IREM DES PAYS DE LOIRE
Université de Nantes

Centre du Mans
Université du Maine
Rue O. Messiaen
72017 LE MANS

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS ET ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

ANNÉES 1994-1995

BOIS Alain Collège des 4 Vents 72800 LE LUDE
GUILLOT Jean-Louis Collège François Grudé 72160 CONNERRÉ

IREM DES PAYS DE LOIRE
Université de Nantes

Centre du Mans
Université du Maine
Rue O. Messiaen
72017 LE MANS

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS
ET
ENSEIGNEMENT
DES MATHÉMATIQUES

ANNÉES 1994-1995

BOIS Alain Collège des 4 Vents 72800 LE LUDE
GUILLOT Jean-Louis Collège François Grudé 72160 CONNERRÉ

SOMMAIRE

1. Notre idée sur un environnement interactif 3

2. Notre problématique : la résolution des équations en 4ème 5

2.1. Réflexions sur l'apprentissage de la résolution des équations du 1er degré à une inconnue en 4ème

2.1.1. Les pratiques habituelles dans les classes antérieures 6

2.1.2. Les obstacles à franchir 9

2.1.3. Nos propositions d'aide à l'apprentissage de la résolution des équations 12

2.2. Les supports papier 14

2.3. Les supports informatiques 22

2.3.1. Évolution de la pile "Équation" 23

2.3.2. Description d'un écran-élève 25

2.3.3. Un exemple de déroulement d'une session 27

2.3.4. Méthodes de présentation 29

2.3.5. Des modèles d'aide à la résolution d'une équation 29

2.3.6. Les améliorations à apporter

2.3.6.1. Le bouton Développer 31

2.3.6.2. D'autres aides 32

3. Nos projets sur d'autres sujets :

3.1. L'aide à la rédaction d'un raisonnement en géométrie 33

3.1.1. Notre analyse du problème 33

3.1.2. Le support informatique 34

3.1.3. Une calculatrice "dédiée" pour des activités de géométrie 35

4. Nos problèmes

4.1. Le temps pour notre équipe pour programmer 36

4.2. Les lieux pour tester nos logiciels

4.3. Le matériel mis à notre disposition

4.3.1. L'évolution du matériel et des logiciels

4.3.2. Les parcs existant dans nos classes

5. Annexes 39

1. NOTRE IDÉE SUR UN ENVIRONNEMENT INTERACTIF

Notre groupe a d'abord travaillé sur le thème "Multimédia et enseignement des mathématiques", nous étions persuadés qu'il était possible de fournir à l'élève une "plate-forme multimédia" pour l'aider dans ses constructions et son raisonnement en géométrie. Un tel environnement a été créé (voir document en annexe) mais sa portabilité sur du matériel bas de gamme présent dans nos classes (Mac Plus) étant impossible nous avons abandonné le projet.

À la suite de cet échec, nous avons décidé de créer un environnement interactif pour l'aide à la résolution d'équations du premier degré (pour des élèves de 4ème). Le fait que notre groupe soit composé de programmeurs (amateurs) ou/et de professeurs de terrain nous a permis de définir une certaine interaction entre

- des documents papiers qui doivent permettre à l'élève <u>de donner du sens</u> à "résoudre une équation" et
- des documents informatiques qui doivent permettre à l'élève <u>de s'approprier une méthodologie de résolution</u>.

Nous avons voulu que dans ses documents papiers et ses documents informatiques l'élève retrouve des points d'appui au niveau de la présentation ou des moyens d'action.

Notre logiciel libère l'élève des contraintes de calcul pour focaliser son attention sur la méthode employée pour résoudre son équation. *Il sait où il veut aller (**trouver x**) mais il doit trouver comment y aller (**additionner , multiplier ...**).*

À la suite de plusieurs expérimentations en classe, nous nous sommes rendu compte que l'élève sur le support informatique avait besoin "d'aides en ligne" (si on le laissait travailler de façon autonome) de différentes natures. C'est un point essentiel d'inter-action sur lequel va porter notre recherche en 95/96.

D'autres pistes de recherche sont à l'étude, principalement nous voudrions travailler sur l'interaction entre figure géométrique et raisonnement. Pour cela nous fournirions à l'élève les outils suivants: une calculatrice dédiée permettant des calculs sur la figure tracée à l'aide d'un logiciel tel Cabri-Géomètre, une banque de données (propriétés et théorèmes) et des hypertextes de problèmes. Le rôle de l'élève serait alors de trouver l'agencement et l'actualisation des fiches de la banque de données pour construire son raisonnement. Comme dans le cas de la résolution d'équations, nous le libérons des tâches de calcul, de mémorisation de théorèmes pour qu'il puisse s'attacher au graphe de sa démonstration.

