INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES

Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon
cc 040
34095 MONTPELLIER Cedex 05
Tél : 04.67.14.33.83 - 04.67.14.33.84
Fax : 04.67.14.39.09
e.mail : irem@math.univ-montp2.fr

ENSEIGNEMENT MODULAIRE

Fascicule 2

Quatre fonctions de l'enseignement modulaire
Classe de Seconde

BASCOU Noël - BONAFE Freddy - BRUNET Robert - PELOUZET Bernard
et le groupe Géométrie de l'IREM de Montpellier

1993

Ce document, qui fait suite au fascicule 1 sur l'enseignement modulaire en classe de seconde, est le résultat d'une année de pratique de cet enseignement dans les classes.

Les nombreux échanges qui ont eu lieu lors des stages organisés à l'initiative de la MAFPEN, notre réflexion au sein du groupe géométrie de l'IREM de Montpellier nous ont permis de dégager :

- quatre fonctions essentielles de l'enseignement modulaire,
- quelques informations sur le vécu des élèves et leurs attentes devant cet enseignement,
- quelques séances de travail (de 1 h 30 sauf indication contraire) qui, sans constituer un modèle de ce qui peut être fait, ont l'avantage d'avoir été mises à l'épreuve des élèves, critiquées et modifiées, parfois même essayées à nouveau. Nous avons pour chacune d'entre elles précisé les objectifs et un déroulement possible en classe.

Cet "espace de liberté" que constitue l'enseignement modulaire nous paraît de nature à favoriser une meilleure connaissance de nos élèves et, de là, une meilleure approche pour une plus grande réussite de leur part.

Notre but sera atteint si aidé de ce document, le lecteur peut avancer dans cette voie.

Les Auteurs

N. BASCOU, F. BONAFE, R. BRUNET, B. PELOUZET et
le groupe Géométrie de l'IREM de Montpellier.

Quatre fonctions de l'enseignement modulaire

Les différentes activités modulaires élaborées à ce jour par de nombreux professeurs de mathématiques à partir de l'évaluation et des besoins constatés, montrent que quatre fonctions semblent prédominer dans l'éventail de celles que l'on peut attribuer à l'enseignement modulaire.

* individualisation du travail,
* acquisition de méthodes générales de travail,
* appropriation des connaissances,
* acquisition de méthodes de résolution de problèmes.

1/ Individualisation du travail

La gestion des horaires attribués à l'enseignement modulaire est variable d'un établissement à un autre, le fonctionnement des modules de mathématiques parallèlement à ceux d'autres disciplines ne permet pas toujours à l'enseignant de fixer son choix sur tel ou tel groupe d'élèves.

C'est pourquoi, il nous paraît important que, quel que soit l'objectif assigné, l'activité prenne davantage en compte les acquis et le rythme du travail de chaque élève, qu'elle puisse le mettre en confiance, le motiver, l'aider à se prendre en charge. Il nous semble qu'un canevas de travail polycopié est de nature à favoriser cette fonction d'individualisation quand l'activité s'y prête. Le travail en groupes (homogènes ou non) permet également une meilleure approche de l'élève.

2/ Acquisition de méthodes générales de travail

Il s'agit d'aider l'élève à prendre en charge son travail. Nous disposons ici de quelques séances qui nous paraissent adaptées :

1- utilisation d'un manuel

2- élaboration de fiches

3- utilisation d'une calculatrice.

3/ Appropriation des connaissances

Il s'agit de mettre en évidence ce qui est fondamental dans telle ou telle notion, et d'insister sur ce qui est sous entendu dans sa présentation classique, dans les notations qui l'accompagnent ou dans le vocabulaire utilisé. On dispose de :

4- somme et produit
5- situations et représentations graphiques
6- proportionnalité et alignement de points
7- construction et lecture de figures
8- trois langages : mots, symboles, graphiques
9- régionnement du plan
10- constructions à la règle et au compas

4/ Acquisition de méthodes de résolution de problèmes

On entend ici par problème tout exercice qui n'est pas la demande explicite d'une technique ou méthode donnée dans le cours. On entend par résolution la mise en évidence (et la rédaction ensuite) d'une solution argumentée. Il s'agit de faire réfléchir l'élève sur la pertinence des différents arguments donc sur la validité de la solution, et de lui donner des méthodes de recherche permettant une bonne argumentation.

Les activités déjà testées sont :

11- démonstration 1
12- démonstration 2
13- narration de recherche 1
14- narration de recherche 2
15- pavages et transformations du plan
16- problèmes d'ombres
17- la règle à bords parallèles
18- lecture, écriture d'un énoncé.

Bien sûr, on peut imaginer d'autres séances :

* étude d'une leçon
* rédaction d'un devoir.

Nous n'avons pas voulu (est-ce possible ?) être exhaustifs, mais simplement présenter ce qui pouvait être fait en classe.

Les élèves et l'enseignement modulaire

Nous avons interrogé 451 élèves répartis sur 3 lycées de l'Académie de Montpellier dans le but de connaître après six mois de pratique de l'enseignement modulaire, l'image qu'ils en avaient ainsi que leurs attentes.

Le questionnaire élaboré par les professeurs en stage au Lycée L. Feuillade de Lunel se présentait ainsi :

Pour vous, l'enseignement modulaire a été consacré à :
(Mettre une croix sur la ligne (ou les lignes))

.... Du soutien ....
.... De l'approfondissement ....
.... L'apprentissage de méthodes......... ....
.... Des séances d'exercices ....
.... Des exercices demandant des initiatives personnelles......... ....
.... Apprendre à rédiger......... ....
.... Apprendre à lire un texte......... ....
.... Réviser le cours......... ....
.... Préparer les contrôles......... ....
.... Faire du cours......... ....
.... Faire des travaux dirigés......... ....
.... Ouvrir les mathématiques à d'autres domaines......... ....

D'autres activités (préciser lesquelles) :
*
*
*

Pour vous, l'enseignement modulaire devrait être consacré à :
(Mettre un ordre de préférence)

Nous avons retenu pour le dépouillement la totalité des informations fournies par les élèves sur leur vécu, car ils n'avaient pas la consigne de mettre un ordre sur ces informations. Par contre concernant leurs souhaits nous avons retenu seulement les deux premiers voeux qu'ils avaient formulé chaque fois que ceux-ci étaient numérotés.

Les résultats sont les suivants :

Pour vous, l'enseignement modulaire a été consacré à :
(Mettre une croix sur la ligne (ou les lignes))

Total	En1	En2		
195	139	56	Du soutien	120
151	75	76	De l'approfondissement	205
130	72	58	L'apprentissage de méthodes	276
71	29	42	Des séances d'exercices	344
32	10	22	Des exercices demandant des initiatives personnelles	147
34	26	8	Apprendre à rédiger	164
20	8	12	Apprendre à lire un texte	104
47	16	31	Réviser le cours	75
104	61	43	Préparer les contrôles	84
10	3	7	Faire du cours	53
35	14	21	Faire des travaux dirigés	192
30	13	17	Ouvrir les mathématiques à d'autres domaines	45
			D'autres activités (préciser lesquelles) : * * *	

Pour vous, l'enseignement modulaire devrait être consacré à :
(Mettre un ordre de préférence)

En conclusion :

Concernant leur vécu :

On peut constater mais ce n'est pas une surprise que massivement ils ont fait des exercices... Mais ils y ont trouvé une réelle volonté de la part des enseignants de leur apprendre des méthodes, de leur demander des initiatives personnelles, d'approfondir les connaissances, et pour une part non négligeable de les entraîner à la lecture et à la rédaction.

Concernant leurs souhaits :

Contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, ce n'est pas une préparation aux contrôles ou une éventuelle révision du cours qui les préoccupe mais bien un soutien qui pourrait être ... un apprentissage de méthodes. L'approfondissement est aussi au centre de leurs préoccupations. parfois par l'ouverture des mathématiques à d'autres domaines (Histoire des mathématiques, économie, géographie sont quelquefois citées).

Le seul écart important porte donc sur cette notion de soutien. Peut-être faudrait-il affiner cette enquête afin de mieux cerner ce que les élèves entendent par soutien. Est-ce la demande d'une plus grande attention de la part des enseignants devant leurs difficultés ? Est-ce la demande implicite de voir cet enseignement modulaire produire un effet positif sur leurs résultats ? Notre sentiment est que nous travaillons là à la fois sur du court et du long terme et que la partie du travail qui concerne le long terme n'est pas immédiatement rentable pour l'élève. Mais doit-on pour autant sacrifier au court terme ?

MODULE 1

UTILISATION D'UN MANUEL

Objectifs

Au début de l'année, familiariser les élèves avec leur manuel.

Rendre les élèves plus autonomes dans leur travail en les familiarisant avec un instrument important du travail intellectuel.

Donner aux élèves une idée des différentes notions abordées dans le programme.

Réviser et préciser le sens de certains termes mathématiques pour faciliter la compréhension de textes.

Déroulement

Chaque élève a un livre.

On fait d'abord une analyse de la structure du livre.

On fait ensuite une analyse de la structure d'un chapitre.

Le professeur fait chercher dans le livre des définitions, des propriétés, des énoncés, des réponses.

Les élèves, en même temps ou à la fin peuvent élaborer et écrire une synthèse, sorte de mode d'emploi du manuel qui peut se présenter sous la forme des deux pages suivantes.

Remarque

Ce module a été rédigé pour l'utilisation du manuel de 2nde de la collection Fractale - Edition Bordas. Il peut être adapté à tout manuel de 2nde.

UTILISATION DU MANUEL

1) Description du livre

- Avant-propos qui donne la description de la structure d'un chapitre.
- Sommaire : dix-sept titres de chapitre numérotés et mention d'une partie consacrée aux réponses à des exercices.
- Chapitres : ils constituent la majeure partie du livre.
- Réponses à des exercices.

2) Structure d'un chapitre

- Activités préparatoires :

  Introduction à la notion nouvelle développée dans le chapitre.

  Révision des concepts et des méthodes antérieures.

  A lire éventuellement, pas à savoir.

- Cours :

  Contient les définitions et les propriétés essentielles.

  A apprendre et à savoir.

- Travaux pratiques :

  Exemples d'utilisation des définitions et des propriétés du cours.

  A refaire au brouillon.

- Fiches méthode :

  Donnent les différentes façons de démontrer une propriété. Autrement dit des connaissances à utiliser pour résoudre un exercice.

  A consulter lorsque vous ne savez pas comment commencer un exercice.

- Exercices commentés :

  Des exercices types avec leur corrigé, pour s'entraîner.

  A refaire au brouillon en consultant le corrigé si vous êtes arrêtés ou pour vérifier quand vous avez terminé.

- Exercices et problèmes :

→ Q.C.M. : questions à choix multiple.

(Exercices particuliers dans lesquels il faut choisir la bonne réponse entre trois possibles. Ils vous permettent de savoir si vous avez bien compris une notion. Réponses en fin de livre).

→ Problèmes

(Plus longs et plus généraux que les exercices, et classés par difficulté).

3) Réponses

En fin de livre. Elles sont classées par chapitres et numéros. Les réponses ne sont pas la solution des exercices sauf pour les Q.C.M., elles sont seulement le résultat sans démonstration.

Compléter :

1- Dans quel chapitre peut-on trouver des propriétés sur les coordonnées d'un point ?

2- Où trouver des renseignements sur le tétraèdre régulier ?

3- Trouver dans le livre la définition de deux droites orthogonales.

4- Trouver dans le livre la définition de deux vecteurs colinéaires.

5- Trouver dans le livre une propriété de la projection orthogonale d'un segment.

6- Combien votre livre donne-t-il de propriétés de l'homothétie ?

7 Trouver le 4ème exercice d'entraînement sur les équations

8- Trouver la réponse à l'exercice n°75 du chapitre sur les activités numériques.

9- Trouver la définition de l'équation cartésienne d'une droite

10- Trouver deux exemples de mise en équation d'un problème

MODULE 2

ELABORATION DE FICHES

Objectif

Aide à l'acquisition de méthodes générales de travail. Peu d'élèves ont spontanément l'idée de constituer des formulaires ou des recueils de théorèmes pour faciliter les révisions ou pour faire le point sur des notions rencontrées au cours de l'année et des années antérieures.

Il s'agit ici de promouvoir cette méthode de travail avec comme sujet d'étude les transformations que les élèves ont rencontrées depuis la classe de 6ème.

Déroulement

Les élèves travaillent individuellement mais chacun peut échanger des idées avec son voisin. Ils ont pour consigne d'élaborer 4 fiches :

1/ TRANSFORMATIONS DU PLAN (récapitulation des transformations rencontrées, vocabulaire et propriétés communes aux isométries). Pour cette fiche, un canevas leur est distribué sur lequel ils doivent compléter les dessins et les phrases.

2/ REFLEXION (Propriétés spécifiques)

3/ SYMETRIE CENTRALE (Propriétés spécifiques)

4/ ROTATIONS (Propriétés spécifiques)

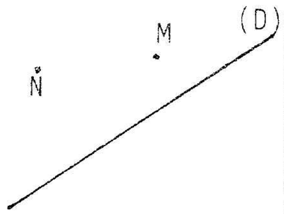
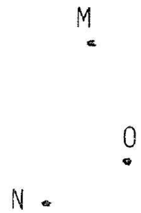
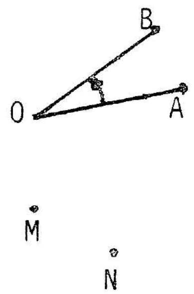
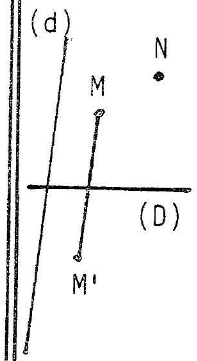
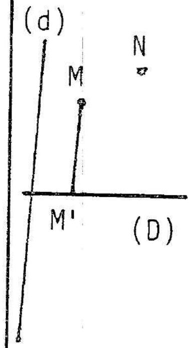
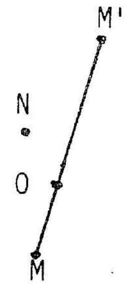
Pour chacune de ces 3 fiches un plan d'étude est proposé.

Remarques

- Les élèves ont travaillé pendant 1 h 30 en module et ils ont terminé à la maison.
- Voir en annexe une séance de T.D. TRANSFORMATIONS DU PLAN qui a précédé ce module. Il y a eu aussi des leçons et exercices plus classiques (sur VECTEUR-TRANSLATION et sur HOMOTHETIE, etc ...).

On note M' l'image du point M $M \in (P) \mapsto M' \in (P)$

Lorsqu'un point est commun à deux figures, son image est commune aux images de ces deux figures.
On appelle POINT INVARIANT un point qui est confondu avec son image.
On appelle FIGURE INVARIANTE POINT PAR POINT une figure formée uniquement par des points invariants.
On appelle FIGURE GLOBALEMENT INVARIANTE une figure confondue avec son image.

REFLEXION S_D Symétrie orthogonale	SYMETRIE CENTRALE S_O	TRANSLATION $T_{\vec{u}}$	ROTATION $\mathcal{R}(O; A \mapsto B)$	SYMETRIE AXIALE	PROJECTION	HOMOTHETIE	AUTRES ?
							Voir TD sur Transformations

- Quels que soient M et N dans le plan (P) on a M'N' = ... (<u>conservation des distances</u>).
Ces transformations sont appelées des ISOMETRIES.

- Deux points M et N étant donnés, en général on a M'N' .....MN

CONSEQUENCES

- Quels que soient M, N, P alignés alors les images M',N', P' sont des points ......
- L'image d'une droite est ....
- L'image d'un segment est un .... de même ....
- L'image d'un cercle de centre O est le ....de centre .... image de O et de même ......
- L'image d'un angle est un .... de .... mesure
- L'image de la figure formée de deux droites parallèles est formée de ....
- L'image de la figure formée de deux droites perpendiculaires est formée de ....
- L'image du milieu I d'un segment [MN] est le .... I' de l'image .... de ce segment
- L'image de 2 segments [MN] et [AB] dont les longueurs sont dans le rapport x.
(AB = x MN) est formée de 2 segments .... et .... dont les .... sont dans le même rapport A'B' = ...

Suivant la transformation considérée certaines des propriétés ci-contre restent-elles valables ?.

FICHE 2	REFLEXION	Propriétés spécifiques
FICHE 3	SYMETRIE CENTRALE	
FICHE 4	ROTATION	

<u>Plan d'étude proposé pour chacune de ces trois fiches</u> :

Les éléments (*) de la transformation étant donnés, dégager à partir des leçons et exercices antérieurs :

- Un algorithme de construction de l'image d'un point (ou la définition).
- Les positions relatives d'une droite et de son image.
- Les points invariants et les figures invariantes point par point.
- Les principales figures globalement invariantes (cela peut nous conduire très loin).

* Eléments de transformation :

- Pour une réflexion notée S_D, c'est son axe D.
- Pour une symétrie centrale notée S_O, c'est son centre O.
- Pour une rotation notée $\mathcal{R}(O;A \to B)$,.c'est son centre O et la donnée d'un point A avec son image B.

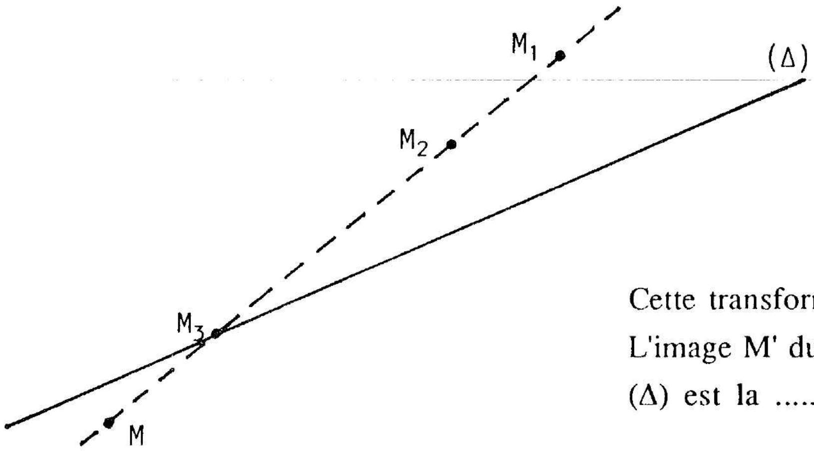
ANNEXE

TD TRANSFORMATIONS DU PLAN

Exemple 1 : La droite (Δ) est donnée.

M quelconque ⟶
- On trace la demi-droite [Mx) sécante et perpendiculaire à (Δ)
- On prolonge d'une longueur égale de l'autre côté de (Δ).

⟶ M' image de M



Construire les images de chacun des points M_1, M_2, M_3, M_4, ci-contre.

Cette transformation est une ....

L'image M' du point M est appelée "le ....

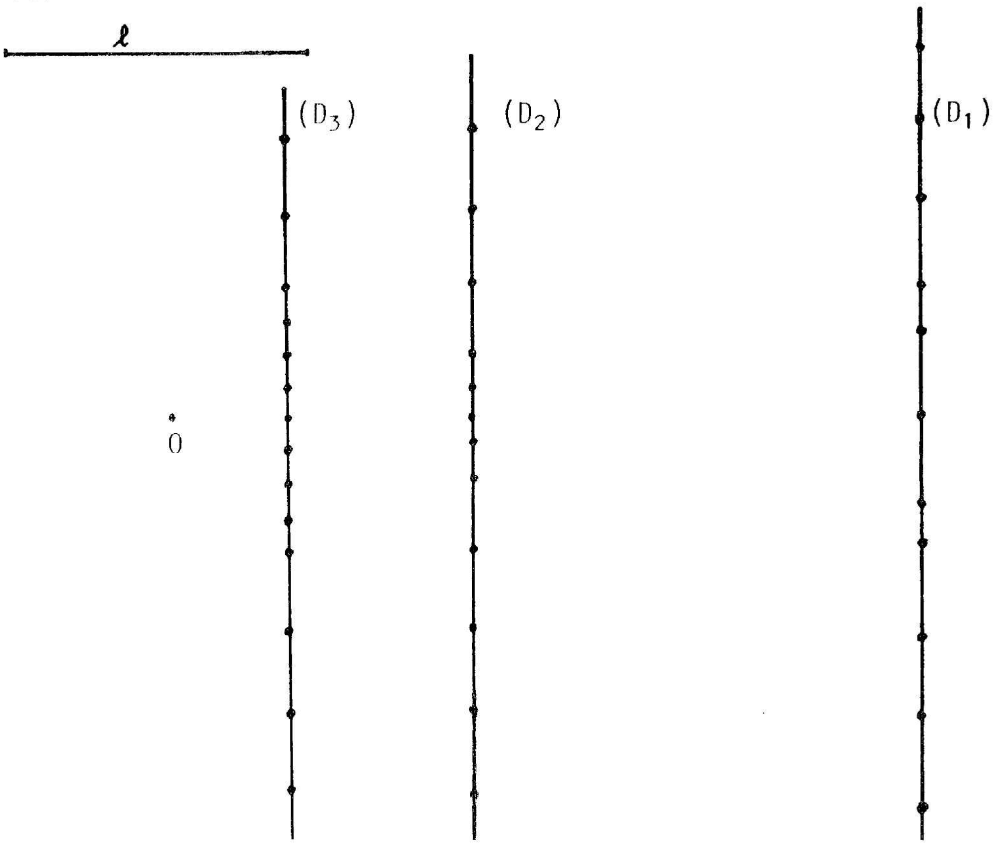
(Δ) est la .... du segment [MM']

Exemple 2 : Le point O est donné. La longueur ℓ est donnée

M quelconque $M \neq O$ ⟶
- On trace la demi-droite [Mx) contenant O
- A partir de M, on reporte la longueur ℓ sur [Mx)

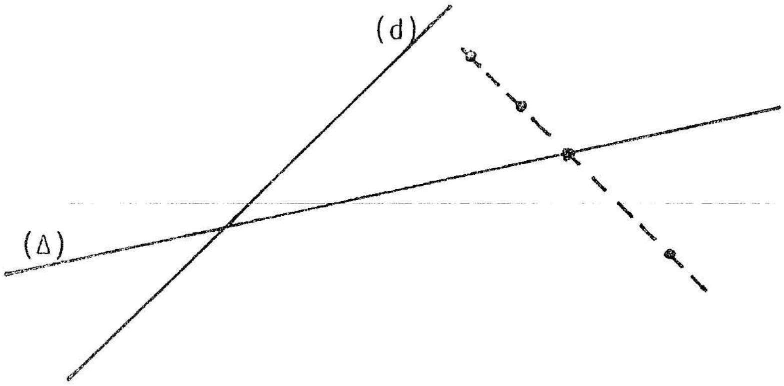
⟶ M' image de M

Construire les images de chacun des points placés sur les droites (D_1) (D_2) (D_3) ci-dessous.



<u>Exemple 3</u> - Les droites (Δ) et (d) sont données sécantes

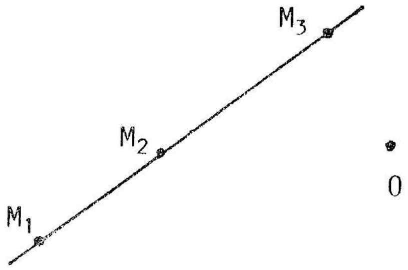
M quelconque ⟶ | - On trace [Mx) parallèle à (d) et sécante à (Δ)
- On prolonge d'une longueur égale de l'autre côté de (Δ) | ⟶ M' image de M



Construire les images des quatre points placés ci-contre.

<u>Exemple 4</u> : Le point O est donné

Construire les images de M_1, M_2, M_3, dans la symétrie centrale de centre O.



Compléter

M quelconque ⟶ | - On trace ....
- On prolonge .... | ⟶ M'

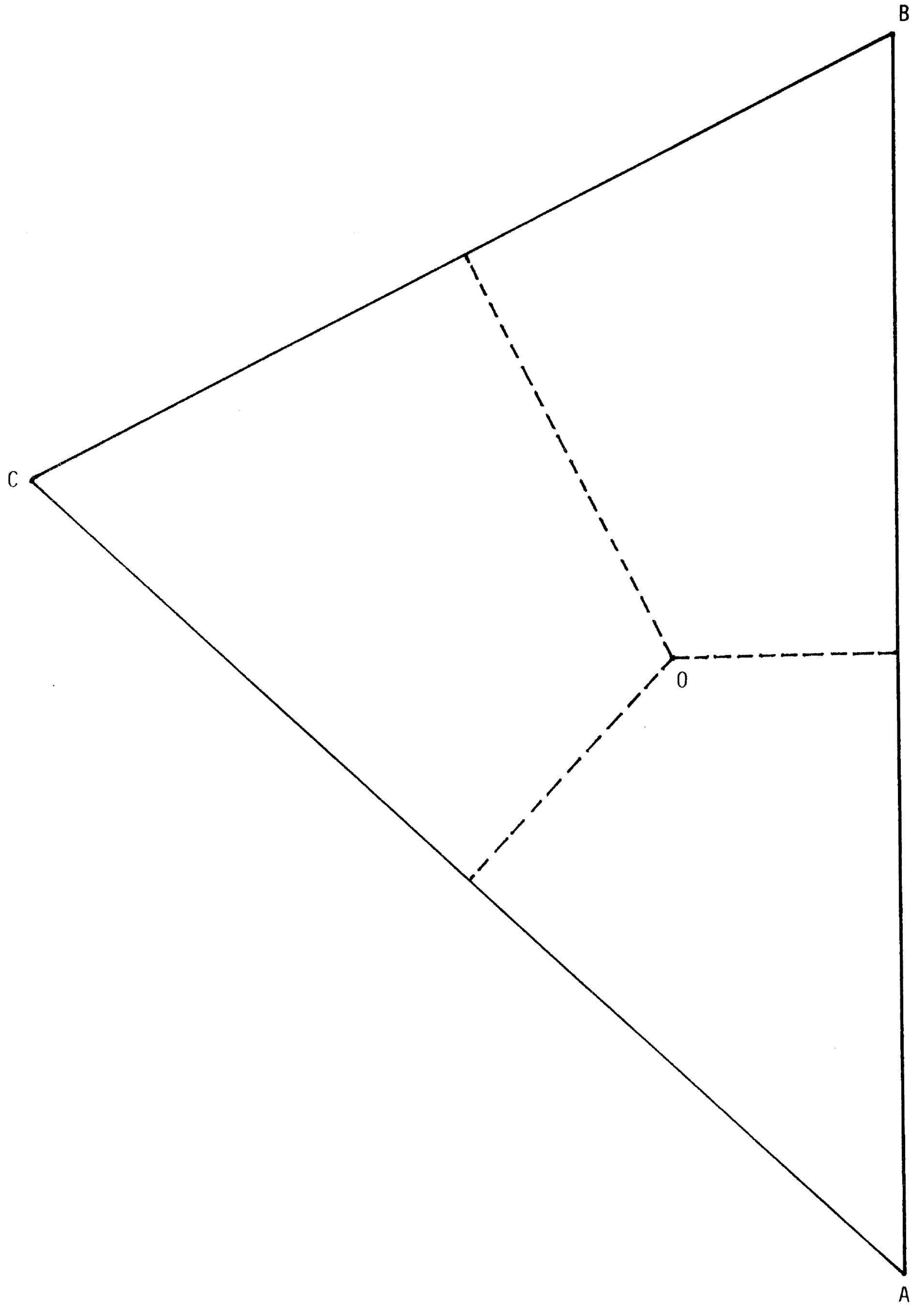
<u>Exemple 5</u> : Mêmes données que pour l'exemple 2

M quelconque $M \neq O$ ⟶ | - On trace [Mx) contenant O
- On trace [My) opposée à [Mx)
- A partir de M on reporte sur [My) la longueur ℓ | ⟶ M'

Reproduire la figure donnée à l'exemple 2 et construire les images de chacun des points M dans cette nouvelle transformation du plan.

<u>Exemple 6</u> :

Même procédé de construction que pour l'exemple 2 avec $\ell = 3$ cm
Construire les images de différents points pris sur les côtés du triangle ABC.



MODULE 3

UTILISATION D'UNE CALCULATRICE

Objectif

L'essentiel est d'apprendre à mieux connaître sa machine, c'est à dire sa logique opératoire, quelques sources d'erreurs, quelques possibilités au delà des simples opérations.

