétaire de séance**" note les éléments au tableau. Le reste de la classe doit **deviner** le nom du polyèdre.

Commentaires

On change de “descripteur” et de “secrétaire de séance” à chaque exercice. Aucun élève ne sait de quelles maquettes dispose le maître, bien qu'évoquant toutes des polyèdres connus et examinés lors des séances précédentes. La maquette en fin d'exercice est exposée à la vue de tous après une correction orale rapide.

Les enfants manifestent un vif intérêt pour ce “jeu”. Les “descripteurs” font preuve de **réussite** car ils identifient assez facilement les critères. Les autres enfants devinent le nom du polyèdre, mettant en jeu trois stratégies différentes, d'après leurs explications :

- recours à leur propre image mentale (ils “feuillettent” le catalogue de leurs images) ;
- aide visuelle ou confirmation visuelle de leur hypothèse grâce aux maquettes suspendues (ils sélectionnent les quelques solides correspondant aux critères de formes des faces puis affinent le choix) ;
- recours à leur mémoire des critères.

L'objectif de cette phase est atteint car les enfants constatent avec étonnement qu'à **une même description correspondent des polyèdres différents** : en effet, ils n'ont pas sous les yeux lors de la correction les maquettes totalement identiques qu'ils s'attendaient à voir.

Discussion

La discussion qui s'engage porte sur les différences de forme du solide dans son ensemble : *plus haut, plus pointu...* Face à notre exigence d'un vocabulaire plus géométrique, les enfants s'attachent aux proportions différentes des objets puis des faces. Ils constatent alors d'eux-mêmes que **la description jusqu'ici réalisée est incomplète**. Elle doit être **affinée** par la description précise des faces **en employant un vocabulaire propre aux polygones**.

Ainsi, à titre d'exemple, la différence entre les deux octaèdres bipyramidaux (l'un régulier, l'autre irrégulier) provient de la forme des triangles : triangles équilatéraux dans le premier cas cité, triangles isocèles dans le second.

En guise de test concernant les propriétés des polygones, nous leur demandons si un triangle équilatéral est isocèle : tous les enfants répondent négativement. Ils assimilent donc une propriété à une définition figée.

Prolongements

Les enfants ont constaté de manière fonctionnelle l'utilité de connaître les propriétés des polygones pour comprendre et communiquer des informations à propos des polyèdres. Le maître de la classe engage donc un cycle de séances traitant des propriétés des polygones (définitions, reconnaissances, constructions), soit reprenant des éléments du programme de CM₁, soit développant des éléments nouveaux. Les principes de travail incluent des situations de communication et des situations-problèmes.

Parallèlement, le maître complète la connaissance des solides en présentant des éléments non caractérisés par des surfaces planes, tels les solides fermés (sphère, tore, cône, divers...) ou ouverts (cylindre, tuyau...), tels les solides mixtes (cône tronqué, dièdre...).

Les enfants seront ensuite capables d'aborder la représentation et la réalisation de patrons de polyèdres.

VI - REPRESENTATION

SÉANCE N°1/4 : DESSINE-MOI UN POLYEDRE

OBJECTIFS

- Aborder la représentation plane d'un polyèdre, sous forme de patron.
- Transmettre les propriétés du polyèdre par le dessin, le schéma.
- Prendre conscience de la nécessité de réaliser une représentation avec le respect des critères topologiques (agencement des faces), terminologiques (dénomination des formes géométriques des faces), de mesure des longueurs et des angles.
- Introduire une nouvelle vision du solide pour accroître les manipulations mentales de l'objet.

CONDITIONS MATERIELLES ET CONSTITUTION DES GROUPES

Groupes de travail

- 6 groupes de 4 élèves
- 1 groupe de 5 élèves originaires d'une autre classe de CM₂, mis en situation totalement nouvelle
- Répartition des groupes dans les locaux attenants à la classe, de manière à isoler les recherches : classe 1 groupe, mezzanine d'école 3, salle informatique 1, BCD 1, salle audio-visuel 1.