Cette recherche s'est inspirée des travaux du groupe IREM d'Angers "Situations de classes pour l'apprentissage du calcul littéral" et d'une de ses publications "Apprendre les mathématiques en groupe".

2. NOTRE PROBLÉMATIQUE :

LA RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS EN 4ÈME

2.1. Réflexions sur l'apprentissage de la résolution des équations du 1er degré à une inconnue en 4ème

Alors que l'introduction de l'algèbre a pour but de favoriser la mise en forme et de faciliter la résolution de problèmes, de nombreux élèves en collège expriment leur réticence dès que les lettres apparaissent dans les calculs.

Les programmes officiels insistent sur la nécessité d'une démarche progressive et prudente pour aborder le calcul littéral.

Nous présenterons ce qui se fait habituellement dans nos classes en amont, puis nous analyserons les nombreux obstacles que les élèves doivent franchir pour résoudre des équations du premier degré à une inconnue en 4ème.

Nous présenterons ensuite les diverses situations de classes et les supports que nous avons élaborés pour favoriser le franchissement de ces obstacles. Ces outils à partir de la 5ème se complètent, et sont indissociables. Le modèle d'aide informatique sur lequel nous travaillons ne peut se justifier et s'analyser que dans ce contexte.

2.1.1. Les pratiques habituelles dans les classes antérieures

En $6^{ème}$

-1) Les élèves utilisent volontiers des **formulaires** pour calculer des périmètres, des aires et de volumes. A ce moment les lettres utilisées désignent des mesures connues, précisées dans le texte ou sur le schéma qui est donné.
La partie droite de la formule (le 2ème membre) apparaît à l'élève comme un petit programme de calcul condensé . Ce programme précise la suite des opérations à faire, et cette suite conduit au résultat sans ambiguïté. La lettre seule (toujours à gauche du signe "=") indique le nom du résultat attendu.
Par exemple, pour le trapèze, si la formule suivante de l'aire est donnée, ainsi que les valeurs des lettres,

$$A = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

la plupart des élèves sauront organiser les données pour calculer l'aire et expliquer ainsi leur méthode :

"pour avoir le résultat, il faut ajouter 12 et 7, puis multiplier par 5, puis diviser par 2"

Aucun ne dira *"il faut ajouter B et b, puis multiplier par h puis ..."*.

-2) Les premières **équations à trous** :

15 + ... = 27,2 ou 4,5 x ..... = 81,9

Elles sont présentées à l'occasion de la résolution de problèmes concrets, et on donne également en exercices "trouver le nombre manquant dans les égalités suivantes ..." (du même type que ci-dessus, mais il n'y a plus de support concret).

En $5^{ème}$

-1) On commence à travailler en écriture simplifiée. Les calculs des **expressions numériques** se complexifient puisqu'il faut connaître de nouvelles conventions de codages. Des signes de multiplication ne sont plus écrits; on utilise des nombres relatifs et il faut appliquer des priorités pour effectuer une ligne de calculs (éventuellement après avoir remplacé les lettres par des nombres qui sont donnés).

Exemples de codages rencontrés :

$2ab \qquad 4 + 2x \qquad 3R^2 \qquad a - 2(b + 5)$

- 2) On apprend également à reconnaître que **deux calculs** faits avec trois nombres quelconques **donnent le même résultat** (distributivité simple).

La formule qui résume cette propriété est donnée à ce niveau :

$$k(a + b) = ka + kb$$

- Elle correspond à deux méthodes possibles pour résoudre certains problèmes concrets rencontrés.

- Elle est utile pour remplacer un calcul qui se présente sous l'une des formes par l'autre forme lorsque cette dernière est plus facile à faire (manipulations en calcul mental ou factorisations avec π pour diminuer le nombre de multiplications ...).

On fait aussi des exercices avec nombres donnés "plus mécaniques" comme :

"Calculer de deux façons différentes :

$4.75 \times 78.82 - 78,82 \times 11.4$ ou $14,8 \times (15,6 - 11,3)$".

On commence à réaliser que :

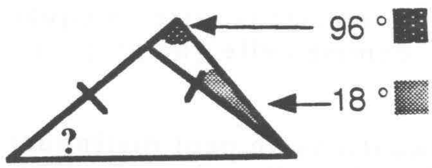
$3a + 7a - 6a = 4a \qquad 4.6x - 11,3x = -6,7x \qquad 5b - b = 4b$

mais ces écritures ne sont pas maîtrisées dès que les lettres ne représentent plus des nombres immédiatement accessibles.