Déroulement

Chaque élève travaille à son rythme avec sa machine. Pour l'exercice 1, on peut constater que les principales difficultés sont dues au parenthésage ainsi qu'à la nature du signe "   ", en effet son rôle opératoire ou prédicatoire n'est pas toujours très clair pour les élèves et rares sont les machines qui acceptent le même symbole dans les deux cas.

Ce point a dû faire l'objet d'une intervention de l'enseignant.

Les élèves sont souvent surpris devant les erreurs de l'exercice 2 (certaines calculatrices donnaient même 6200 comme réponse à $170\,924\,631^2 \quad 170\,924\,630^2$).

Pour l'exercice 3, que les plus rapides ont conduit pratiquement à son terme, une fiche "aide" était à leur disposition; il a fallu également les guider individuellement dans la question (3). L'exercice 4 n'a pu être abordé dans le temps imparti de 1 h 30, il fera l'objet d'un travail ultérieur

Exercice 1 : Effectuez les calculs ci-dessous. Pour chacun d'eux figure le résultat obtenu par troncature à la 3ème décimale. Si votre résultat est différent, refaites le calcul en notant la suite d'opérations et vérifiez avec le professeur.

A : $2{,}41 - 0{,}41 - 2{,}3 \times 4{,}1 \times (-1{,}2)$	13,316
B : $\dfrac{-13{,}7 \times (-4{,}9) \times (-6{,}2)}{-7{,}4}$	56,244
C : $\dfrac{15 - 3{,}8 + 17 \times (-7)}{11{,}21}$	- 9,616
D : $\dfrac{13{,}7 - 2{,}3 \times 15}{0{,}07 \times 3{,}1 \times 0{,}4}$	- 239,631
E : $\dfrac{(4{,}8-9) \times (7{,}4-5)}{5 \times [17{,}4-(3{,}8 \times 1{,}2 - 0{,}9)]}$	- 0,146
F : $\sqrt{15{,}4} - \sqrt{4{,}8} \times 2{,}8$	- 2,210
G : $\sqrt{15{,}4^2 + 7{,}8^2 - 9{,}7^2}$	14,279
H : $(8{,}4^2 + 11{,}5^2)^2 \times 1080^2$	$4{,}79 \cdot 10^{10}$
I : $\dfrac{0{,}08^2 \times \sqrt{0{,}7}}{3{,}5^2 \times \sqrt{0{,}143}}$	$1{,}155 \cdot 10^{-3}$
J : $- 14{,}5^4 \times 5{,}3^2$	- 1241720,2

Exercice 2 : Quelques limites de la machine ...

(1) Effectuer les calculs suivants à la machine, puis à la main. Comparer et expliquer :

A : $\dfrac{515{,}000\,0001}{5}$

B : $170\,924\,631^2 - 170\,924\,630^2$

C : $\dfrac{71\,350\,749 + 0{,}000\,000\,1 - 71\,350\,749}{0{,}000\,000\,1}$

(2) Les nombres suivants sont-ils égaux ?

$\dfrac{23}{17}$ et $1{,}352\,941\,1764$

Exercice 3 : Pour profiter de quelques possibilités de la machine ...

(1) Calculer à la machine le nombre :

490 732 815 440 + 155 430 987 616

Pour cela on peut écrire A = 490 732 x 10^6 + 815 440

et B = ...x 10^6 + ...

ainsi A + B = ...x 10^6 + ...

peut être réalisé à la machine et le résultat est

A + B =

(2) Imaginer une méthode comparable permettant de calculer à la machine

30 583 285 x 18 381 504

(3) Plus difficile ...

a) Quelle est la 18ème décimale de $\frac{19}{43}$

b) Quelle est la 30ème décimale de ce nombre ? Et la 1000ème ?

(voir feuille "Aide").

Exercice 4 : Calculs répétitifs et programmation

On applique une taxe de 18,6% sur une série d'articles. On donne les prix hors taxes (H.T.). Donner les prix avec taxe (T.T.C.).

Prix H.T.	420	480	510	610,50	920,50	1005,50
Prix T.T.C.						

On peut remarquer que si x est le prix H.T. et y le prix T.T.C. alors y = x + 18,60% x donc

$y = x + \frac{18,6}{100} x = 1,186\ x$

Méthode 1 : On met en mémoire le nombre 1,186 et on l'utilise.

Méthode 2 : On programme la fonction f(x) = 1,186 x

(voir feuille "Aide" pour la programmation)

AIDE

* A propos de $\frac{19}{43}$ ...

Lorsque l'on effectue ce calcul à la machine, on obtient 0,441860451. Admettons que les 6 premières décimales soient exactes, le calcul 19 - 43 x 0,441860 donne le reste de la division de 19 par 43 lorsque le quotient est 0,441 860, soit 0,00002. Si l'on divise ce reste par 43 on obtient $4{,}651162791 \times 10^{-7}$. Si l'on considère que les 6 premiers chiffres sont exacts, ce sont les six décimales suivantes, on obtient maintenant 0,441 860 465 116. On peut ainsi poursuivre ...

* Programmer sur une ...

CASIO fx 180p

1/ Mode 0
2/ P_1
3/ INV x 1,186
4/ Mode•
5/ 4 P_1 est l'image de 4

TI 66

1/ LRN
2/ LBL A
3/ x 1,186
4/ INV SBR
5/ LRN
6/ 4A est l'image de 4

CASIO 7000

1/ Mode 2
2/ Prog 0 EXE
3/ ? → X EXE
4/ 1,186 x X EXE
5/ Mode 1
6/ Prog0 EXE
7/ 4 EXE est l'image de 4

TI 81

1/ Y =
2/ 1,186 x X ENTER
3/ PRGM1 EDIT ENTER
4/ IMPUT x ENTER
5) DISP Y_1 ENTER
6/ 2^{nd} QUIT
7/ PRGM1 EXEC ENTER
8/ 4 ENTER est l'image de 4

MODULE 4

SOMME ET PRODUIT

Objectif

L'analyse des erreurs de calcul commises dans les tests d'évaluation (et ailleurs) fait apparaître que dans presque tous les cas les causes d'erreurs sont les mêmes : l'écriture d'un nombre sous forme de somme S ou de produit P n'est pas repérée.

Les exercices qui suivent ont pour but de mettre cela en évidence et d'en apprécier les conséquences sur quelques simplifications de fractions.

Déroulement

Ce travail a été abordé dans une première séance durant 1/2 heure, les élèves travaillaient individuellement. La deuxième séance de 1heure 30 a permis de réaliser les exercices 1, 2, 3 pour les plus rapides (qui ont bloqué -mais c'est normal !- sur le calcul (4) de l'exercice 3). On peut remarquer que dans l'exercice 1, le (8) n'est abordable que par la somme contrairement aux précédents. Les exercices 4 et 5 qui devaient permettre un contrôle des acquisitions n'ont pu être traités, ils le seront plus tard dans une séquence "normale" de classe en TD.

Dans l'exercice 1, les élèves ont eu beaucoup de difficultés à adopter la méthode proposée : calcul de P, calcul de S, vérification. Leur démarche naturelle était plutôt : calcul de P, développement, forme S.

Remarques

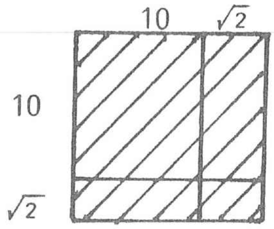
Cette séance, effectuée relativement tôt dans l'année scolaire, a servi pour la suite de référent pour toute activité faisant intervenir développement ou factorisation. L'évaluation de l'écriture d'un nombre sous forme de somme ou produit facilitant les divers passages.

Les nombres proposés dans les exercices sont la conséquence d'un choix. Si les racines carrées sont de nature à bloquer les élèves on peut les remplacer par des fractions, des lettres, etc...

Exercice 1

Calculer la surface hachurée en l'exprimant sous forme de somme S et sous forme de produit P. Vérifier que S = P.

(1)

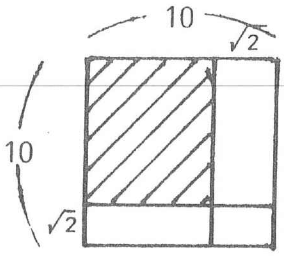


P =

S =

Vérification :

(2)

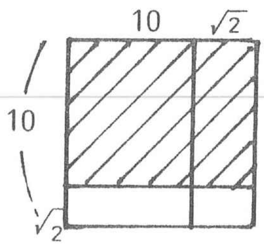


P =

S =

Vérification :

(3)

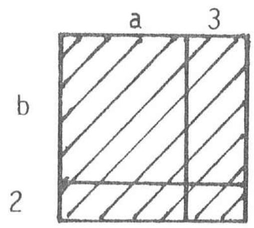


P =

S =

Vérification :

(4)

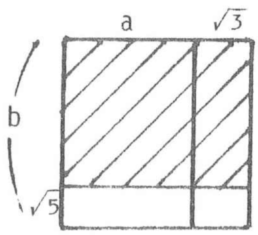


P =

S =

Vérification :

(5)

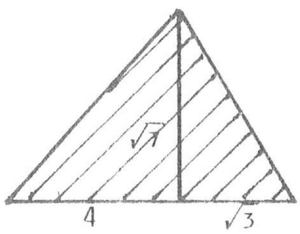


P =

S =

Vérification :

(6)

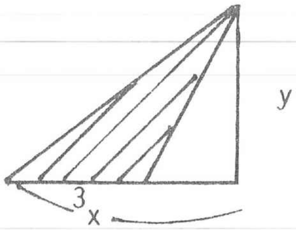


P =

S =

Vérification :

(7)

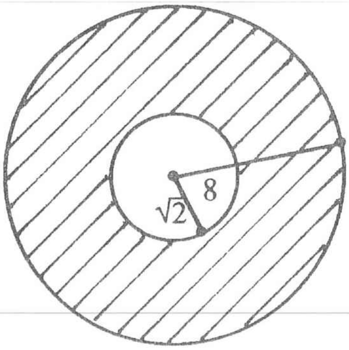


P =

S =

Vérification :

(8)



P =

S =

Vérification :

Exercice 2

Donner les dimensions d'un rectangle dont la surface s'exprime par :

1) $\sqrt{3}\ (a+2)) + \sqrt{5}(a+2)$

l = L =

2) $(3+\sqrt{2})\ (a - \frac{1}{2}) + (3+\sqrt{2})\ (a+4)$

l = L =

3) a^2+2a

l = L =

4) $(3 - \sqrt{2})\ (\frac{3}{4} + x) + (\frac{1}{3} - x)\ (3 - \sqrt{2})$

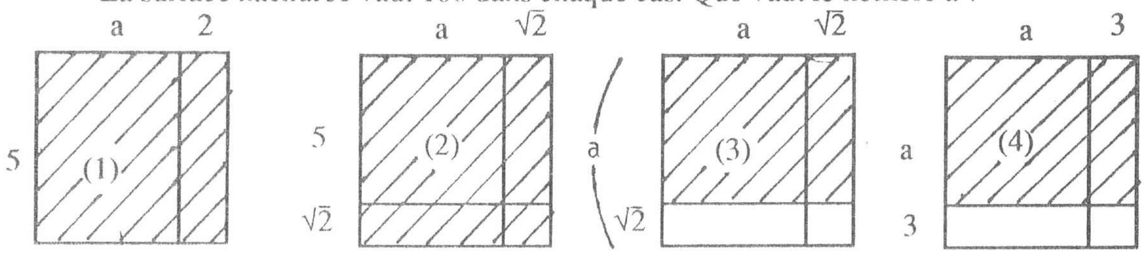
l = L =

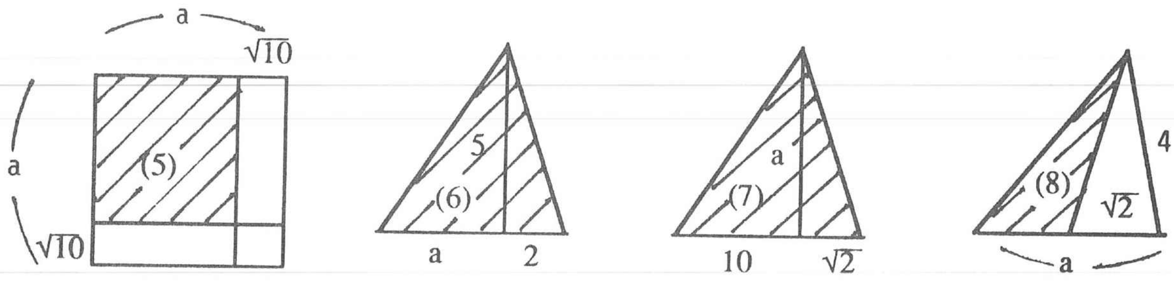
5) $a^2 + 3b + 3a + ab$

l = L =

Exercice 3

La surface hachurée vaut 100 dans chaque cas. Que vaut le nombre a ?





Exercice 4

1/ Le nombre A = 2 + 3 x 5 - 4 est-il une somme ou un produit ?
Effectuer le calcul.

2/ A l'aide de parenthèses placées convenablement dans

2 + 3 x 5 - 4

faites-en un produit que vous calculerez : B =

puis deux sommes différentes que vous calculerez

C =

D =

Exercice 5

Simplifier si possible les fractions suivantes :

$A = \dfrac{3 \times 17}{3 \times 5 - 3 \times 2}$

$B = \dfrac{3 \times 17}{3 \times 5 - 3}$

$C = \dfrac{3 \times 17}{3 \times 5 - 2}$

$D = \dfrac{3 \times 28}{4 + 3}$

$E = \dfrac{3 + 28}{4 \times 3}$

$F = \dfrac{4 + 28}{4 \times 3}$

$G = \dfrac{2a + b}{a + b}$

$$H = \frac{4a + 4b}{a + b}$$

$$I = \frac{2a + 4b}{2 + 4}$$

$$J = \frac{25}{2\sqrt{5}}$$

$$K = \frac{2\sqrt{3} - \sqrt{6}}{5\sqrt{3}}$$

MODULE 5

SITUATIONS ET REPRESENTATIONS GRAPHIQUES

Objectif

Améliorer la compréhension du message que constitue une représentation graphique cartésienne, pas forcément dans le cadre des fonctions.

* Codage d'une situation par une représentation graphique
* Décodage
* Passage d'un codage à un autre.

On voudrait donner du sens aux représentations en provoquant un travail le plus autonome possible de l'élève.

Déroulement

Ce travail a été effectué par groupes de 18 élèves travaillant individuellement (avec échange d'idées autorisé) au cours de deux séances de 1h30 chacune.

1ère séance : parties 1 et 2

2ème séance : partie 3.

Remarques

De fréquentes interventions ont été nécessaires de la part du professeur (compréhension de l'énoncé, éléments de correction). En particulier, dans les parties 2 et 3, on peut rencontrer quelques difficultés de compréhension de la différence entre d et x. C'est pourquoi les questions 1 de la partie 2 et 1 de la partie 3 ont été rajoutées après l'expérimentation.

Partie 1

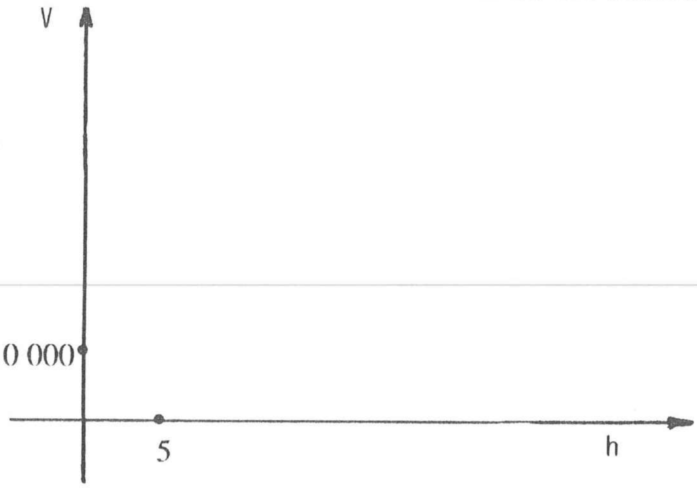
1°) On remplit un aquarium en forme de pavé droit de hauteur 30 cm et de base 50 cm sur 30 cm.

On appelle h la hauteur d'eau en cm et V le volume en cm^3.

a) Compléter

V = ... h

h	0	10	20	30
V				



b) Le volume est-il proportionnel à la hauteur ?

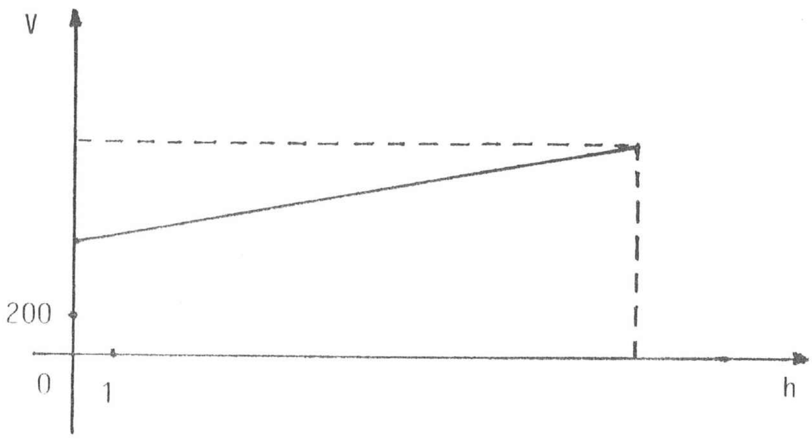
c) Sur le graphique, lire quelle est la hauteur correspondante à un volume de 27000 cm^3 ?

2°) On remplit un verre de forme cylindrique de hauteur 15 cm et dont le rayon de base est 5 cm.

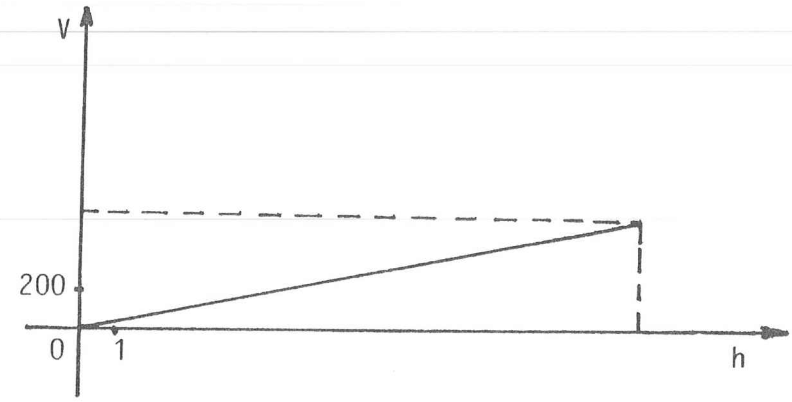
On appelle h la hauteur d'eau et V le volume (en cm et cm^3).

Lequel des graphiques suivants représente-t-il cette situation ?

(a)

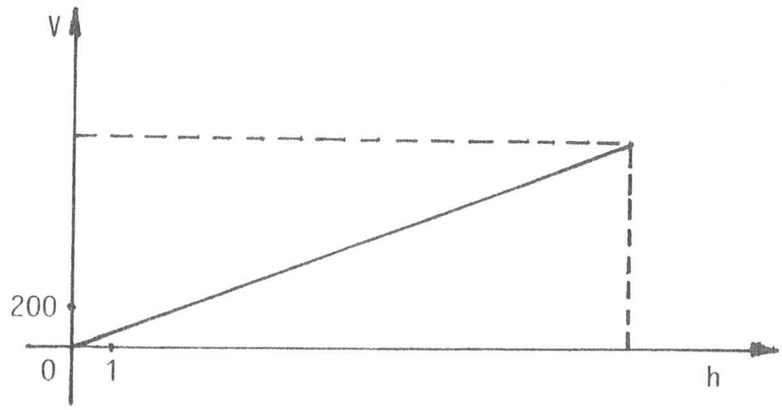


(b)



(c)

(d)



3°) On considère une série de verres pleins à ras-bord (7 verres cylindriques). Ils ont tous la même hauteur 15 cm mais les rayons des cercles de base sont 3 cm, 3,5 cm, 4 cm, 4,5 cm, 5 cm, 5,5 cm et 6cm.

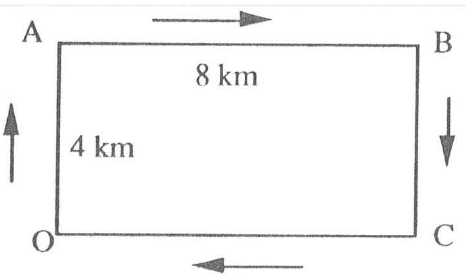
On appelle R le rayon et V le volume du verre plein.

a) Compléter V = ... R Le volume est-il proportionnel au rayon ?

b) Construire un diagramme correspondant à cette situation.

Partie 2

Un piéton parcourt à la vitesse moyenne de 2 km/h un circuit autour d'un lac rectangulaire OABC.



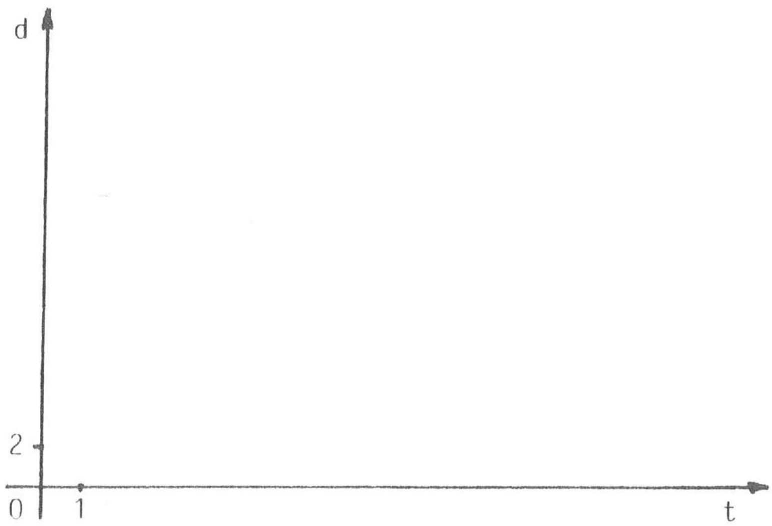
Il part du point O, passe successivement en A, B, C et continue jusqu'à O.
On appelle d la distance parcourue au bout du temps t, dans le sens O → A → B → C → O.
On appelle x la distance la plus courte qui le sépare de son point de départ O au bout du temps t dans le sens le plus favorable.

1°) Reproduire le rectangle OABC en 4 exemplaires en prenant pour échelle 1cm pour 1km. Placer les points P_1, P_2, P_3, P_4 représentant les positions du piéton respectivement pour d = 3, d = 8, d = 13, d = 16. (Un point sur chaque figure).

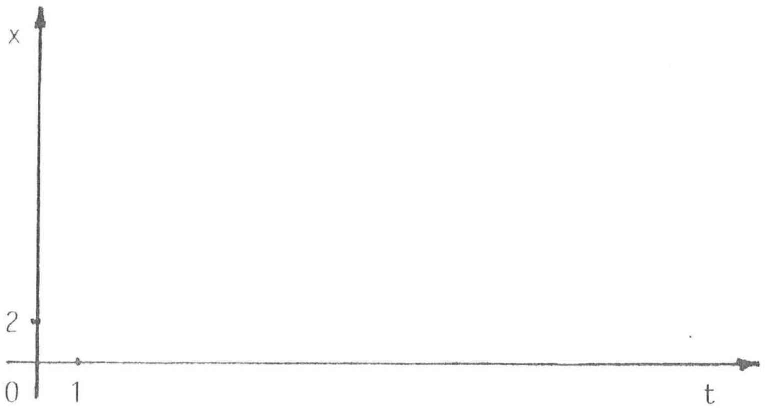
2°) Compléter :

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d													
x													

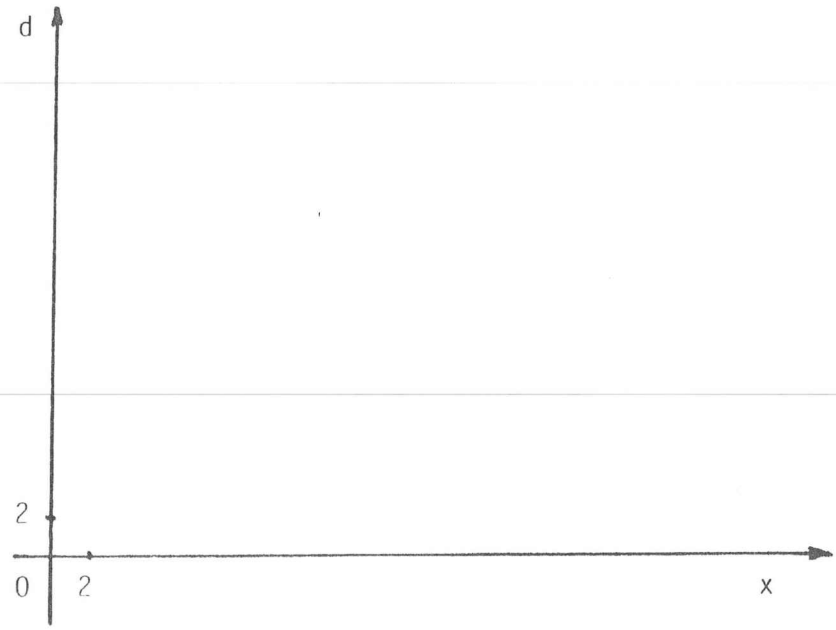
(a)



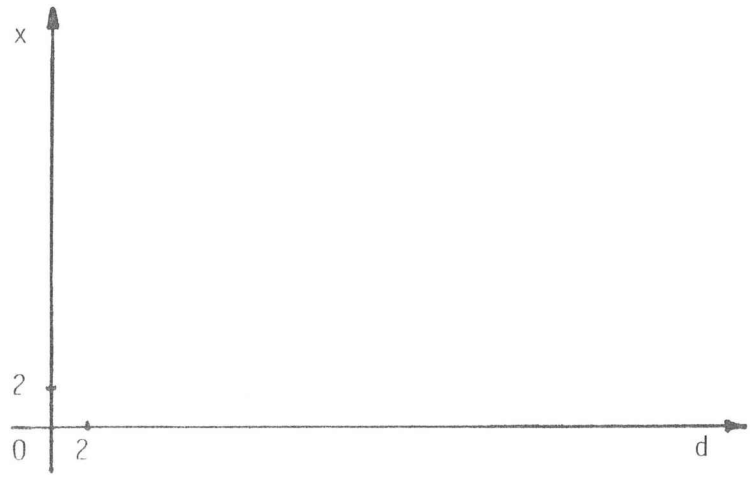
(b)



(c)



(d)

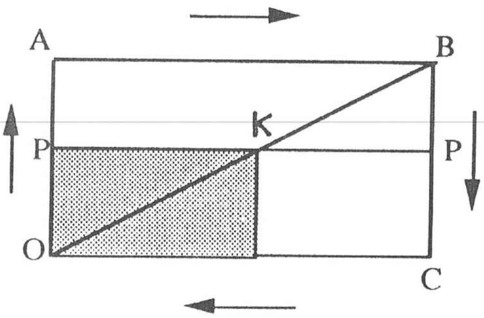


Partie 3

La situation est la même que celle décrite dans la partie 2.

Pour chaque position du piéton P sur son circuit, on calcule le périmètre p du rectangle colorié ci-contre obtenu en construisant la parallèle au côté (OC) passant par P. Cette parallèle coupe (OB) en K; on mène enfin par K la parallèle au côté (OA).

Le rectangle colorié $\mathcal{R}$ a toujours pour diagonale [OK].