Matériel

- 7 maquettes de polyèdres en carton épaisseur 2 mm :

pavé droit	tétraèdre irrégulier
pyramide à base carrée et triangles équilatéraux	pyramide à base carrée et triangles isocèles
pyramide tronquée (inconnue; donnée à un groupe fort)	prisme droit, régulier
prisme irrégulier, à triangles rectangles (inconnue; donnée à un groupe fort).	
- Le matériel de représentation n'est pas restreint, les élèves doivent en **formuler** oralement la **demande** auprès du maître (matériel de dessin, de reproduction déjà utilisé en séances N°1/2 et 2/2).

DEROULEMENT DE L'ACTIVITE

Consignes de travail

Chaque groupe reçoit “secrètement” une maquette d’un solide. Comment peut-on donner la possibilité, à un groupe qui n’a pas vu la maquette, de réaliser **une copie exacte**, sans employer **ni mots, ni lettres, ni explication orale** ?

La consigne, très précise, est lue et expliquée par le maître puis affichée au tableau. Elle est reformulée par les enfants après un rappel du travail de description effectué lors des séances précédentes. On souligne la différence essentielle de constitution des messages : on ne transmet plus les propriétés des solides par oral ou langue écrite.

Réactions des élèves et évolution de leurs démarches

La première réaction est “c’est impossible”. Parmi quelques groupes, l’idée du dessin vient assez vite. Mais beaucoup sont conditionnés par le tableau de description et cherchent à en établir une variante sans langue écrite.

C’est l’option très imaginative finalement gardée par le groupe **G 1/4 A**. La 1ère colonne correspond au nombre de faces et à leurs formes, la 2ème au nombre d’arêtes et à leurs longueurs, la 3ème au nombre de sommets. Les chiffres présents (autorisés) indiquent le nombre d’éléments. Le critère de représentation non respecté est le rapport topologique des faces. Il n’est pas possible de réaliser une copie.