- 3) Les équations arrivent comme une mise en forme de petits problèmes.
On propose qu'une lettre désigne le nombre à trouver (l'inconnue).
On doit ensuite écrire une égalité en utilisant ce nombre inconnu, puis d'autres égalités qui permettent de trouver la valeur de ce nombre.

C'est la signification du problème qui suggère la succession des étapes conduisant à la solution (suite d'opérations à faire).

Observons par exemple la situation suivante :



L'élève de 5ème est facilement convaincu que la mesure de l'angle qui est demandée existe bien. Il propose systématiquement de construire la figure pour mesurer ce qui est obtenu.

L'obligation de trouver ce nombre "connu mais caché" en "réfléchissant" est une contrainte nouvelle et difficile à ce niveau.

Le professeur propose de nommer x ce nombre, et demande d'écrire une égalité ou figure "le nombre x", puis ensuite d'expliquer comment on peut faire pour trouver "le nombre x".

On arrive habituellement aux réponses suivantes :

"j'ai écrit :
$x + x + 18 + 96 = 180$
j'ai calculé :
$18 + 96 = 114$
Puis pour faire :
$\ldots + 114 = 180$
j'ai fait :
$180 - 114 = 66$
puis comme on a deux fois le nombre à trouver, j'ai divisé par 2 :
$66 : 2 = 33$."

Lorsque le professeur écrit au tableau :

$$2x + 18 + 96 = 180$$
$$2x + 114 = 180$$
$$2x = 180 - 114$$
$$2x = 66$$
$$x = \frac{66}{2}$$
$$x = 33$$

Cette façon de faire, après que les élèves aient résolu le problème à leur manière, est comprise, mais quasiment irreproductible en 5ème, à de rares exceptions près.

En 4ème

Les quatre opérations avec les fractions sont pratiquées et les racines carrées sont introduites.

En calcul littéral on apprend à factoriser et développer des expressions numériques en utilisant la formule de 5ème et la formule plus générale de distributivité avec 4 nombres.

Selon les textes "on résout des problèmes aboutissant à des équations du premier degré à une inconnue".

En fait, on demande habituellement aux élèves de réaliser la mise en équation d'un problème, puis de conduire seuls une résolution comme celle que proposait le professeur en 5ème ci - dessus.

Dans le cas de cette résolution "formelle" des équations on peut distinguer en 4ème trois niveaux de difficultés (indépendamment de "l'habillage" concernant les types de nombres utilisés et le nombre de termes de chaque membre) :

<u>niveau 1</u> - l'inconnue ne figure que dans un seul membre et il y a lieu de réduire ce membre (factorisation);

$$5{,}2\,x + 10{,}2 - 4{,}8x = 122{,}4$$

<u>niveau 2</u> - l'inconnue figure dans les deux membres : il y aura un "passage" à faire;

$$4{,}5x - 3 + x = 11{,}2 - 2x$$

<u>niveau 3</u> - l'inconnue est présente dans les deux membres, mais il y des développements partiels à effectuer (avant réductions et changements de membres), pour continuer la résolution de l'équation.

$$3x - 4(2x + 1{,}5) = 11{,}2 - 0{,}5x$$

Il semble intéressant qu'un élève en fin de 4ème arrive à faire ces mises en équations de petits problèmes et à conduire la résolution des équations associées.

On lui proposera en effet *en 3ème* d' aborder la résolution de problèmes conduisant à des inéquations du 1er degré à une inconnue ou à des systèmes de deux équations à deux inconnues du 1er degré qui mobilisent ces connaissances préalables.

Il devra, par exemple être capable de trouver une équation d'une droite passant par 2 points de coordonnées connues.

2.1.2. Les obstacles à franchir.

L'apprentissage de la résolution des équations du premier degré à une inconnue met en jeu des connaissances complexes liées à la fois au domaine de la résolution de problèmes et à la manipulation d'écritures littérales.

Le paradoxe

"Du simple difficile ... et du complexe plus facile".

L'utilisation des équations semble bien introduite en collège pour faciliter la résolution des problèmes. Elle normalise la mise en forme des énoncés et elle permet de mettre en route une méthode efficace, de type algorithmique, facile à communiquer et à vérifier.

Dans les faits, on constate toujours que les problèmes que l'on peut proposer et qui se ramènent au premier degré à une inconnue sont tous résolubles sans équations donc sans algèbre.