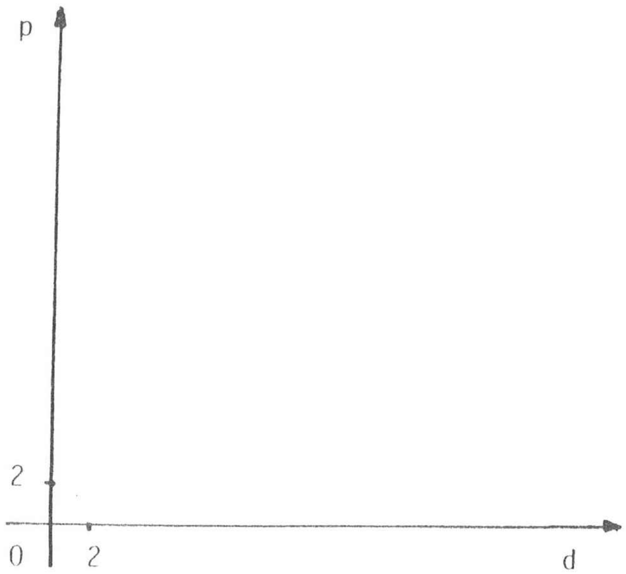


1°) Construire le rectangle $\mathcal{R}$ sur chacune des quatre figures réalisées dans la question 1 de la partie 2.

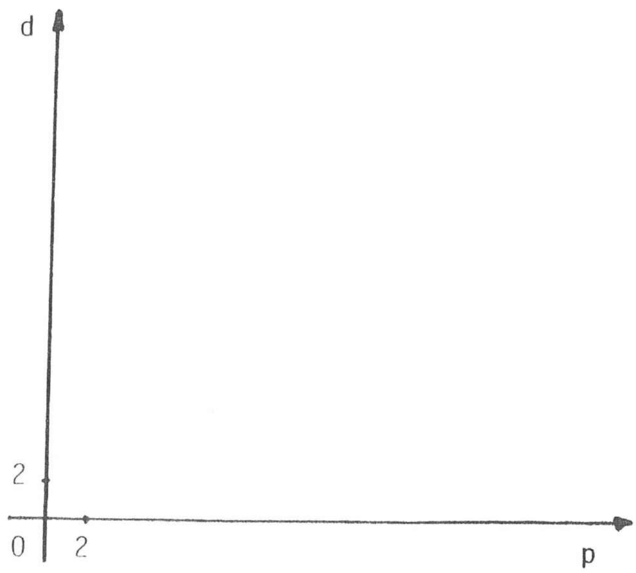
2°) Compléter

d	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
p													

et reporter les points correspondants sur les diagrammes.



(a)



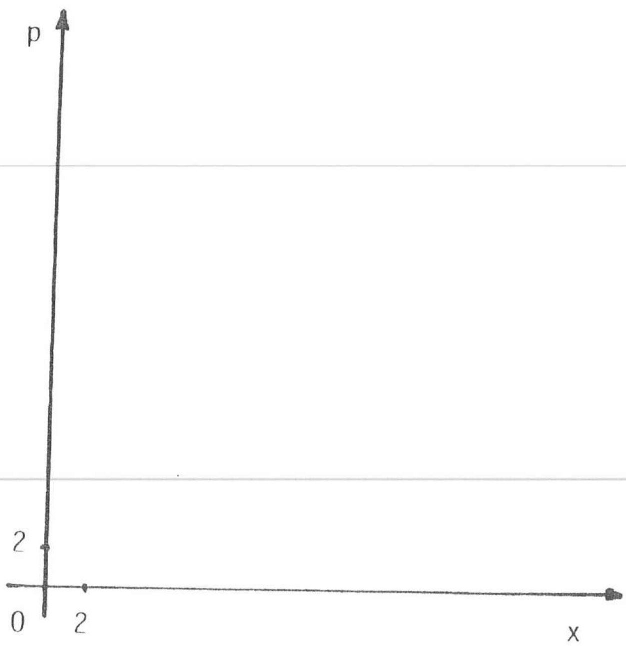
(b)

3°) Calculer le périmètre p en fonction de d lorsque le piéton passe en toute position entre O et A ($O \leq d < 4$).

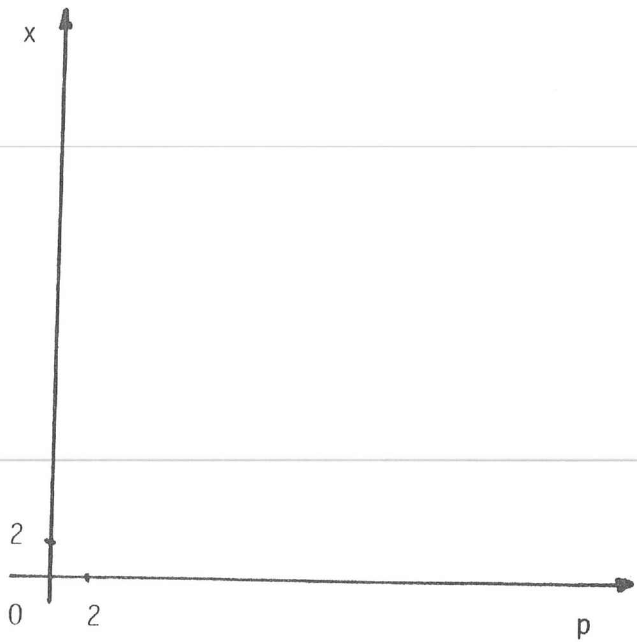
Même question lorsque P est entre A et B, puis entre C et O.

Compléter alors les diagrammes du a) ci-dessus.

4°) Construire de même les diagrammes



(c)



(d)

MODULE 6

PROPORTIONNALITE ET ALIGNEMENT DE POINTS

Objectif

L'objectif principal est la mise en place de la notion de fonction affine en reliant la proportionnalité des accroissements à l'alignement des points.

Déroulement

La séance a permis la réalisation des exercices 1, 2, 3 qui étaient plus particulièrement centrés sur l'objectif.

Les élèves travaillaient seuls sauf pour ce qui concerne l'alignement des points; là ils devaient par groupes de 4 fournir une justification à cet alignement. Comme la notion de vecteurs colinéaires n'avait pas été abordée, il a fallu trouver une méthode permettant de justifier l'alignement de 3 points dans un repère. Seule l'intervention des angles et de la tangente d'un angle a pu fournir une réponse correcte : il s'agit du résultat classique $\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} = \frac{y_3-y_1}{x_3-x_1}$.

Les exercices 4 et 5 ont été traités en dehors de la classe, ils portaient particulièrement sur les notions de fonction et de fonction par intervalles (on retrouve ces exercices dans le module intitulé "Situations et représentations graphiques", de façon plus détaillée).

Exercice 1 :

On remplit un aquarium en forme de pavé droit de hauteur 30 cm et de base 50 cm sur 30 cm. On appelle h la hauteur d'eau en cm et V le volume d'eau en cm^3.

1) Compléter

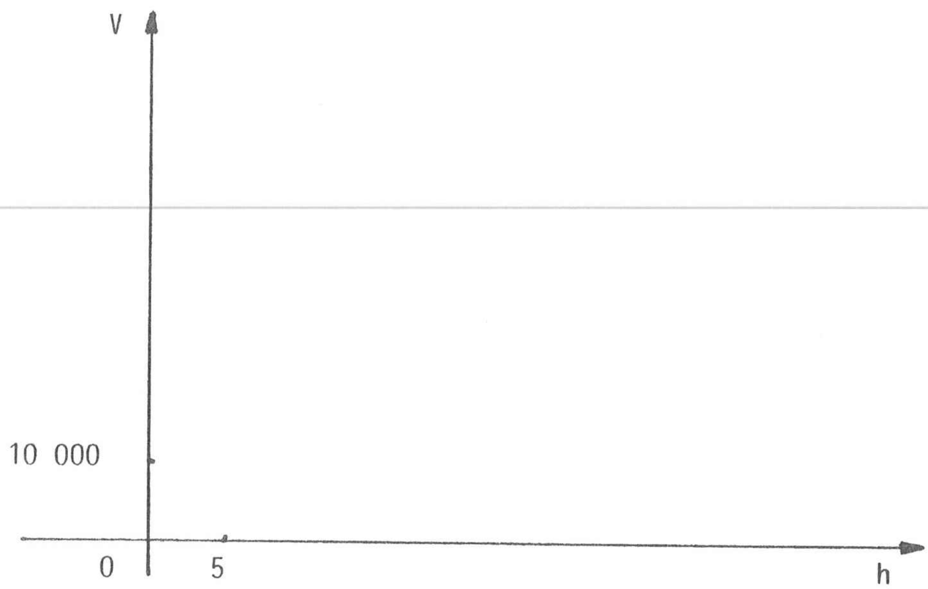
h	0	5	10	20	30			
V						100	200	1000

Le volume est-il proportionnel à la hauteur ?

2) Compléter V = ... h

3) Placer sur le graphique ci-dessous les points obtenus dans le tableau. Justifier l'alignement de ces points.

Lire la hauteur d'eau correspondante à un volume de 27 000 cm^3.



Exercice 2 :

On considère une série de verres cylindriques ayant tous la même hauteur 15 cm mais des diamètres différents. On les remplit à ras-bord. On appelle R le rayon de base en cm et V le volume en cm3 du verre plein.

1) Compléter

R	2	3	4	4,5	5	5,5	6	
V								700

Le volume est-il proportionnel à la hauteur ?

2) Compléter V = ... R

3) Placer sur un graphique les points obtenus dans le tableau. Les points sont-ils alignés ?

Comment lire la hauteur d'eau correspondante à un volume de 2000 cm^3 ?

Exercice 3 :

On prend à nouveau l'aquarium de l'exercice 1 (pavé droit de 30 cm de haut et de base 50 cm sur 30 cm). On considère qu'il est plein à ras-bord et on le vide. On appelle h la hauteur d'eau vidée en cm et V le volume d'eau restant en cm^3.

1) Compléter :

h	0	5	10	15	20	30		
V							100	200

Le volume est-il proportionnel à la hauteur ?

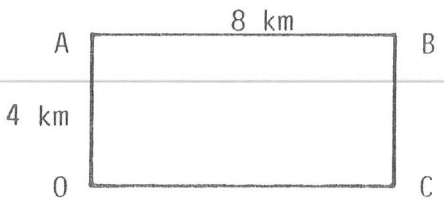
2) Compléter V = ... h

3) Placer sur le graphique de l'exercice 1 les points obtenus dans le tableau.

Justifier l'alignement de ces points.

Lire la hauteur d'eau correspondante à un volume de 27 000 cm^3.

Exercice 4 :



Un piéton parcourt à la vitesse moyenne de 2 km/h un circuit autour d'un parc rectangulaire. Il part du point A, va en B où il s'arrête 1 heure puis se rend en C et enfin en O. On désigne par t le temps qui s'écoule à partir de son départ, par d la distance qu'il a parcourue au bout du temps t, et par x la distance la plus courte qui le sépare du point d'arrivée 0 (distance prise sur le circuit).

1) Compléter

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
d												
x												

Certaines lignes sont-elles proportionnelles ?

2) Réaliser 4 graphiques en plaçant les points obtenus dans le tableau de la façon suivante :

a) t en abscisses, d en ordonnées

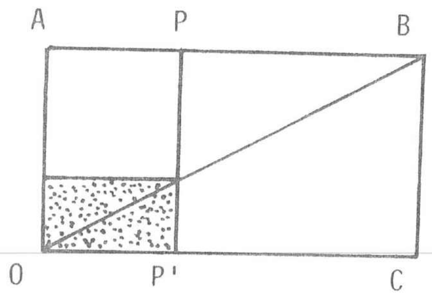
b) t en abscisses, x en ordonnées

c) d en abscisses, x en ordonnées

d) x en abscisses, d en ordonnées.

Exercice 5 :

Dans la situation de l'exercice 4, pour chaque position du piéton P sur son circuit, on trace la parallèle (PP') à (AO) et on appelle p le périmètre du rectangle colorié.



1) Placer une ligne supplémentaire dans le tableau de l'exerice 4.

2) Réaliser les graphiques en placant les points obtenus de la façon suivante :

a) d en abscisses, p en ordonnées.

b) x en abscisses, p en ordonnées.

MODULE 7

CONSTRUCTION ET LECTURE DE FIGURES

Objectifs

Il s'agit d'entraîner les élèves à la lecture et à la compréhension de l'énoncé d'un problème de géométrie par la traduction graphique de cet énoncé c'est-à-dire la construction de figures.

Il s'agit aussi de les habituer à l'analyse des figures par l'utilisation de configurations et de les engager à conjecturer d'éventuelles propriétés.

Déroulement

On donne aux élèves l'énoncé d'un problème de géométrie sans les questions posées, c'est-à-dire en fait un programme de construction d'une figure ou bien une figure sans demander de résoudre un problème.

On pose une série de questions qui conduisent à l'analyse de propriétés de la figure évidentes ou conjecturées.

Fiche 1

D_1 et D_2 sont deux droites sécantes en O.
A et B sont deux points fixes de D_1; O, A et B sont distincts.
M est un point quelconque de D_2 distinct de O.
La parallèle à (AM) passant par B coupe D_2 en N.
Soit Δ la parallèle à (MB) passant par N.

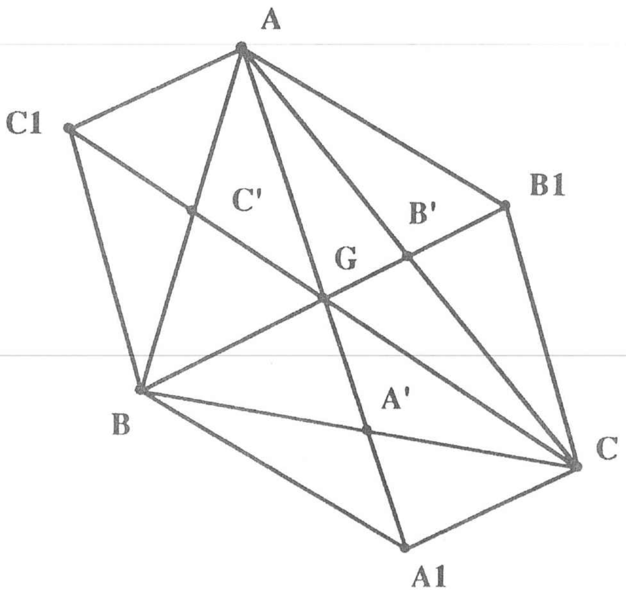
1/ Construire une figure.
2/ Analyser l'énoncé.
3/ Extraire des configurations de la figure.
4/ Refaire la figure dans trois autres cas.
5/ Prévoir une propriété de la droite Δ.

Fiche 2

Soit ABC un triangle et Mo un point de la droite (AB).
Soit M_1 le point de (AC) tel que M_0M_1 soit parallèle à (BC).
Soit M_2 le point de (BC) tel que M_1M_2 soit parallèle à (AB).
On construit, selon le même procédé, la suite de points M_o, M_1, M_2, M_3, M_4, ...

1/ Construire une première figure.
2/ Extraire des configurations de la figure.
3/ Refaire la figure dans deux autres cas.
4/ Faire la figure dans des cas particuliers.
5/ Quelle propriété peut-on prévoir ?

Fiche 3



1/ Ecrire les consignes permettant de construire la figure ci-dessus.

2/ Extraire des configurations de cette figure.

3/ Quelle propriété cette figure permet-elle de démontrer ?

Fiche 4

ABCD est un parallèlogramme.
J et I sont les milieux de [AB] et [DC].
F est le point d'intersection de [IB] et [AC].
E est le point d'intersection de [AC] et [DJ].
G est le point d'intersection de (DJ) et (BC).

1/ Construire la figure.
2/ Donner la liste des parallélogrammes ayant pour sommets quatre points de la figure (justifier les réponses).
3/ Retrouver dans la figure les configurations du segment joignant les milieux de deux côtés d'un triangle.
4/ Parmi les propriétés précédentes, choisir celles qui vont permettre de déterminer la position des points E et F sur [AC].

MODULE 8

TROIS LANGAGES : MOTS, SYMBOLES, GRAPHIQUES

Objectif

Il s'agit de donner aux élèves une plus grande maîtrise du plan rapporté à un repère, c'est-à-dire une plus grande aptitude à représenter des propriétés algébriques et à déduire des propriétés algébriques de représentations. Nous avons trois modes d'expression utilisés en mathématiques avec lesquels il s'agit de familiariser les élèves: le métalangage, le langage symbolique, le langage graphique.

Il nous paraît important de développer ces aptitudes chez les élèves à un moment où les graphiques prennent une place de plus en plus grande.

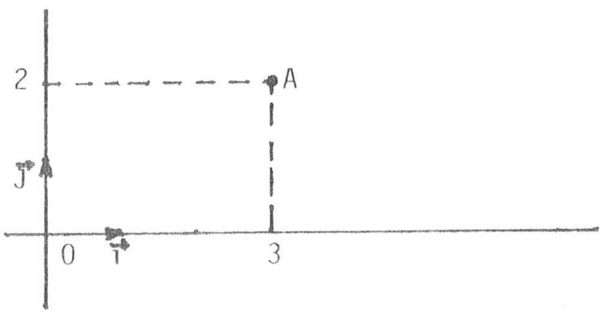
Déroulement

Considérons les trois écritures :

1. le point A a pour abscisse trois et pour ordonnée deux dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$.

2. A(3,2)

3.



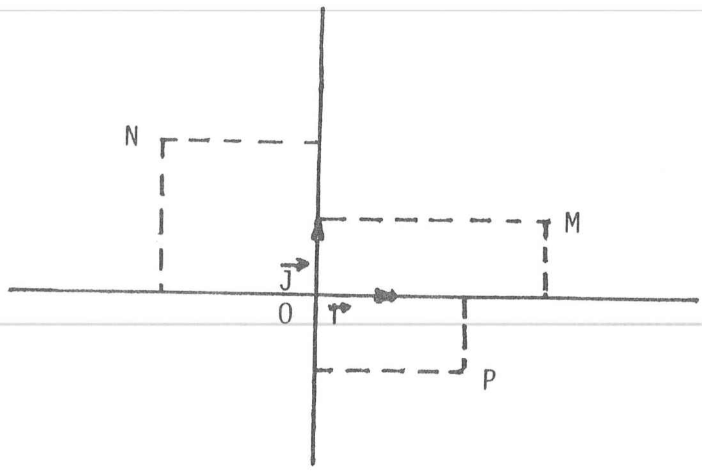
On propose aux élèves une suite d'exercices de traduction : une propriété étant exprimée dans un des trois langages, il s'agit de la dire dans un autre. Les concepts mathématiques qui interviennent dans ces activités sont simples et ne doivent pas être considérés comme primordiaux. Ce qui est important ici c'est la correction des phrases et la lisibilité des graphiques.

Le plan est rapporté à un repère $(O,\vec{I},\vec{J})$

1/ Placer les points A d'abscisse trois et d'ordonnée moins un
B d'abscisse moins un et d'ordonnée moins deux
C d'abscisse trois et d'ordonnée trois

2/ Placer les points A(2;3) B(-1;5) C(3;-2) D(-3;-3)

3/ Quelles sont les coordonnées des points M, N et P ?



4/ Hachurer la portion du plan où les points ont des abscisses positives.

5/ Hachurer la portion du plan où les points M(x,y) sont tels que $y < 0$

6/ Hachurer la partie du plan, ensemble des points M(x,y) tels que $x < 0$ et $y > 0$

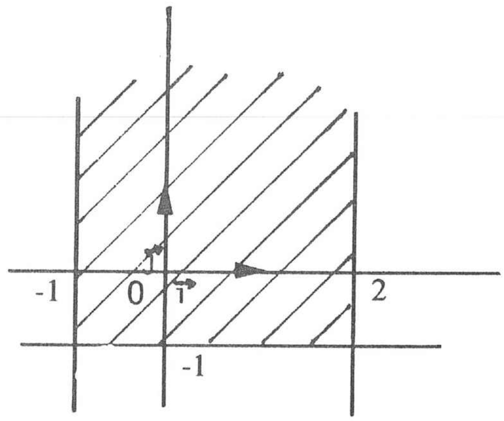
7/ Placer quatre points d'abscisse supérieure à 3

8/ Placer quatre points M(x,y) tels que $y < 2$

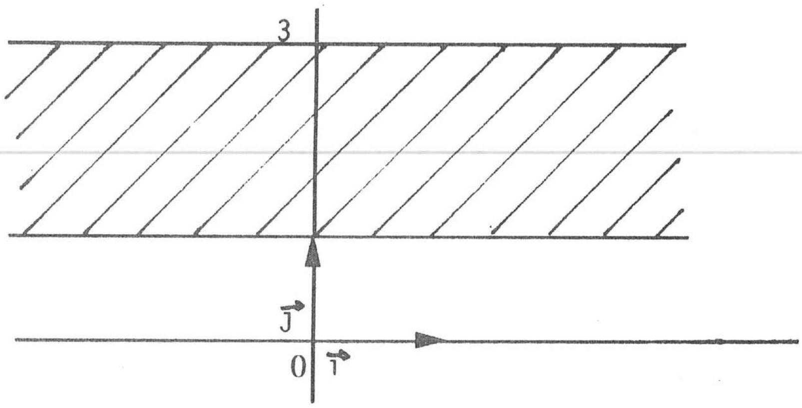
9/ Hachurer la portion du plan, ensemble des points M(x,y)
tels que $-2 < x < 3$ et $y > 0$

10/ Hachurer la portion du plan, ensemble des points M dont l'abscisse est comprise entre un et quatre et l'ordonnée comprise entre moins trois et moins un.

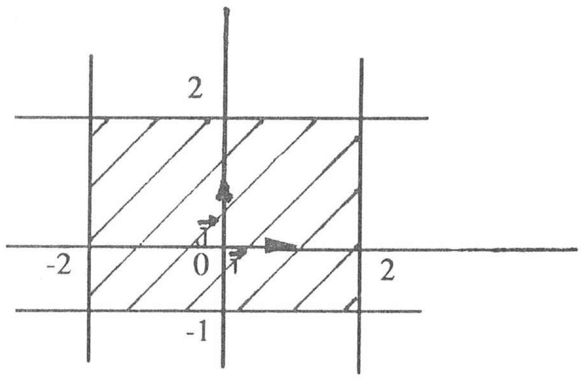
11/ Ecrire les inégalités nécessaires pour que les points M(x,y) soient situés dans la partie hachurée du plan.



12/ Expliquer par une phrase qu'un point est situé dans la partie hachurée du plan.



13/ Caractériser l'ensemble des points situés dans la partie hachurée du plan d'abord par une phrase ensuite par des inégalités.



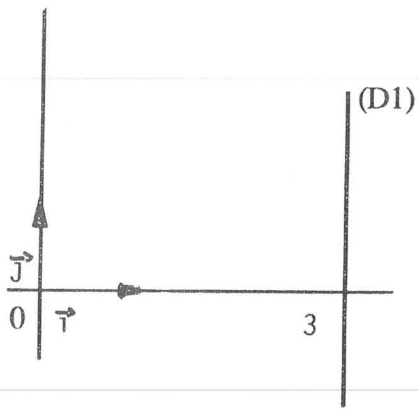
14/ a) Placer cinq points dont l'ordonnée est égale à 2.

b) Quelle est la position de ces cinq points les uns par rapport aux autres ?

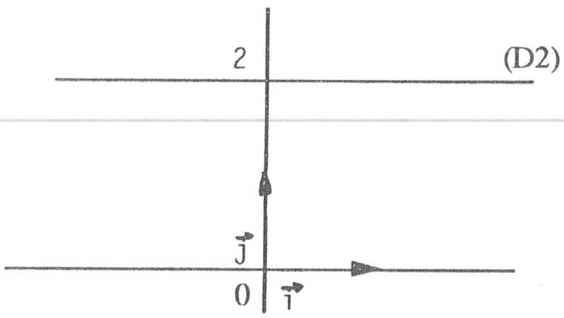
c) Quelle est la condition pour qu'un point M(x,y) soit aligné avec les précédents ?

15/ A quelle condition un point M(x,y) est-il situé ?

a) Sur la droite (D_1)

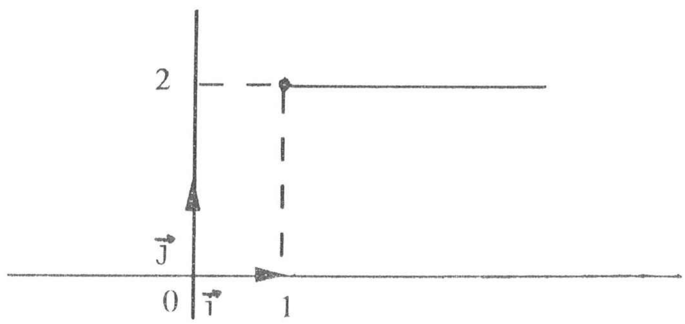


b) Sur la droite (D_2)



c) A la fois sur (D_1) et sur (D_2)

16/ A quelles conditions un point M(x,y) est-il situé sur la demi-droite ci-dessous ?



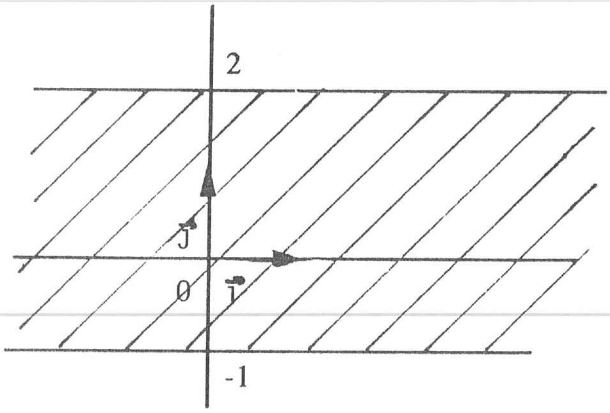
17/ Tracer les droites d'équation x = -3 ; x = 2 ; y = -1 ; y = 3

18/ 1) Tracer la droite d'équation $y = -2$

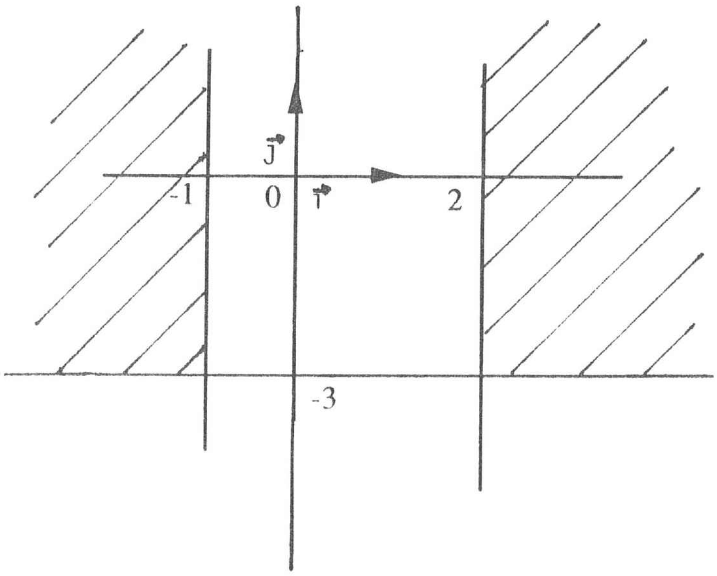
2) Placer deux points au-dessus de la droite et un point au-dessous de la droite. Nommer ces points.

3) Ecrire les inégalités que vérifient les coordonnées de ces trois points.

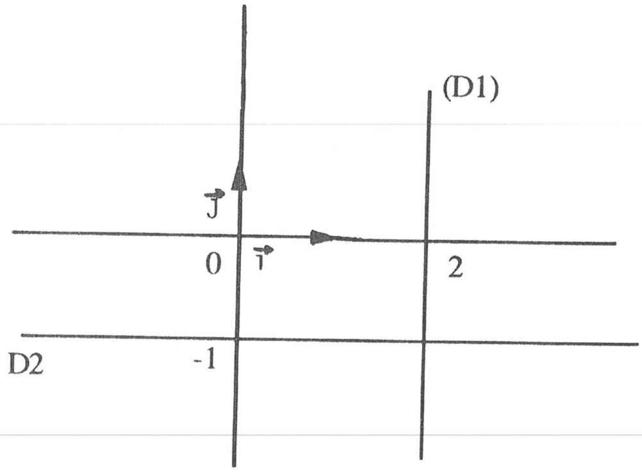
19/ Caractériser les points de la partie hachurée du plan d'abord par une phrase définissant leur position par rapport aux deux droites, ensuite, par des inégalités portant sur les coordonnées des points.



