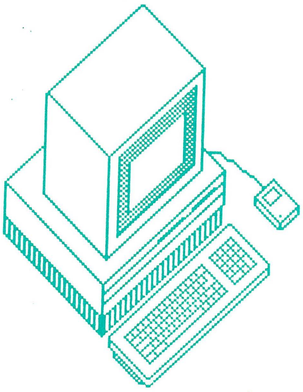
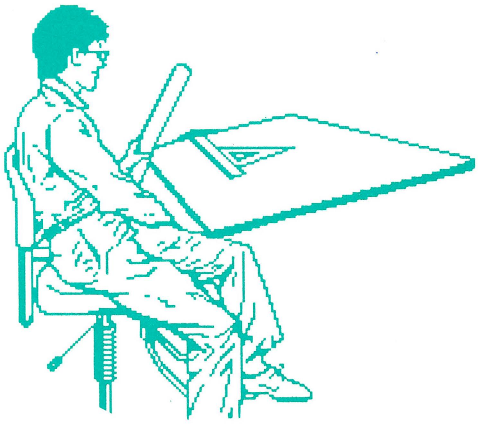
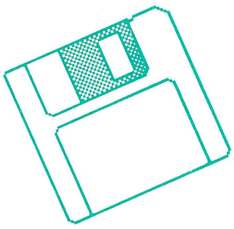
AIDE INFORMATIQUE



A LA

RESOLUTION



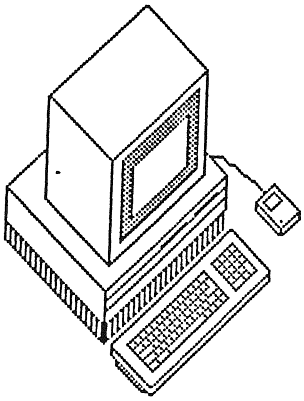


DE PROBLEMES

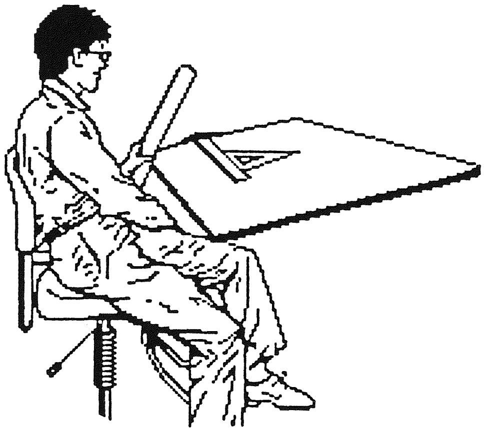
JANVIER 1996

I.R.E.M. de RENNES

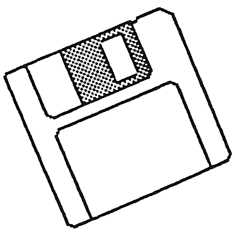
AIDE INFORMATIQUE



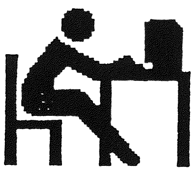
A LA



RESOLUTION



DE PROBLEMES



JANVIER 1996

I.R.E.M. de RENNES

I.S.B.N. 2-85728-023-8

AVANT-PROPOS

Ont participé au groupe *"Aide informatique à la résolution de problèmes"*

En 1990/1991 et 1991/1992

BERZAY Annette	Collège Emile Zola - RENNES
GIORGIUTTI Italo	IRMAR - RENNES I
HOCHET Irène	Collège Louis Guilloux - MONTFORT/MEU
LAZAR Boris	IRMAR - RENNES I
LE POCHE Annick	Collège Morvan Lebesque - MORDELLES
MERRIEN Claudie	Collège Emile Zola - RENNES

En 1990/1991

DARIDOR Chantal	Collège Le Chêne Vert - BAIN DE BRETAGNE

En 1991/1992

CLEMENT Alain	Collège Le Bocage - DINARD

La saisie et la mise en page ont été assurées par Danièle QUENTIN

la reprographie par Françoise LE BESCOND

la reliure par Gabrielle LOTHORE

que nous tenons à remercier pour la qualité de leur travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PRESENTATION DU GROUPE

Ceux qui ont participé à ce groupe sont venus là attirés par le titre, en général[1] ne connaissant pas grand chose à l'informatique, ni à la programmation ni même à l'utilisation de logiciels. Ils étaient cependant désireux de rentrer effectivement dans cet environnement informatique persuadés que celui-ci permet aux élèves d'être plus actifs dans leur recherche.

LE PROJET

Il ne s'agissait pas de partir de logiciels existants et d'en faire l'étude exhaustive - fonctionnement, applications... - comme cela a déjà pu être fait par d'autres groupes, mais plutôt de partir de problèmes rencontrés par les enseignants dans leurs classes.

Le professeur souhaite souvent former l'élève par le biais d'activité-problème mais le papier-crayon implique trop souvent une aide très directive et non personnalisée. L'informatique peut-elle aider à la construction du savoir de l'élève en débloquant cette situation ?

Informatiser une situation d'enseignement demande également de fortement la repenser et permet souvent de retrouver de l'intérêt à des problèmes qui n'en présentaient plus : c'est un aspect du travail qui a séduit les membres de ce groupe.

Mais si la question de savoir ce qu'est une démonstration ne fait pas partie des objectifs du groupe, on peut néanmoins se demander si l'informatique peut en plus de la résolution de problèmes apporter une ébauche de démonstration : point de vue d'enseignant plus que d'élève.

[1] sauf C. Daridor

LA METHODOLOGIE

Le groupe a fait l'hypothèse que l'élève construit ses connaissances par des activités. Alors lesquelles proposer ?

Lorsqu'un enseignant se trouve en situation bloquée dans sa classe, qu'il s'agisse d'apprendre une notion ou un concept, de résoudre un problème, ou de convaincre les élèves, il ne lui suffit pas toujours de réexpliquer ou même de changer la forme de l'activité pour débloquer cette situation.

Ces difficultés peuvent provenir de différentes sources :

- les textes proposés.

- les connaissances de l'élève.

- le modèle choisi pour explorer le terrain.

Dans le cas de la résolution de problèmes, l'enseignant a le choix entre deux solutions aussi mauvaises l'une que l'autre :

- donner trop de pistes ("vendre la solution"), mais cela tue la recherche autonome de l'élève.

- ne rien dire mais ça coince !

Comment sortir de ce bourbier ?

LA PROBLEMATIQUE

Nous avons pensé que les problèmes les plus intéressants dans cette problématique devaient présenter ces quelques caractéristiques :

- l'aide papier-crayon ou les explications se révèlent inopérantes, les interventions n'aboutissent pas...

- ce sont de vrais problèmes en ce sens qu'ils ne sont pas de simples exercices d'application, en effet des élèves ne possédant pas d'algorithmes pour les résoudre doivent utiliser les moyens du bord.

- ils sont utilisables sous des formes adaptées dans toutes les classes du collège.

- les activités qui en découlent sont facilement réinvesties : tableaux, graphiques,...

Pour ces différentes raisons, notre choix s'est porté sur une classe de problèmes, celle des extrema, qui paraissait remplir ces conditions et dont vous trouverez plusieurs exemples dans ce document.

LES MOYENS

Ces problèmes d'extrema, peuvent être étudiés de plusieurs points de vue - algébriquement, graphiquement - et ce, en fonction du niveau des élèves et de leurs connaissances, de la 6ème à la 3ème.

Pour chaque problème, il convient de faire une analyse de la tâche a priori, puis une première expérimentation avec des petits groupes nous permettant de répondre à quelques questions :

- comment les élèves vont-ils se représenter le problème ?
- quelles procédures vont-ils utiliser pour le résoudre ?
- quels sont les obstacles rencontrés ? Obstacles mathématiques et/ou obstacles dus au texte ?
- quelles activités leur proposer pour travailler sur leurs représentations et leurs procédures ?

Pour ce type d'activité, la classe est organisée en groupes de 4 ou 5 élèves. Ceux-ci font d'abord un travail individuel (quelques minutes) puis collectif et doivent rendre chacun un compte-rendu. On leur impose d'autre part de tout écrire et de donner tout ce qu'ils ont écrit. Le cas échéant, dans le cadre d'un débat scientifique, le groupe peut être amené à défendre sa solution face aux autres groupes.

Pour certaines séquences, tous les enseignants de l'équipe sont présents et chacun observe un groupe d'élèves. L'observateur a un rôle précis, simple : il observe et ne peut intervenir que pour réguler la dynamique du groupe. Cependant, il peut y avoir des aides mais celles-ci ont été prévues et ont fait l'objet d'une discussion préalable au même titre que les consignes éventuelles.

LES PREMIERES REMARQUES

* Le problème posé a été souvent résolu par les élèves mais nous n'avons pas toujours compris comment !

* Les procédures de tâtonnement et de tabulation, sans représentation graphique le plus souvent, donnent le résultat mais ne débouchent ni sur une explication ni sur une validation. Elles ont l'immense avantage de permettre à l'élève de rentrer dans le problème et en constituent une phase essentielle de résolution.

* Le caractère concret d'un texte ne suffit pas à en faire un vrai problème et peut même être la source de difficultés supplémentaires.

* La validation d'un résultat ne fait pas partie des préoccupations de l'élève. En effet, pour un élève du collège, tout au moins dans les premières années, l'essentiel est de "trouver" la solution. Pour cela, il va utiliser des moyens comme la tabulation ou le tâtonnement ou bien, il va deviner la solution mais il ne va pas mettre en action des règles de validation car c'est quelque chose qui est étranger à son mode de fonctionnement.

* Le mathématicien professionnel, lui au contraire dispose de ces règles, de techniques démonstratives et d'un passé mathématique. Cependant, lui aussi, à partir de ces règles et de ce passé, va devoir tâtonner pour résoudre son problème et devra procéder aussi par approximations (chercher le maximum d'une fonction non dérivable ou dont la dérivée est compliquée). Il faut aussi penser au mathématicien devant un nouveau problème tel FERMAT confronté justement à un problème d'extremum et introduisant une notion d'accroissement qui est la première ébauche de dérivée.

* Comment convaincre les élèves de passer à un moment ou un autre de la résolution à la validation ?

LE POINT DE VUE DES ENSEIGNANTS DU GROUPE

Les problèmes que nous qualifions de "vrais", utilisables tout au long du collège, ne sont pas des applications du cours et ne contiennent pas la réponse.

Le but de ces problèmes est d'inciter les élèves à être plus actifs et on constate que ceux-ci recherchent plus longtemps sans rechigner. Il n'y a pas de méthode toute prête et il faut prendre des initiatives, tâtonner, calculer, tenter des dessins, comparer...

Pour celà le travail en groupe se révèle indispensable : les échanges motivent les élèves, leur donnent l'occasion d'exprimer - et d'entendre... - des notions mathématiques avec leur propre vocabulaire. Ils apprennent à écouter les autres et à prendre en considération toute idée nouvelle pour faire avancer le groupe. Ils progressent ainsi plus vite qu'en étant seuls.

Dans ce cadre, quel est le rôle de l'enseignant ?

Son intervention consiste à effectuer de mini regroupements sur des points précis, à distribuer des fiches d'aide préalablement définies, à confronter parfois les résultats de plusieurs groupes.

On demande ensuite à chaque élève de rédiger seul un compte-rendu du travail du groupe afin que chacun organise ses idées et montre sa "validation". La présentation doit être claire et utiliser tableaux, graphiques et tout acquis du cours nécessaire. Ce texte permet au professeur de vérifier la compréhension de chacun et donne lieu à une nouvelle confrontation entre élèves dans le but d'en affiner l'argumentation.

L'étude de ces "vrais problèmes" permet donc à l'enseignant d'introduire en classe des méthodes de travail extrêmement utiles dans la vie courante - obligation de prendre des initiatives, travail en équipe, tâtonnement, construction d'une solution, validation devant ses pairs, rédaction d'un rapport, affinement de la réponse - et de pratiquer ces mathématiques avec des élèves en moyenne plus actifs que d'ordinaire.

Ce type de travail a aussi des retombées : utilisation des calculatrices sur un mode plus actif, approfondissement de la notion de nombre...

Néanmoins, ce genre de problèmes n'est pas toujours abordé par les enseignants car d'une part, le fait de ne pas pouvoir valider au sens mathématique les embarrasse et d'autre part, cela nécessite un travail important et d'équipe...

LA PART DE L'INFORMATIQUE

Le but de notre groupe est d'utiliser l'informatique pour résoudre des problèmes de mathématiques.

Il va de soi qu'il n'est pas question de construire un logiciel, cependant, nous avons au début de nos activités essayé de mettre au point une séquence informatique pour apporter une aide au ***"problème de l'enclos"***.

Nous nous sommes rendus compte de plusieurs difficultés :

- il ne faut pas à tout prix jouer la carte de l'informatique car tous les problèmes ne s'y prêtent pas de la même façon. Ainsi, pour celui de l'enclos (partie A), nous avons construit une aide compliquée qui n'en était pas une, et en réalité le papier-crayon était suffisant.