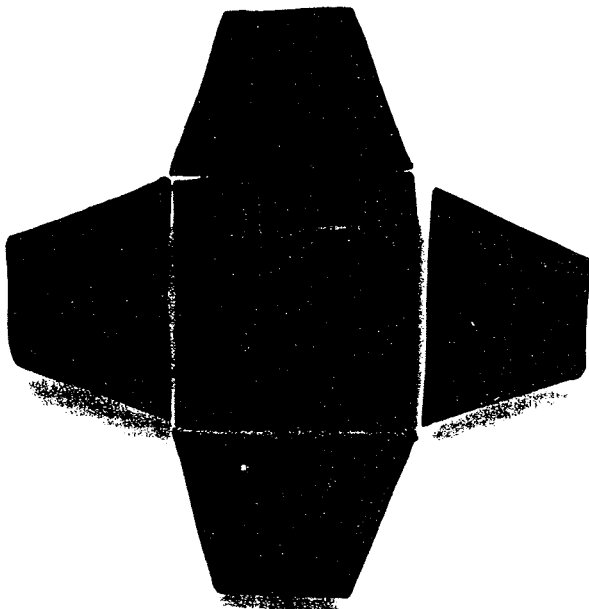
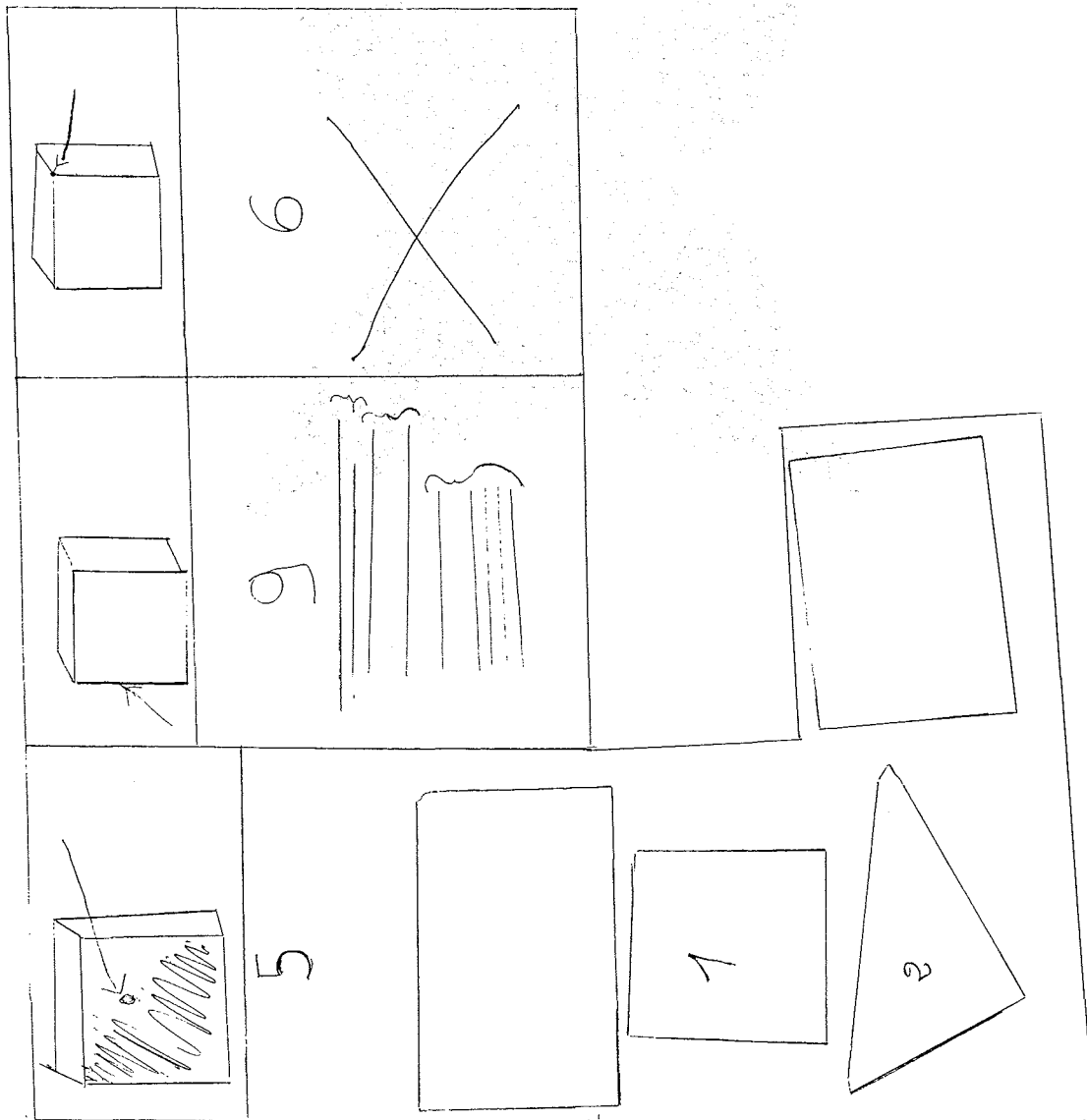
La solution du rébus est éliminée car trop proche de la langue écrite. Restent les dessins ou schémas et la tentative de faire une copie intermédiaire, une sorte de solide-“message”.

Les groupes “maquette-message”, **G 1/4 B** et **G 1/4 C**, étalent la pâte à modeler et prennent une empreinte des faces qu’ils découpent ensuite pour les assembler. Les maîtres leur font remarquer que si leur maquette est une copie exacte dans le respect de la consigne, il sera très difficile au groupe à qui le “message” sera donné de reprendre des empreintes ou de comparer les formes, les mesures... Ils décident de laisser à plat les faces. Notons que le groupe **G 1/4 B** est composé des enfants de l’autre classe; paradoxalement, ils sont les premiers à découvrir la représentation plane, c’est à dire le patron. Il est possible, outre le fait d’être des bons élèves, que leur jugement et imagination n’aient point été “faussés” par le tableau de description.