20/ Quelles conditions vérifient les nombres x et y si les points M(x,y) sont situés dans les parties hachurées.



21/ A quelles conditions un point M(x,y) est-il situé sur la droite (D_1) et au-dessus de la droite (D_2) ?



22/ Ecrire les conditions pour qu'un point de la droite x = -1 soit situé au-dessous de la droite y = 3.

MODULE 9

REGIONNEMENT DU PLAN

Objectifs, déroulement, remarques

Les objectifs et le déroulement sont à rapprocher ici de ceux du module 8. La seule différence réside dans l'utilisation de droites non parallèles aux axes de coordonnées et les difficultés créées par les expressions "au-dessous" et "au-dessus".

Le plan est rapporté à un repère orthonormal.

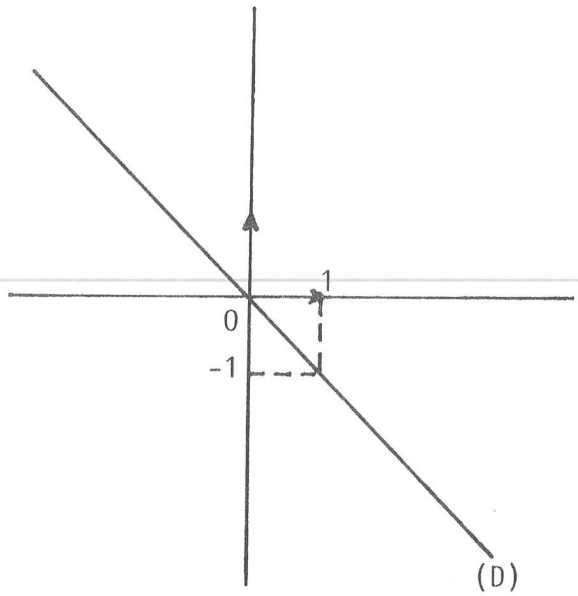
1)

1-Placer dans le plan cinq points dont l'ordonnée est le double de l'abscisse.

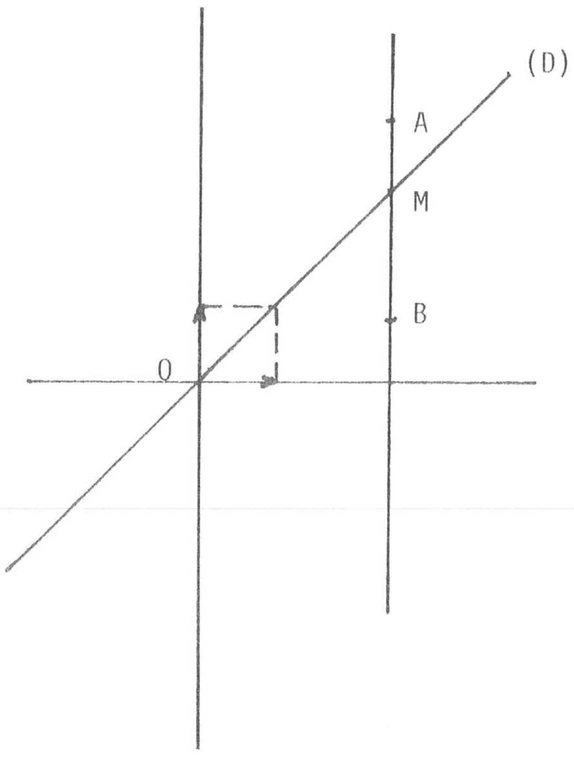
2- Préciser la position de ces cinq points.

3- Quelle relation vérifient les coordonnées d'un point M(x,y) si ce point est aligné avec les précédents ?

2) Quelle relation vérifient les coordonnées (x,y) d'un point M situé sur la droite (D) ?



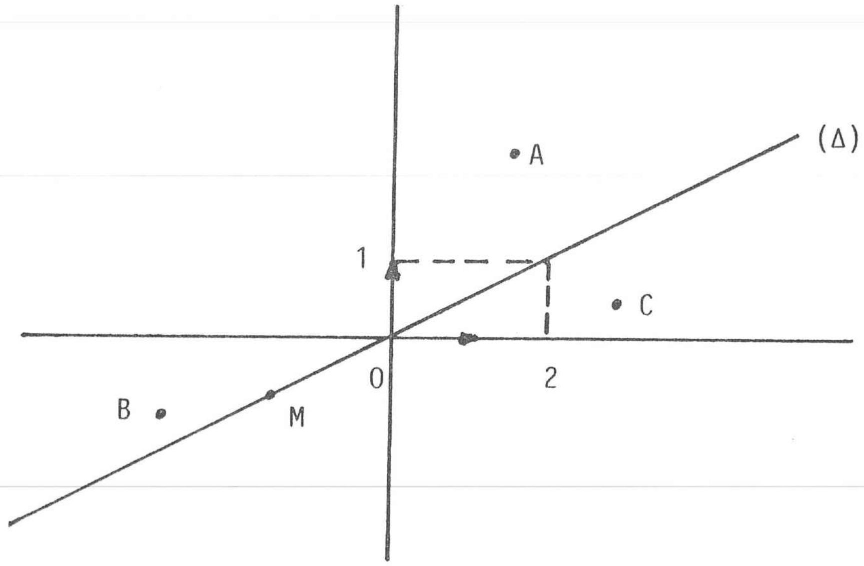
3)



- le point M est sur la droite (D).
- Le point A est au dessus de la droite (D).
- Le point B est au dessous de la droite (D).

Quelles relations vérifient les coordonnées des points M, A et B ?

4)



- Le point M est un point de la droite (Δ).
- L'ordonnée de M est égale à la moitié de son abscisse.
- Les coordonnées de M sont telles que $y = \frac{1}{2}x$

1- Donner la position des points A, B et C par rapport à la droite (Δ).

2- Justifier par une phrase les réponses précédentes.

3- Pour chaque point écrire une relation entre l'abscisse et l'ordonnée.

5) Soit la droite (D) d'équation $y = -2x$

1- Donner les coordonnées de deux points de la droite (D).

2- Tracer la droite (D).

3- Placer le point de la droite (D) qui a pour abscisse 2.

4- Placer le point de la droite (D) qui a pour ordonnée 5.

5- Mettre en évidence les points de la droite D qui ont une abscisse inférieure à 3.

6- Mettre en évidence les points de la droite D qui ont une ordonnée supérieure à -1 et donner la condition que vérifient les abscisses.

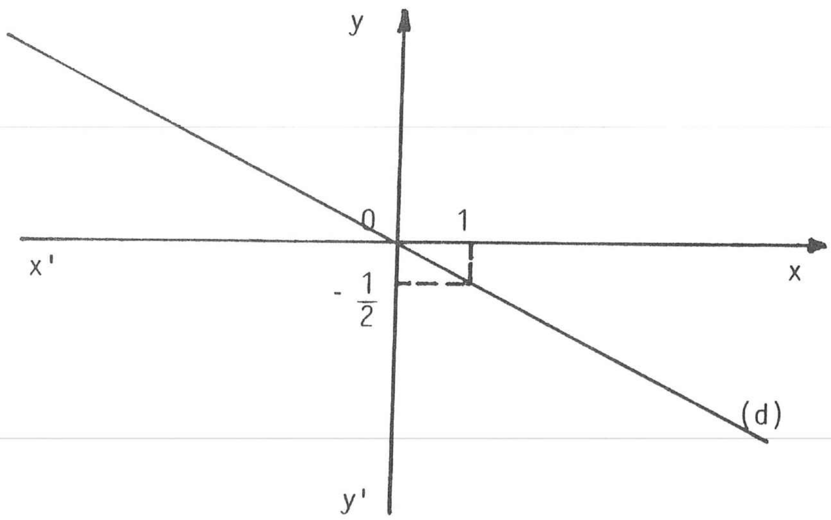
6) On considère la droite (D) d'équation $y = 3x$.

1- Tracer la droite (D).

2- Marquer sur la droite (D) les points dont l'ordonnée est comprise entre -6 et 3.

3- Ecrire les conditions que vérifient les abscisses de ces points.

7)



1- Ecrire l'équation de la droite (d).

2- Quelles conditions vérifient les coordonnées des points du plan situés au dessous de l'axe x'x et au dessus de la droite (d) ?

3- Hachurer la partie du plan formée des points M de coordonnées (x,y) telle que $x < 0$ et $y > -\frac{1}{2}x$

8) Traduire par un graphique chacune des propriétés suivantes :

1- Les points M ont une abscisse inférieure à 3 et une ordonnée inférieure à 1.

2- M(x,y) tels que $x > 2$ et $y > -3$

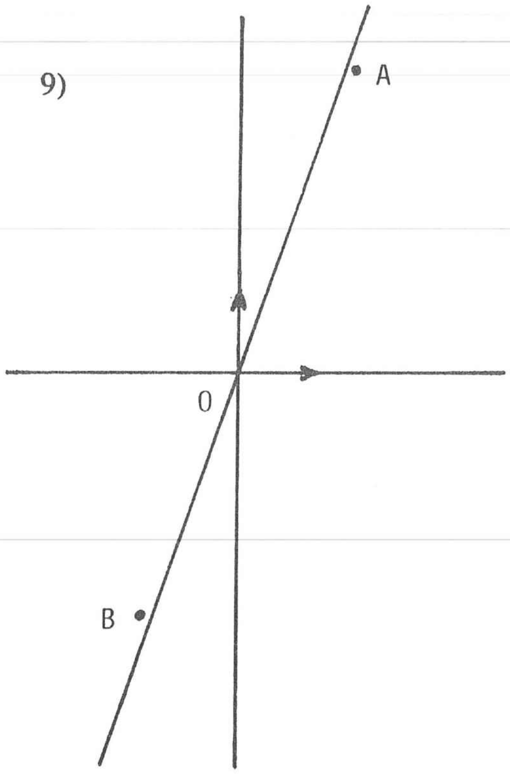
3- M(x,y) tels que $x < 4$ et $y > -2x$

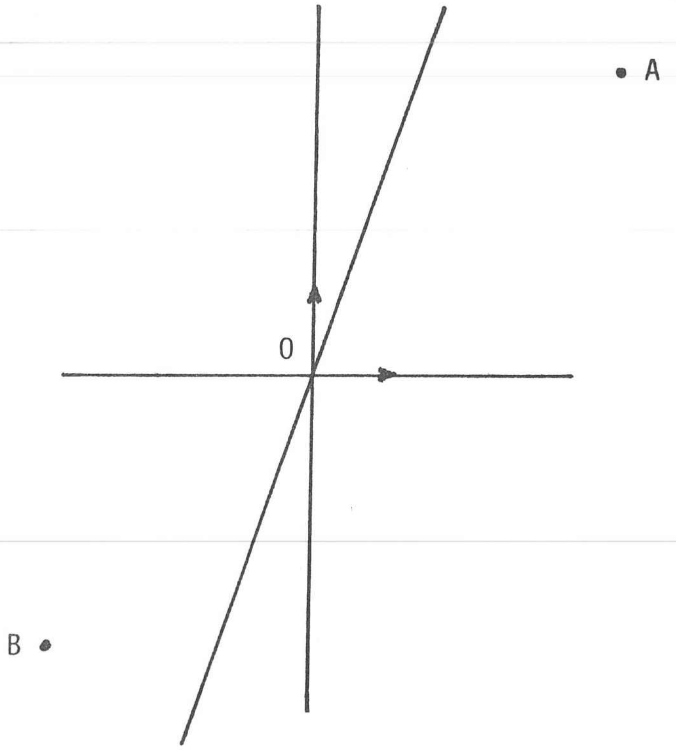
4- Le point A d'abscisse 2 est au dessous de la droite $y = 3x$

5- Le point M d'abscisse négative est au dessous de la droite d'équation $y = \frac{1}{2}x$

6- Les coordonnées des points vérifient les inégalités $-2 < x \leq 1$ et $-1 \leq y < 3$

9)





Dans les deux graphiques précédents le point A est au dessous de la droite d'équation $y = 3x$ et le point B est au dessus. Ecrivez pourquoi.

10)

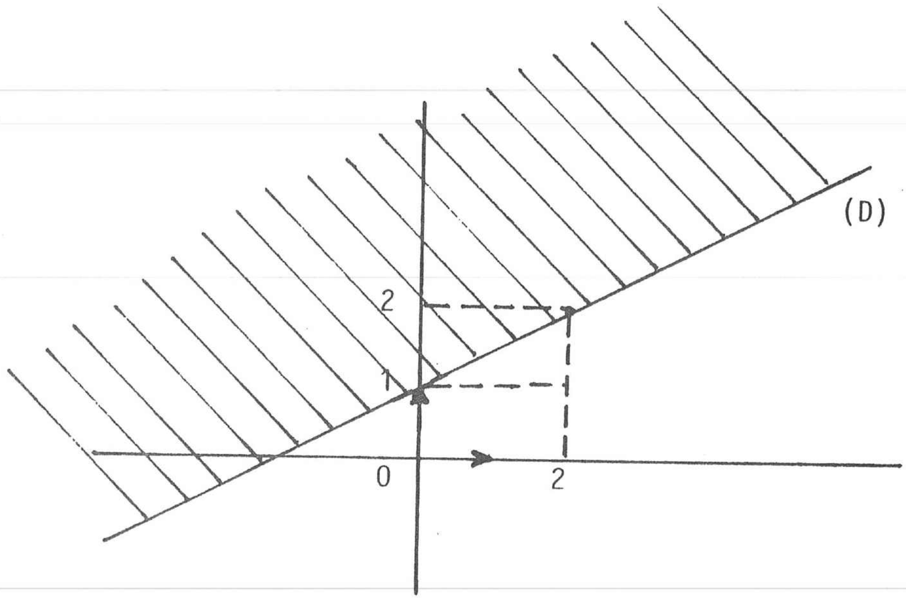
1- Placer dans le plan cinq points dont l'ordonnée est égale au double de l'abscisse augmenté de 1.

2- Quelle est la position des cinq points les uns par rapport aux autres ?

3- Soit $M(x,y)$ un point quelconque de la droite obtenue, vérifier que son ordonnée est égale à deux fois son abscisse plus 1.

4- Ecrire l'équation de la droite.

11)

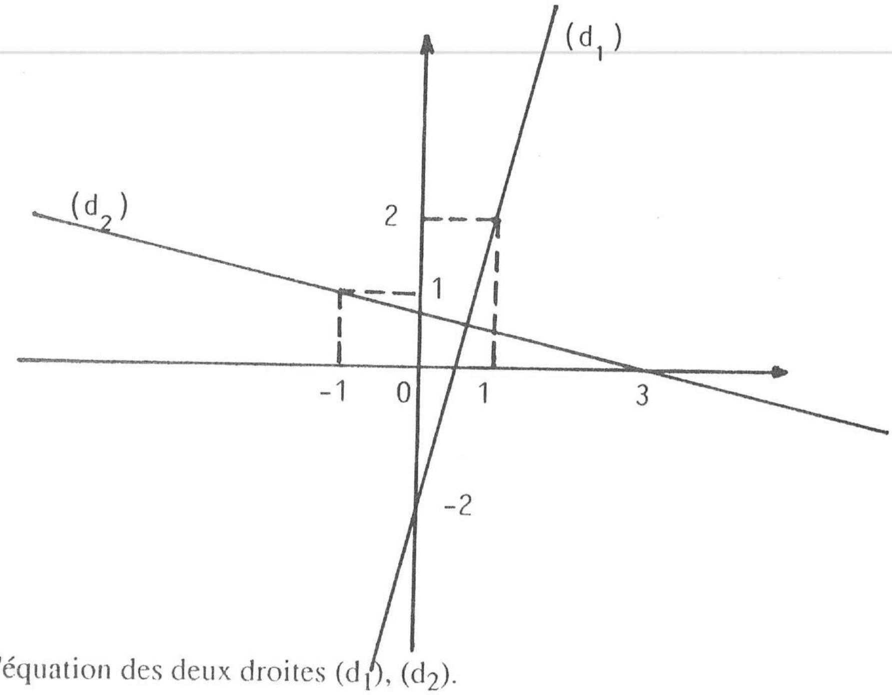


1- Ecrire l'équation de la droite (D).

2- Quelles conditions doivent satisfaire les coordonnées x et y d'un point A pour que ce point soit situé dans la partie hachurée du plan ?

3- Si le point B(x,y) est tel que $y < \frac{1}{2}x + 1$, où se trouve ce point ?

12)

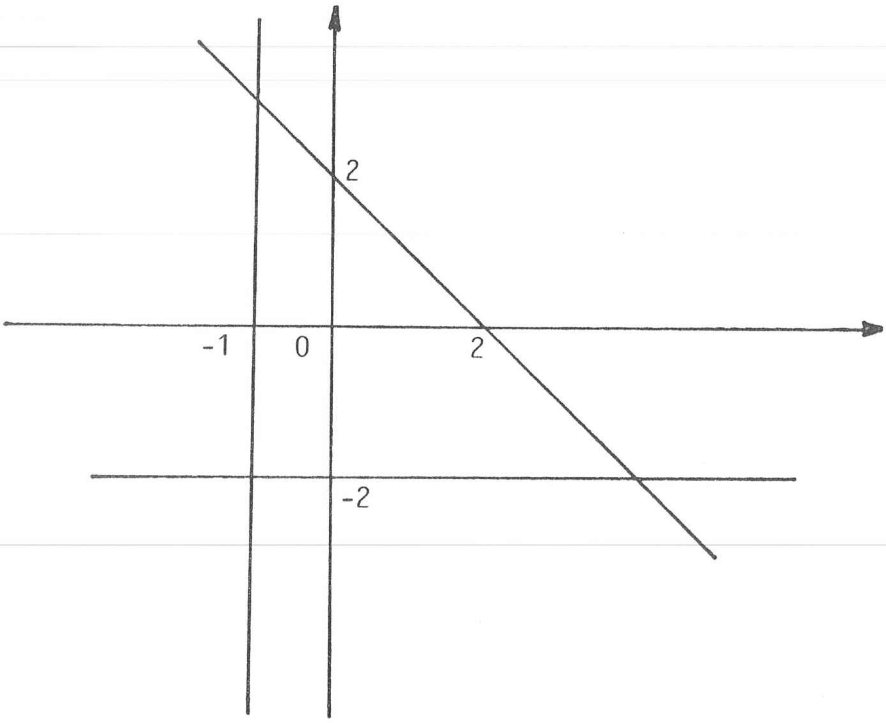


1- Ecrire l'équation des deux droites (d_1), (d_2).

2- Hachurer la partie du plan constituée par les points qui sont au dessous de (d_1) et au dessus de (d_2).

3- Ecrire les conditions nécessaires pour qu'un point M(x,y) soit dans la partie hachurée au 2.

13)



Ecrire les conditions pour qu'un point M(x,y) soit à l'intérieur du triangle formé par les trois droites.

14)

Deux droites se coupent au point A(-1;1), l'une (D_1) coupe l'axe y'y au point d'ordonnée 2, l'autre (D_2) coupe l'axe x'x au point d'abscisse 2.

1- Tracer les droites (D_1) et (D_2).

2- Ecrire les équations des deux droites.

3- Ecrire la condition pour qu'un point M(x,y) soit situé au dessous de (D_1).

4- Ecrire la condition pour qu'un point M(x,y) soit au dessous de (D_1) et au dessus de (D_2).

5- Hachurer la partie du plan dont les points M(x,y) sont tels que

$$x + 2 < y < -\frac{1}{3}x + \frac{2}{3}$$

MODULE 10

CONSTRUCTIONS A LA REGLE ET AU COMPAS

Faire de la géométrie, c'est étudier des propriétés de figures. Une des bases de la géométrie, c'est la réalisation de figures à l'aide d'instruments. Dans la construction d'une figure, on peut distinguer trois phases.

Le programme de construction

C'est la description d'une suite ordonnée d'actions qui conduisent à la réalisation de la figure. L'écriture d'un tel programme est un bon entraînement à l'organisation des idées dans la rédaction d'un texte.

La réalisation de la construction

Elle nécessite des qualités de soin et de précision dans le travail ainsi qu'une bonne maîtrise des instruments. A ce propos, si la règle est un instrument bien utilisé, il n'en est pas toujours de même du compas qui est d'une certaine façon un instrument abstrait puisqu'il sert à reporter des longueurs qui ne sont pas matérialisées, qu'on ne voit pas. C'est pourquoi le "cerf volant" est une configuration fondamentale dans les problèmes de construction car il matérialise les longueurs reportées à l'aide du compas.

La justification de la construction

C'est en fait une démonstration. Sa particularité est de s'exercer sur une figure que l'élève a fabriquée pas à pas, qu'il connaît de l'intérieur, qu'il a eu la possibilité de s'approprier. A l'opposé, les démonstrations sur des figures données nécessitent une décomposition analytique de la figure, faute de quoi, cette figure restera un objet extérieur et la démonstration demandée en sera plus difficile.

Objectifs

Aider les élèves à réaliser une figure à partir d'un message écrit, ici un programme de construction.

Analyser une figure et rédiger un programme de construction.

Habituer les élèves aux passages écrit-dessin, dessin-écrit.

Aborder la démonstration par la justification d'une suite d'actions.

Donner aux élèves une plus grande maîtrise des instruments dans la réalisation d'une figure.

Déroulement

Les élèves ont à leur disposition une règle non graduée et un compas. Ils n'utilisent que des feuilles de papier non quadrillées.

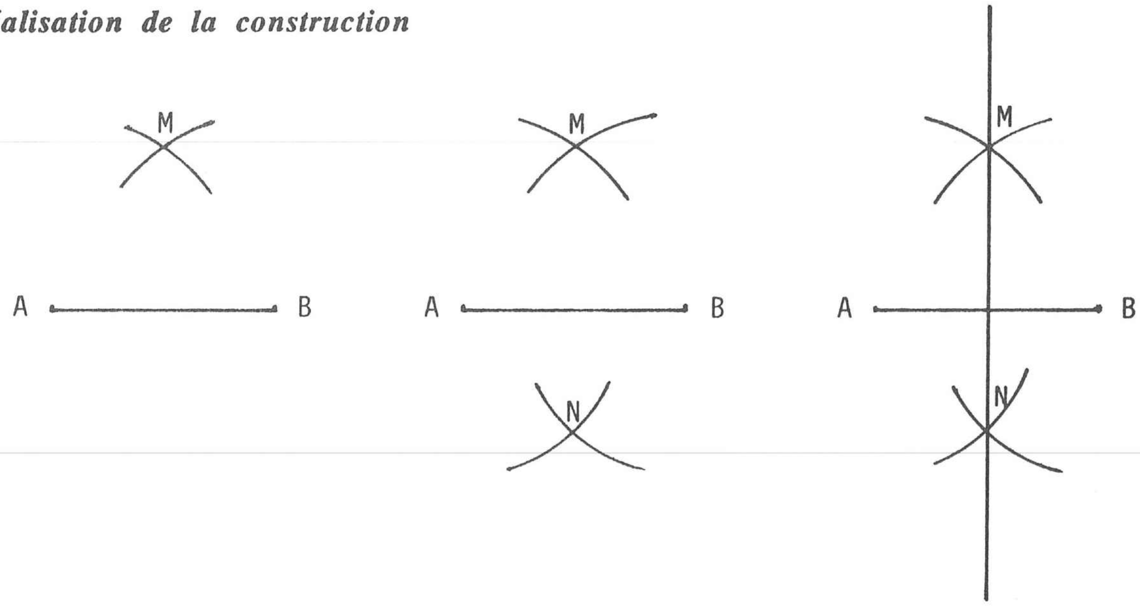
Dans un premier temps, on distribue aux élèves deux fiches décrivant les constructions de base : médiatrice d'un segment, bissectrice d'un angle, sous les trois aspects : programme, réalisation, justification. On fait une analyse collective de ces deux fiches.

On propose aux élèves des exercices mettant en jeu les trois aspects de la construction d'une figure.

Pour les exercices 1, 2, 3, 4 on tient à la disposition des élèves des fiches "aide" à n'utiliser qu'en cas de blocage de leur part.

I. Construction de la médiatrice d'un segment

Réalisation de la construction



Programme de construction

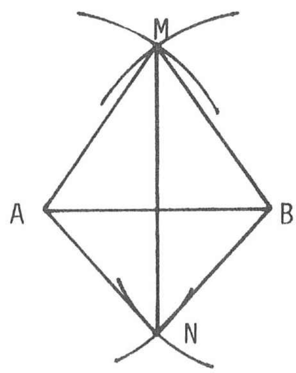
On trace un segment [AB].

Avec la même ouverture de compas, on trace deux arcs de cercle sécants en M, l'un de centre A, l'autre de centre B.

On refait la même opération pour obtenir un point N différent de M.

On trace la droite (MN).

Jusitification de la construction



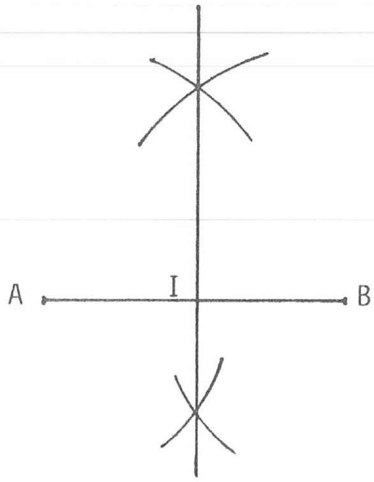
MA = MB donc M est un point de la médiatrice du segment [AB].

NA = NB donc N est un point de la médiatrice du segment [AB].

La droite (MN) est la médiatrice de [AB].

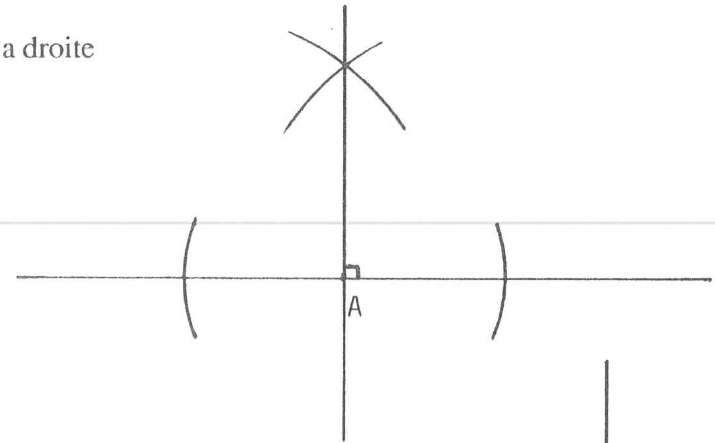
Milieu d'un segment

I milieu de [AB]

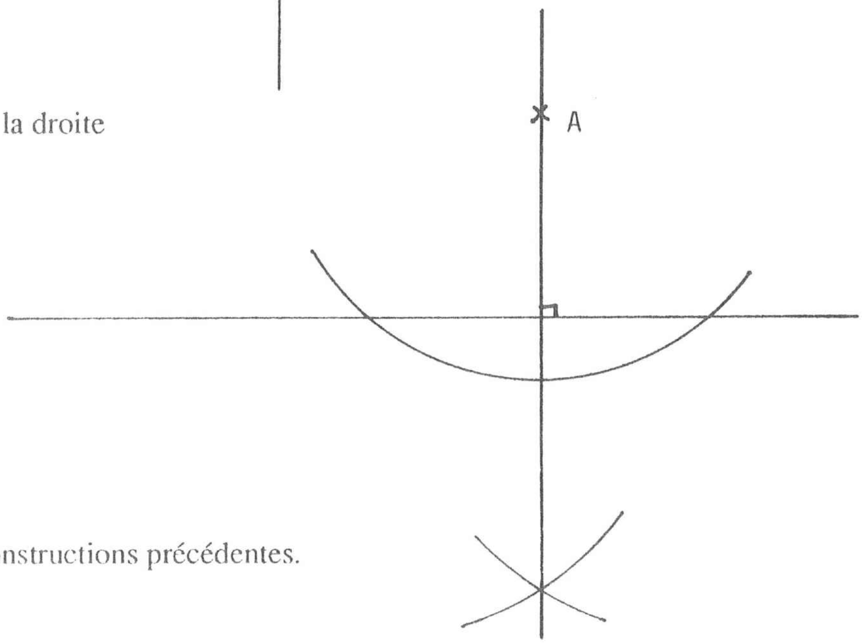


Perpendiculaire à une droite passant par un point A

Le point est un point de la droite



Le point n'est pas un point de la droite



Angle droit

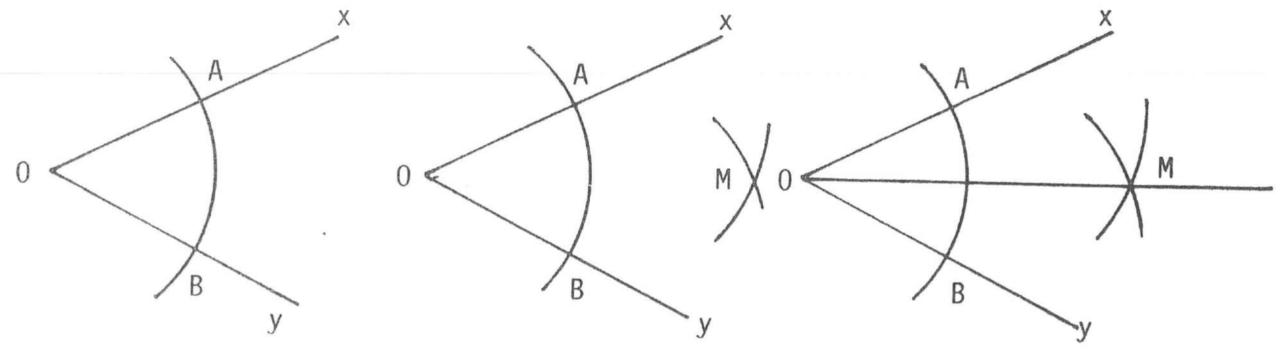
Il est donné par les constructions précédentes.