- cependant, l'informatique peut débloquer une situation, permettre de faire des conjectures, voire de donner des éléments de démonstration. En effet, elle permet de donner un grand nombre d'exemples d'une même situation, de la faire varier continûment, d'en isoler des éléments plus facilement que dans la pratique habituelle du papier-crayon. D'autant que l'on peut adjoindre à une interface géométrique, un tableur, un traceur de courbes, etc...

Nous avons décidé d'utiliser un logiciel très convivial CABRI, le Cahier de Brouillon Interactif et de voir comment nous pouvions proposer une aide à partir de cet outil. Il y a bien entendu d'autres logiciels et d'autres types d'utilisation mais nous laissons à d'autres groupes le soin de s'en préoccuper.

Pour expérimenter avec les élèves cette approche de la résolution de problèmes nous avons été conduits à abandonner le ***"problème de l'enclos"*** (partie A) et en proposer un nouveau, celui du ***"chemin minimum"*** (partie B) au cours duquel les élèves se familiarisent avec CABRI.

Dans cette partie B on trouvera un compte-rendu exhaustif des différentes activités liées à ce problème mais voici quelques remarques d'ordre général :

- un enseignant sans formation informatique peut utiliser un logiciel de géométrie ou de mathématiques en général sans difficulté. Cependant, il est bon d'avoir dans les parages immédiats un technicien car on est parfois confronté à des problèmes d'ordre technique : une souris peu coopérante, un écran qui ne s'allume pas,...

- les élèves sont très à l'aise avec le matériel informatique et ont beaucoup de plaisir à travailler : il s'agit d'impressions, mais elles demanderaient à être confirmées à long terme car comme toujours "tout nouveau, tout beau !"

- le fait que tous les établissements ne soient pas équipés en matériel informatique est bien sûr un obstacle, même si on peut utiliser le matériel des enseignants de technologie. Cependant, plus il y aura de gens convaincus que l'informatique peut apporter une aide à l'enseignement des mathématiques et plus il y aura de pression pour exiger des équipements spécifiques.

PARTIE A

LE PROBLEME DE L'ENCLOS

I - INTRODUCTION

Nous sommes partis du problème suivant :

Soit k un réel positif. On considère l'ensemble des rectangles ABCD tels que :

$$AB + BC + CD = k.$$

Caractériser les rectangles de cet ensemble dont l'aire est maximum.

Nous avons choisi cette situation car c'est un "vrai" problème pour le premier cycle. En effet, les élèves n'ont aucun algorithme pour le résoudre.

Nous pensions qu'ils pouvaient en donner une solution pas trop mathématique.

L'énoncé suivant a été proposé en 6ème et 5ème :

> *"Julie a gagné une chèvre. Son grand-père possède un champ bordé par un mur et 120 m de grillage. Il se propose de lui construire, le long du mur, un enclos rectangulaire le plus grand possible.*
>
> *Quelle est la longueur d'un tel enclos ?*

De nombreuses expérimentations ont été faites afin de dégager les procédures des élèves.

II - LES CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION

Ce problème a été expérimenté, avec des énoncés adaptés, dans dix classes de collège :

Deux classes de 6ème.

Trois classes de 5ème.

Trois classes de 4ème.

Deux classes de 3ème.

Dans tous les cas, les élèves ont travaillé par groupe mais ont rendu une production personnelle qui nous a permis de dégager les procédures utilisées.

Le dernier texte élaboré, celui de 3ème, a été proposé à deux classes très différentes et les membres du groupe ont dans les deux cas fait une observation détaillée de l'attitude et des échanges entre les élèves.

La consigne qui leur était donnée était d'intervenir au minimum dans le groupe mais vous connaissez les profs ! Comme les élèves, ils ne savent pas toujours respecter la règle et il y a eu des "coups de pouce" quand nous avions l'impression que les enfants étaient bloqués.

LES DIFFERENTS ENONCES

FICHE 1

En 6ème/5ème

La situation mathématique :

Soit k un réel positif. On considère l'ensemble des rectangles ABCD tels que :

$$AB + BC + CD = k.$$

Caractériser les rectangles de cet ensemble dont l'aire est maximum.

Le texte proposé :

"Julie a gagné une chèvre. Son grand-père possède un champ bordé par un mur et 120 m de grillage. Il se propose de lui construire, le long du mur, un enclos rectangulaire le plus grand possible.

Quelle est la longueur d'un tel enclos ?

Une contre proposition en 6ème, dans une deuxième séance :

Dans un rectangle ABCD, la somme des longueurs des côtés AB, BC et CD est 120 m.

Quelle doit être la longueur AB pour que l'aire de ce rectangle soit la plus grande possible ?

En 4ème

On considère un rectangle ABCD tel que :

$$AB + BC + CD = 100 \text{ m}$$

On veut que BD soit la plus petite possible.

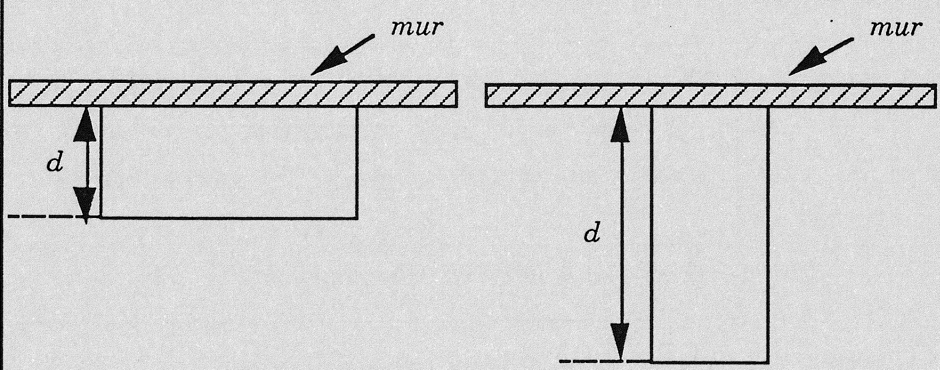
Quelle est alors la valeur de AB que vous avez trouvée ?
On demande de justifier le résultat.

En 3ème

On dispose d'un rouleau de grillage de longueur G qu'il faut utiliser entièrement.

Quelle doit être la valeur de d pour que l'aire de l'enclos soit la plus grande possible ?

Exemples :



1 - *Répondre à la question dans chacun des cas suivants :*
a) G = 91 m   b) G = 123 m   c) G = 147 m

2 - *Expliquer votre démarche : il s'agit de faire comprendre à vos camarades les étapes qui vous ont permis d'arriver au résultat.*

3 - *Quelles remarques pouvez-vous faire sur la valeur de d trouvée ?*

4 - *Exprimer l'aire maximale de l'enclos en fonction de G.*

FICHE 2

Lors de la première séance, vous avez trouvé la "bonne réponse", mais personne n'a justifié le résultat : $d = \frac{G}{4}$.

Nous allons aujourd'hui chercher à justifier le résultat.

$\boxed{A}$ *Compléter le tableau et représenter graphiquement les résultats :*

d	*0*	*5*	*10*
Longueur le long du mur			
Aire			
$\frac{G^2}{8}$ *- Aire*			

$\boxed{B}$

- *Avez-vous maintenant plus d'éléments pour justifier ?*
- *Comment peut-on passer d'une case à une autre sans refaire tous les calculs ?*
- *Comment peut-on améliorer la validation ?*

$\boxed{C}$ *Graphique avec un pas plus petit.*

d	*30*	*30,1*	*30,2*	...	...	*31*
Longueur le long du mur						
Aire						
$\frac{G^2}{8}$ *- Aire*						

FICHE 3

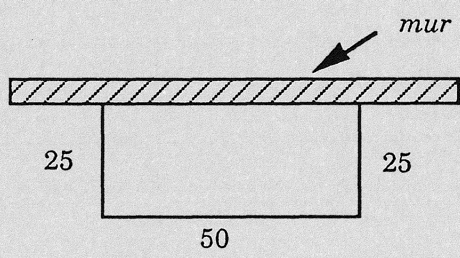
Vous avez résolu jeudi dernier le problème suivant :

> *Un berger veut construire un enclos rectangulaire le long d'un mur. Il possède 100 m de grillage. Il veut que l'aire de l'enclos soit la plus grande possible.*
> ***Quelles doivent être les dimensions de l'enclos ?***

La majorité des élèves de la classe a trouvé que la largeur était de 25 m et la longueur de 50 m.

La majorité des élèves de la classe a aussi résolu le problème pour d'autres longueurs de grillage : 91 m ; 123 m ; 147 m.

Pour 100 m



Solution N°1

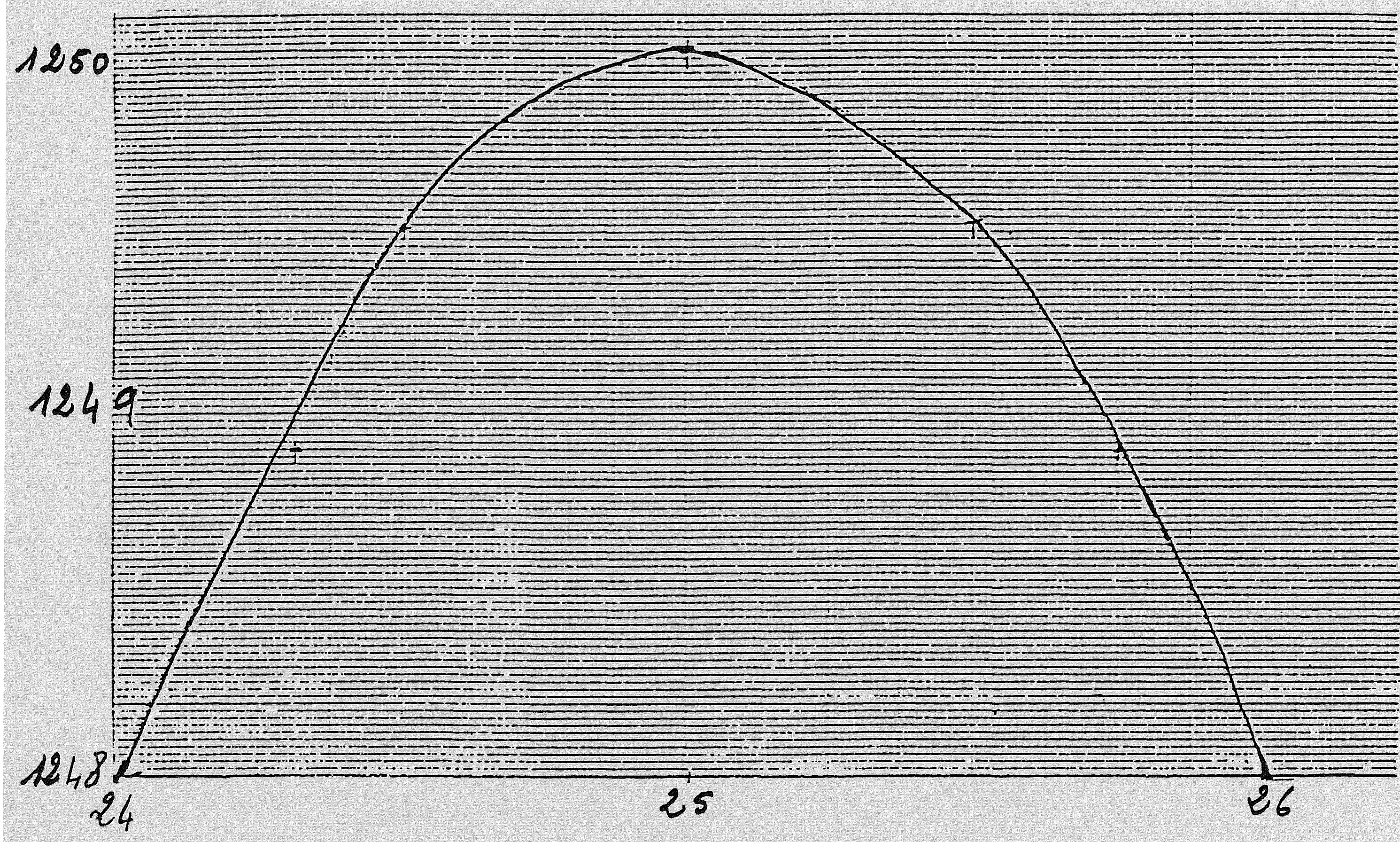
J'ai procédé par tâtonnement. J'ai pris au commencement une largeur de 10. Puis, j'ai augmenté de plus en plus cette largeur.

Jusqu'à 25 le résultat augmentait. A partir de là il a diminué. Je me demande quel rapport existe entre 25 et 100. $25 = \frac{1}{4}\ 100$

Solution N°2

On fait un tableau à partir de chiffres pris au hasard.

Longueur	48	48,5	49	49,5	50	50,5	51	51,5	52
Largeur	26	25,75	25,5	25,25	25	24,75	24,50	24,25	24
Aire	1248	1248,8	1249,5	1249,8	1250	1249,8	1249,5	1248,8	1248



Cette solution est faite par tâtonnement et il est facile de déduire que c'est le point le plus haut qui est l'aire la plus grande possible.