On ne dispose donc pas du premier argument clé habituel pour justifier un nouvel apprentissage : "grâce à la méthode que je vous propose, vous allez pouvoir résoudre de nouveaux types de problèmes". Argument attendu pour la présentation et la construction de nouveaux outils en réponse à des manques.

On ne dispose pas non plus du deuxième argument qui nous paraît si évident : "ma méthode est bien plus simple et bien plus efficace". Ce à quoi l'élève répond immanquablement "je préfère la mienne, car je la comprends; elle marche bien; je ne comprends pas la vôtre".

En observant de plus près cette remarque d'élèves à propos de nos tentatives pour enseigner la résolution de problèmes par équations, on retrouve la résistance connue de celui qui apprend pour l'assimilation d'outils plus simples. En effet, la "montée" en simplicité s'accompagne toujours d'un plus grand niveau d'abstraction, de généralité. Il y a donc perte de sens. Or le sens est dans le familier. Et le familier est complexe.

Il nous faudra donc admettre que nos élèves devront accepter d'apprendre à résoudre des problèmes par équation comme ils accepteraient un exercice de style, avec ses conventions. Pour d'autre chose, plus tard ... Accepter d'entrer dans le jeu des lettres, une nouvelle fois. Même si on "ne comprend" pas la totalité à chaque instant. Manipuler des objets mathématiques en se familiarisant avec leurs règles.

Nous essaierons de les aider dans ce passage au calcul littéral, en nous appuyant sur toutes les compétences qu'ils ont et qu'ils se construisent sans les lettres, en résolution de problèmes. Ainsi les finalités sont momentanément inversées. Au moins pendant un temps d'apprentissage assez long.

La réticence face à l'inconnu

Pour le calcul de l'aire du trapèze, la réticence d'un élève de 6ème à dire *"il faut ajouter B et b, puis multiplier par h puis ..."*, décrite au 2.1 ci-dessus est un premier indice face à l'utilisation des lettres. Si une lettre peut nommer un point en géométrie, désigner l'endroit où il se trouve, le distinguer des autres, au contraire, la lettre cache le nombre.

Pour comprendre et faire ses calculs l'élève a besoin de penser *"B veut dire grande base, or la grande base vaut 12 ..."*. Il y a déjà deux couvertures à soulever. Remplacer B, b et h par x, y et z complexifie la tâche en éloignant le sens.

De la même façon en 6ème

15 + ... = 27,2

a du sens et est résoluble, alors que :

15 + x = 27,2

devient fortement perturbant voire très inquiétant :

" *... on ne peut pas ajouter une lettre et un nombre !* "

On ne peut pas calculer avec une lettre qui représente un nombre inconnu.

Comment s'en sortir autrement qu'en expliquant que ce nombre est connu mais écrit sur un carton à l'encre invisible ... ou qu'il est à l'intérieur de telle enveloppe?

Un nombre connu mais caché. On n'ouvre pas l'enveloppe tout de suite. On va essayer de deviner avant. Il faut accepter de réfléchir.

On peut aussi faire comme en géométrie lorsqu'on décide de faire une figure fausse au brouillon pour découvrir comment il faut s'y prendre pour faire la vraie figure. On imagine que la figure est élastique, on la déforme. Pour x, je peux penser que c'est le nombre 45, mais je garde ce 45 pour penser les calculs que je dois faire. Je le transformerai au dernier moment, en pensant qu'on l'a nommé x et qu'il vaut sans doute autre chose. Mais c'est bien un nombre connu.

La réticence face à la perte de sens

-1) Les interférences à propos des égalités.

La perte de sens apparue dès la présentation de la première lettre inconnue dans un calcul va s'amplifier avec la présentation d'écritures littérales telles que :

$x + x = 2x$
$3x + 2x = 5x$
$4,6x - 11,3x = -6,7x$

rencontrées à propos de "deux calculs donnent le même résultat" , et avec

$2 + x = 2x$
$3 + 2x = 5x$
$4,6x - 11,3 = -6,7$
$4,6x - 11,3 = -6,7x$

rencontrées à propos de "trouver le nombre x tel que ...".

On est loin de l'égalité :

$4,6 - 11,3 = -6,7.$

On demande bien à l'élève de reconnaître au moins quatre emplois différents du signe "=", correspondant à quatre type de phrases.

- P1 : des phrases vraies ou fausses (on fait les calculs indiqués pour le savoir).
- P2 : des phrases toujours vraies quelque soit le nombre mis à la place de la lettre (il faut reconnaître la propriété).
- P3 : des phrases vraies ou fausses suivant les valeurs données à la lettre.
- P4 : des phrases qui sont le codage d'un problème : "pour quel(s) nombre(s) mis à la place de la lettre avons-nous une égalité (vraie) ?"