Droites parallèles

On construit deux droites perpendiculaires à une même troisième.

II. Construction de la bissectrice d'un angle

Réalisation de la construction



Programme de construction

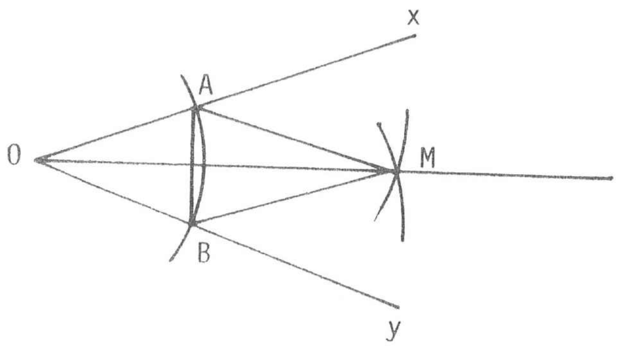
On trace un angle $\widehat{xOy}$.

On trace un arc de cercle de centre O qui coupe les côtés de l'angle en deux points A et B.

Avec une même ouverture de compas, on trace deux arcs de cercle sécants en M, l'un de centre A, l'autre de centre B.

On trace la demi-droite [OM).

Justification de la construction



OA = OB et MA = MB

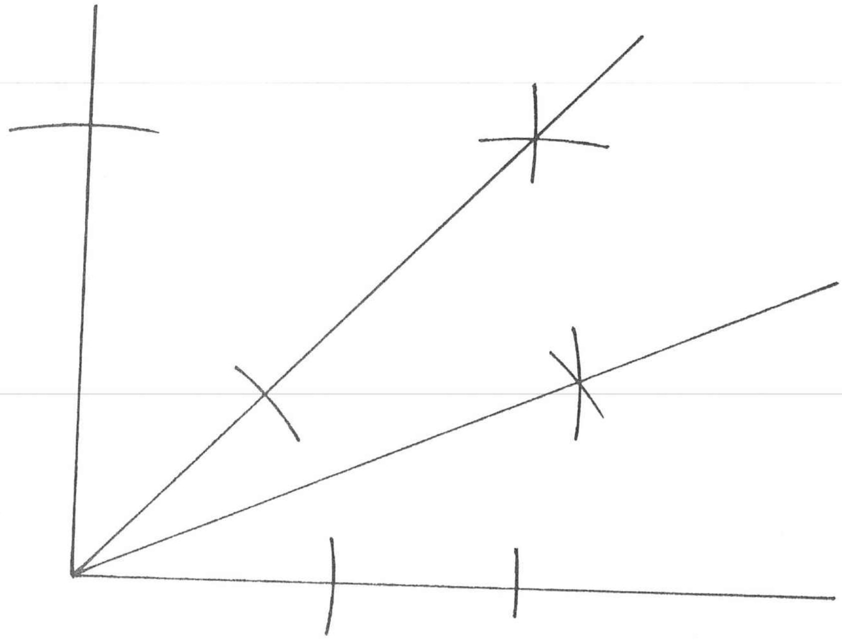
La droite (OM) est la médiatrice de [AB] et A et B sont symétriques par rapport à (OM).

$\widehat{AOM}$ et $\widehat{BOM}$ sont symétriques par rapport à (OM) donc égaux.

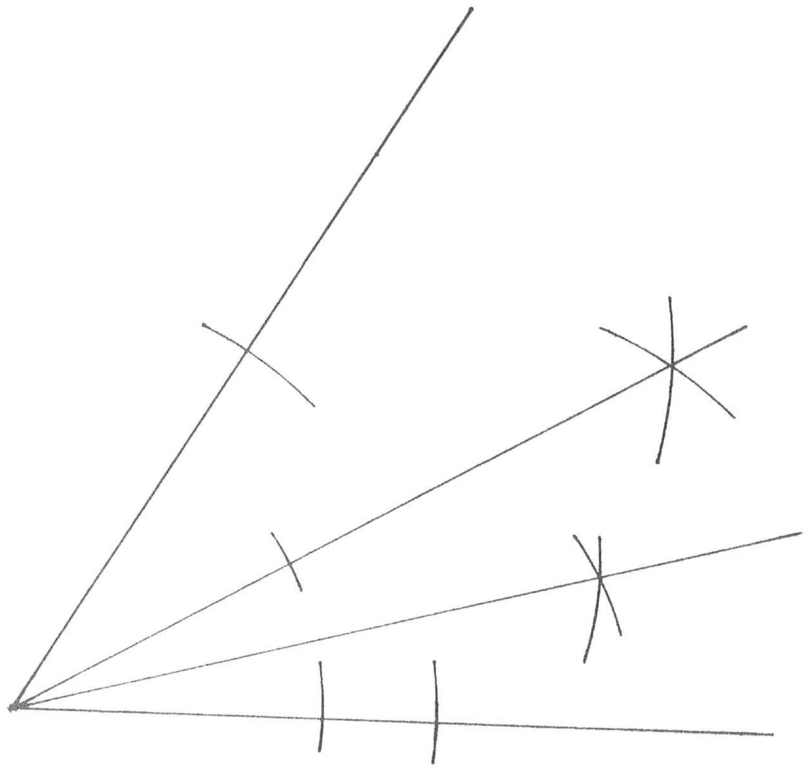
(OM) est la bissectrice de l'angle $\widehat{AOB}$.

Cette construction peut être utilisée dans les cas suivants :

Angles de 90°, 45°, 22,5°



Angles de 60°, 30°, 15°



Dans les exercices suivants, l'unité de longueur, notée u, est la longueur du segment dessiné ici

u

<u>Exercice 1</u> : Programme de construction

- Tracer un segment [AC] de longueur 3u
- Construire la médiatrice de [AC]
- Tracer le cercle de diamètre [AC]
- Désigner par B et D les points d'intersection du cercle et de la médiatrice.

1°) Réaliser la construction

2°) Etudier les propriétés du quadrilatère ABCD.

<u>Exercice 2</u> : Construction d'un triangle dont les côtés mesurent 3u, 4u et 5u.

1°) Dessiner un tel triangle

2°) Décrire les diverses phases de la construction dans l'ordre où vous les avez réalisées. (Programme de construction).

<u>Exercice 3</u> : Construction d'un triangle équilatéral de côté 3u

1°) Décrire ce que vous allez faire, dans l'ordre où vous allez le faire

2°) Réaliser la construction.

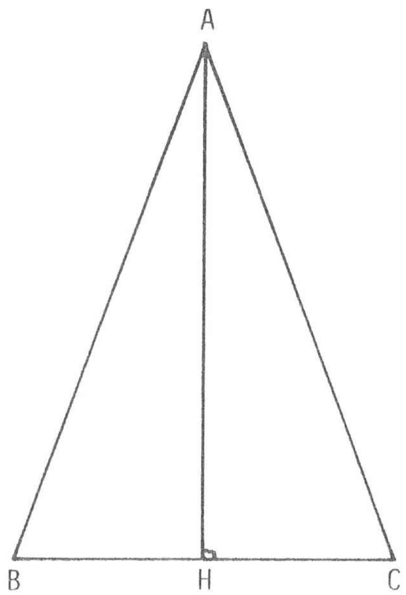
<u>Exercice 4</u> : Construction d'un triangle isocèle d'angle au sommet 30° et de hauteur 3u.

1°) Réaliser la construction et écrire le programme.

2°) Expliquer pourquoi la figure réalisée est bien celle demandée.

<u>Exercice 5</u>.:

On considère la figure :



AB = AC

BC = 3u

AH = 4u

Etablir un programme de construction de cette figure avec une règle et un compas.

<u>Exercice 6</u> : Construire un carré dont le côté mesure 3u.

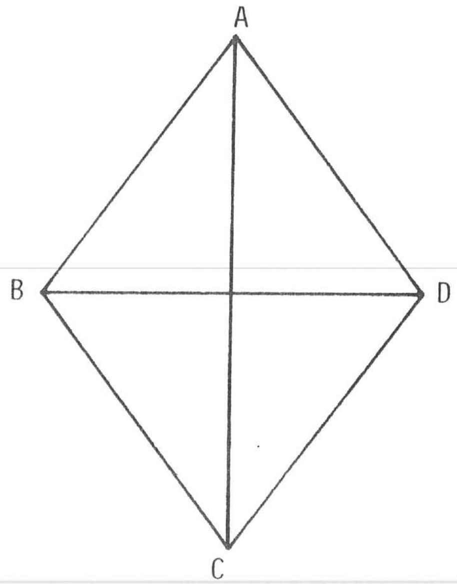
Exercice 7 : Construction d'un losange dont un angle mesure 60° et le côté 3u.

1°) Etablir un programme de construction

2°) Réaliser la construction

3°) Justifier la construction.

Exercice 8. :



ABCD est un losange

AC = 4u BD = 3u

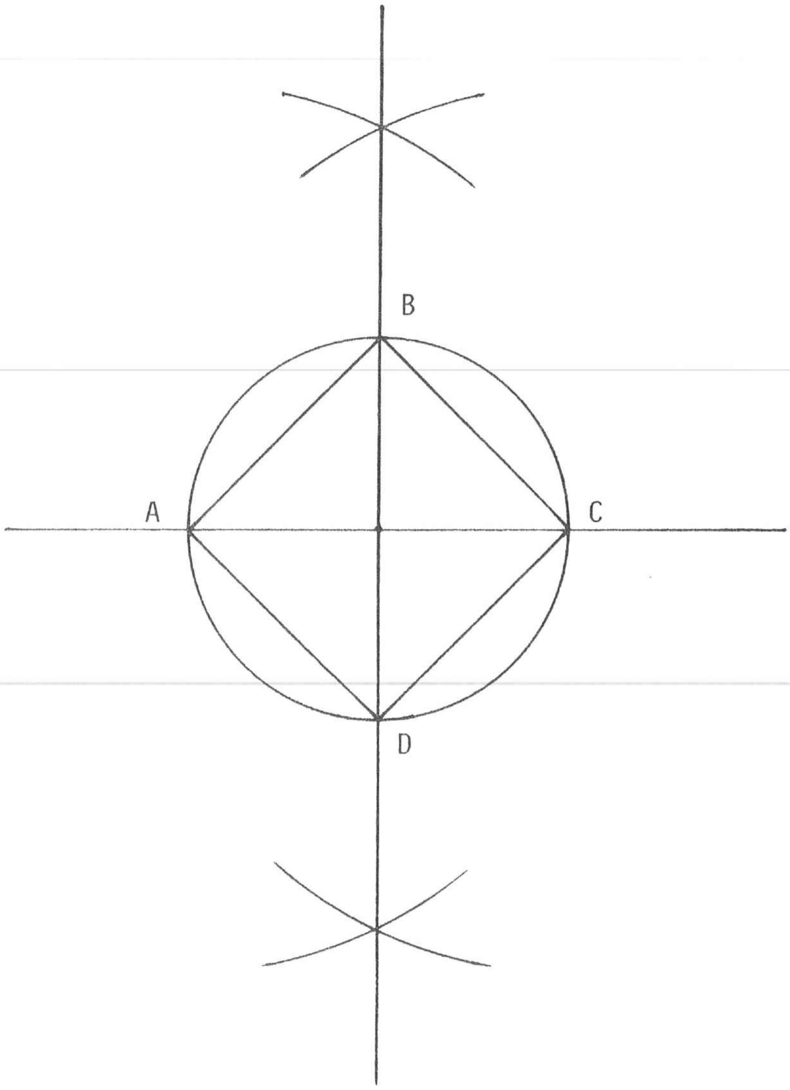
Etablir un programme de construction de la figure.

Exercice 9.: Construire un triangle dont les côtés mesurent 2u, $\frac{3}{2}$ u, $\sqrt{2}$ u

Exercice 10.: Construire un rectangle de diagonale 5u et dont un côté mesure 2u.

AIDE 1

Exercice 1 :



BA = BC

DA = DC Pourquoi ?

Les angles $\widehat{ABC}$ et $\widehat{ADC}$ sont des angles droits. Pourquoi ?

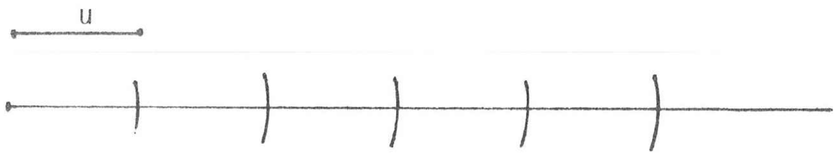
La droite (AC) est la médiatrice du segment [BD]. Pourquoi ?

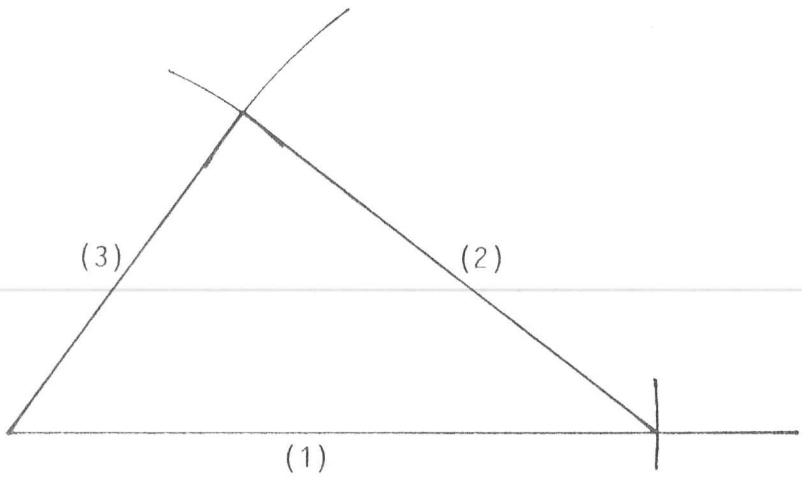
AB = BC = CD = DA

ABCD est un ....

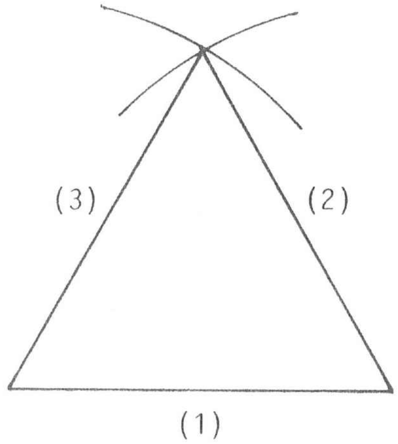
AIDE 2

Exercice 2 :



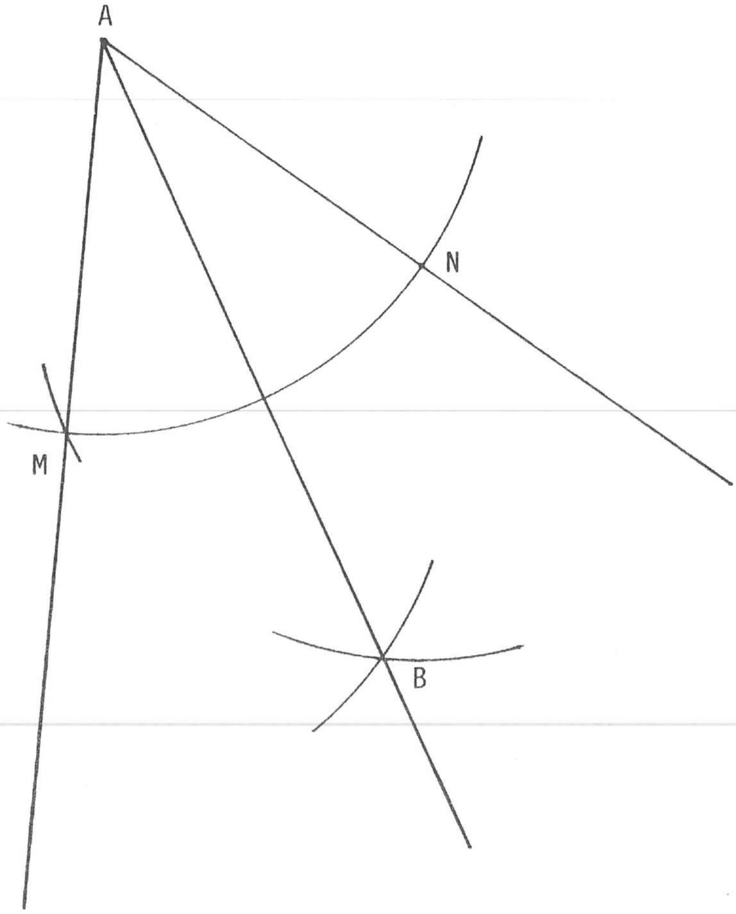


Exercice 3 :



AIDE 3

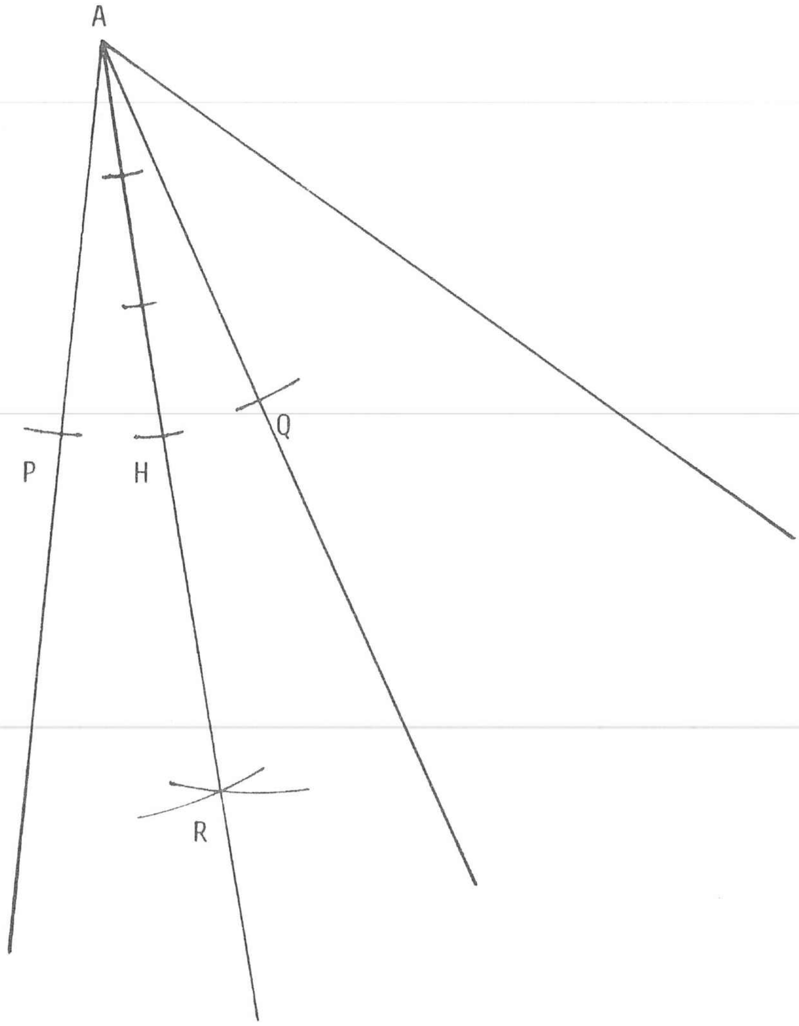
Exercice 4 :



Pour construire un angle de 30° on trace la bissectrice d'un angle de 60° d'un triangle équilatéral.

AIDE 4

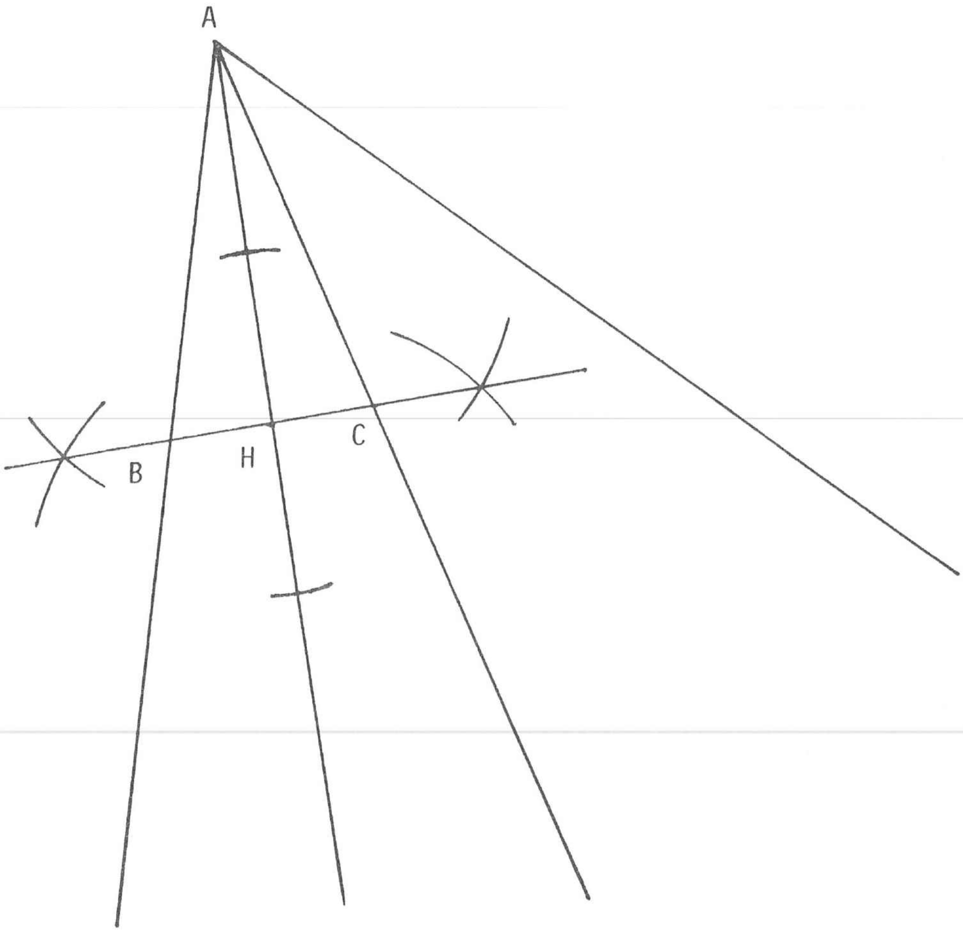
Exercice 4 :



La hauteur issue du sommet est la bissectrice de l'angle au sommet.
On place le point H tel que AH = 3u.

AIDE 5

Exercice 4 :



On construit la perpendiculaire à (AH) passant par H.

MODULE 11

DEMONSTRATION 1

Objectif

Démonter et remonter le cheminement d'une démonstration. Faire écrire des démonstrations ne nécessitant que des outils donnés.

Déroulement

Le point de départ est l'exercice 6B des tests d'évaluation de début d'année que les élèves ont déjà cherché. Par groupes de 4, ils doivent : comprendre l'idée qui articule cet exercice, l'expliquer oralement puis écrire les théorèmes qui sont nécessaires à l'organisation de la démonstration.
(Ils seront écrits au tableau et complétés par des réciproques pour les 1 et 4 - voir page suivante).

Ensuite, et toujours par groupes, ils refont le même travail pour l'exercice 6A. Ce qui nécessite un débat sur "définition - théorème" et l'écriture d'un théorème supplémentaire. (Les exercices 6A et 6B sont donnés en annexes 1 et 2).

Certains n'ont pas dépassé ce stade.

Les plus rapides ont abordé l'exercice 1 qu'ils ont cherché en utilisant les théorèmes déjà vus et qu'ils ont ensuite rédigé en utilisant la feuille à trous.

Ce module s'inscrit dans un travail plus large sur la démonstration mais il semble qu'à présent, certains élèves commencent à bien utiliser le schéma "rechercher-rédiger" quand il s'agit de fournir une démonstration.

THEOREMES ECRITS AU TABLEAU

Théorème 1 :

Si [AB] est diamètre d'un cercle 𝒞 et si M est un point de 𝒞 (différent de A et B) alors ABM est rectangle en M.

Théorème 2 :

Théorème 3 :

Si deux droites du plan sont perpendiculaires à une troisième alors elles sont parallèles entre elles.

Théorème 4 :

La droite qui passe par le milieu d'un côté d'un triangle et qui est parallèle à un autre côté passe par le milieu du troisième côté.

Théorème 5 :

Théorème 6 :

Les trois hauteurs d'un triangle sont concourantes.

Exercice 1 :

𝒞 est un cercle de diamètre [BC] et A un point extérieur au cercle 𝒞, non aligné avec B et C, tel que ABC ne soit pas un triangle rectangle. La droite (AB) coupe 𝒞 en B et P, la droite(AC) coupe 𝒞 en C et Q, les droites (PC) et (BQ) se coupent en I. Démontrer que (AI) et (BC) sont perpendiculaires.

Exercice 2 :

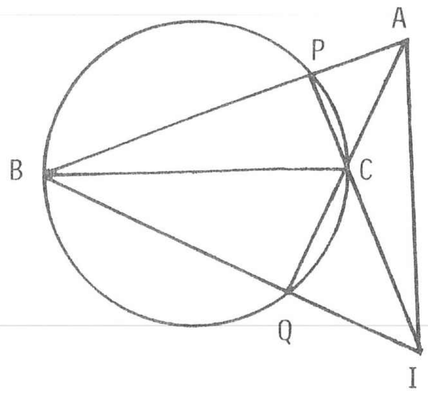
A, B, C sont 3 points non alignés, 𝒞 est le cercle de diamètre [AB] et 𝒞' le cercle de diamètre [AC] de sorte que 𝒞 et 𝒞' se coupent en A et H.

1) B, H, C, sont-ils alignés ?

2) La droite (AC) coupe 𝒞 en I, les droites (BI) et (HA) se coupent en D.

On appelle J l'intersection de (AB) et (DC). Le point J est-il sur 𝒞' ?

Compléter la rédaction suivante :



P est un point du cercle $\mathcal{C}$, [BC] est .... du cercle
donc le triangle B P C est .... en ....
donc (B P) et (P C) sont .... d'où (B P) et (P I) sont ....
Dans le triangle B A I, (P I) est donc .... issue de ....