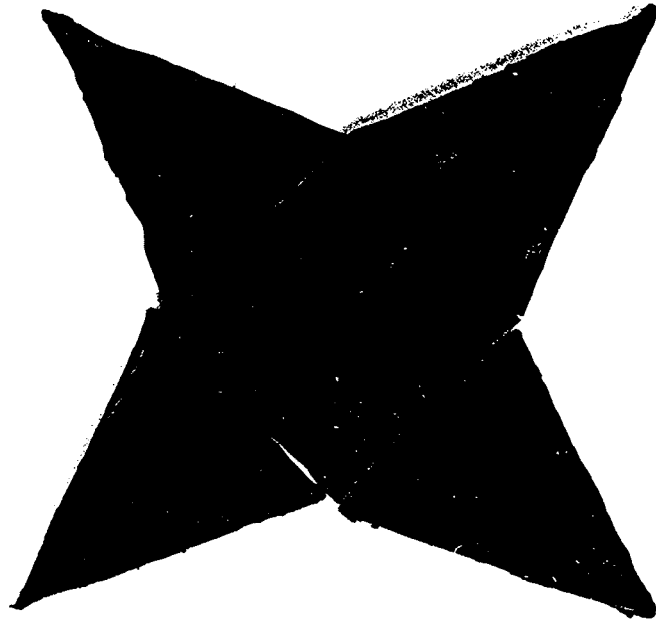
Dans le cas du groupe **G 1/4 C**, le critère topologique n’est toutefois pas totalement respecté : le petit carré est posé au centre de la base (type château de cartes écroulé) et non au contact de la petite base d’un trapèze.

Le groupe **G1/4 D** ne respecte qu’un critère, celui des mesures de longueurs en centimètres, indiquées par les chiffres et par le dessin d’une échelle centimétrique. L’agencement des faces (incomplètement dessinées) et leur nombre ne sont pas indiqués.