Les dimensions de l'enclos doivent être : 25 m pour la largeur, 50 m pour la longueur. L'aire la plus grande possible est 1250 m^2.

Solution N° 3

On a trouvé, par tâtonnement, que la largeur devait être 25 m, la longueur 50 m et l'aire la plus grande possible 1250 m.

Si on diminue la largeur de x mètres, elle devient $(25 - x)$ mètres et la longueur devient $(50 + 2x)$ mètres puisque la dimension du grillage ne change pas.

La nouvelle aire est donc de $(25 - x)\ (50 + 2x) = 1250 - 2x^2$ qui est plus petit que 1250 m^2.

Donc trois solutions parmi lesquelles il va falloir choisir votre "préférée", et la défendre devant la classe.

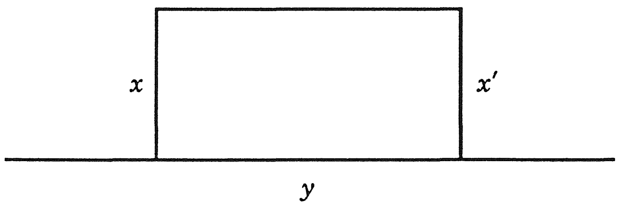
III - LES PROCEDURES

a) Les procédures diffèrent évidemment avec l'âge des élèves :

En 6ème : Pas d'essai par le calcul.
Le résultat est trouvé par hasard et n'est pas justifié.
L'idée d'utiliser le maximum de mur revient quand la solution est trouvée.

En 5ème : Même démarche qu'en 6ème avec en plus quelques essais par le calcul et quelques essais par le dessin. Ils ont utilisé volontiers la calculatrice.

En 4ème : Un tiers des élèves fait des essais par le calcul.
Le carré est souvent utilisé pour faire les premiers essais.
Le résultat est mis en cause dans le groupe car le "carré n'est pas un rectangle".
Une minorité recourt au calcul littéral, en écrivant par exemple,
$y + x + x' = 91$, mais ne trouve pas la solution.



En 3ème : L'observation a été faite dans deux classes très différentes.

i) Dans une très bonne classe :

Ils utilisent tous l'écriture littérale. (Voir la fiche 1 "Les différents énoncés") :

$$2d + l = 91$$

Ils hésitent à faire des tâtonnements parce que ce n'est pas "valable".

ii) Dans une classe faible :

Procédure par tâtonnement en observant les résultats de façon critique.

Exemple : "On peut trouver la même aire pour des valeurs différentes de la longueur et de la largeur".

b) L'analyse des productions des élèves, avec cette dominante de non-validation des résultats, nous a amenés à envisager des prolongements de cette activité dans plusieurs directions.

1 - Prolongement informatique.

2 - Constructions de tableaux et graphiques.

3 - Organisation d'un débat scientifique.

4 - Observation d'un groupe classe sur un autre problème pour vérifier si les élèves trouvaient la solution simplement à partir d'une lecture très superficielle.

IV - LES PROLONGEMENTS

1 - Le groupe n'a pas trouvé de prolongement informatique suffisamment simple et performant

2 - Quels sont les prolongements directs de cette activité dans les classes qui avaient fait le problème : les tableaux en 6ème et 4ème

En 6ème :

Une séance directive pour les amener à construire des tableaux et des graphiques.

Ce travail leur a beaucoup plu et les productions ont été riches et intéressantes au niveau des graphiques et des tableaux.

→ Utilisation du papier millimétré.

→ Utilisation de la calculatrice.

→ Utilisation d'un graphique.

→ Organisation d'un tableau, proposé par l'enseignant.

Dimension le long du mur en m								
Autre dimension en m								
Aire en m^2								

En 4ème :

Même type de prolongement mais avec une séance moins directive. Les élèves trouvant eux-mêmes la nécessité de faire un tableau et un graphique.

3 - En 3ème ce travail a débouché sur le débat scientifique

En fait deux prolongements ont été proposés dans la même classe de 3ème, une "bonne" classe, en 3 heures :

a) Travail individuel :

Dans la fiche 2 il était demandé aux élèves de justifier leurs réponses au problème de la fiche 1.

b) A la suite de ce travail a été organisé un débat scientifique à partir de la fiche 3.

Organisation de la séance

- Travail en groupes : 6 groupes de 4 ou 5 élèves, formés en fonction des réponses données au premier travail.

- Prévoir de grandes feuilles pour les affiches et des feutres.

1 - Distribuer les deux fiches de travail.

2 - Consignes orales.

a) Se mettre d'accord dans le groupe sur la solution choisie. S'il n'y a pas unanimité, les règles élémentaires de la démocratie s'appliquent (la majorité gagne...).

b) Une solution ayant été retenue, il s'agit de réaliser une affiche pour défendre le point de vue du groupe.

c) Quelques conseils pour l'affiche.

* Solution choisie N° ☐

* Les raisons du choix

Qualités	Défauts

* Autres arguments.

Ce débat a été extrêmement riche en échanges. Il a été d'une très haute tenue. Chacun a pris la parole en respectant les autres.

Toutes les affiches ont été critiquées.

Les deux heures sont passées très vite pour tous (Elèves/professeur + deux observateurs du groupe).

Un des groupes comprend trois filles (Magali, Fanny, Ingrid) et deux garçons (Thomas et Vincent), voici leurs propos :

- *la solution 2 est plus claire que la 1 car ils ont fait un schéma.*
- *mais la 1, rien ne prouve qu'elle est bonne.*
- *la 2 est pas mal, bien exprimée par un graphique, et il n'y a pas de tâtonnement.*
- *si, les chiffres au hasard c'est aussi du tâtonnement.*
- *l'ordre des solutions proposées montre la duplicité du prof qui veut nous faire tomber dans un piège (dixit Thomas).*
- *la 3 est la plus mathématique et la 2 la moins.*
- *inutile dans la 2 de refaire le graphique.*
- *inquiétude soudaine : les résultats sont-ils vraiment bons ?*
- *quel est le but ? (et Dieu dans tout çà ?).*
- *dans la 1 et la 2 les raisonnements sont débiles mais la réponse est bonne !*

A l'initiative de Thomas, ils décident de se donner quelques minutes pour une seconde réflexion individuelle puis de mettre en commun leurs idées pour être un peu plus constructifs.

Après quelques minutes le débat reprend avec la volonté de décider d'une solution et de réaliser l'affiche :

- *la solution 2 est au pif (?).*
- *la 3 a la faveur de Thomas et de Vincent.*
- *la 2 aurait permis de trouver la solution pour d'autres valeurs.*
- *le mot équation est prononcé.*
- *le schéma permet de comprendre le problème.*
- *différence entre tâtonnement et équation.*
- *différence entre trouver, prouver et justifier.*

Le débat scientifique débute à 9H20 et va durer 40 mn.

Il y a 6 affiches : la solution "1" a été choisie deux fois, la "2" trois fois et la "3" une fois.

Pour chaque affiche on retrouve plusieurs fois les mêmes arguments mais il y a beaucoup de remarques intéressantes :

Affiche N° 1 (solution 3) :

- *pas claire.*
- *pas de tableau.*
- *équation : résolution ?*
- *résultat cherché, trouvé avant d'écrire l'équation, sert à écrire l'équation, et que se passerait-il si on avait choisi par erreur 23 au lieu de 25 ?*
- ***mais c'est une démonstration, fait remarquer Vincent.***
- *pas fiable, on peut faire des erreurs dans les équations, dans les calculs, on n'est pas sûr des résultats.*
- *ce n'est pas une méthode pour trouver le résultat mais simplement une vérification.*
- ***en fait la bonne idée c'est la 2 ou la 1 pour trouver et la 3 pour justifier (Vincent).***
- ***le résultat est intégré à l'équation pour pouvoir le justifier.***
- *mais une équation ce n'est pas intuitif, alors que par exemple les solutions 1 et 2 permettent d'expliquer aux autres.*
- *ce n'est pas concret.*

Affiches N° 2 et 4 (solution 1) :

- *rien n'est prouvé.*
- *on ne voit pas le tâtonnement.*
- *problème des décimales (?).*
- *infaillibilité.*
- *le tâtonnement n'est pas réutilisable.*
- *il faut tâtonner longtemps.*
- *on peut généraliser.*
- *rapide car on peut réutiliser les valeurs trouvées (1/4 et 1/2).*
- *notion de méthode ?*
- *méthodes = formules.*
- *vérification avec des lettres.*

Affiches N° 3, 5 et 6 (solution 2) :

- *concise.*
- *longue.*
- *pas assez rapide.*
- *on peut pas généraliser.*
- *le graphique ne sert à rien (perte de temps).*
- *le graphique permet tout de suite de voir ce qui se passe.*
- *le graphique répète le tableau mais il est plus parlant.*
- *le tâtonnement permet d'approfondir.*

Le débat s'oriente un instant sur un hit parade des solutions mais tourne court avec un classement 2-3-1.

On sent bien qu'une seule solution est insuffisante, le bon choix étant :

- *pour la plupart 2 + 1, car 1 généraliserait 2 à cause des formules,*
- *2 + 3 pour deux ou trois élèves car 3 permet de justifier le résultat trouvé en tâtonnant par 2.*

4 - Observation d'un groupe classe : nous avons utilisé le texte suivant

> *On considère un rectangle ABCD tel que :*
>
> $$AB + BC + CD = 100\ m$$
>
> *On veut que BD soit la plus petite possible.*
>
> *Quelle est alors la valeur de AB que vous avez trouvée ?*

Conditions d'observation :

- Pendant 1 H.
- Une classe de 4ème.
- Avec le professeur de la classe et cinq observateurs du groupe IREM.

a) La séance

- Lecture individuelle du texte.
- Travail en groupe avec utilisation de la calculatrice.
- Après une demi-heure les plus petites valeurs trouvées sont écrites au tableau, ce qui relance nettement l'intérêt des élèves.

b) Les procédures

- Le dessin est tout de suite réalisé.
- Le théorème de Pythagore qui venait d'être étudié en classe est utilisé par tous.
- Les premiers essais sont faits pour des nombres entiers.

  * Un groupe commence par 25 car $25 = (\frac{100}{4})$
  * Un groupe commence par 33 car $33 \simeq \frac{100}{3}$
  * Les autres font des calculs au hasard sans méthode.

c) Conclusion

Nous n'avons pas eu là non plus d'argumentation. Le hasard est présent de façon évidente pour la majorité des élèves même si "on n'a pas le droit de choisir des nombres sans démontrer".

Aucun élève n'a pensé à faire un tableau ou un graphique pour organiser les résultats.

L'affichage des réponses est une méthode intéressante car elle permet une confrontation des résultats. Les élèves très sûrs d'eux-mêmes sont obligés de se remettre en cause si les autres ont trouvé mieux.

La calculatrice a été utilisée correctement et l'écriture des réponses au tableau permettra de prolonger cette activité.

Deux réponses identiques pour des mesures différentes lance le problème de l'affichage du résultat sur la calculette et débouche sur l'intérêt des décimales.

5 - Le prolongement fait l'objet de la fiche 4

Voir fiche-élève.

V - COMMENTAIRES

A la maison, les élèves ont passé beaucoup de temps à remplir cette fiche 4.

Cela leur a permis de voir la richesse et les limites de la calculatrice.

D'autre part, c'était un premier élément de démonstration mais peu l'ont vu ; cependant ils en ont été imprégnés.

FICHE 4

AB	*0*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
BD									

$\boxed{1}$ *Remplir le tableau et construire un graphique avec AB en abscisse, BD en ordonnée.*

Choisir les unités appropriées sur chaque axe.

$\boxed{2}$ *Regardons d'un peu plus près.*

AB	*35*	*36*	*37*	*38*	*39*	*40*	*41*	*42*	*43*	*44*	*45*
BD											

Refaire le même travail qu'au $\boxed{1}$. *Choisir les unités appropriés pour le graphique.*

$\boxed{3}$ *Regardons d'encore plus près.*

AB	*39,1*	*39,2*	*39,3*	*39,4*	*39,5*	*39,6*	*39,7*	*39,8*	*39,9*	*40*	*40,1*	*40,2*	*40,3*	*40,4*	*40,5*
BD															

$\boxed{4}$ *Et si AB = 39,999 ? Que vaut alors BD ? Qu'en pensez-vous ?*

Vous avez constaté que pour $AB = 40$, vous trouvez $BD^2 = 2000$.
que pour $AB = 39{,}999$ la machine donne $BD^2 = 2000$ mais $39{,}999$ c'est $40 - \frac{1}{1000}$
que pour $AB = 40{,}001$ la machine donne $BD^2 = 2000$ mais $40{,}001$ c'est $40 + \frac{1}{1000}$

Complétez le tableau suivant :

AB	BC	AB^2	BC^2	BD^2
$40 - \frac{1}{1000}$	$\ldots\ldots + \frac{\ldots\ldots}{1000}$	$1600 - \frac{79999}{1000000}$	$400 + \frac{\ldots\ldots}{1000000}$	$2000 + \frac{\ldots\ldots}{1000000}$
40				
$40 + \frac{1}{1000}$	$\ldots\ldots - \frac{\ldots\ldots}{1000}$	$1600 + \frac{\ldots\ldots}{1000000}$	$\ldots\ldots - \frac{\ldots\ldots}{1000000}$	$2000 + \frac{\ldots\ldots}{1000000}$

Et si on enlevait ou ajoutait x mètres plutôt que $\frac{1}{1000}$, que se passerait-il ?