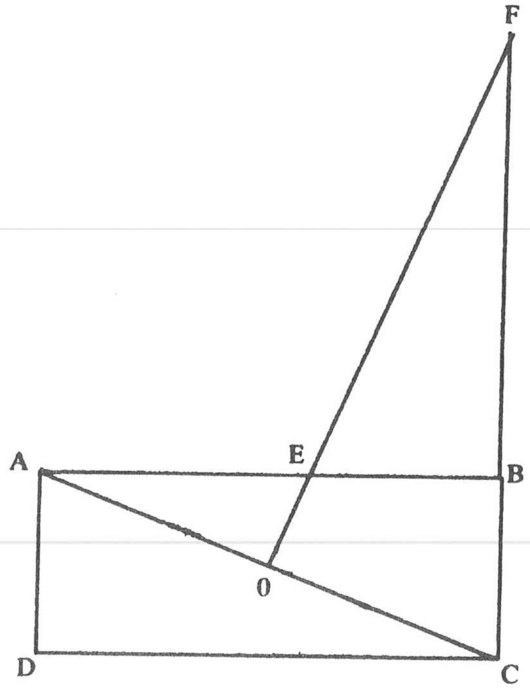
Q est un point du cercle $\mathcal{C}$, [BC] est ....
donc le triangle (B Q C) est .... en ....
donc (B Q) et (Q C) sont .... d'où (B Q) et (Q A) sont ....
Dans le triangle BAJ, (A Q) est donc ....

Le point C est donc .... du triangle A B I car
(A Q) et .... sont des ....
donc (B C) est .... issue de .... du triangle ....
d'où (B C) et ....

<u>Prolongement</u> : Traiter le cas particulier où A B C est rectangle en B ou C.

ANNEXE 1

Exercice 6 A.



ABCD est un rectangle.

La médiatrice de [AC] coupe la droite (AB) en E et la droite (BC) en F.

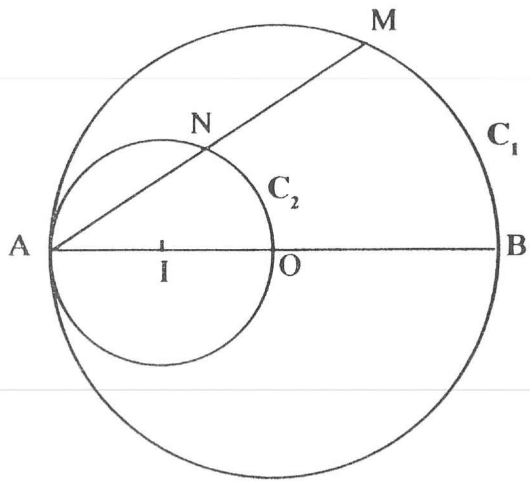
Démontrer que les droites (CE) et (AF) sont perpendiculaires.

1 9 0
15

1 9 0
16

ANNEXE 2

Exercice 6 B.



C_1 est le cercle de diamètre [AB] et de centre O.

C_2 est le cercle de diamètre [AO] et de centre I.

M est un point du cercle C_1, distinct de A et B.

Le segment [AM] coupe le cercle C_2 en N.

Démontrer que le point N est le milieu du segment [AM].

1 9 0
15

1 9 0
16

MODULE 12

DEMONSTRATION 2

Objectifs

- Rédiger une démonstration
- Critiquer de façon constructive la rédaction d'une démonstration
- Prendre conscience des exigences demandées au niveau de l'argumentation d'une démonstration, pour que celle-ci soit compréhensible par tous.

Déroulement

Pour le 1er exercice :

Pendant 10mn environ les élèves cherchent individuellement l'exercice pour lequel ils ne disposent que de l'énoncé.
S'ils n'ont pas trouvé la solution, ils peuvent prendre l'aide correspondante.
Ils se mettent ensuite par groupes de deux pour rédiger une démonstration de l'exercice (1/4 d'heure environ). Il y a ensuite échange de la copie avec un autre groupe et correction (commentée et argumentée) de la copie.
Il y a enfin confrontation des deux groupes (avec si nécessaire arbitrage du professeur).

Pour le 2ème exercice

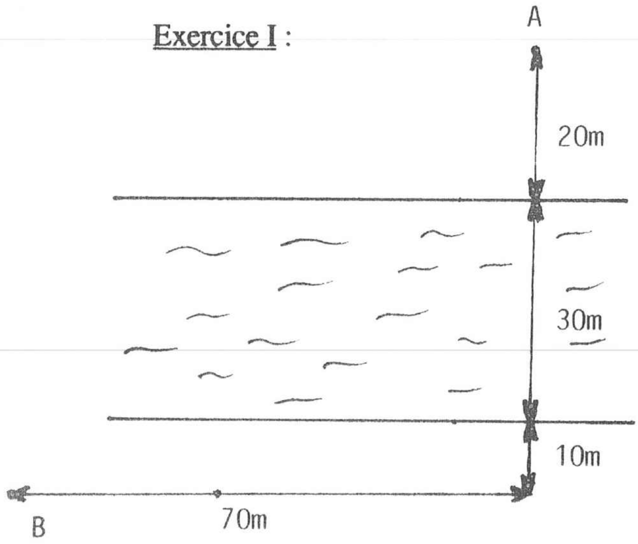
Les élèves disposent d'un premier temps de recherche individuelle, puis une aide (aide 1 ou 2 selon la piste dans laquelle s'engage l'élève).
Il y a ensuite élaboration d'une démonstration de l'exercice par chaque élève, en fonction du type d'aide que lui a fourni le professeur (celui-ci fera en sorte que la moitié des élèves aient l'aide 1, l'autre moitié l'aide 2).
Il y a ensuite échange des copies et correction entre deux élèves n'ayant pas utilisé le même type de pistes.
Il y a enfin confrontation entre les deux élèves.

Remarques

- le 3ème exercice peut être traité sous la même forme que les précédents ou seulement donné aux élèves les plus rapides.
- les exigences des élèves sur les copies qu'ils corrigent sont souvent voisines de celles du professeur lors de la correction d'un devoir. On pourra se référer à ce module lors de la correction des prochains devoirs.

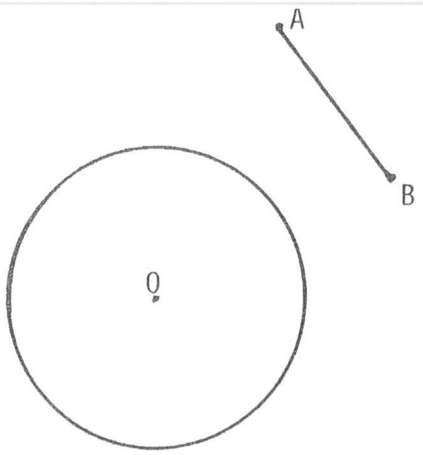
Enoncés

Exercice I :



On veut construire un pont perpendiculaire à la rivière de telle façon que la distance à parcourir de A à B soit la plus courte possible; quelle est la position du pont ?

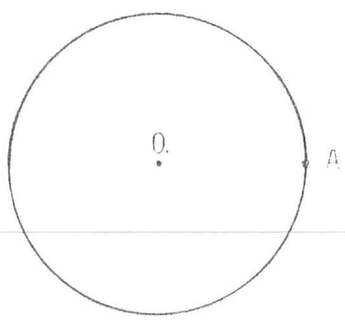
Exercice II :



$\mathcal{C}$ est un cercle de centre O de rayon R, [AB] un segment (figure ci-contre).
Construire A' et B' sur $\mathcal{C}$ tel que la corde [A'B'] ait même longueur que [AB], et que (A'B') soit parallèle à (AB).

Remarque : le problème a-t-il toujours des solutions ? Refaire la figure avec d'autres dimensions pour le rayon et la longueur du segment [AB].

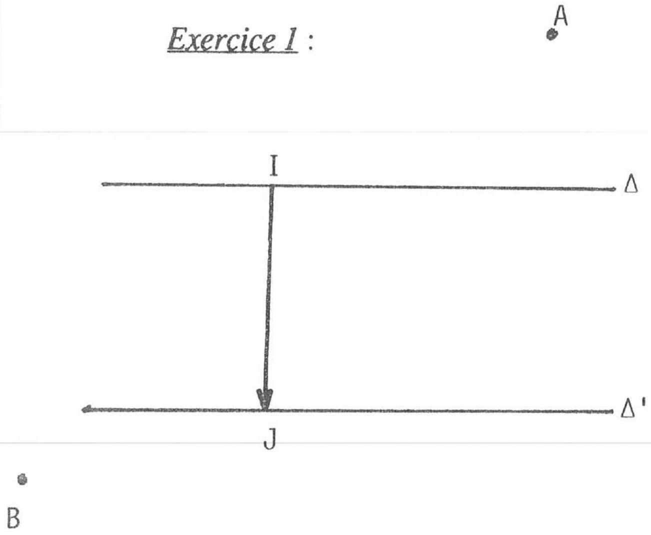
Exercice III :



$\mathcal{C}$ est un cercle de centre O, A un point du cercle.
On associe à tout point M de $\mathcal{C}$ le milieu N de [AM]. Déterminer l'ensemble des points N quand A décrit le cercle $\mathcal{C}$.

AIDE

Exercice 1 :



. Faire subir à Δ et A la translation de vecteur $\overrightarrow{IJ}$.

Quelle est l'image de Δ ? Noter A' l'image de A.

. Déterminer alors le plus court chemin de A' à B.

Exercice 2 :

Méthode 1 : Translation de vecteur $\overrightarrow{AB}$.

→ construire la parallèle à (AB) passant par O .

→ $\mathcal{C}$ et son image $\mathcal{C}'$ se coupent en I' et J'.

→ Peut-on construire I tel que $t_{\overrightarrow{AB}}$ I $\mapsto$ I'

Exercice 2 :

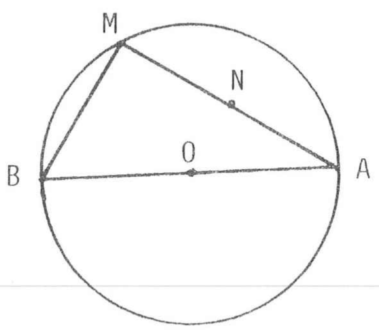
Méthode 2 : Médiatrice.

→ construire la parallèle à (AB) passant par O.

→ construire un segment [A"B"] tel que (A"B") parallèle (AB) et A"B" = AB

→ en déduire A' et B'

Exercice 3 :



→ construire B tel que [AB] soit diamètre du cercle

→ nature du triangle BMA

→ nature du triangle ANO

→ conclure

MODULE 13

NARRATION DE RECHERCHE 1

Objectifs

Il s'agit de mettre les élèves en situation de recherche d'un problème ouvert, dans laquelle on leur demande de raconter de façon descriptive mais aussi argumentée les différentes étapes de leur recherche (celles-ci ayant ou non abouti).

L'objectif est aussi de les aider dans leurs méthodes de recherches d'exercices.

Déroulement

Les élèves sont par groupes de 2 ou 3, un seul est chargé de la rédaction.

Tous cherchent, échangent leurs idées lorsqu'une piste a été trouvée, celui qui est chargé de la rédaction consigne par écrit ces différentes étapes.

Lors de la séance, on peut intervenir sur :

- la notion de conjecture
- la validité d'un exemple, d'un contre-exemple
- le rôle du dessin (schéma, construction d'une figure avec les instruments).

A la fin de la séance (1h 1/2) les différents travaux sont relevés.

Remarques

- Une telle activité doit être bien sûr suivie d'un compte-rendu.
- Il est souhaitable de lire le document "Narration de recherche" (A. Chevalier, M. Sauter) qui apporte toutes précisions nécessaires sur ce type d'activités.

Narration de recherche

Enoncé :

$\mathcal{C}$ est un cercle de centre O, de rayon 2cm. Construire deux cercles intérieurs à $\mathcal{C}$, tangents entre eux, tangents au cercle $\mathcal{C}$, et passant par O. Construire un autre cercle intérieur à $\mathcal{C}$, tangent à $\mathcal{C}$ et aux deux autres; quel est son rayon ?

Vous raconterez les différentes étapes de votre recherche en les argumentant si possible.

Vous joindrez vos brouillons à votre devoir.

MODULE 14

NARRATION DE RECHERCHE 2

Objectifs

Motiver les élèves à la recherche de problèmes, les aider dans leur recherche en observant et critiquant leurs méthodes.

Favoriser l'organisation du travail de groupe.

Apprendre à bien distinguer : exemple - contre exemple - conjecture - preuve.

Déroulement

Les élèves sont par groupes de 3 ou 4. Pour chaque groupe un "rapporteur" est chargé de prendre des notes sur les idées échangées, les différentes pistes. Un quart d'heure avant la fin de la séance chaque groupe doit rédiger un compte-rendu de la recherche.

Lors de la séance les interventions du professeur se font uniquement au sein des groupes pour :

- critiquer les méthodes
- préciser les notions de conjecture, exemple, contre exemple.

La séance a duré 1 h 30, le compte-rendu a souvent été baclé car les élèves ne voulaient pas toujours arrêter leur recherche sans avoir pu fournir une solution (ou une solution justifiée).

La mise en commun a été faite le lendemain dans une séance de cours "normale", toutes les méthodes tournaient autour de la notion de fonction et de maximum ... ce qui était justement ce dont on allait parler ...

ABC est un triangle rectangle en B avec AB = 5 cm et BC = 15 cm.
Par un point M du segment [BC] on trace une parallèle à [AB] qui coupe [AC] en N.
Où faut-il placer le point M pour que la surface du triangle AMN soit la plus grande possible?

Un rapporteur par groupe devra :

- Résumer les différentes étapes de votre recherche.
- Proposer (avec votre aide) une solution justifiée.

MODULE 15

PAVAGES ET TRANSFORMATIONS DU PLAN

Objectifs

Familiariser les élèves avec les isométries en utilisant des pavages semi-réguliers comme support. L'avantage de cette activité est que la figure image par la transformation n'est pas tracée mais les segments constituant cette figure le sont. Il faut les découvrir sur le dessin et non construire la figure.

D'autre part, la recherche d'isométries associant deux motifs donnés amène à la notion d'axe ou de centre de symétrie.

Déroulement

On explique aux élèves ce qu'est un pavage et un motif dans le pavage.

On leur propose ensuite deux types de fiches :

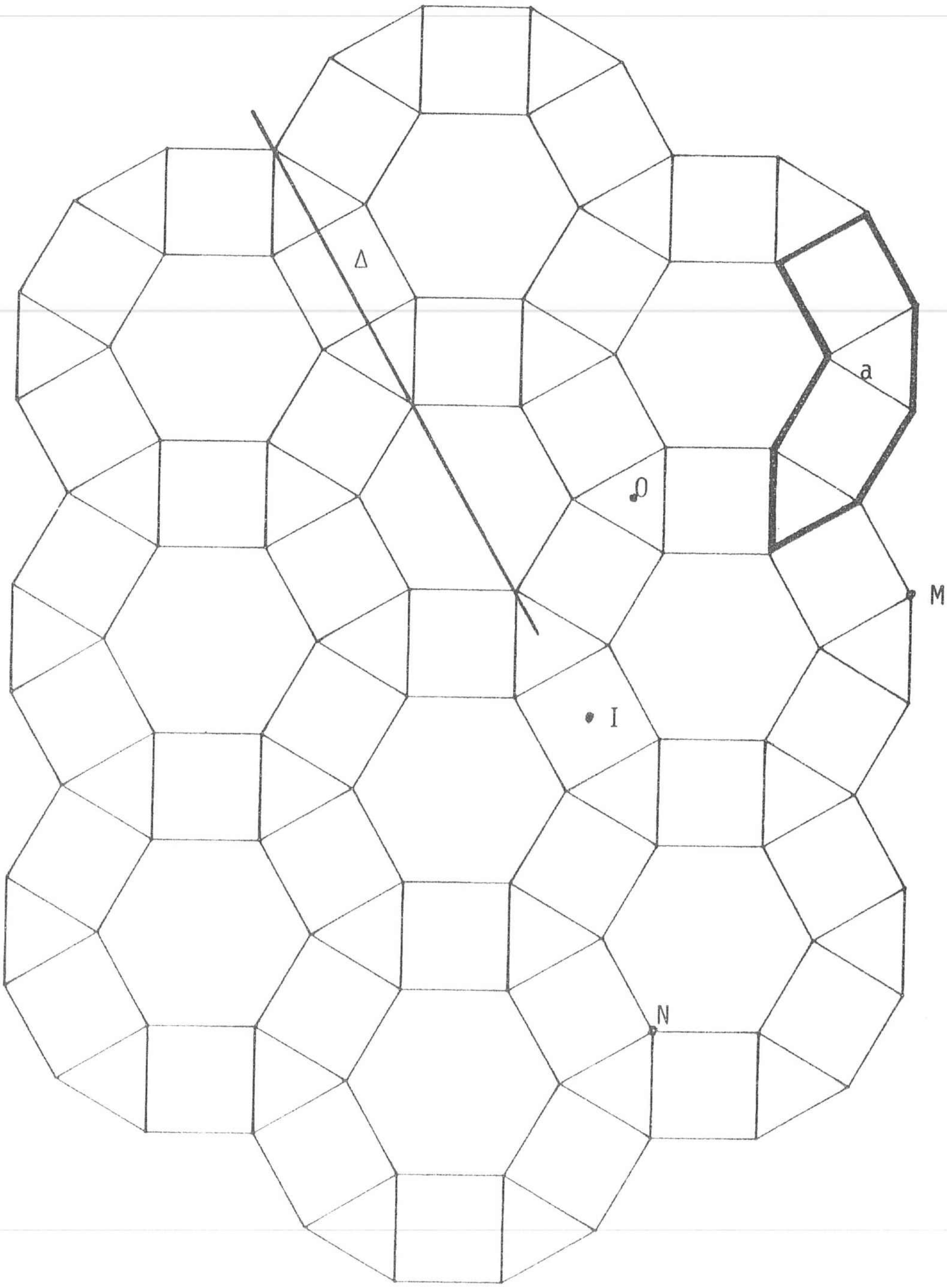
Type I : un pavage et un motif dans le pavage, il faut mettre en évidence dans les pavages les transformés du motif par des isométries et justifier.

Type II : un pavage et plusieurs motifs isométriques, il faut trouver l'isométrie ou le produit d'isométries qui associent les motifs.

Exercice 1 :

Mettre en évidence en utilisant des couleurs différentes :

- l'image (b) de la figure (a) par la symétrie de centre I.
- l'image (c) de la figure (a) par la symétrie d'axe Δ.
- l'image (d) de la figure (a) par une rotation de centre O et d'angle 120°.
- l'image (e) de la figure (a) par la translation de vecteur $\overrightarrow{MN}$.

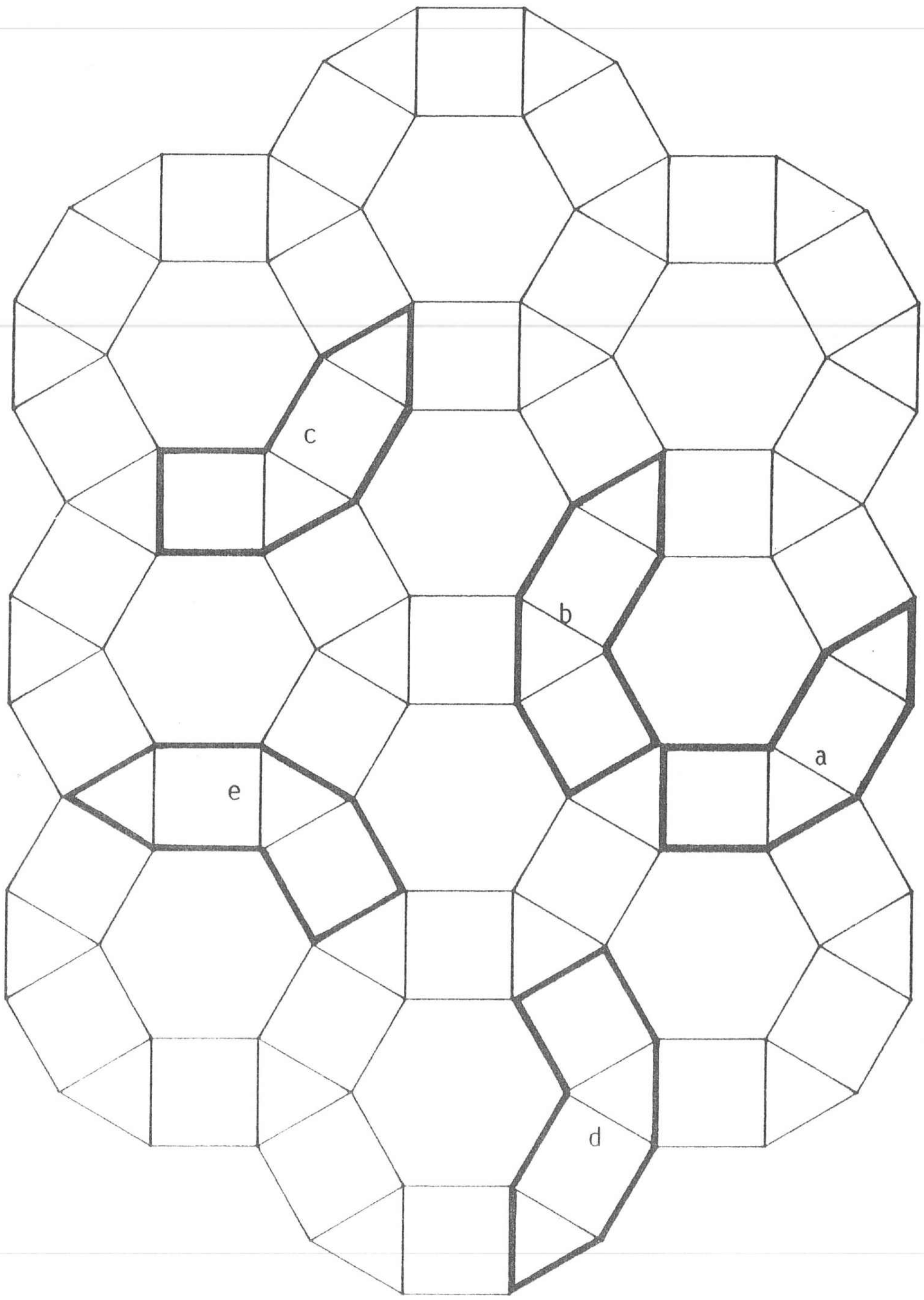


Exercice 2 :

Par quelle transformation géométrique étudiée précédemment peut-on passer :

1°) de la figure (b) à la figure (a) ?

2°) de (b) à (d) ?   3°) de (a) à (c) ?   4°) de (a) à (e) ?



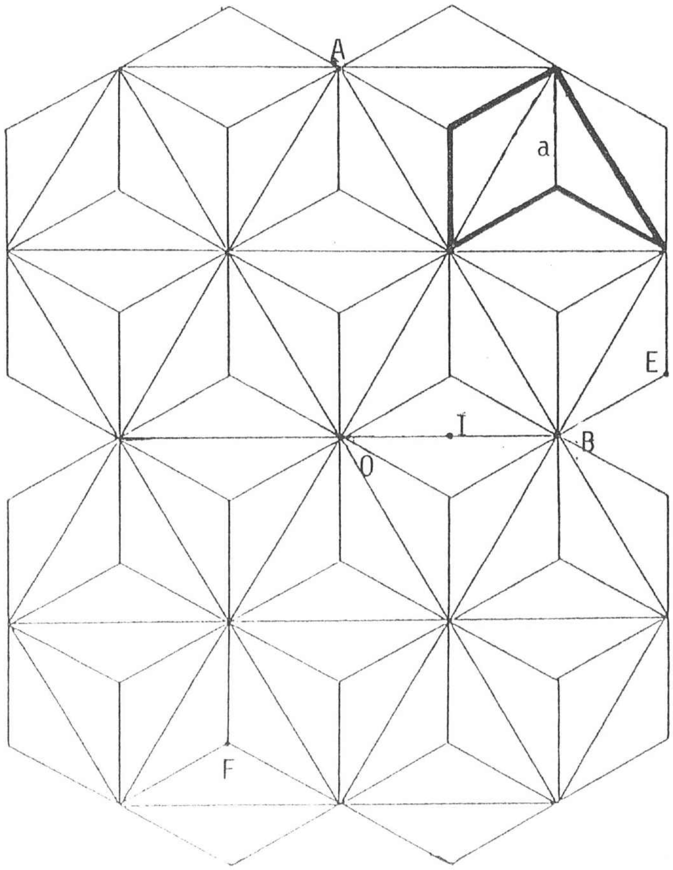
Exercice 3 :

Dans la figure fournie, tous les petits triangles sont superposables; avec trois de ces triangles, on a fabriqué le motif (a).

Mettre en évidence en utilisant des couleurs différentes :

- l'image (b) de la figure (a) dans la symétrie par rapport à la droite (AB).
- l'image (c) de la figure (a) dans la symétrie de centre (I).
- l'image (d) de la figure (a) dans la rotation de centre O, d'angle 60°, de sens direct.
- l'image (e) de la figure (a) dans la translation de vecteur $\overrightarrow{EF}$
- l'image (f) de la figure (a) dans la rotation de centre O, d'angle 120°, de sens indirect.

Expliquer pourquoi on peut passer directement de (d) à (f) par la symétrie de centre O.

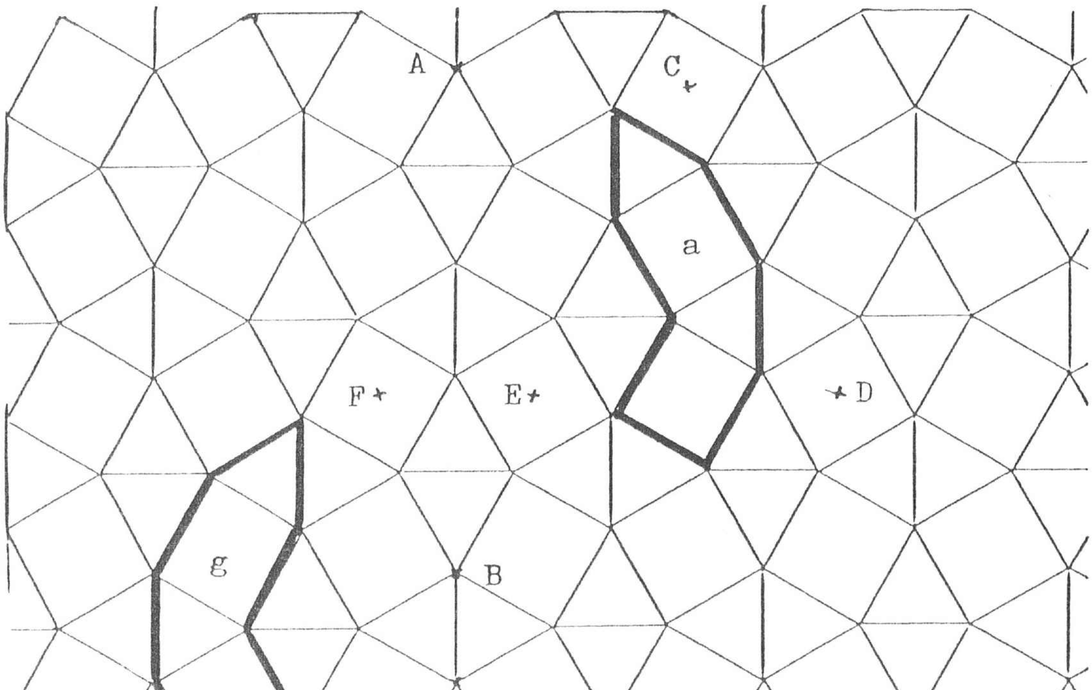


Exercice 4 :

Mettre en évidence en utilisant des couleurs différentes :

L'image du motif (a) par la symétrie de centre D et marquer (b) sur le dessin obtenu; de même (c) symétrique de (a) par rapport à la droite (AB), puis (d), image de (a) par la rotation de centre C et d'angle 90° de sens direct; placer également (e) translaté de (a) par la translation de vecteur $\overrightarrow{CF}$, enfin (f) image de (a) par la rotation de centre E et d'angle 90° de sens indirect.