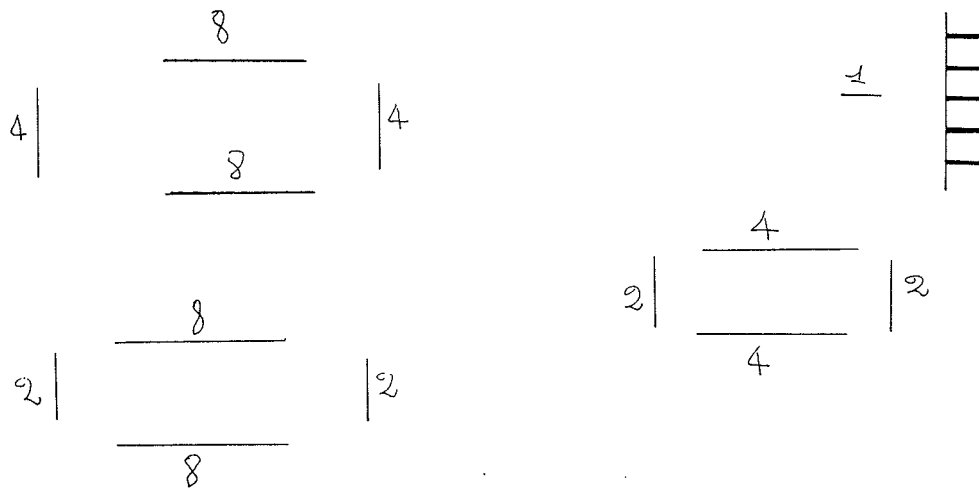
G 1/4 A



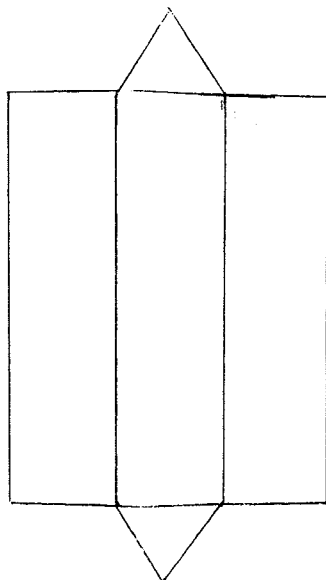
G 1/4 B



G 1/4 C



G 1/4 D

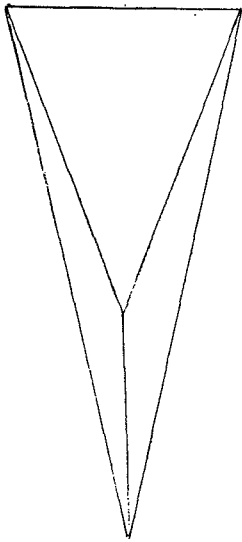
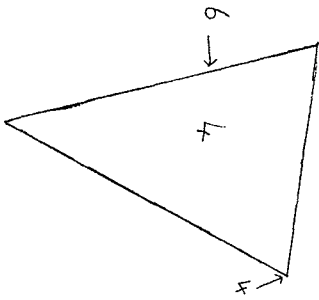


G 1/4 E

②

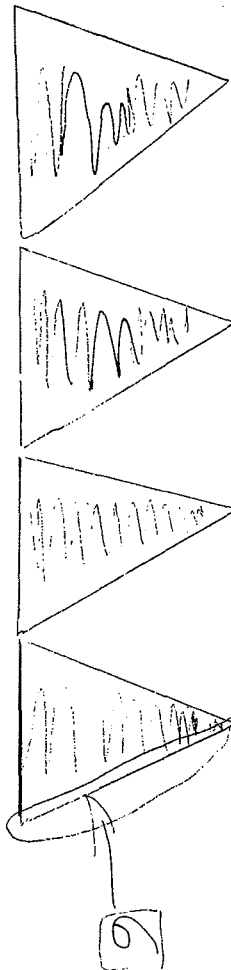
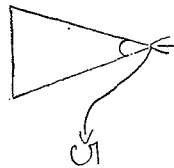
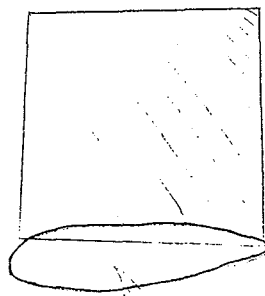
1^{ÈME}

ESSAI



G 1/4 F

G 1/4 G



A l'inverse, le message du groupe G 1/4 E est le patron presque parfait. Le groupe G 1/4 F a réalisé une vue "aérienne" du tétraèdre irrégulier et a correctement délimité (au 2ème essai) les contours d'une face, en indiquant les 6 arêtes, les 4 sommets et à l'intérieur le nombre de faces. La représentation est imparfaite, la vue "aérienne" masque la base du solide et on peut douter de la topologie des faces.

Le groupe G 1/4 G n'a pas respecté les critères angulaires et de longueurs de la pyramide à triangles équilatéraux puisque le dessin des polygones est mal exécuté. Les chiffres 6 indiquent la mesure de longueur en centimètres, le 5 le nombre de sommets. Toutes les faces sont présentes mais leurs rapports topologiques totalement inexistantes.

Mise en commun

La séance se termine par une **présentation** au groupe classe de **tous les messages**. Après un examen des techniques employées, les élèves essayent de **lier un message avec sa maquette**. C'est ainsi la première occasion de vérifier la pertinence des messages, d'éliminer éventuellement ceux ne correspondant pas à la consigne et de commencer à mettre à jour les critères. La vérification ultime de la **pertinence** d'un message serait la construction d'une copie. Toutefois les messages B, C et E emportent déjà les suffrages par leur simplicité et leur qualité.

VII - PROLONGEMENTS DU CYCLE

Dans la continuité des activités liées à la représentation, le maître de la classe engage le cycle de travail sur les patrons en reprenant les messages de manière à faire sentir les limites de certains d'entre eux, les avantages du dessin par rapport à la pâte à modeler ("transportable", "manipulable", précis et réellement plan) : seul le patron permet de restituer l'objet total dans toutes ses propriétés.