Complétez le tableau suivant :

AB	BC	AB^2	BC^2	BD^2
$40 - x$	...... + ...	1600 - ...... + ...	400+ ...... + ...	2000 + ...
40				
$40 + x^*$	...... -	...... + ... + ...	400 - ...... + ...	2000 + ...

PARTIE B

APRES LA CHEVRE ..., CABRI

I - PREMIERE EXPERIMENTATION

Recherchant une aide informatique pour résoudre et justifier le ***"problème de l'enclos"***, nous avons décidé d'utiliser le logiciel CABRI-GEOMETRE. Nous avons donc établi plusieurs fiches pour une observation d'élèves dans une classe de 4ème au printemps 1991. Le but recherché était de faire prendre connaissance par les élèves de ce logiciel par de simples manipulations et de faire résoudre un problème "classique" ... assez rapidement (au moins le pensions-nous) avec tout de même deux aides et une vérification pour permettre aux élèves de travailler à leur vitesse et d'être autonomes.

Le groupe a décidé de travailler sur un exercice "facile" du type suivant :

> *Soit (D) une droite, soient A et B deux points distincts, A et B n'appartenant pas à cette droite.*
>
> ***Construire un point I sur la droite D de telle sorte que la somme des distances IA + IB soit la plus petite possible.***

Première séance en Quatrième

- Pendant 1 H.

  Avec 6 groupes de 3 élèves, 1 groupe de 2 élèves et 3 observateurs dont 2 connaissant bien l'informatique.

- On a distribué aux élèves les fiches 1-2 et les aides 1-2 leur permettant de se familiariser avec l'ordinateur, CABRI et le problème.

- Nous avons eu beaucoup de problèmes techniques (ordinateurs ? logiciel ?) et de plus tous les ordinateurs ne sont pas équipés de souris.

- 1 H pour effectuer les manipulations et résoudre le problème s'avère insuffisant.

- Bilan fort décevant : mais nous étions prêts à poursuivre.

Deuxième séance en Troisième

Avec les mêmes élèves arrivés en Troisième, en novembre 1991.

Cette fois tous les ordinateurs étaient munis d'une souris (plus convivial).

Cette séance a duré 2 H. Il y avait un observateur pour deux groupes. Ces observateurs avaient précisé leur rôle.

Rôle de l'observateur

a) Donner des conseils techniques au cours des manipulations.

b) Intervenir pour que le groupe, dont il a la charge, aille chercher au "bon moment" : la fiche "VERIFICATION", ou Aide 1, ou Aide 2.

c) Noter les échanges entre les élèves : leurs démarches, leurs raisonnements, leurs erreurs, etc...

d) Ne pas leur "souffler" qu'il y a deux cas.

Consignes données aux élèves

a) L'objectif est de **résoudre un exercice** (écrit à la fin de la fiche 1) à l'aide du logiciel CABRI-GEOMETRE).

b) Il faut donc apprendre d'abord à utiliser ce logiciel au travers de simples manipulations numérotées de 1 à 9.

c) Chaque élève devra effectuer une ou plusieurs manipulations (à tour de rôle). Cet apprentissage est important pour gagner du temps en efficacité et pour une prochaine séance.

d) ⚠ paragraphe 8 : il faut écrire clairement et simplement ce que vous faites et vos observations.

e) L'adulte qui observe le groupe, vous dira quand vous aurez besoin d'aller chercher une fiche $\boxed{\text{Aide}}$.

f) Quand l'exercice sera résolu correctement, il faudra rédiger sérieusement, **en justifiant,** vos réponses (d'abord chacun pour soi, puis possibilité d'échanger dans le groupe).

g) Evitez de mettre vos doigts sur l'écran...

Enfin, les élèves ont les fiches de travail que vous trouverez pages 31 à 36.

FICHE 1

EXPERIMENTATION 1

1 - *Tracer une droite horizontale au milieu de l'écran :*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***droite*** *: amener le crayon vers le milieu de l'écran ; appuyer sur la souris et en la maintenant se déplacer horizontalement.*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer*** *: amener le crayon le long de la droite ;* ***cliquer*** *: un rectangle en pointillés apparaît ; la main sert à déplacer le rectangle ;* ***taper*** *D et* ***cliquer*** *de nouveau.*

2 - *Créer un point A hors de la droite précédente :*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***point*** *: le situer sur l'écran (****cliquer****).*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer*** *: amener le crayon sur le point et* ***il faut voir écrit*** *sur l'écran "ce point" ! (****Cliquer****).* ***Taper*** *A et* ***cliquer*** *de nouveau.*

3 - *Créer un point B différent de A hors de la droite (D) :*

Procéder comme pour le point A.

4 - *Créer un point I sur la droite D :*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***point sur objet*** *: amener le crayon sur la droite et* ***il faut voir écrit*** *sur l'écran "cette droite" ! (****Cliquer****). Le point est défini. Le nommer I.*

5 - *Dessiner les segments [AI] et [IB] :*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***segment*** *: amener le crayon sur A ; (****cliquer****) : le point A doit clignoter. Amener le crayon sur I ; (****cliquer****) : le segment est dessiné. Reprendre la* ***même construction*** *pour [BI].*

6 - On peut alors jouer à déplacer les points A, B et I :

*A l'aide **d'une main** qui apparaît sur l'écran, après **avoir pointé** l'un de ces points (il faut voir écrit sur l'écran "ce point") ; **cliquer** et **maintenir** la souris au cours du déplacement.*

7 - Mesurer les longueurs de [AI] et [BI] :

Ouvrir le menu	***divers***
Choisir	***mesurer*** *: amener le crayon sur un segment : la mesure apparaît.*

*8 - **Pour diverses positions** de A et de B, **placer** le point I pour que la somme des distances AI et BI soit **la plus petite possible** (noter les observations).*

9 - Effacer le point I :

Ouvrir le menu	***divers***
Choisir	***supprimer*** *: amener le crayon sur le point I (**cliquer**).*

<u>*EXERCICE*</u>

> ***Construire** le point I pour que la somme des distances AI et BI soit **la plus petite possible**, SANS UTILISER dans le menu : créer un point, ou, point sur objet.*
>
> *Si tu penses avoir fini l'exercice, utilise alors un questionnaire qui se trouve sur le bureau, pour **vérifier** ...*

FICHE 2

EXPERIMENTATION 1

Vérification

Pour savoir *si l'exercice est réussi et complet :*

- *Si tu déplaces B* ***horizontalement*** *sur tout l'écran, le point I, que tu as construit, correspond-il toujours au minimum de "IA + IB" ?*

  Si oui, passe à la deuxième question.
  Si non, tu as besoin d'aide ...

- *Si tu déplaces B* ***verticalement*** *sur tout l'écran, le point I que tu as construit, correspond-il toujours au minimum de "IA + IB" ?*

  Si oui, ***justifie*** *la construction (par écrit).*
  Si non, tu as besoin d'aide ...

AIDE 1

EXPERIMENTATION 1

Tu reviens au paragraphe 8.

***Place** les points A et B **de part et d'autre** de la droite (D) (A et B sont **fixes**).*

Ce point I appartient toujours à la droite (D).
*(I **bouge** sur la droite).*

Complète le tableau :

AI	*IB*	*AI + IB*

***Après ces essais**, le minimum de "AI + IB" étant découvert, **explique** la construction du point I.*

***Puis** reprend le paragraphe 9 et enfin le **texte** de l'exercice initial.*

AIDE 2

EXPERIMENTATION 1

__Place__ les points A et B __d'un même côté__ de la droite (D).

a) __Construction__ de cette aide.

__1 - Construire le cercle de centre I passant par B :__

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***cercle défini par deux points** : amener le crayon d'abord sur le centre I (**cliquer**) puis le point B (**cliquer**).*

__2 - Construire la perpendiculaire à la droite (D) passant par B :__

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***droite perpendiculaire** : amener le crayon d'abord sur le point B (**cliquer**), puis sur la droite (D) (**cliquer**).*

La perpendiculaire à (D) passant par B apparaît : (Δ).

__3 - Construire le point d'intersection C du cercle et de cette perpendiculaire (Δ) :__

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***intersection de deux objets** : amener le crayon sur la droite (Δ) (**cliquer**), puis sur le cercle (**cliquer**).*

__Nommer__ ce point d'intersection C (procéder comme pour le point A).

__4 - Gommer le cercle et la droite (Δ) :__

Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***aspect des objets** : le curseur se transforme en **gomme**. Amener la gomme sur le cercle (**cliquer**) puis sur la droite (Δ) (**cliquer**). Le cercle et la droite doivent disparaître.*

b) ***Complète*** *le tableau.*
(A et B fixes ; I bouge sur la droite (D)).

AI	*IB*	*IC*	*AI + IB*

Après ces essais*, le minimum de "AI + IB" étant découvert :*

Quelle remarque *peux-tu faire concernant les points A, I, C ?*

Explique *la construction du point I.*

Puis *reprend le paragraphe 9 et enfin le* ***texte*** *de l'exercice initial.*

Nos remarques :

- Chaque groupe manipule bien, dans de bonnes conditions pendant une heure.

- Des améliorations pour les manipulations seront apportées par la suite car :

  * *il faut bien déplacer le curseur pour tracer la droite (D).*

  * *il ne faut pas déplacer la droite (D).*

- Les observateurs interviennent davantage que prévu, pour expliciter les mots "construire", "cercle" et "cercle défini par deux points", "intersection de deux objets" des différents menus.

- Nous constatons que les élèves (sauf un groupe) mettent naturellement les points A et B de part et d'autre de la droite (D).

- Les deux aides et la vérification sont nécessaires pour tous les groupes (sauf un groupe qui a trouvé les deux cas).

- Concernant la manipulation 8 , les élèves ne notent pas leurs remarques. **Ils ne voient pas la nécessité d'écrire lorsqu'ils utilisent l'ordinateur.**

- Au bout de deux heures, les élèves ont bien réfléchi au ***"problème du minimum"***, et l'ont résolu, mais peu de traces écrites ressortent de cette recherche...

  * le lendemain de l'expérimentation, une mise au point collective fut nécessaire : les élèves ne comprenaient pas vraiment ce que l'on pouvait leur demander de plus... Ils avaient expliqué la construction du point I dans l'aide 2 ! Il fallait justifier cette construction (voir Production d'élève $\boxed{\text{A}}$).

  * à propos de la "vérification", un groupe se posait la question suivante : "puisque, pour la deuxième question, en déplaçant B verticalement, le point I disparaissait, est-ce que cela signifiait que la position des points A et B situés de part et d'autre de (D) n'était pas valable ?" Heureusement, au cours de cet échange collectif, plusieurs élèves ont dit qu'il fallait considérer les deux cas :

  . A et B situés de part et d'autre de (D).

  . A et B situés d'un même côté de (D).

"Considérer deux cas" laissa encore quelques élèves pensifs : c'est un raisonnement inhabituel (voir Production d'élève $\boxed{\text{B}}$).

PRODUCTION D'ELEVE $\boxed{A}$

Placer les points A et B d'un même côté de la droite (D).

a) ***Construction*** *de cette aide.*

b) ***Compléter*** *le tableau.*
(A et B fixes ; I bouge sur la droite (D)).

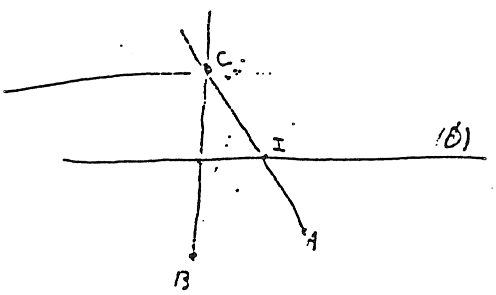
AI	IB	IC	AI + IB
4.6	6.6	6.6	11
4	11	11	15
14.5	7.9	7.9	21.9
7.6	3.6	3.6	11.2
4.7 3.9	4.6 5.5	5.5	9.5 9.4
3.6	5.8	5.8	9.4
3.6	5.7	5.7	9.3
3.7	5.7	5.7	9.4

Après ces essais, le minimum de "AI + IB" étant découvert :

Quelle remarque *peux-tu faire concernant les points A, I, C ?* Ils sont alignés

Expliquer *la construction du point I.*

En faisant ~~le~~ symétrique B par rapport à la droite (D) on trouve C - Puis on rejoint C à A => l'intersection de la droite (D) avec le segment [CA] s'appelle I -



Puis reprend le paragraphe 9 et enfin le texte de l'exercice initial.