Des indices de sens sont dans le contexte, dans la situation que l'on travaille. Et non dans la forme littérale écrite que l'on observe. Le sens réel est encore plus lointain. Il renvoie à des constructions antérieures multiples, et à des conventions établies qui seules permettent de répondre aux questions suivantes :

"pourquoi et quand puis-je remplacer :
$2x + x$ par $3x$
ou bien
$3x - 7 = 4 + x$ par $2x - 7 = 4$
et
$-4x - 12 = -8x$ par $x + 3 = 2x$?"

-2) Le construction du concept de résolution d'équation.

Résoudre un problème par équation, c'est manipuler une suite de phrases du type P4 de la façon suivante :

1) On commence par inventer une première phrase de type P4 à partir des

données (mise en équation). C'est une activité de codage.

Tout va bien lorsque que l'élève mentalise convenablement le fait que la lettre désigne un nombre. Ce qui n'est pas toujours le cas. Par exemple, on trouve souvent "soient x les places à 1,50F et y les places à 2F". Il y a là une économie de pensée, un défaut de sens, qui bloque très vite par son ambiguïté entre les nombres de personnes et les prix payé.

2) On poursuit ensuite la résolution proprement dite de l'équation. C'est un domaine purement formel. Chaque équation est remplacée par une équation équivalente. On doit trouver un opérateur pour passer d'une équation à la suivante. Le passage d'une équation à la suivante s'inscrit dans une stratégie. Les formes successives se déroulent jusqu'à l'écriture d'une équation finale où la solution est évidente :

"Pour quel(s) nombre(s) mis à la place de la lettre x avons-nous l' égalité suivante : $x = 11{,}5$?".

Cette deuxième étape donne lieu à toutes les interférences analysées plus haut.

On retrouve souvent la situation suivante :

Le problème est perdu avec l'apparition de plusieurs signe "=" dans la même ligne :

$4x - 57 = 12x + 13 + 5x = 17x + 13 = 30x$

L'élève observe une modification possible sur le 2ème membre, puis "continue à simplifier".

La conduite de la résolution nécessite de maîtriser :
- les opérations avec décimaux relatifs,
- l'utilisation de lettre(s) représentant un (ou plusieurs) nombres clairement identifiés avec lequel on peut écrire des programmes de calcul,
- la possibilité de remplacer un programme de calcul, par un autre donnant toujours le même résultat (simplifier, réduire, développer, factoriser),
- la possibilité de pouvoir remplacer un problème par un problème équivalent en choisissant l'opérateur de passage,
- la possibilité d'évaluer le choix des étapes successives (pertinence, raccourcis possibles).

2.1.3. Nos propositions d'aide à l'apprentissage de la résolution des équations.

Notre analyse de la situation, à partir des pratiques antérieures des élèves et des obstacles à franchir pour arriver à résoudre une équation nous a amenés à réaliser un environnement d'outils multiples qui se complètent.

Quatre situations Papier-crayon :

"EQ 0" relève davantage de travaux de groupes. C'est la seule qui soit proposée dès la classe cinquième. Elle fait le point sur la résolution de problèmes à ce niveau, et permet de préparer à la résolution par équation, pour l'année suivante.

→ *A la recherche du sens.*

"EQ 1" fait travailler sur les codages des énoncés, et reprend des résolutions.

→ *Vers la mise en équation.*

"EQ 2" demande de retrouver les résolutions par équations de 5 problèmes.

→ *Observer les stratégies.*

"EQ 3" fait reconnaître les solutions d'équations à partir du calcul des valeurs d'expressions numériques.

→ *Vérifier les solutions.*

Une situation tableur-grapheur :

"EQ 4" permet de trouver par "tâtonnement" la valeur pour laquelle les deux membres de l'équation sont égaux. On visualise à chaque essai sur un "bâton" la valeur de l'inconnue, et celle de chacun des deux membres.

→ *Visualiser une équation comme deux fonctions qui s'égalisent.*

Une situation Papier-crayon :

"EQ 5" Cherche à faire réaliser les possibilités de simplification des équations par les opérateurs à additionner ou soustraire.

L'aide informatique que nous avons développée :

ÉQUATION pour s'entraîner, à partir d'une équation, à enchaîner convenablement cinq opérateurs de base pour arriver à la solution.

→ *Construire une stratégie de résolution.*

2.2. Les supports papier (voir fiches à partir de la page 16)

2.2.1. EQ 0 Trouver des méthodes pour résoudre des problèmes

En 5ème si possible.
Durée 2h.
Sinon en début de 4ème, en rajoutant à la fin des exercices d'application du même type que ceux des cartes.