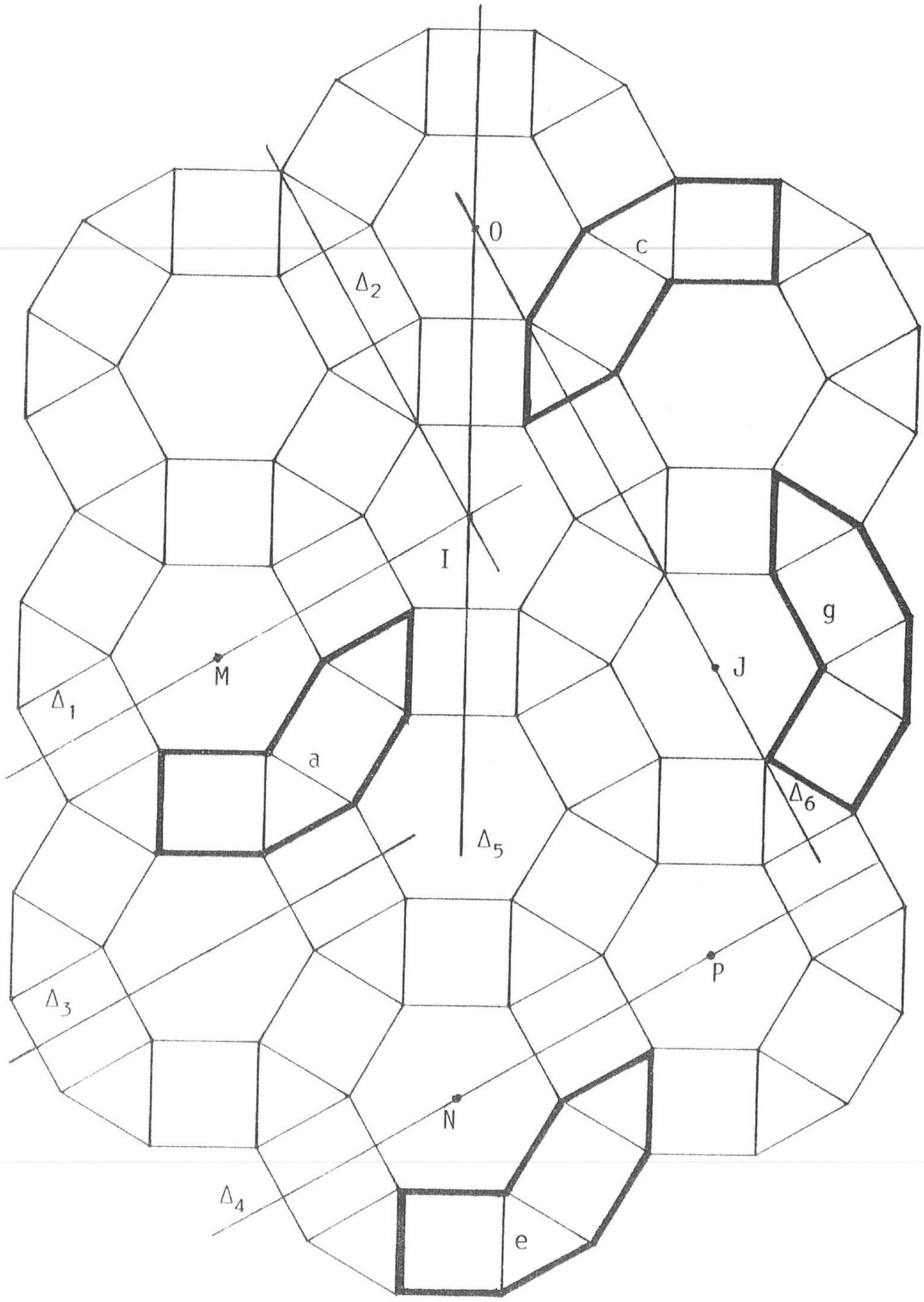
Peut-on passer de (a) à (g) par une des quatre transformations étudiées en classe ? Sinon trouver une succession de deux transformations amenant (a) sur (g).



Exercice 5 :

On considère le polygone (a).

1) Par quelle transformation passe-t-on de (a) à (c) ?
   Mettre en évidence (b) symétrique de (a) par rapport à Δ_1 puis le symétrique de (b) par rapport à Δ_2.
   Que remarquez-vous ? Justifier ce résultat.
2) Par quelle transformation passe-t-on de (a) à (e) ?
   Mettre en évidence (d) symétrique de (a) par rapport à Δ_3 puis le symétrique de (d) par rapport à Δ_4.
   Que remarquez-vous ? Justifier ce résultat.
3) Mêmes questions pour le passage de (a) à (g) avec les symétries par rapport à Δ_5 et Δ_6.



MODULE 16

PROBLEMES D'OMBRES

Objectifs

Réinvestissement des connaissances (l'espace a été vu en cours). Aborder à travers les problèmes d'ombre quelques méthodes de traitement des problèmes de l'espace.

Déroulement

La séance a permis la réalisation par la totalité des élèves des six premiers exercices après qu'un point méthode ait été fourni sur les exercices 1 et 6 et les différences des ombres suivant la nature de la lumière. Certains élèves ont terminé les 8 exercices. Les élèves travaillaient seuls et devaient me montrer leur résultat avant de passer d'un exercice à l'autre.

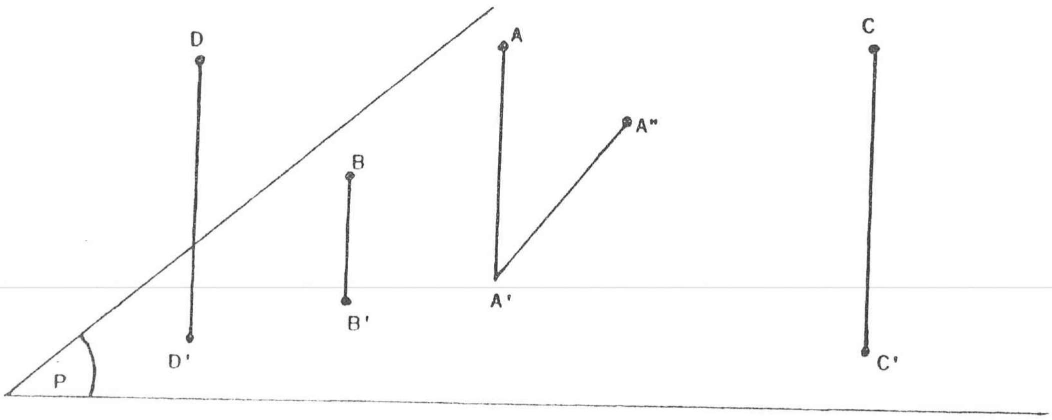
Bien sûr c'est l'exercice 5 qui a posé le plus de problèmes, il a pu être traité en faisant référence non pas au théorème du toit cité sur la feuille, mais a un exercice réalisé en TD qui proposait l'étude de l'intersection d'une droite avec les plans définis par les faces d'un cube.

Remarque

On pourra consulter "Enseignement modulaire" - Fascicule 1 - Classe de Seconde, par N. BASCOU, F. BONAFE, R. BRUNET.

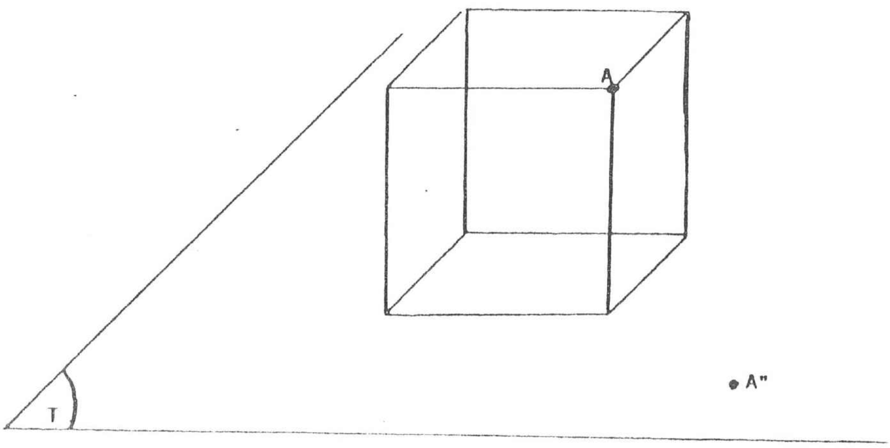
Exercice 1 :

On connaît l'ombre A'A" dans le plan P du bâton AA'. Dessiner les ombres des autres bâtons sachant que la lumière est solaire, que AA', BB', CC', DD' sont verticaux et que A', B', C', D' sont dans P.



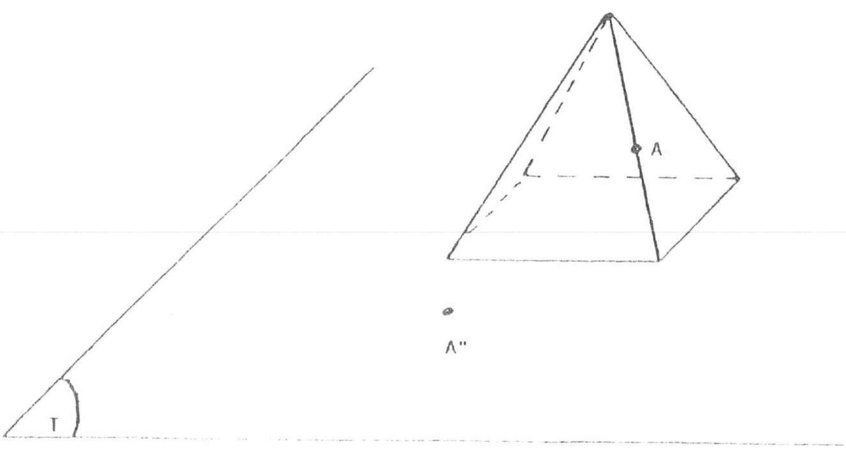
Exercice 2 :

Un cube en fil de fer est posé sur une table T. On connaît l'ombre solaire A" d'un coin A de cube. Compléter l'ombre du cube.



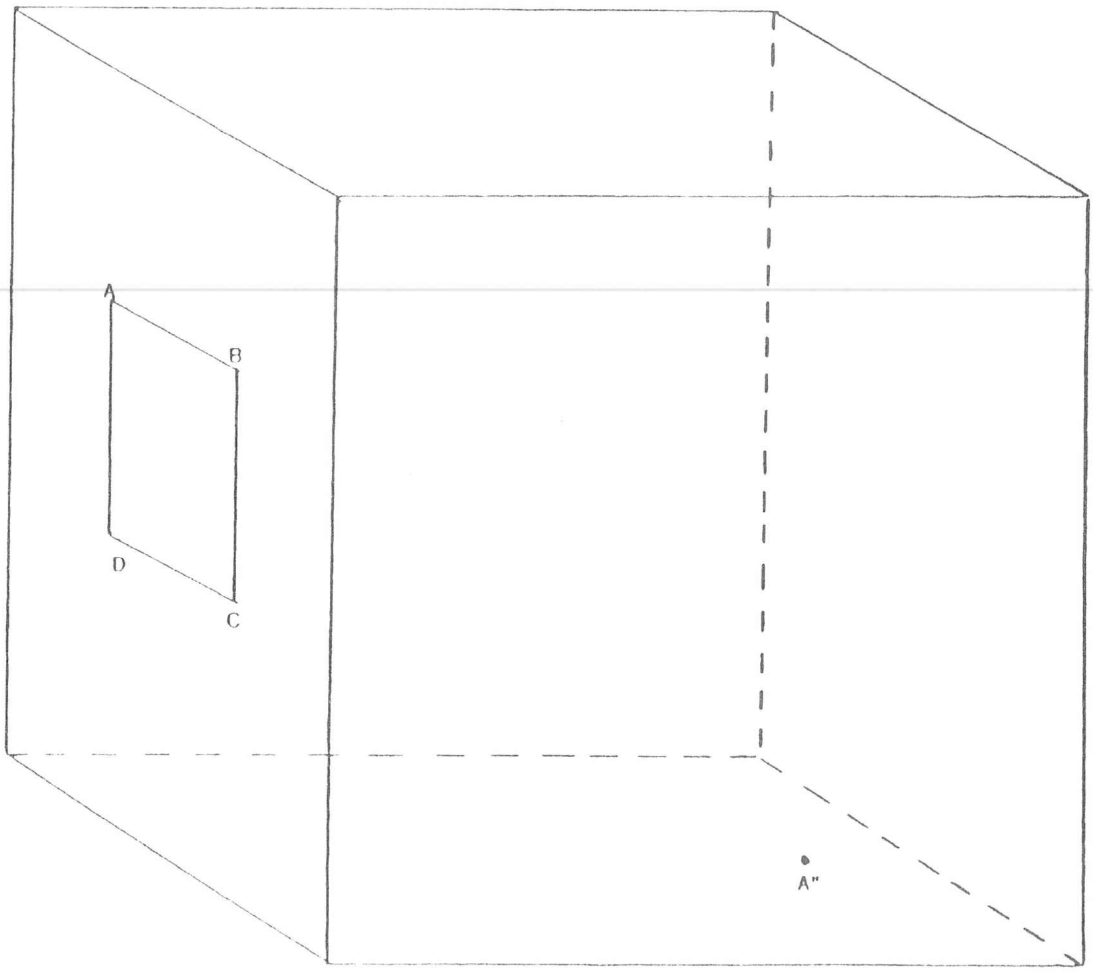
Exercice 3 :

Une pyramide régulière en bois à base carrée est posée sur une table T. On connaît l'ombre solaire A" d'un point A d'une arête. Tracer l'ombre du sommet, compléter l'ombre de la pyramide.



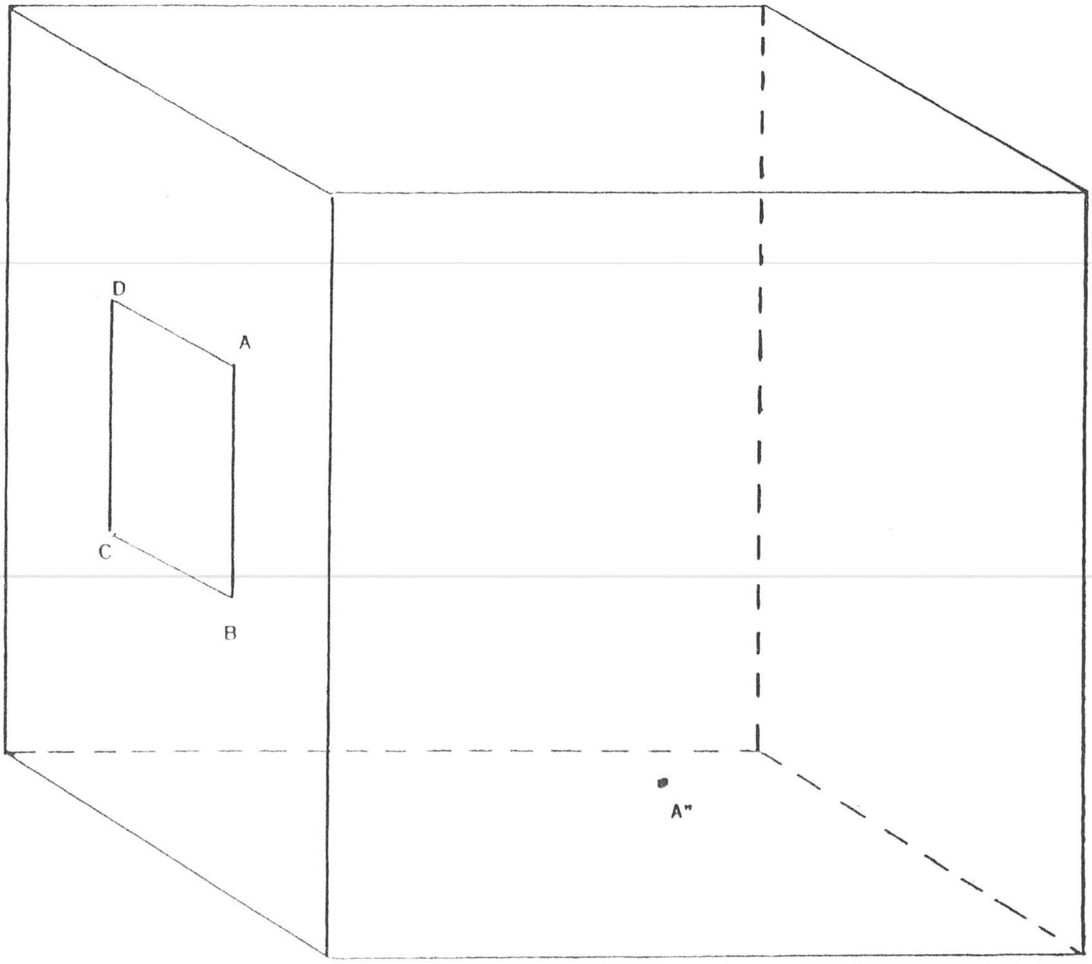
Exercice 4 :

Un rayon de lumière solaire pénètre par le coin A de la fenêtre et laisse en A" une trace sur le sol. Dessiner l'image éclairée de la fenêtre à l'intérieur.



Exercice 5 :

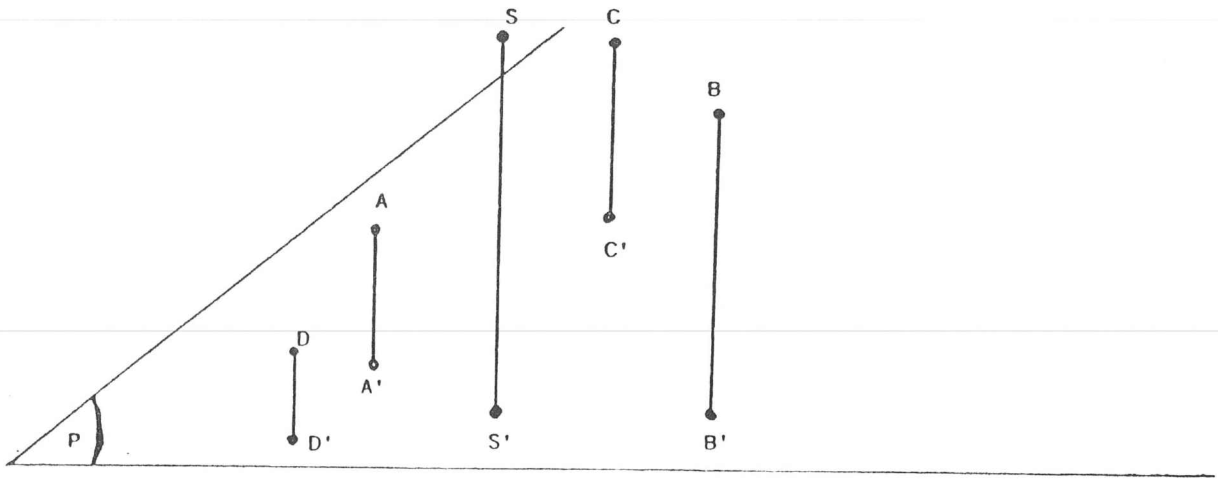
Même question que l'exercice 4



Remarque : La difficulté ici est que l'on ne connaît pas sur le mur arrière (ou plutôt sur le plan qui le contient) l'ombre du point A. On peut se référer au théorème "du toit" qui dit "Si deux plans P et P' sécants suivant une droite Δ sont coupés par un troisième plan Q parallèle à Δ, les intersections de Q et P ainsi que de Q et P' sont parallèles à Δ".
De ce théorème, on peut déduire que (DA) ainsi que (CB) sont parallèles à leurs "ombres" sur le sol et qu'il en est de même pour (DC), (AB) et leurs ombres sur le mur arrière. Ce résultat peut être mis en oeuvre dans l'exercice 1 également.

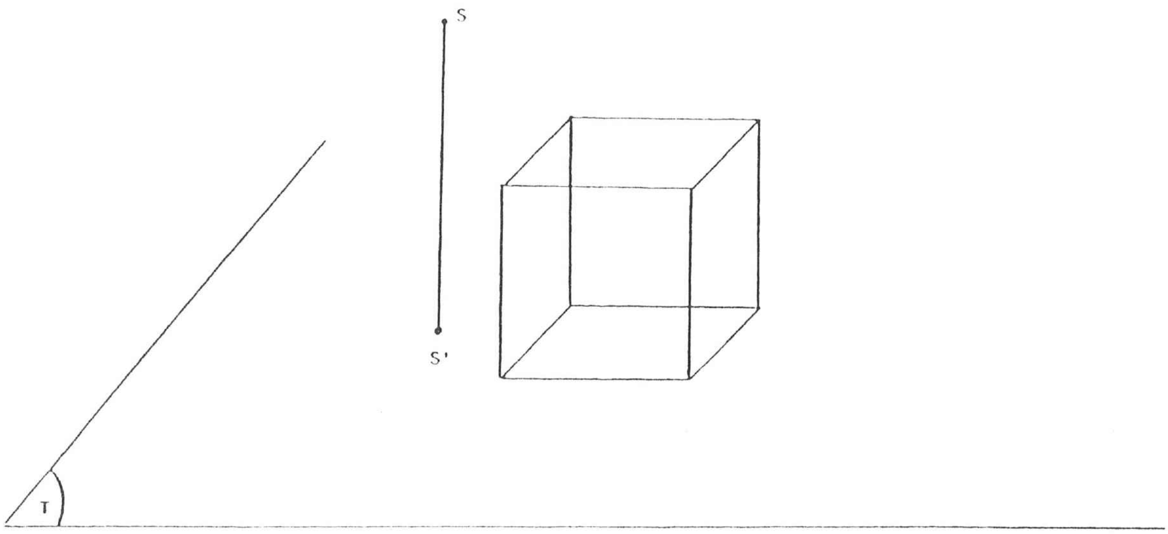
Exercice 6 :

SS' est un lampadaire vertical. Dessiner les ombres des bâtons verticaux AA', BB', CC', DD' sur la plan P sachant que A', B', C', D', S' sont dans le plan P.



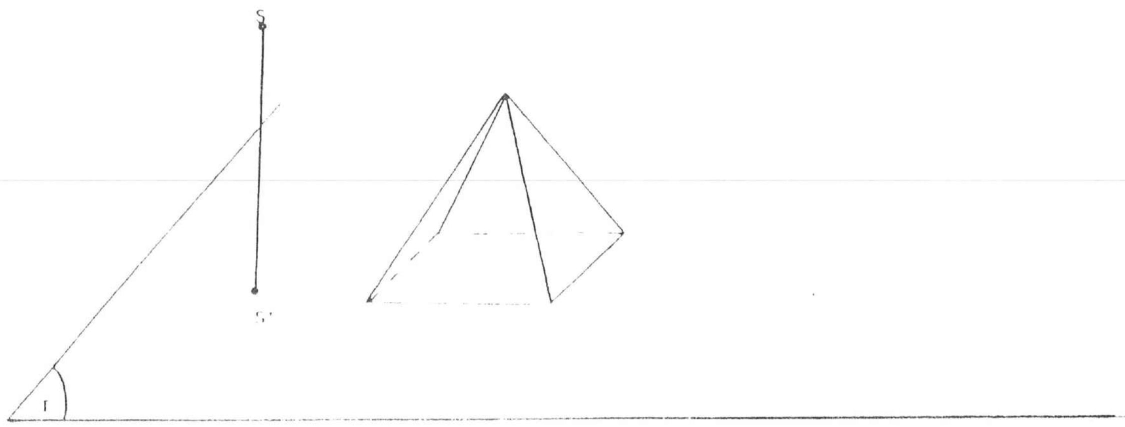
Exercice 7 :

Un cube en fil de fer est posé sur une table T. La lumière émane d'une source S dont on connaît la projection orthogonale S' sur T. Compléter l'ombre du cube.



Exercice 8 :

Une pyramide en bois à base carrée est posée sur une table T. La lumière émane d'une source S dont on connaît la projection orthogonale S' sur T. Tracer l'ombre du sommet, compléter l'ombre de la pyramide.



MODULE 17

LA REGLE A BORDS PARALLELES

(D'après Daniel BERTHE, IREM de Lille)

Objectifs

Il s'agit d'aider les élèves à acquérir quelques méthodes de résolution de problèmes. Pour cela, trois outils sont fournis qui vont permettre de résoudre une liste de problèmes de construction à condition que ces trois outils soient bien maîtrisés. C'est également l'occasion de revenir sur les angles, quadrilatères, etc...

Pour l'essentiel ce travail a pour objectif de faire prendre conscience aux élèves de la diversité des cheminements et, qu'avec peu d'outils correctement utilisés, on peut reconstruire des solutions à des problèmes connus.

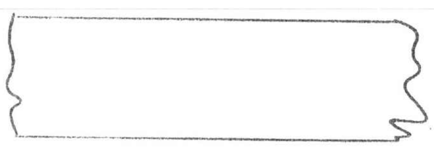
Déroulement

Ce travail a occupé deux séances. La première centrée sur la maîtrise des outils a consisté en la mise en oeuvre des trois algorithmes de construction : graduer une droite - tracer la médiatrice d'un segment - tracer la bissectrice d'un angle. Ce sont les justifications qui ont occupé la majeure partie du temps et en particulier la justification de la médiatrice. Lors de cette première séance, les élèves ont réalisé l'application (1) également.

La deuxième séance a été consacrée aux autres applications, chaque élève effectuant une recherche personnelle et devant justifier son résultat. Presque tous les élèves sont parvenus à l'application (5) qui a nécessité parfois une aide de la part de l'enseignant. Certains ont effectué l'application (6) et il leur a été proposé d'autres constructions qui associaient parfois des applications déjà vues (construire un carré dont on connaît un côté par exemple).

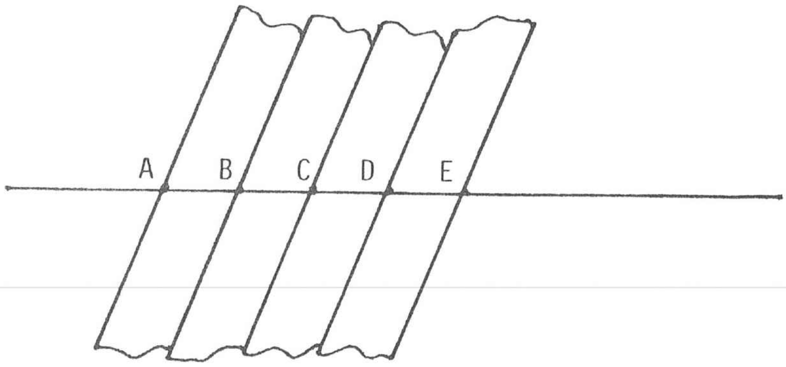
Remarque

Chaque élève avait à sa disposition une règle à bords parallèles (bande de carton) dont les extrémités ne pouvaient pas être utilisées pour tracer des perpendiculaires, par exemple:



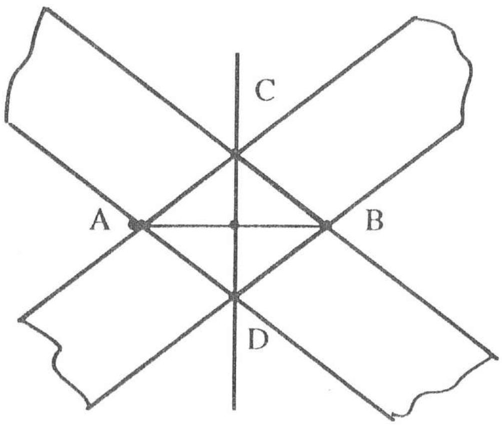
Pour tout le travail qui suit, vous disposez uniquement d'une règle à bords parallèles et d'un crayon. Cela permet par exemple les réalisations suivantes :

1) Graduer une droite



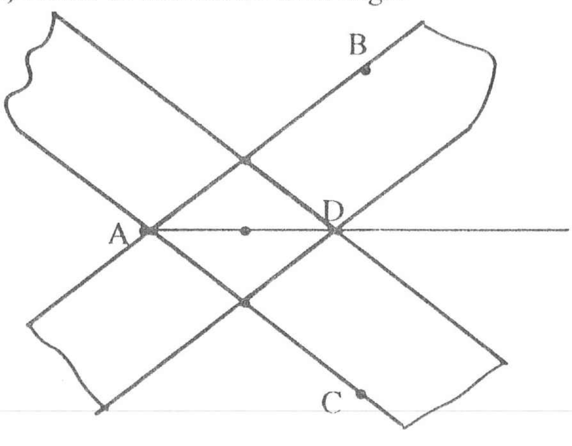
AB étant donné, il suffit de reporter en appuyant la règle sur le tracé qui précède.