PRODUCTION D'ELEVE B

Géomètre

Il existe 2 cas où placer A et B pour que la somme "AI + IB" soit la plus petite possible.

1er cas : On place les points A et B de part et d'autre de (d). On trace le segment [AB]. Au point d'intersection de [AB] et de (d) se trouve le point I.

justification : (on sait que) pour que la ~~somme~~ mesure "AI + IB" soit la plus petite possible ; A, I, B doivent être alignés.

2e cas : On place les points A et B d'un même côté de (d). Ensuite on trace le symétrique de B par rapport à (d). On obtient C. On joint entre eux les points A et C. Au point d'intersection de (AC) et de (d) se trouve le point I.

justification : A, I, C sont alignés, donc la ~~somme~~ mesure "AI + IC" est plus petite possible. Or C'est le symétrique B par rapport à (d) donc IC = IB. D'où la mesure "AI + IC" est égale à la somme "AI + IB". Donc "AI + IB" est aussi la plus petite mesure possible.

- Toutes ces remarques nous amènent donc à repenser au déroulement de la séance, **à rédiger autrement le texte de l'exercice et à remodeler la fiche 1 (manipulations), puis la fiche 2 "Vérification", ainsi que l'aide 2.**

EN CONCLUSION

Ce problème de "minimum", après ces observations, ne nous apparaît plus comme un problème "classique" ... vite résolu. Et c'est là que l'aide par l'informatique est indiscutable.

Lorsque ce problème était traité sur papier, l'enseignant donnait presque la solution ; les "essais" étaient longs et fastidieux ... lorsque les élèves y pensaient, car ils veulent toujours trouver la bonne réponse du premier coup surtout en 4ème et encore en 3ème ...

Ce problème perd donc de son intérêt lorsqu'il est traité de façon traditionnelle.

Par contre, l'aide par l'informatique amène les élèves à réfléchir réellement et à échanger, leurs procédures habituelles se trouvent transformées et même les élèves "dits faibles" sont actifs : ils font des essais, ils tâtonnent, ils vérifient ... et ils trouvent la réponse.

La fiche 2 intitulée "Vérification" prend toute son importance dans le déroulement de l'activité : elle amène les élèves à étudier les deux cas.

II - SECONDE EXPERIMENTATION

Nous avons refait une nouvelle expérimentation avec une classe de 4ème en janvier 1992, pour des raisons non directement liées à notre activité de groupe. En effet, en septembre 1992, se déroulait à l'Université de Laval au QUEBEC le septième congrès sur l'enseignement des mathématiques, ICME 7, au cours duquel, les IREM présentaient un film sur leurs activités. Une séquence de ce film devait présenter l'activité informatique et elle a été tournée avec notre groupe au collège de Mordelles. La réalisation de cette séquence n'a absolument pas perturbé les élèves.

1 - **La séance** a duré deux heures (conditions d'observation pour un groupe IREM).

Elle s'est déroulée dans une classe de 28 élèves en présence de 7 observateurs, les moyens fournis étant 9 ordinateurs.

Les élèves avaient été répartis par le professeur de la classe en 9 groupes :

7 groupes étaient hétérogènes.

1 groupe d'élèves ayant plus de "difficultés" en mathématiques ("le groupe lent").

1 groupe d'élèves ayant des "facilités" ("le groupe rapide").

- Il n'y a pas eu de problème matériel au cours de cette séance. Les consignes données aux élèves dès le début de la séance étaient affichées clairement devant chaque groupe. Un groupe manipulait très lentement ; les autres n'avaient pas trop de difficultés ; voici les remarques les plus importantes que nous avons pues faire :

  * la droite n'est pas toujours horizontale sur l'écran.
  * construction du point I : les élèves ont des difficultés à manier les concepts de "construire", "créer", "placer", compte tenu de l'ambiguïté entre le monde du logiciel et le monde réel.
  * 8 groupes sur 9 placent les points A et B de part et d'autre de la droite (D).

Consignes données aux élèves

a) L'objectif est de **résoudre un exercice** à l'aide du logiciel CABRI-GEOMETRE.

b) Il faut donc apprendre d'abord à utiliser ce logiciel au travers de simples manipulations numérotées de 1 à 7.

c) Chaque élève devra effectuer une ou plusieurs manipulations (à tour de rôle). Cet apprentissage est important pour gagner du temps en efficacité et pour la prochaine séance.

d) ⚠ **paragraphe 7 : il faut écrire** vos "réponses" et vos remarques !

e) N'oubliez pas qu'il faut rédiger sérieusement en **justifiant** : d'abord individuellement, puis en échangeant dans le groupe, lorsque l'exercice est résolu.

FICHE 1

EXPERIMENTATION 2

1 - ***Tracer une droite horizontale passant par deux points M et N :***

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***point** : le situer sur l'écran (**cliquer**).*

Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer** : amener le crayon sur le point, on doit voir **écrit sur l'écran** "ce point", (**cliquer**). **Taper** M puis **cliquer** de nouveau. Procéder de même avec le point N.*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***droite définie par 2 points**. Amener le crayon sur un des deux points (il faut voir écrit "ce point"). (**cliquer**) : le point clignote. Faire de même pour l'autre point et la droite est tracée.*

***Déplacer** les points M et N pour que la droite soit au milieu de l'écran : pour déplacer un point le **pointer** (il faut voir écrit à l'écran "ce point", une petite main apparaît alors sur l'écran) ; maintenir le bouton de la souris enfoncé durant le déplacement.*

***Rendre invisibles** les points M et N :*

Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***aspect des objets** : le curseur se transforme en gomme. Amener la gomme sur le point M et **cliquer**, procéder de même avec le point N.*

Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer** : amener le crayon le long de la droite, on doit voir **écrit sur l'écran** "cette droite", **cliquer**, un rectangle en pointillés apparaît ; la main sert à déplacer le rectangle. **Taper** D puis **cliquer** de nouveau.*

2 - ***Créer un point A hors de la droite précédente.***

3 - ***Créer un point B hors de la droite précédente.***

4 - ***Construire un point I sur la droite (D) :***

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***point sur objet** : amener le crayon sur la droite, on doit voir **écrit sur l'écran** "cette droite", **cliquer**. Le point est défini. Le nommer I.*

5 - ***Dessiner les segments [AI] et [IB] :***

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***segment** : amener le crayon sur A. Le point A doit clignoter, puis sur le point I, **cliquer**, **cliquer** de nouveau le segment est dessiné. Procéder de même avec [IB].*

6 - Mesurer les longueurs de [AI] et [IB] :

Ouvrir le menu	***divers***
Choisir	***mesurer.*** *Amener le crayon sur [AI] : la mesure apparaît. Procéder de même avec [IB].*

7 - Pour diverses positions de A et de B ***placer*** *le point I pour que la* ***somme*** *des distances AI et BI soit la* ***plus petite possible*** *(noter les observations).*

EXERCICE

** **Supprimer le point I***

Ouvrir le menu	***divers***
Choisir	***supprimer*** *: amener sur le point I, on doit voir* ***écrit sur l'écran*** *"ce point" puis* ***cliquer.***

** Faire* ***l'exercice*** *suivant :*

Soit une droite (D).
Soient deux points distincts A et B n'appartenant pas à cette droite ***construire*** *un point I sur la droite (D) de telle sorte que la somme des distances IA + IB soit la plus petite possible.*

** **Justifier** par écrit la construction.*

** Lorsque l'exercice semble fini,* ***vérifier*** *s'il est correct.*

Pour savoir si l'exercice est réussi et complet :

1) ***Déplace*** *B horizontalement sur tout l'écran, le point I, que tu as construit, correspond-il toujours au minimum de "IA + IB" ?*

Si oui, passe à la deuxième question.

Si non, tu as besoin d'aide...

2) ***Déplace*** *B verticalement sur tout l'écran, le point I, que tu as construit, existe-t-il toujours et correspond-il toujours au minimum de "IA + IB" ?*

Si oui, justifie la construction (par écrit).

Si non, tu as besoin d'aide...

Nos remarques :

- Les observateurs sont moins intervenus, sauf dans le groupe des élèves lents : ceux-ci n'ont pas une vue globale du travail à effectuer.

  Nous avons constaté que l'homogénéité des groupes conduit à une impasse : dans le groupe lent il n'y a pas d'élément moteur, dans le groupe rapide il n'y a que des individualités.

- Au paragraphe 7 les élèves notent peu par écrit. Ce paragraphe, qui pose quelques difficultés de compréhension dans certains groupes, sera réécrit.

- L'aide 2* a été utilisée par tous les groupes. Le problème a été résolu en fin de séance par 7 groupes sur 9 ; mais tous les groupes ont été actifs et aucun élève ne s'est découragé ... même parmi les plus lents.

- Le mot "symétrique" ne vient pas naturellement lorsqu'il faut justifier la réponse dans le cas ou A et B sont d'un même côté de la droite (D).
  La rédaction de cette justification n'est pas facile pour l'ensemble des élèves : "Pourquoi rédiger de nouveau, puisque pour l'aide 2 tout a été expliqué ... ?"
  Est-ce le fait que ce soit des élèves de 4ème et que cet exercice soit donné en début (enfin presque) d'année scolaire ... ?

2 - "Productions" des élèves

- Il faut d'abord rappeler que seulement trois groupes ont pu échanger et rédiger à la fin de la séance. Le lendemain, dès la première heure, il a fallu une mise au point :
  * chaque groupe a remis soit sa rédaction, soit l'aide 2, soit son "brouillon".
  * et pour le cours suivant, chaque élève devait essayer d'améliorer la justification de la construction de ce point I, en considérant les deux cas.

  Les deux groupes qui n'avaient pas fini l'exercice à l'aide de l'ordinateur, ont réussi à rédiger le cas où A et B sont de part et d'autre de la droite (D).

- Dans l'étude des deux cas on constate plusieurs situations :

  1) La justification n'est pas toujours convenable (élève C) :
     Les élèves n'utilisent pas explicitement l'inégalité triangulaire ou le symétrique du point B.

  2) L'argumentation est bonne (élèves D, E, F) :
     - le mot symétrique est cité.
     - le mot équidistant est cité ; on trouve :
       "$AI + IB = AI + IC$ et comme A, I, C sont alignés "$AI + IC$" est le plus court chemin. Alors "$AI + IB$" est aussi le plus court chemin."

  3) Même les élèves du groupe "ayant plus de difficultés" (élève G) ont su réaliser un dessin exact et, dans le cas où A et B sont de part et d'autre de (D), ils savent que A, I, B doivent être alignés et que I est à l'intersection de $[AB]$ et de (D).

---

* Les fiches 2 et aide 1, aide 2 sont les mêmes que pour l'expérimentation 1, nous n'avons pas jugé bon de les remettre ici.

- Pour le cours suivant, le travail fait à la maison (élèves H, I, J) est plutôt en régression par rapport au travail fait en classe le jour même. C'est plus confus et il y a moins de tentatives de justification alors qu'il est demandé d'améliorer celle-ci ! On espérait pourtant qu'ils auraient le temps d'en chercher davantage ... ce n'est donc pas une question de temps !
  Le logiciel les avait pourtant aidés à trouver des réponses cohérentes.

- Les élèves ont compris le problème, les idées sont justes mais ils ne sentent pas le besoin de rédiger une justification ou une démonstration dès qu'ils ont résolu le problème.

III - VERSION DEFINITIVE

Nous avons tenté, après chaque expérimentation, d'améliorer le texte proposé ainsi que les aides.

1 - Prérequis

Il paraît intéressant d'avoir étudié la notion d'inégalité triangulaire avant d'aborder ce problème de "minimum" (problème qui se trouve entre autres dans le manuel 4ème Pythagore).

2 - Déroulement de l'activité

Elle peut se dérouler en deux ou trois séances :

* Une séance d'une heure pour les manipulations : **consignes et fiche 1/DEF**.

* Une séance d'une heure et demie (ou deux heures) pour l'exercice de la construction (**fiche 2/DEF**) la vérification (**fiche 3/DEF**).

* La vérification permet aux élèves de voir que la résolution de l'exercice est incomplète et de faire appel pour certains aux aides (**aides/DEF**).

3 - Amélioration des fiches et du logiciel

- Pour que les élèves n'aient pas trop de fiches, il serait souhaitable que les aides soient intégrées et qu'il y ait un tableur interfacé. Le professeur, seul dans sa classe, pourrait ainsi intervenir dans les groupes d'élèves ayant plus de difficultés, les autres groupes étant plus autonomes.

- Lors de la dernière observation avec les élèves de 4ème, un groupe manipulait sur un MAC portable avec une version de CABRI-GEOMETRE qui simplifiait beaucoup les problèmes de gestion des aides. Le menu historique de CABRI a permis aussi à ce groupe de découvrir la démonstration et de mieux en saisir la nécessité.

- Une discussion sur la place des items "création" et "construction" reste à faire.