Consignes pour le professeur :

Prévoir un fonctionnement en groupes de 3 à 4 élèves pendant au moins une heure.

Photocopier une feuille contenant les 16 cartes de problèmes, agrandie en A3 pour chaque groupe, plus une feuille en A4 du même type pour chaque élève.

Penser à écrire les consignes pour les élèves au tableau ainsi que les informations favorisant le travail des groupes lorsqu'il y a lieu.

Pour favoriser les comportements de "prof médiateur" dans ce type de fonctionnement, voir le document "Apprendre le mathématiques en groupe" publié par l'IREM des Pays de Loire à la suite du travail du groupe d'Angers de 1990 à 1993.

1ère étape (1 heure) :

I. Présenter les feuilles A3 aux élèves en indiquant qu'elles comportent 16 problèmes et qu'ils devront réaliser pendant le temps donné les tâches suivantes:

- 1. Découper les 16 cartes de problèmes et les répartir entre les membres du groupe.
- 2. Résoudre tous les problèmes en s'entraidant et en discutant sur les méthodes utilisées. Utiliser le plus possible le brouillon pour dessiner, schématiser, écrire ce que l'on comprend et que l'on veut expliquer.
- 3. Mettre ensemble (classer) les cartes des problèmes qui ont la même solution (il y a 4 classes).

II. Mettre les élèves en travail de groupe.

III. En fin de séance, prévoir au moins cinq minutes pour la suite.

- Vérifier que les cartes ont été bien classées par tous.

- Faire le point sur d'éventuelles difficultés.
- Donner les consignes de travail à la maison pour préparer la 2ème étape qui aura lieu le jour suivant :
. distribuer à chaque élève une fiche des cartes en A4;
. demander de découper les cartes et de préparer 8 pages sur le cahier d'exercice, face à face;
. faire coller sur les pages de gauche les cartes qui vont ensemble et laisser les pages de droite blanches. Elles seront remplies en classe avec le professeur;
. demander à chaque élève de revoir et compléter au brouillon s'il y a lieu la solution de chaque problème.

<u>2ème étape (1 heure) :</u>

I. On peut éventuellement redonner un temps de travail de groupe si certains ont éprouvé des difficultés et permettre des échanges libres entre les groupes.

II. Le temps le plus important est la conduite par le professeur des échanges des méthodes utilisées, dans le groupe classe reconstitué.

Par ses interrogations, le professeur retrouve les différents modèles utilisés par les élèves et fait les fait noter sur le cahier en face des énoncés qui ont étés collés.

Il propose également pour chaque cas sa méthode utilisant plusieurs égalités successives avec des lettres, conduisant à la solution. Ce sont les premières rencontres avec les "résolutions par équations".

III. Les élèves seront invités en fin de séquence et en travail à la maison a utiliser également ce modèle à partir de quelques énoncés ressemblant à ceux des cartes.

<u>2.2.2.</u> <u>EQ 1</u> Coder et résoudre des problèmes

En 4ème. 1 heure.
Travail individuel puis échanges possibles avec les voisins.

Chaque élève reçoit une fiche. La consigne donnée est la suivante :
"*Chaque ligne du tableau correspond à un problème, il y a huit problèmes.*
Pour chaque problème, on donne des informations (les données du problème). Il faut d'abord trouver la question à poser pour que le problème soit complètement défini.
Ensuite, des codages avec des lettes sont proposés pour traduire ce problème. Il faut choisir ceux qui traduisent bien le problème.
On écrira ce que désigne chaque lettre, puis il faut résoudre le problème."

Un temps est donné pour la lecture individuelle du document avec essais de réponses, puis en cas de problèmes, les échanges sont conduits pour toute la classe, on traite éventuellement ensemble une ligne, puis l'activité reprend individuellement et en entraide.

En fin de séance, le professeur corrige avec la participation des élèves, et propose dans chaque cas sa méthode de résolution (par équation) en invitant chacun à se préparer à faire de la même façon.

<u>2.2.3.</u> <u>EQ 2</u> Résoudre des problèmes en utilisant des équations
<u>EQ 3</u> Reconnaître les solutions des équations

1 à 2 heures selon les difficultés. Même fonctionnement que EQ 1.
Il faut compléter les fiches et discuter ce qui a été fait (ou pose problème).

<u>2.2.4.</u> <u>EQ 4</u> Trouver des solutions avec un tableur.