Le cycle doit continuer par les découpages d'un seul coup de ciseaux de maquettes en carton suivant les arêtes et leur mise à plat : le passage du solide au patron mono-bloc se valide ainsi dans les mains des élèves. Il est alors nécessaire d'encourager un grand nombre de manipulations de patrons : dessiner le patron d'un objet ou inversement réaliser la maquette d'un solide à partir d'un patron. Le patron devient ainsi un "cahier des charges" précis ; la validation de la réalisation est effective en découpant le nouvel objet et en le superposant au patron.

Peu à peu, en fonction des facultés d'abstraction particulières à chaque élève, le passage mental du solide au patron (et inversement) s'automatise. Un pas supplémentaire vers l'abstraction et la manipulation mentale des solides est franchi en codant les patrons (type "formule chimique").

Les activités du cycle Construction se mettent en place avec une maîtrise de l'outil géométrique. Les enfants progressent vers une meilleure utilisation de leur imagerie mentale : capacité à imaginer les faces cachées des solides, à manipuler mentalement les solides... . Les élèves deviennent donc aptes à laisser libre cours à leur imagination et à créer de nouveaux minéraux.

BIBLIOGRAPHIE

Direction des Ecoles - **Les cycles à l'école primaire** - Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports - CNDP, Hachette Ecoles, Paris 1991 - 128 p.

GEOLOGIE

Instructions officielles, Programmes et instructions du 15 mai 1985 - *Sciences et Technologie* - Ministère de l'Education Nationale, Direction des Ecoles

Instructions officielles, compléments aux programmes et instructions du 15 mai 1985 - *Biologie et Géologie* - Ministère de l'Education Nationale, Direction des Ecoles

Pierre BELLAIR, Charles POMEROL - *Eléments de géologie* - Armand Colin, coll. U - Paris, 1984 - 495 p.

Jacques DEBELMAS - *Découverte géologique des Alpes du Nord* - Ed. du BRGM - Orléans, 1979 - 83 p.

Jacques DEBELMAS - *Découverte géologique des Alpes du Sud* - Ed. du BRGM et Ed. OPHRYS - Orléans et Paris, 1982 - 83 p.

Vincenzo DE MICHELE - *Le monde des cristaux* - Grange Batelière S. A. - Paris, 1969 - 80 p.

PSYCHOLOGIE DE L'ESPACE

Louis LEGRAND - *Psychologie appliquée à l'éducation intellectuelle* - Actualités pédagogiques et psychologiques - Delachaux et Niestlé - Neuchâtel et Paris, 1968 - 158 p.

Encyclopédie de la Pléiade, sous la direction de Jean Piaget - *Logique et connaissance scientifique* - NRF, ed. Gallimard - Paris, 1967 - 1345 p.

Stephen M. KOSSLYN - *Les images mentales* - Revue La Recherche, N° 108 - février 1980 - p. 156 à 163

Renaud JAVELLAS, Catherine JAY - *La formation de l'espace euclidien dans l'analyse de paysages : test initial* - classe de CE1, Françoise Jameau, école E. Chatin Grenoble - IUFM Grenoble 1991

Renaud JAVELLAS - Rapport de DEA - Les représentations en géographie : discours et territoires S14 - *Eléments de réflexion au sujet des cartes mentales* - IGA Grenoble, USTMG, 1986

MATHEMATIQUES ET GEOMETRIE

Instructions officielles, compléments aux programmes et instructions du 13 mai 1985 - *Activités géométriques* - Ministère de l'Education Nationale, Direction des Ecoles

INRP, ERMEL - *Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire, cycle moyen - tome 3* - SERMAP, Hatier - Paris, 1982 - 272 p.

Caleb GATTEGNO - *Pour un enseignement dynamique des mathématiques* - Delachaux et Niestlé - Neuchâtel et Paris, 1965 - 206 p.

Françoise CERQUETTI-ABERKANE - *Dossier La géométrie* - Revue JDI, N° 2/135 è année - octobre 1992 - p. 49 à 63