2) Tracer la médiatrice d'un segment



[AB] étant donné, décrire les étapes qui permettent de tracer (CD) puis justifier qu'il s'agit bien de la médiatrice de [AB].

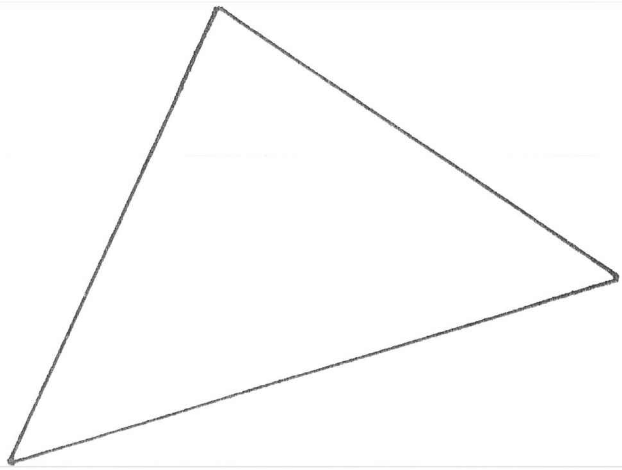
3)Tracer la bissectrice d'un angle



L'angle $\widehat{BAC}$ étant donné, décrire les étapes qui permettent de tracer (AD) puis justifier qu'il s'agit bien de la bissectrice $\widehat{BAC}$

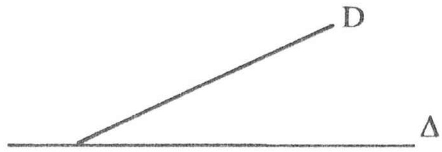
Application (1)

Construire le centre de gravité, le centre du cercle circonscrit, le centre du cercle inscrit, pour le triangle ci-contre



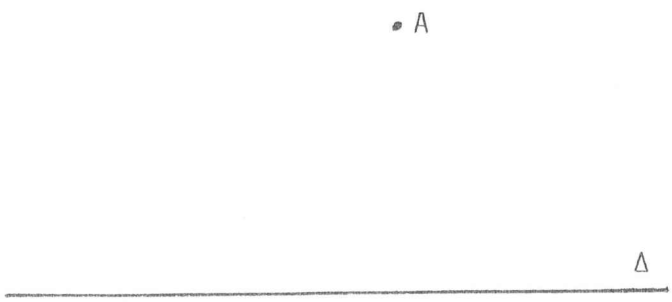
Application (2)

Construire le symétrique de la droite D par rapport à Δ.



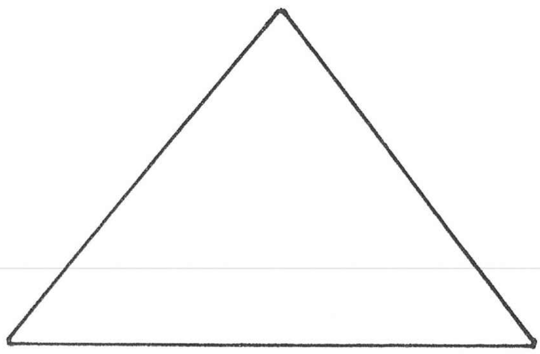
Application (3)

Construire le symétrique du point A par rapport à Δ.



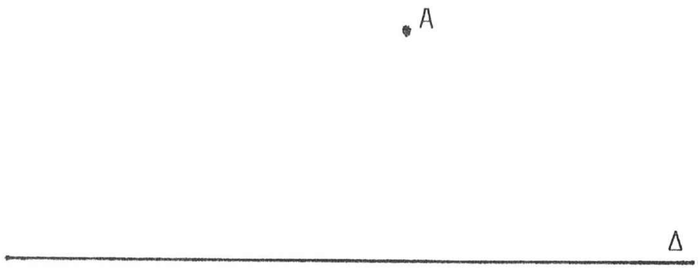
Application (4)

Construire l'orthocentre du triangle ci-contre.



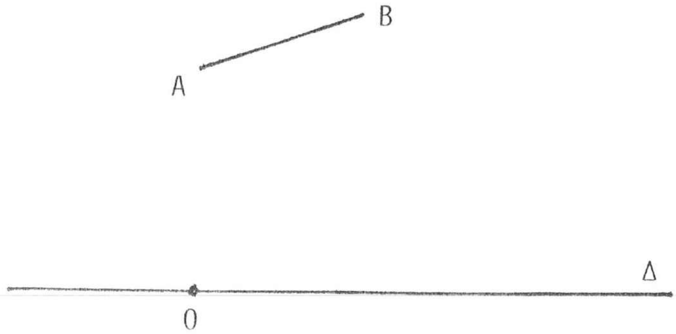
Application (5)

Tracer une parallèle à Δ passant par A.



Application (6)

Graduer la droite Δ à partir de O en prenant AB comme unité.



MODULE 18

LECTURE, ECRITURE D'ENONCE

Objectifs

- Analyser un énoncé pour réaliser une figure.
- Déceler dans un énoncé redondant ce qui est inutile.
- Créer un énoncé à partir d'une figure donnée.

Déroulement

Deux activités différentes sont proposées :

1) Les élèves sont répartis en deux groupes : un groupe sur le 1er énoncé, l'autre sur le 2ème énoncé.

- Chaque élève réalise une figure, puis donne un énoncé simplifié à un élève de l'autre groupe qui est chargé de réaliser la figure à son tour.

- Il y a ensuite un débat entre les deux élèves sur les deux énoncés simplifiés.

2) Toujours répartis en deux groupes, un groupe sur la 1ère figure, l'autre sur la 2ème, chaque élève écrit un énoncé à partir de la figure, puis il y a échange des énoncés par binôme, chaque élève réalise une figure à partir de l'énoncé, il y a enfin confrontation entre les deux élèves.

La séance prend plus d'une heure et demie.

Activité 1

Enoncé 1

Tracer un triangle ABC rectangle en A tel que AB = 3, AC = 4, BC = 5 (unité 1cm).
Soit O le milieu de [BC]. Tracer le cercle $\mathcal{C}$ de centre O, de rayon 2,5cm passant par B et C.
Tracer la perpendiculaire à (BC) en B; elle coupe (AC) en E.
Tracer la parallèle à (AB) passant par O elle coupe (BE) en F.
Tracer les hauteurs du triangle EFC.
Tracer les perpendiculaires à (FC) passant par O qui coupe (FC) en I.

1) Construire la figure.
2) Refaire un énoncé en supprimant les données inutiles.

Enoncé 2

Construire un rectangle ABCD avec AB = 3, BC = 4, AC = 5 (unité 1 cm).

Tracer la bissectrice de l'angle $\widehat{DAB}$; elle coupe (BC) en I tel que BI = 3.
Construire le projeté orthogonal H de C sur (AI).

Construire E tel que $\overrightarrow{CH} = \overrightarrow{HE}$
(IE) coupe (AD) en F. La perpendiculaire à (FE) en E coupe (AB) en G.

1) Construire la figure.
2) Refaire un énoncé en supprimant les données inutiles.

Activité 2

Figure 1 : Ecrire un énoncé correspondant à la construction de la figure ci-dessous.

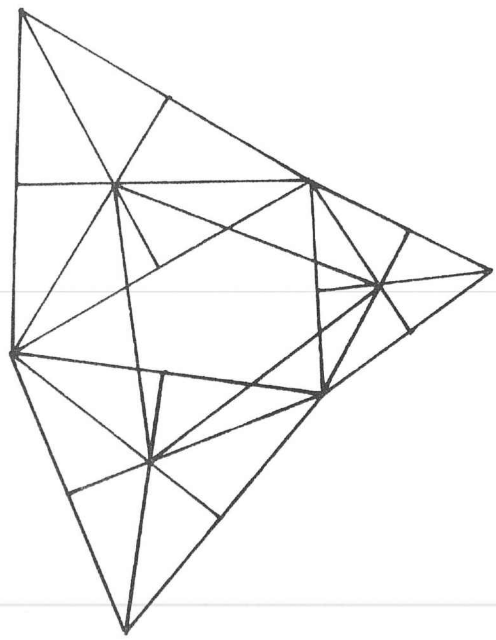
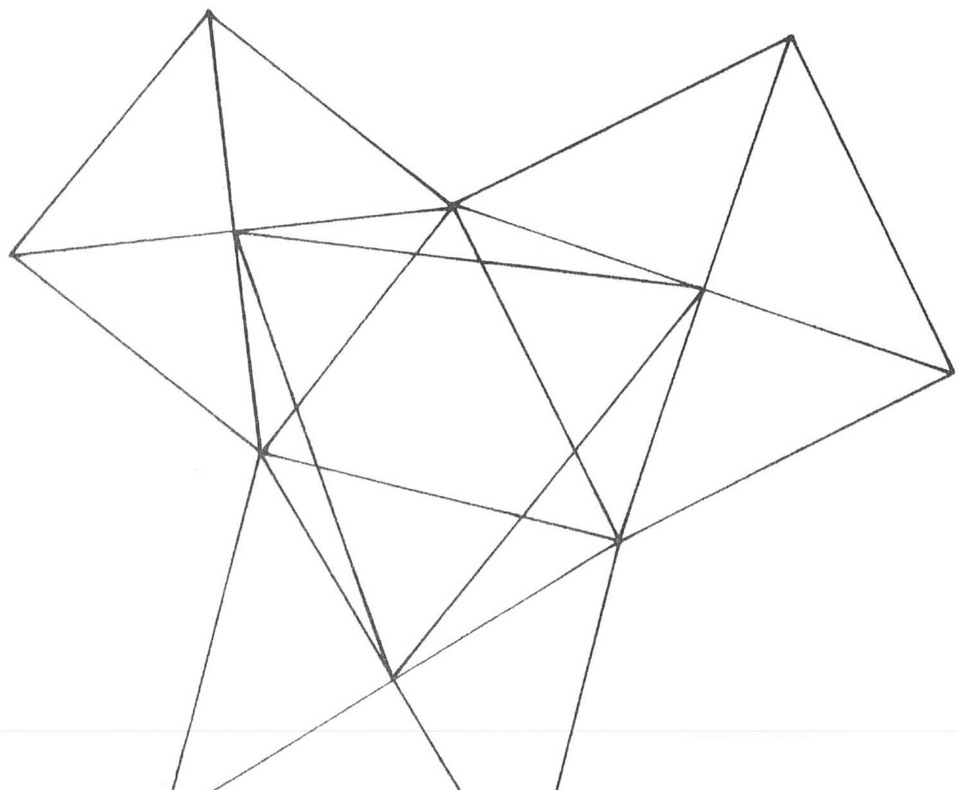


Figure 2 : Ecrire un énoncé correspondant à la construction de la figure ci-dessous.



BIBLIOGRAPHIE

TRAVAUX ET PUBLICATIONS
à rattacher au Groupe de
Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie
de l'I.R.E.M. de Montpellier

[1] **ROUMIEU Ch.**, 1978 - *Quelques observations d'élèves à propos du développement du cube*, publication IREM-USTL, place E. Bataillon 34095 Montpellier (7 pages).

[2] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1979 - *Intégrale des protocoles du problème CRI* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 246 pages.

[3] **AUDIBERT G.**, 1980a - *Processus de recherche de problèmes de géométrie chez l'élève de l'enseignement secondaire* - Publication IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier (92 pages).

[4] **AUDIBERT G.**, 1980b - *Processus de recherche de problèmes de géométrie chez l'élève de l'enseignement secondaire* - Résumé des communications brèves du 4ème congrès international sur l'enseignement des mathématiques. National Academy of Sciences - USA and University of California Berkeley (1 page).

[5] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1980a - *Intégrale des protocoles du problème SIM* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 448 pages.

[6] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1980b - *Similitude, fascicule de protocoles*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon (56 pages).

[7] **AUDIBERT G.**, 1981a - Processus de recherche d'un problème sur la similitude chez l'élève de l'enseignement secondaire (analyse de deux protocoles). *Séminaire de recherche pédagogique en mathématiques N°7, Laboratoire IMAG, BP 53X, 38041 Grenoble Cedex* (pages 1 à 24).

[8] **AUDIBERT G.**, 1981b - Les contradictions dans la recherche d'un problème de géométrie. *Actes de la XXXIIIème Rencontre Internationale de la CIEAEM*, édités par Michèle Pellerey, Palanza 2/9 Août 1981 (pages 27 à 35).

[9] **BRUNET R., CHEVALIER A.**, 1981 - Rôle du dessin dans la résolution des problèmes de géométrie. *Compte-rendu du colloque GEDEOP - 10/21 Novembre 1981*, IREM-Université, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex (pages 37 à 48).

[10] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1981a - *Intégrale des protocoles du problème PEN* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 558 pages.

[11] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1981b - *Isométries-Pentagone, fascicule de protocoles*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier (106 pages).

[12] **AUDIBERT G.**, 1982a - *Démarches de pensée et concepts utilisés par les élèves de l'enseignement secondaire en géométrie euclidienne plane, volumes 1 et 2*, nouvelle édition, publication de l'APMEP, 1984, N°56, 831 pages).

[13] **AUDIBERT G.**, 1982b - Géometrie euclidienne plane dans l'enseignement secondaire français. *Actes du colloque international sur l'enseignement de la géométrie.* Sous-commission belge de la CIEM, Mons, 31 Août/2 Septembre 1982, édité par G. Noël, Université d'Etat de Mons (Belgique), pages 225 à 239. Nouvelle publication dans le Bulletin de l'APMEP 1985, N°349, pages 349 à 363.

[14] **FABRE C.**, 1982 - Perspective cavalière - *Bulletin de la Régionale de l'APMEP de Montpellier N°1, Juin 1982*, pages 19 à 33, nouvelle publication, *Actes du Colloque Inter-IREM Géométrie, journées SMF*, Marseille 1/2 Juin 1984, publication de l'IREM de Marseille, pages VI.1 à VI.15.

[15] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1982 - *Intégrale des protocoles du problème QAT* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 508 pages.

[16] **AUDIBERT G.**, 1983a - Processus de recherche d'un problème de géométrie chez l'élève de l'enseignement secondaire, *Educational Studies in Mathematics*, 14, 1983, pages 155 à 181.

[17] **AUDIBERT G.**, 1983b - Pseudo-proportions, *Bulletin APMEP* N°339, pages 321 à 328.

[18] **AUDIBERT G.**, 1983c - *Affinités*, éditions IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 17 pages.

[19] **AUDIBERT G.**, 1983d - *Théorème fondamental de la géométrie affine réelle plane*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 6 pages.

[20] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1983a - Un rapporteur, *Bulletin de l'APMEP N°341*, page 559.

[21] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1983b - *Intégrale des protocoles du problème FIL* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 822 pages.

[22] **AUDIBERT G.**, 1984 - Construction d'un triangle connaissant les mesures de ses trois côtés, usage des instruments de dessin; double-décimètre, compas. *Actes de la XXXIVème Rencontre de la CIEAEM Moyens et médias sur l'enseignement des mathématiques, 31 Juillet/6Août 1982*, imprimés par UER Sciences, Université d'Orléans, 1er trimestre 1984, pages 127 à 133.

[23] **BRUNET R.**, 1984 - La symétrie orthogonale dans les problèmes PEN et QAT. Dans Chevalier A. *Le problème QAT : symétrie, vérification, algorithme de construction. La pratique de l'élève.* Edition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, pages 288 à 290.

[24] **CHEVALIER A.**, 1984 - *Le problème QAT : symétrie, vérification, algorithme de construction, la pratique de l'élève.* Edition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 442 pages.

[25] **Collectif Andorre/Bourg Madame**, 1984 - *Quelques activités géométriques dans le premier cycle*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 71 pages.

[26] **CONEJERO M.T., GABRIEL P., GROS R., VACHE Y.**, 1984 - *Six thèmes de géométrie pour les classes de 4ème et 3ème*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 106 pages.

[27] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1984a - Document préparatoire à la séance de travail de la COPREM du 2 Mars 1984 consacrée à l'enseignement de la géométrie, 13 pages.

[28] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1984b, *Intégrale des protocoles du problème SEC* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 963 pages.

[29] **PELOUZET B.**, 1984a - Phases pré-expérimentales d'une recherche sur la géométrie de l'espace. *Actes du Colloque Inter-IREM Géométrie, journées SMF*, Marseille 1/2 Juin 1984, publication de l'IREM de Marseille, pages V.1 à V.18.

[30] **PELOUZET B.**, 1984b - *Utilisons nos rapporteurs*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 19 pages.

[31] **CHEVALIER A.**, 1985 - *A propos de conceptions d'élèves liées aux notions de vérification et de contre exemple : rôle des contradictions*. Exposé au Séminaire de Didactique du 12 Octobre 1985, édité par l'IREM de Montpellier, place E. Bataillon, 47 pages.

[32] **AMSALEM A., BONAFE F.**, 1985 - *Géométrie dans l'espace et angles en classe de Seconde*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 36 pages.

[33] **AUDIBERT G.**, 1985a - *Une problématique en géométrie de l'espace*, publication IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 63 pages.

[34] **AUDIBERT G.**, 1985b - *Représentation de l'espace et empirisme dans le problème FIL*, publication IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 79 pages.

[35] **AUDIBERT G.**, 1985c - Au sujet de la représentation de l'espace chez nos élèves de l'enseignement secondaire : problématique-méthode, *Nieuwe Wiskrant 5e Jaargang Nummer 1*, Septembre 1985, Utrecht, pages 41 à 44. Nouvelle publication : Zentralblatt für Didactick der Mathematik 85/6, pages 190 à 193.

[36] **AUDIBERT G., BONAFE F.**, 1985 - *Projection cylindrique d'un coin de cube*, IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 39 pages.

[37] **BONAFE F.**, 1985 - *La genèse du problème SEC*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 39 pages.

[38] **BRUNET R.**, 1985 - *De la démonstration en mathématiques*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier

[39] **CHEVALIER A.**, 1985 - Etudes de résolution de problème par les élèves. *Bulletin de liaison de l'IREM de Clermont-Ferrand*, N°25, Université Clermont-Ferrand II, IREM, complexe scientifique des Cézeaux, 63170 Aubière, pages 21 à 47.

[40] **FABRE C.**, 1985 - *Mettons les pieds dans ... l'espace*, éditions IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 8 pages.

[41] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1985 - *Atelier Géométrie de l'espace*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 16 pages.

[42] **CHEVALIER A.**, 1985 - La résolution d'un problème non routinier en géométrie. *Petit x N°9*, journal pour les enseignants de mathématiques et des sciences physiques du premier cycle de l'enseignement secondaire, édité par l'IREM de Grenoble, pages 41 à 62.

[43] **AUDIBERT G.**, 1985d - *Comment l'élève représente-t-il l'espace ?* Conférence faite à la 37ème Rencontre de la CIEAEM de Leiden, publié dans les Actes de la 39ème Rencontre de la CIEAEM , édition de Sherbrooke, 1988, pages 444 à 449.

[44] **FABRE C.**, 1986 - *Déroulement d'une expérimentation portant sur l'enseignement de la perspective cavalière en classe de 5ème*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 48 pages, 2ème édition IREM de Lille, Colloque Inter-IREM Géométrie des 23, 24 et 25 Mai 1986 à St-Amand-les-Eaux, pages 100 à 143.

[45] **PELOUZET B.**, 1986 - *La proposition de Thalès dans le problème FIL*, IREM-USTL, place E. Bataillon, Montpellier, 53 pages.

[46] **AUDIBERT G.**, 1986a - *Une description des 14 groupes finis d'isométries*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 32 pages, 2ème édition IREM de Lille, colloque Inter-IREM Géométrie des 23, 24 et 25 Mai 1986 à St-Amand-les-Eaux, pages 144 à 175.

[47] **Groupe Géométrie de Béziers**, 1986 - *Stage géométrie au collège, compte-rendu d'activité*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 22 pages.

[48] **AUDIBERT G.**, 1986b - L'enseignement de la géométrie de l'espace, *Bulletin de l'APMEP*, N°355, pages 501 à 526.

[49] **AUDIBERT G.**, 1986c - *Equilibre ou obstacle* ? Edition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 25 pages.

[50] **BONAFE F.**, 1986 - Représentation d'un objet de l'espace : la construction d'un problème. *Petit x N°11*. Journal pour les enseignants de mathématiques et des sciences physiques du premier cycle de l'enseignement secondaire, édité par l'IREM de Grenoble, pages 37 à 64.

[51] **AUDIBERT G.**, 1987 - *Description des 32 classes de symétrie*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 37 pages.

[52] **AUDIBERT G., BONAFE F.**, 1987 - Apprentissage de la perspective cavalière dans *Rabardel P., Weill-Fassina A. Le dessin technique. Apprentissage, utilisation, évolution.* Paris-Londres-Lausanne, Hermès, pages 139 à 147.

[53] **BONAFE F.**, 1987 - *Quelques hypothèses et résultats sur l'enseignement de la géométrie de l'espace à partir de la représentation en perspective cavalière*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 15 pages. Nouvelle publication : Bulletin de l'APMEP, N°363, pages 151 à 164.

[54] **LEROUGE A.**, 1987a - *Conception et pré-expérimentation d'une séquence didactique sur la perspective cavalière en classe de 5ème*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier (document de travail à diffusion restreinte), 42 pages.

[55] **LEROUGE A.**, 1987b - *Rêve et réalité à propos de l'enseignement de la géométrie dans l'espace au collège*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 8 pages. Nouvelle publication : Bulletin de l'APMEP N°363, pages 155 à 170.

[56] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1987 - *Intégrale des protocoles de la séquence PC* (à consulter sur place à l'IREM de Montpellier), 1592 pages.

[57] **AUDIBERT G.**, 1987b - *Représentation de l'espace dans l'enseignement secondaire et technique*, Conférence faite à l'Université de Genève, publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 18 pages.

[58] **AUDIBERT G., KEITA B.**, 1987 - La perspective cavalière et la représentation de l'espace. *Actes du colloque de Sèvres*, Mai 1987, Edition La Pensée Sauvage, 1988, pages 109 à 125.

[59] **AUDIBERT G.**, 1987c - Erreurs en géométrie de l'espace liées au codage du dessin; rapport entre l'objet et le dessin. *Actes de la XXXIXème Rencontre de la CIEAEM*, éditions de l'Université de Sherbrooke, 1988, pages 316 à 322.

[60] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie et G. AUDIBERT**, 1987 - *Géométrie dans l'enseignement secondaire et technique*, dans Commission Inter-IREM Géométrie, 1988, enseigner la géométrie, brochure ICME 6, Budapest, 1988.

[61] **BASCOU N., MURGIER T., NAUDEILLO J.**, 1988 - *Réflexions sur l'enseignement de la perspective cavalière dans les collèges*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 14 pages.

[62] **AUDIBERT G.**, 1988a - La perspective cavalière, *publication APMEP* N°75.

[63] **AUDIBERT G.**, 1988b - Oblical cylindric projection to teach space geometry for 11-18 years old. *Abstract of short communication 1 oral presentation, sixth international congress of mathematical education*, Budapest, ICMI, page 17.

[64] **CHEVALIER A.**, 1988 - *Procédures de constructions de triangles*, publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 42 pages.

[65] **AUDIBERT G.**, 1989a - Empirisme et géométrie de l'espace chez les élèves ayant entre 11 et 18 ans. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 1989, IREM de Strasbourg, pages 65 à 86.

[66] **CHEVALIER A., PELOUZET B.**, 1989 - Procédures-élèves en géométrie de l'espace. Dans commission Inter-IREM Géométrie 1989. *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Mèze*, édité par l'IREM de Montpellier, pages 44 à 46.

[67] **AUDIBERT G., NAUDEILLO J.**, 1989 - Les définitions de la perspective cavalière dans les livres de 6ème et 5ème. Que proposer aux élèves ? Dans Commission Inter-IREM Géométrie, 1989, *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Mèze*, édité par l'IREM de Montpellier, pages 84 à 90.

[68] **BONAFE F., BRUNET R., JANVIER M.**, 1989 - Les transformations : peut-on aller au-delà de l'expression d'opinion ? Dans Commission Inter-IREM Géométrie 1989. *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Mèze*, édités par l'IREM de Montpellier, pages 127 à 131.

[69] **AUDIBERT G.**, 1989b - il disegno del poliedri. *L'educatione mathematica* anno X, serie II, vol.4, Aprile 1989, pages 1 à 28 (traduzione di L. Grugnetti).

[70] **CHEVALIER A.**, 1989a - *Anayse du problème SEC*. Edition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 59 pages.

[71] **AUDIBERT G.**, 1989c - Les configurations en géométrie. Dans les *Actes du colloque Inter-IREM "du collège au lycée pour mieux réussir"*, des 25, 26 et 27 Mai 1989 à Troyes (sous presse), édité par l'IREM de Toulouse.

[72] **AUDIBERT G., BRUNET R., GUIBERT J.**, 1989 - Compte-rendu de l'atelier de géométrie dans l'espace. Dans les *Actes du colloque Inter-IREM "du collège au lycée pour mieux réussir"* des 25, 26 et 27 Mai 1989 à Troyes.

[73] **CHEVALIER A.**, 1989b - Narration de recherche en classe de 4ème : influence sur les stratégies et la motivation des élèves, dans les *Actes de la 41ème Rencontre de la CIEAEM*.

[74] **AUDIBERT G.**, 1989d - Introduction, dans commission Inter-IREM Géométrie, 1989, *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Mèze*, édité par l'IREM de Montpellier, pages 1, 2 et 3.

[75] **PAIS L.C.**, - 1990a - *La représentation du cylindre dans les manuels scolaires et chez les élèves*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 13 pages.

[76] **BONAFE F., CHEVALIER A.**, 1990 - Narrations de recherche : historique, objectifs, méthodes, aspect didactique. Dans *Compte-rendu de la journée GACEM 1 et 2 du 16 Mai 1990*. Publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 14 pages.

[77] **AMSALEM A., BASCOU N.**, 1990 - Formation continue sur les transformations. Dans commission Inter-IREM Géométrie 1990. *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Port d'Albret des 7, 8 et 9 Juin 1990*.

[78] **BONAFE F., BRUNET R.**, 1990 - Formation continue surles transformations. Dans commission Inter-IREM Géométrie 1990. *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Port d'Albret* des 7, 8 et 9 Juin 1990.

[79] **CHEVALIER A., RIOS G., SAUTER M.**, 1990 - Narrations de recherche. Dans commission Inter-IREM Géométrie 1990. *Actes du colloque Inter-IREM Géométrie de Port d'Albret* des 7, 8 et 9 Juin 1990.

[80] **PAIS L.C., NAUDEILLO J., PELOUZET B.**, 1990 - Les corps ronds. Dans commission Inter-IREM Géométrie, 1990. *Actes du Colloque de Port d'Albret* des 7, 8 et 9 Juin 1990.

[81] **AUDIBERT G.**, 1990a - La géométrie dans l'enseignement obligatoire. Dans commission Inter-IREM Géométrie 1990. *Actes du Colloque Inter-IREM Géométrie de Port d'Albret* des 7, 8 et 9 Juin 1990.

[82] **PAIS L.C.**, 1990b - Une équipe d'enseignants en situation de recherche. *Actes de la 42ème Rencontre de la CIEAEM* (à paraître).

[83] **BONAFE F.**, 1991 - *La séquence PC : suite pas à pas des travaux des élèves*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 61 pages.

[84] **PAIS L.C.**, 1991 - *Représentation des corps ronds dans l'enseignement de la géométrie au collège : pratiques d'élèves, analyse de livres*. Thèse de Doctorat, édition IREM-USTL, 352 pages.

[85] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1991 - *Transformations, compte-rendu d'activités*, édition IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier, 23 pages.

[86] **BASCOU N., BONAFE F., BRUNET R.**, 1992 - *Enseignement modulaire, fascicule 1, classe de Seconde*, édition IREM-USTL, 46 pages.

[87] **Groupe de Recherche sur l'Enseignement de la Géométrie**, 1992 - *Enseigner la géométrie de l'espace, activités de la 6ème à la 2nde*, édition IREM-USTL, 166 pages.

[88] **CHEVALIER A., SAUTER M.**, 1992 - *Narrations de recherche*, édition IREM-USTL, 60 pages.