Travail fait sur Macintosh avec ClarisWorks (2 élèves par machine).
"*On observe les valeurs obtenues par les deux formules, de chaque côté du*

signe égal, en fonction de la valeur que l'on donne à x. Il faut réaliser l'égalité des deux formules (les deux membres de l'équation)."

D'autres formules peuvent être proposées en B1 et C1.

2.2.4. EQ 5 Trouver des nombres inconnus *pour que des égalités soient vraies ...*

On prépare les choix des cinq actions de la pile équations. L'élève prend conscience de quatre d'entre elles. Pour passer d'une équation à la suivante, on peut "ajouter ...", ou "soustraire ...", ou "diviser par ..." ou "réduire". Il y a lieu de présenter également des cas où l'opérateur "multiplier par ..." est pertinent. On fait remarquer la possibilité à chaque étape de pouvoir revenir à la précédente en inversant les opérateurs (sauf réduire, mais dans ce cas, il faut seulement observer que les deux formules de calcul donnent toujours le même résultat).

1

Vincent a deux fois plus de billes que Pierre, et ils en ont 84 ensemble.
Combien en a Pierre ?

2

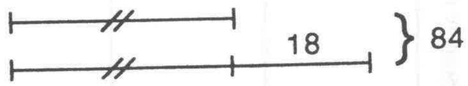
Trouver x tel que :

$$2x + 18 = 84$$

3

On sait que le demi-périmètre d'un rectangle est de 84 mètres, et que sa longueur est le double de sa largeur.
Quelle est la largeur du rectangle ?

4



5

Jean a deux fois moins de billes que Marc. Pierre en a autant que Jean et Eric en a autant que Marc.
Au total, ils en ont 84.
Combien Jean a-t-il de billes ?

6

Un champ a la forme d'un trapèze rectangle. Son aire est de 84 hm^2, et sa hauteur fait 4 hm.
Les mesures des bases (en hm) sont les nombres x et 9x.
Trouver x.

7

$$x + 2x = 84$$

$$x = ?$$

8

Aurélie, Marc et Pierre ont 84 F à eux trois.
Aurélie et Marc ont la même somme.
Pierre possède 18 F.
Combien possède Aurélie ?

9

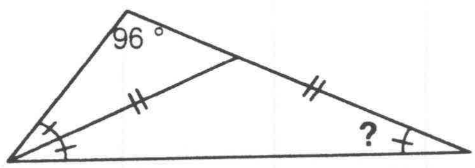
$$(a + 2 \times a) \times 2 = 84$$

Quelle est la valeur de a ?

1

Une classe de 21 élèves décide d'offrir un cadeau d'une valeur de 84 F à l'un de leurs camarades de classe.
Combien chacun devra-t-il donner ?

1



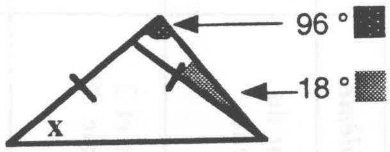
1

Quatre arbres ont été plantés le long d'une allée de 84 mètres. Ils sont espacés régulièrement.
Quelle est la distance entre deux arbres ?

1

$$20\,x = 84$$

1



1

$$\underbrace{\square + (\square + \square) + \square + (\square + \square)}_{84}$$

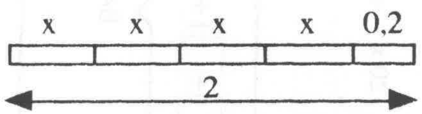
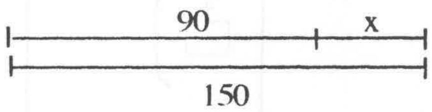
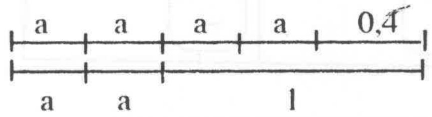
Que vaut $\square$?

1

Marie, Anne, Pierre et Paul font une course de relais de 84 dam. Marie et Anne parcourent la même longueur.
Pierre et Paul à eux deux parcourent 9 fois plus que la somme des longueurs parcourues par Anne et Marie.
Quelle longueur a parcouru Marie ?