PRODUCTION D'ELEVE $\boxed{C}$

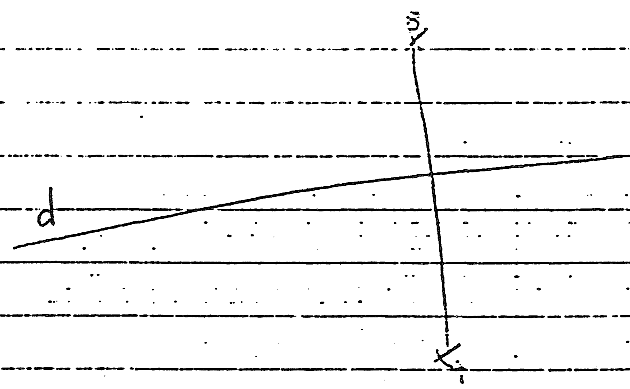
AI		BI
2,1		3,2
3,0		8,9
3,4	$\longleftrightarrow$	4,2
13,3	$\longleftrightarrow$	13,5
20,5		20,4
4,1		4,1

I doit être ~~aussi~~ l'intersection de (d) et de [AB]

A,I,B sont alignés dans cette ordre.

AI + IB = AB

Par contre si I n'était pas sur [AB] Alors AI + IB $\geqslant$ AB



PRODUCTION D'ELEVE D

7) J'observe que A, I, B sont alignés ds cet ordre

Exercice

▪ Justification :

Afin d'avoir la + petite distance possible, il faut que les points soient alignés,

▪ 2) Justification :

• le point C symétrique de B par rapport (D)

donc I ∈ (D) ~~est~~ équidistant de B et de C

donc BI = IC

donc AI + IB = AI + IC

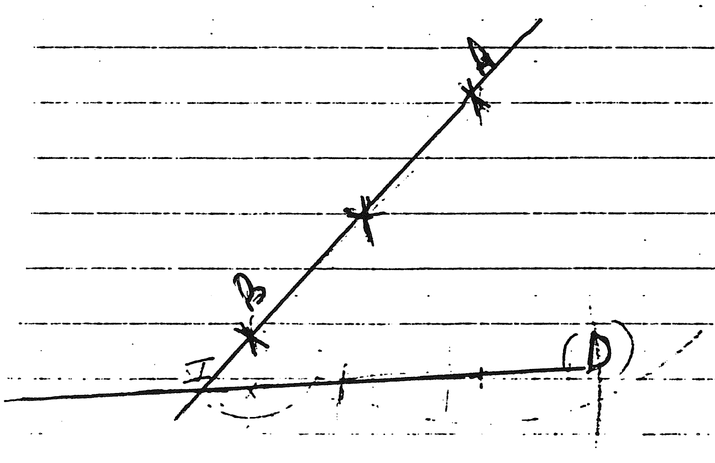
or, la distance la + courte est celle de points alignés

alors si A, I, C alignés la distance la + courte

sera AI + IC

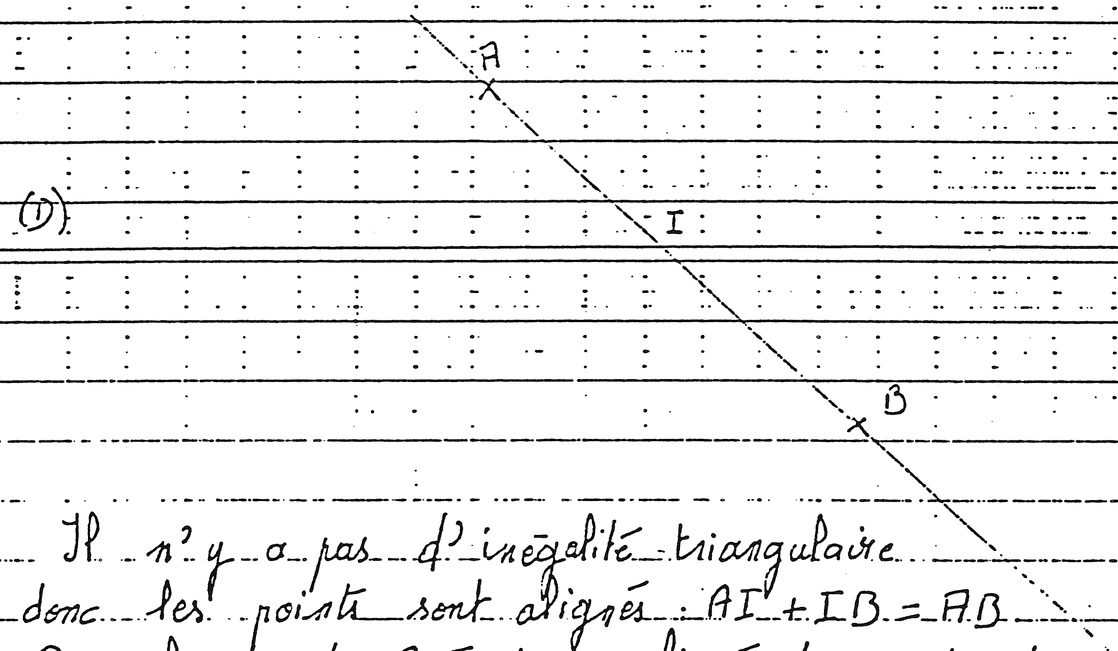
or AI + IC = AI + IC

Donc, la distance la + court est AI + IC



PRODUCTION D'ELEVE E

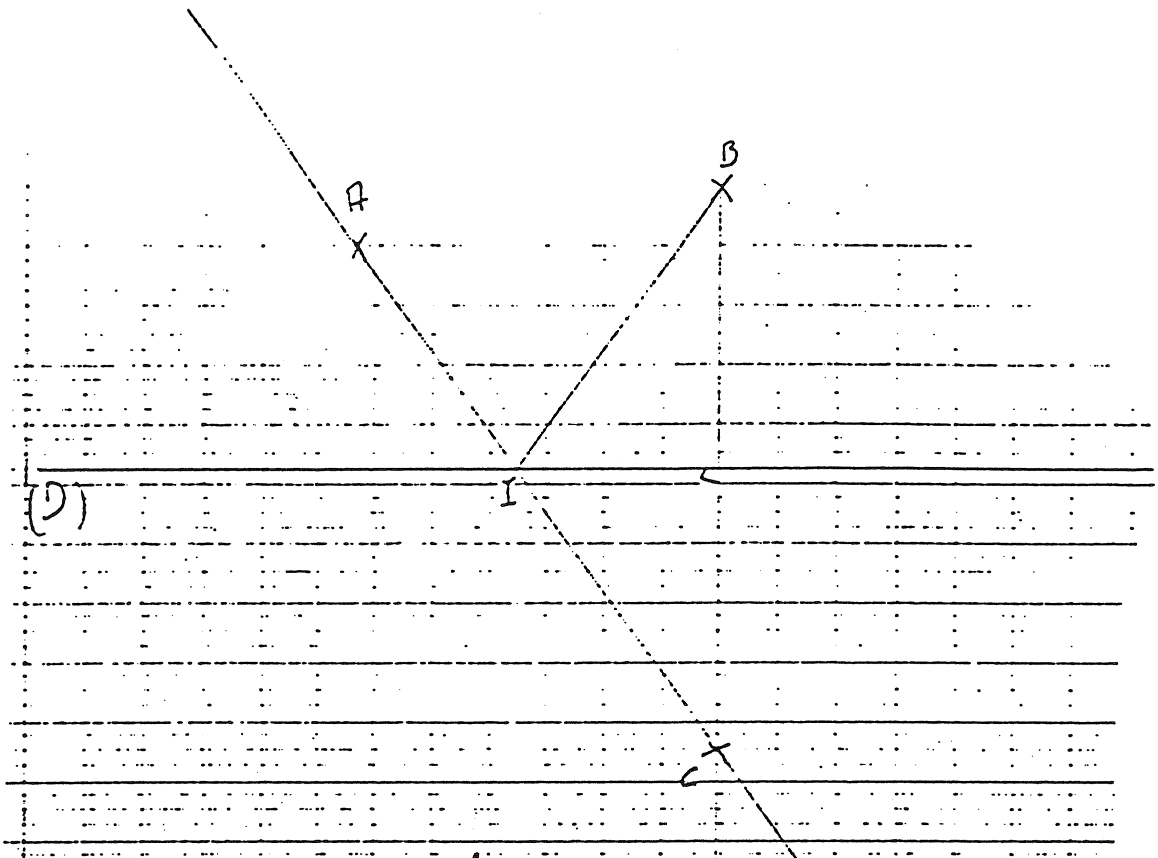
1. Les points A et B sont de part et d'autre de (D)
Construire la droite (AB) passant par ces 2 points. Le point d'intersection des 2 droites est le point I.



Il n'y a pas d'inégalité triangulaire
donc les points sont alignés : AI + IB = AB
Donc les points A, I et B alignés dans cet ordre est la seule posibilité pour que la somme AI + IB soit la plus petite possible
Si les points n'étaient pas alignés, il y aurait une inégalité triangulaire donc, AI + IB > AB

2. Les points A et B sont du même côté de (D).
Construire le symétrique C du point B par rapport à (D), puis tracer la droite (CA) passant par ces points. Le point d'intersection des droites (D) et (AC) est le point I :

PRODUCTION D'ELEVE F



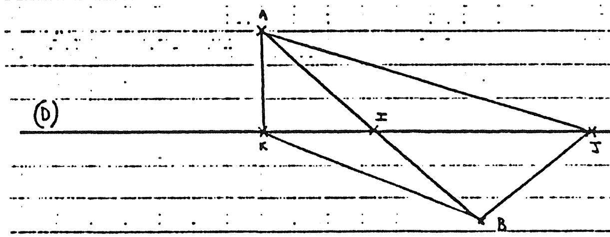
A, I et C sont alignés dans cet ordre donc AI + IC = AC, donc la somme AI + IC est la plus petite possible. Or, C est le symétrique de B par rapport à (D). Donc B et C sont à égale distance de (D) qui est donc la médiatrice de [BC]. I est sur (D), médiatrice de [BC]. Or, tout point appartenant à la médiatrice d'un segment est équidistant des extrémités du segment. Donc IB = IC.
Donc $\underline{AI + IB} = \underline{AB} = AC = AI + IC$
La somme AI + IB est donc la plus petite possible

PRODUCTION D'ELEVE H

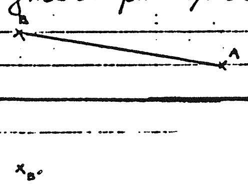
EXERCICE

A et B $\notin$ (D)
I $\in$ (D)
AI + IB a la plus petite somme posible

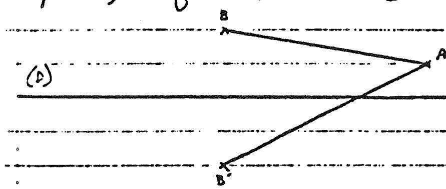
Pour que I appartiene à la droite (D) e
que la distance de AI + IB soit la
plus petite possible, il faut que I soit à
l'intercection de (D) et de [AB].



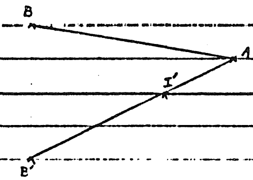
Quand A et B sont du même coté de l
droite, il faut faire le symetrique d'u
des point. Prenons le point B. Il faut donc
faire son symetrique par raport à (D.



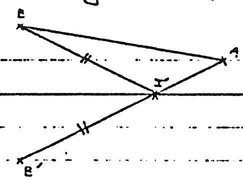
Aprés, il faut tracer le segment [AB']



I' se trouve à l'intercection de (D) et
de [AB']



I'B' est donc égale à I'B
Donc A,I',B' est égale à A,I',B

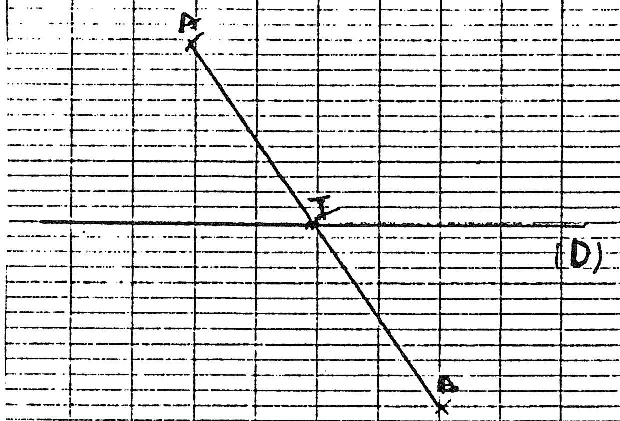


Donc le chemin le plus court est
A,I',B' ou A,I', B

PRODUCTION D'ELEVE $\boxed{G}$

1 élève du groupe "ayant plus de difficultés"

Exercice



A I B étant aligné on construit d'abord le segment [A B] et
l'intersection du ségment [A B] et la droite (D) sera le poi
I car tout point aligné est une petite mesure si non
il y aurait une ingalité triangulaire.

PRODUCTION D'ELEVE I

Exercice :

* Quand les 3 points sont alignés on a la distance minimale.

* On a tracé la droite (AB) pour construire ensuite le point I. I est situé à l'intersection de la droite (D) et de (AB) car on sait que lorsque les 3 points sont alignés, la distance est la plus petite.
Les points A, I et B sont alignés donc AI + BI = AB.

* C est le symétrique de B par rapport à la droite (D). Pour obtenir la distance minimale, il faut que A, I, C soient alignés dans cet ordre.
Donc A, I et C sont alignés, et
$AI + IC = AC$

PRODUCTION D'ELEVE [J]

Exercice

* On sait que si les points A, I et B sont alignés, AI + IB = AB.
Alors on trace le segment [AB] et le point I se trouve à l'intersection de la droite (D) et du segment [AB].

* Si les 2 points sont du même côté de la droite (D), alors on trace le symétrique de B par rapport à (D) appelé C. On trace ensuite le segment [AC] et à l'intersection de (D) et de [AB] on obtient le point I de façon que IA + IB soit la plus petite possible.

FICHE 1 / DEF

1 - ***Tracer une droite horizontale passant par deux points M et N :***

Ouvrir le menu ***création***
Choisir ***point*** *: le situer sur l'écran (**cliquer**).*

Ouvrir le menu ***édition***
Choisir ***nommer*** *: amener le crayon sur le point, on doit voir **écrit sur l'écran** "ce point", (**cliquer**). **Taper** M puis **cliquer** de nouveau. Procéder de même avec le point N.*

Ouvrir le menu ***création***
Choisir ***droite définie par 2 points.*** *Amener le crayon sur un des deux points (il faut voir écrit "ce point"). (**cliquer**) : le point clignote. Faire de même pour l'autre point et la droite est tracée.*

Déplacer *les points M et N pour que la droite soit au milieu de l'écran : pour déplacer un point le **pointer** (il faut voir écrit à l'écran "ce point", une petite main apparaît alors sur l'écran) ; maintenir le bouton de la souris enfoncé durant le déplacement.*

Rendre invisibles *les points M et N :*
Ouvrir le menu : ***édition***
Choisir le menu : ***aspect des objets*** *: le curseur se transforme en gomme. Amener la gomme sur le point M et **cliquer**, procéder de même avec le point N.*

Ouvrir le menu ***édition***
Choisir ***nommer*** *: amener le crayon le long de la droite, on doit voir **écrit sur l'écran** "cette droite", **cliquer**, un rectangle en pointillés apparaît ; la main sert à déplacer le rectangle. **Taper** D puis **cliquer** de nouveau.*

2 - ***Créer un point A hors de la droite précédente.***

3 - ***Créer un point B hors de la droite précédente.***

4 - ***Construire un point I sur la droite (D) :***

Ouvrir le menu ***construction***
Choisir ***point sur objet*** *: amener le crayon sur la droite, on doit voir **écrit sur l'écran** : "cette droite", **cliquer**. Le point est défini. Le nommer I.*

5 - ***Dessiner les segments [AI] et [IB] :***

Ouvrir le menu ***création***
Choisir ***segment*** *: amener le crayon sur A. Le point A doit clignoter, puis sur le point I, **cliquer**, **cliquer** de nouveau le segment est dessiné. Procéder de même avec [IB].*

6 - ***Mesurer les longueurs de [AI] et [BI] :***

Ouvrir le menu ***divers***
Choisir ***mesurer*** *: amener le crayon sur [AI] : la mesure apparaît. Procéder de même avec [IB].*

7 - *Les points A et B sont fixes ; placer le point I pour que la somme des distances AI et BI soit la plus petite possible (noter les observations), puis recommencer pour une autre position des points A et B.*

FICHE 2 / DEF

Enoncé de l'exercice :

Soit une droite (D).

Soient deux points distincts A et B n'appartenant pas à cette droite (D).

Construire un point J sur la droite (D) de telle sorte que la somme des distances IJ + JB soit la plus petite possible.

** **Justifier** par écrit la construction.*

** Lorsque l'exercice semble fini, **vérifier** s'il est correct.*

FICHE 3 / DEF

Pour savoir si l'exercice est réussi et complet :

*1) **Déplace** B horizontalement sur tout l'écran, le point J, que tu as construit, correspond-il toujours au minimum de "JA + JB" ?*

Si oui, passe à la deuxième question.

Si non, tu as besoin d'aide...

*2) **Déplace** B verticalement sur tout l'écran, le point J, que tu as construit, existe-t-il toujours et correspond-il toujours au minimum de "JA + JB" ?*

Si oui, justifie la construction (par écrit).

Si non, tu as besoin d'aide.

AIDE 1 / DEF

Tu reviens à la fiche 1 n° 7.

Placer *les points A et B* ***de part et d'autre*** *de la droite (D) (A et B sont fixes).*

Ce point I appartient toujours à la droite (D).
(I ***bouge*** *sur la droite).*

Compléter le tableau :

AI	*IB*	*AI + IB*

Après ces essais*, le minimum de "AI + IB" étant découvert :*

Que peux-tu dire des points A, I et B ?

Puis *tu reprends le texte de l'exercice...*

AIDE 2 / DEF

Placer *les points A et B* ***d'un même côté*** *de la droite (D).*

A et B sont fixes ; I bouge sur la droite (D).

a) ***Construction*** *de cette aide.*

1 - *Construire le cercle de centre I passant par B :*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***cercle défini par deux points*** *: amener le crayon d'abord sur le centre I* ***(cliquer)*** *puis le point B* ***(cliquer)****.*

2 - *Construire la perpendiculaire à la droite (D) passant par B :*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***droite perpendiculaire*** *: amener le crayon d'abord sur le point B* ***(cliquer)****, puis sur la droite (D)* ***(cliquer)****.*

La perpendiculaire à (D) passant par B apparaît : (Δ).

3 - *Construire le point d'intersection C du cercle et de cette perpendiculaire (Δ) :*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***intersection de deux objets*** *: amener le crayon sur la droite (Δ)* ***(cliquer)****, puis sur le cercle* ***(cliquer)****.*

Nommer *ce point d'intersection C (procéder comme pour le point A).*

4 - *Gommer le cercle et la droite (Δ) :*

Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***aspect des objets*** *: le curseur se transforme en* ***gomme****. Amener la gomme sur le cercle* ***(cliquer)*** *puis sur la droite (Δ)* ***(cliquer)****.* *Le cercle et la droite doivent disparaître.*

b) ***Compléter*** *le tableau.*

AI	*IB*	*IC*	*AI + IB*

Après ces essais, *le minimum de "AI + IB" étant découvert :*

Quelle remarque *peux-tu faire concernant les points A, I, C ?*

Construire *le point C sans utiliser le menu création.*

Puis *tu reprends le texte de l'exercice ...*

PARTIE C

TRIANGLE DE PLUS GRANDE AIRE

Ou CABRI ce n'est pas fini ...

I - CONDITIONS DE PASSAGE

La classe choisie a été volontairement une classe de 6ème (bien que l'aire du "triangle quelconque" ne soit pas au programme), et la séance s'est déroulée au troisième trimestre.

L'objectif n'était pas seulement la résolution du problème proposé, mais nous y voyions également la possibilité de donner des justifications.

Le problème proposé est en deux étapes :
* Première partie pour toute la classe.
* Deuxième partie pour les plus rapides.

L'observation a été faite dans une classe de 26 élèves, dans une 6ème au collège de Dinard. En raison de problèmes techniques de dernière heure, les élèves ont travaillé sur six ordinateurs seulement, ils étaient donc quatre ou cinq par poste de travail. Les manipulations étaient faites à tour de rôle par groupes de deux, les autres étant "observateurs".

II - LE DEROULEMENT DE LA SEANCE ET NOS CONSTATATIONS

On distribue la fiche 1/Aire, qui avait pour objectif la familiarisation avec le logiciel GEOMETRE.

Les manipulations ne se sont pas toujours bien passées, les élèves ne suivant pas à la lettre les consignes, sautant même parfois des étapes. Cela a eu pour conséquence des situations bloquées dans les manipulations, et l'observateur du groupe a dû intervenir. Les groupes devaient alors revenir en arrière.

La fiche 2/Aire, qui devait, avec son tableau, être une aide à la résolution de l'exercice proposé en fin de fiche 1, n'a pas été beaucoup utilisée. Les élèves situent le point *A* "le plus loin possible du segment *[BC]*", sans faire beaucoup de calculs d'aires.

Le travail suivant se fait ensuite sur la fiche 3/Aire dans une salle contiguë, sans l'aide de l'ordinateur. Le point *A* est obtenu correctement dans la majorité des cas sans utilisation du compas mais en construisant un "diamètre perpendiculaire à *[BC]*", parfois de façon approximative (à la règle).

A la question mal posée "explique" (au lieu de "justifie"), il y a peu de réponses correspondant à ce que l'on souhaitait. Lorsqu'il y a eu réponse, il s'agissait de l'explication de la construction faite sur la fiche 3/Aire. Seulement deux élèves parlent de hauteur la plus grande, quatre élèves de triangles isocèles.

Pour la dernière partie (fiche 4/Aire), il y a eu très souvent un manque de temps et un découragement certain pour pouvoir la terminer. C'est là que la fiche 2/Aire aurait dû intervenir.

<u>Quelques réactions d'élèves</u> :

- On a bien aimé, mais les "gens" (c'est-à-dire nous) aidaient trop.
- On était trop nombreux.
- Manque d'explications dans certaines phases pour la manipulation.

Cette activité a pris place dans la dernière séance de l'année et nous n'avons pas pu l'exploiter, mais nous avons eu l'impression d'une activité réussie. Cette réussite et le fait que nous n'ayons pas eu à tâtonner avant de construire les bonnes fiches sont sans doute dus au travail fait sur le problème du "plus court chemin".

FICHE 1 / AIRE

Pour t'apprendre à manipuler ce logiciel tu vas construire une première figure.

1 - *Création d'un cercle $\mathcal{C}$:*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***cercle défini par deux points*** *: amener la flèche sur le centre O,* ***cliquer****, puis sur un point X et* ***cliquer*** *à nouveau.*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer*** *: amener la flèche sur le point O, "ce point" va apparaître,* ***cliquer****, utiliser la petite main pour déplacer le rectangle si besoin est, puis taper O dans ce rectangle et* ***cliquer****.*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***aspect des objets****, puis* ***gomme*** *et gommer le point X, en cliquant quand "ce point" apparaît, puis* ***cliquer sur figure****.*

2 - *Création d'une droite $\mathcal{D}$:*

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***point*** *: amener la flèche sur un point Y en dehors du cercle et* ***cliquer****. Recommencer et créer le point Z en dehors du cercle.*
Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***droite définie par deux points*** *puis amener la flèche sur Y (qui clignote),* ***cliquer*** *et recommencer avec Z.*

Comme plus haut gommer les deux points Y et Z.

3 - *Construction des intersections du cercle $\mathcal{C}$ et de la droite $\mathcal{D}$:*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***intersection de deux objets****,* ***cliquer*** *sur le cercle (qui clignote), puis sur la droite.*

Nommer comme plus haut les deux points obtenus B et C.

4 - *Construction d'un troisième point sur le cercle $\mathcal{C}$:*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***point sur objet*** *: amener la flèche sur le cercle et* ***cliquer*** *quand "ce cercle" apparaît.*

Nommer le point construit A.

5 - *Construction d'une droite $\mathcal{D}'$ perpendiculaire à $\mathcal{D}$ passant par A :*

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***droite perpendiculaire*** *:* ***cliquer*** *sur A puis sur la droite $\mathcal{D}$.*

6 - ***Construction de l'intersection des droites*** $\mathcal{D}$ ***et*** $\mathcal{D}'$ ***:***

Ouvrir le menu ***construction***
Choisir ***intersection de deux objets : cliquer*** *sur chacune des droites.*

Nommer H le point obtenu.

7 - ***Construction des segments [AB] , [AC] , [BC] et [AH] :***

Ouvrir le menu ***création***
Choisir ***segment défini par deux points*** *puis* ***cliquer*** *successivement sur A puis sur B.*

Recommencer avec [AC] , [BC] et [AH].

8 - ***Mesure des longueurs des segments [AB] , [AC] , [BC] et [AH] :***

Ouvrir le menu ***divers***
Choisir ***mesurer*** *puis* ***cliquer*** *sur [AB].*

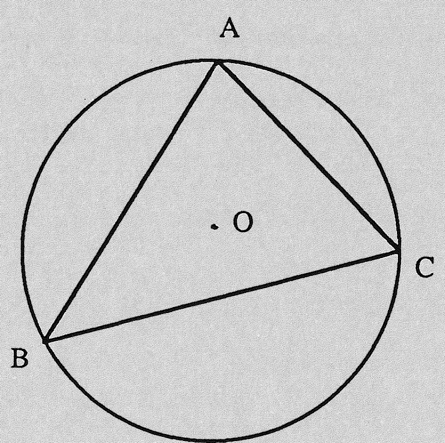
Recommencer avec [AC] , [BC] et [AH].

9 - ***Effacer les droites*** $\mathcal{D}$ ***et*** $\mathcal{D}'$ ***:***

Utiliser la gomme comme plus haut.

EXERCICE

Tu viens de dessiner un cercle sur ton écran, avec deux points B et C. Tu as placé un point A sur le cercle. Déplace le pour que l'aire du triangle ABC soit la plus grande possible.



FICHE 2 / AIRE

Rappelle-toi que l'aire d'un triangle est :

$$A = \frac{base \times hauteur}{2}$$

Mesure	*AB*	*AC*	*AH*	*BC*	*Aire*

FICHE 3 / AIRE

Si tu penses avoir résolu l'exercice proposé place le point A sur chacun des dessins.

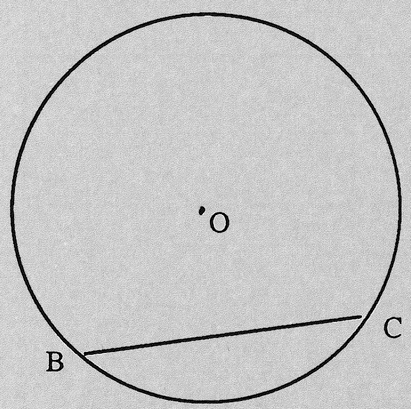


Fig. 1

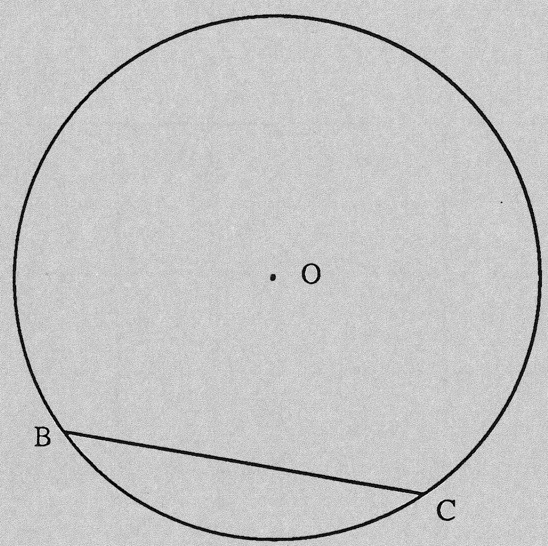


Fig. 2

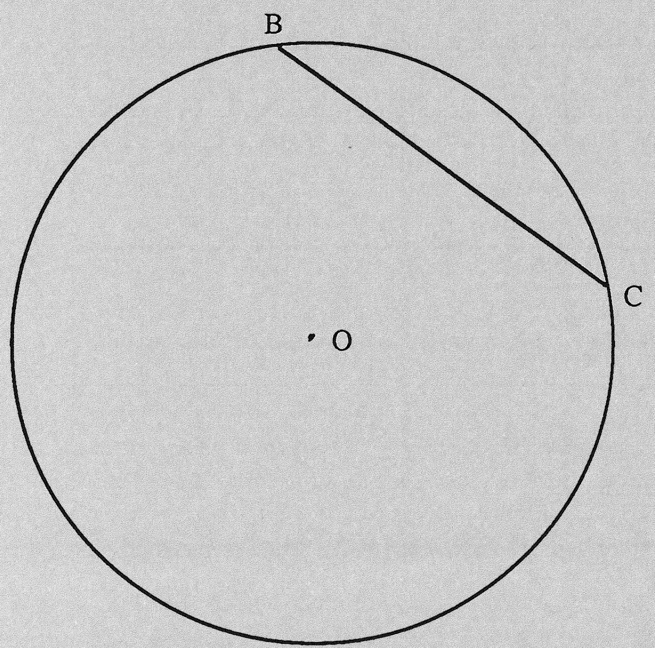


Fig. 3

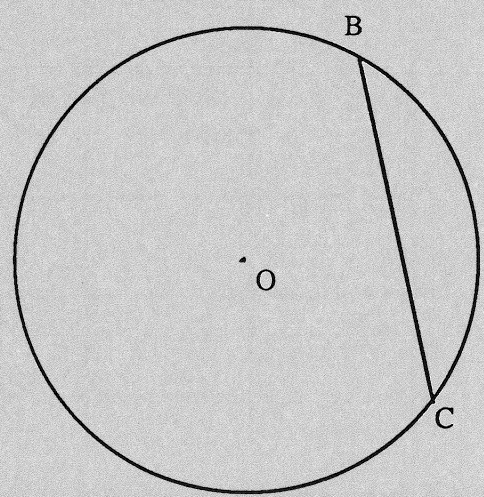


Fig. 4

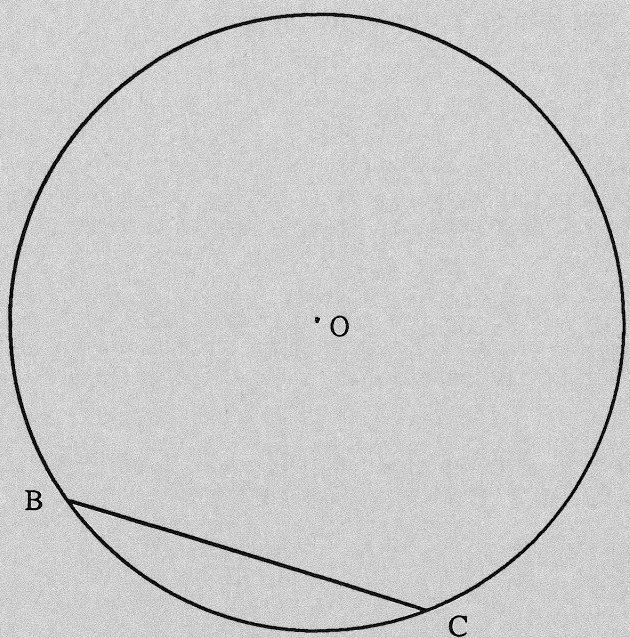


Fig. 5

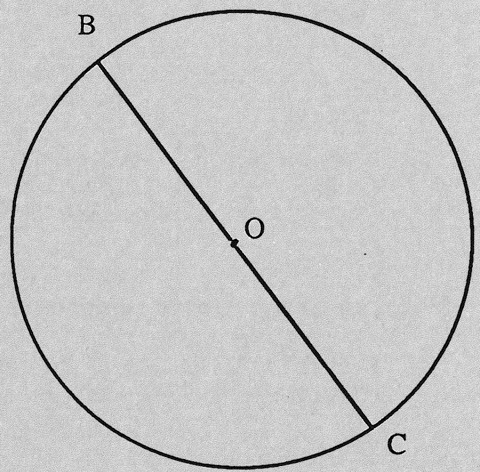


Fig. 6

Explique :

FICHE 4 / AIRE

Pour continuer à manipuler ce logiciel tu vas construire une nouvelle figure.

1 - Création d'un cercle $\mathcal{C}$:

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***cercle défini par deux points*** *: amener la flèche sur le centre O, **cliquer**, puis sur un point X et **cliquer** à nouveau.*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***nommer*** *: amener la flèche sur le point O, "ce point" va apparaître, **cliquer**, utiliser la petite main pour déplacer le rectangle si besoin est, puis taper O dans ce rectangle et **cliquer**.*
Ouvrir le menu	***édition***
Choisir	***aspect des objets****, puis **gomme** et gommer le point X, en cliquant quand "ce point" apparaît, puis **cliquer sur figure**.*

2 - Construction d'un point sur le cercle $\mathcal{C}$:

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***point sur objet*** *: amener la flèche sur le cercle et **cliquer** quand "ce cercle" apparaît.*

Nommer le point construit A.

3 - Construction d'une droite $\mathcal{D}'$ passant par A et le centre du cercle :

Ouvrir le menu	***création***
Choisir	***droite définie par deux points*** *puis amener la flèche sur O (qui clignote), **cliquer** et recommencer avec A.*

4 - Construction d'un point sur la droite $\mathcal{D}'$:

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***point sur objet*** *: amener la flèche sur la droite et **cliquer** quand "cette droite" apparaît.*

Nommer le point construit H.

5 - Construction de la perpendiculaire à $\mathcal{D}$ en H à la droite $\mathcal{D}'$:

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***droite perpendiculaire** : **cliquer** sur H puis sur la droite $\mathcal{D}'$.*

Nommer la droite $\mathcal{D}$.

6 - Construction des intersections du cercle $\mathcal{C}$ et de la droite $\mathcal{D}$:

Ouvrir le menu	***construction***
Choisir	***intersection de deux objets** : **cliquer** sur le cercle puis sur la droite.*

Nommer les deux points obtenus B et C.

7 - Construction des segments [AB] , [AC] , [BC] et [AH] :

Ouvrir le menu ***création***
Choisir ***segment*** *puis* ***cliquer*** *successivement sur A puis sur B.*

Recommencer avec [AC] , [BC] et [AH].

8 - Mesure des longueurs des segments [AB] , [AC] , [BC] et [AH] :

Ouvrir le menu ***divers***
Choisir ***mesurer*** *puis* ***cliquer*** *sur [AB].*

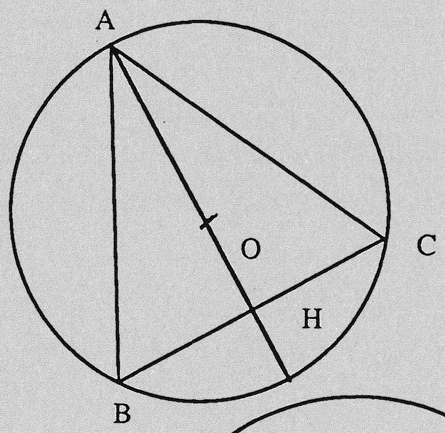
Recommencer avec [AC] , [BC] et [AH].

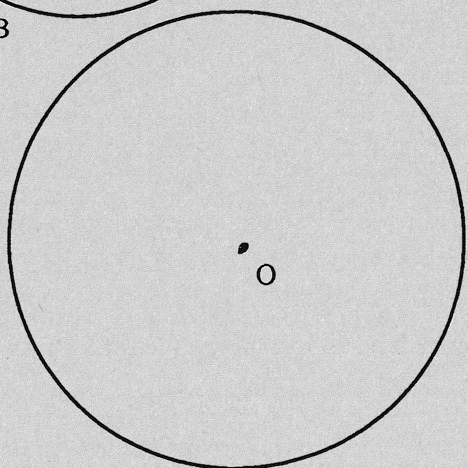
9 - Effacer les droites $\mathcal{D}$ et $\mathcal{D}'$:

Utiliser la gomme.

EXERCICE

Tu viens de dessiner un cercle sur ton écran. Tu as placé un point H sur un diamètre. Déplaces le pour que l'aire du triangle ABC soit la plus grande possible.
Pour finir place sur le cercle ci-contre trois points A, B et C pour que l'aire du triangle ABC soit la plus grande possible.





Explique :

CONCLUSION

Nous étions partis d'une question simple mais à notre avis riche de promesses : comment un logiciel peut-il aider à résoudre un problème de mathématiques ?

Soyons honnêtes : nous n'avons pas réussi à y répondre et en ce sens le bilan de ces deux années de travail n'est pas celui que nous attendions.

Il n'en reste pas moins que nous avons apporté des réponses même si ce ne sont pas celles prévues.

En premier lieu, il est clair que l'on ne peut pas construire d'outils spécifiques pour chaque problème, nous l'avons vu avec le problème de l'enclos. Par contre, il est possible d'utiliser des logiciels existants pour construire des séquences informatiques.

Bien entendu, pour construire de telles séquences destinées à l'apprentissage de la résolution de problèmes, il est nécessaire de bien comprendre quelles sont les procédures des élèves, quelles sont leurs représentations du problème posé.

Les procédures ne sont pas les mêmes lorsqu'il s'agit du contexte "papier-crayon" ou du contexte "ordinateur".

En particulier, même si pour certains le manque de connaissances est le blocage essentiel, pour la plupart ce blocage réside dans le "comment démarrer une recherche ?", "quelles idées avoir ?". C'est sans doute à ce niveau que l'ordinateur peut intervenir, car devant un ordinateur on ne reste pas inactif !

De même si parfois (rarement), surtout chez les plus grands des élèves ceux-ci refusent certaines procédures de peur de ne pas "justifier", ces interrogations disparaissent devant l'ordinateur. Il n'en reste pas moins que l'utilisation de l'ordinateur permet de trouver des pistes et éventuellement la solution mais il faudra bien à un moment ou à un autre faire une démonstration, c'est-à-dire accepter un certain nombre de règles, à partir desquelles on pourra bâtir une construction logique allant de la question à la réponse.

Imprimé et édité
par l'I.R.E.M. de RENNES
Dépôt Légal : Premier Trimestre 1996
N° de Publication : 96-01

Université de RENNES I
Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques
Campus de Beaulieu - 35042 RENNES CEDEX
Tél : 99 28 63 42