EQ 1

Coder et résoudre des problèmes

Les données du Problème	Ecris la question à poser	Entoure les codages qui correspondent au problème	Indique ce que désignent les lettres	Résous le problème à ta façon
1. On a reporté la longueur du bâton 3 fois. On a obtenu 1,20 m.		3 x 1,2 = b 3b = 1,2 3 + b + 1,2 3 + 1,2 = b 3 - 1,2 = b		
2. J'achète 5 kg de pommes et 2 kg de bananes à 19 F. Je paie 98 F.		2p + 19 = 98 5p + 38 = 98 5p + 2x19 = 98 5 + p + 2 + 19		
3. 5 kg de pommes et un ananas à 12 F coutent 36 F.		5 + p + 12 + 36 5 + p = 36 5p + 12 = 36 5p x 12 = 36		
4. Une mère et sa fille ont 52 ans à elles 2. Quand sa fille est née, la mère avait 22 ans.		52 = 22 + f 52 = m + f 52 = f + (22 + f) m = f + 22		
5. En ajoutant 2 à un nombre que j'ai multiplié par 4, je trouve 30.		4 + 2 + n = 30 4 (2 + n) 2 + 4n = 30 4n + 2 = 30		
6. 		4x + 0,2 = 2 4 + x = 0,2 4 + x + 0,2 = 2 x + x + x + x + 0,2 = 2		
7. 		150 - 90 = x 150 = 90 + x 150 + x = 90 150 = 90 - x		
8. 		1 + 2a = 4a + 0,4 a + a + a + a = 0,4 6a = 1,4 1 = 2a + 0,4		

EQ 2 Résoudre des problèmes en utilisant des équations

Un élève a résolu les problèmes 1 à 5 de la fiche précédente :
"Coder et résoudre des problèmes"
en écrivant des égalités qui comportent toutes la lettre **x** dont il faut trouver la valeur.

Il avait ordonné ses phrases pour indiquer clairement sa façon de résoudre chacun des problèmes 1 à 5.

Toutes les phrases qu'il avait écrites pour résoudre les 5 problèmes ont été mélangées.

On te demande de retrouver les phrases correspondant à chacun des problèmes et de les ranger dans le bon ordre.

Voici les 26 phrases :

$$52 - 22 = 2x$$
$$x = 0{,}4$$
$$x = \frac{24}{5}$$
$$2x = 30$$
$$5x + 12 = 36$$
$$x = \frac{28}{4}$$
$$52 = x + 22 + x$$
$$x = 7$$
$$4x + 2 = 30$$
$$x = 15$$
$$5x = 60$$
$$x = \frac{30}{2}$$
$$4x = 28$$
$$52 = x + (22 + x)$$
$$3x = 1{,}2$$
$$x = \frac{60}{5}$$
$$5x = 36 - 12$$
$$5x + 2 \times 19 = 98$$
$$x = \frac{1{,}2}{3}$$
$$x = 4{,}8$$
$$5x = 98 - 38$$
$$52 = 2x + 22$$
$$5x + 38 = 98$$
$$x = 12$$
$$4x = 30 - 2$$
$$5x = 24$$

Range les 26 phrases dans les 5 rectangles
(1 rectangle par problème).

1
2
3
4
5

<u>*EQ 3*</u> **Reconnaître les solutions des équations**

1. *Qu'est-ce qu'une équation ?*
C'est une forme codée d'un <u>problème</u> utilisant le signe "=".
On cherche un ou plusieurs nombres pour que cette égalité soit vraie.
Les nombres à trouver sont généralement désignés par des lettres (les **inconnues**).

2. *Qu'est-ce que résoudre une équation ?*
C'est trouver le ou les nombres a mettre à la place de l'inconnue ou des inconnues pour que l'égalité obtenue soit vraie.
Chaque nombre convenable est une **solution** de l'équation.

3. *Exemple*
<u>Problème</u> : *Quel nombre faut-il mettre dans le rectangle pour obtenir une égalité (vraie) ?*

$$4\boxed{x} - 7 = 5$$

Equation : $4x - 7 = 5$
La **solution** de l'équation est **3**

On écrit plus simplement :
$4x - 7 = 5$ pour $x = \mathbf{3}$

<u>1.</u> *<u>Tu vas trouver les solutions des équations grâce à un tableau à compléter et à colorier.</u>*

<u>Première étape :</u> *complète* le tableau suivant :

x	x - 3	-x + 5	4x	-6x	9x + 3	4x - 3	x + 24,9
-2,1							
12							
3							
-3,1							
9,3							
-2							

<u>Deuxième étape :</u>
Colorie chaque case qui correspond à une phrase vraie parmi les suivantes :

$x - 3 = 9$
$-x + 5 = 7$
$4x = 12$
$-6x = 18{,}6$
$9x + 3 = -15{,}9$
$4x - 3 = x + 24{,}9$

<u>Troisième étape :</u>

Complète maintenant les phrases suivantes :

$x - 3 = 9$ pour $x = ...$
$-x + 5 = 7$ pour $x = ...$
$4x = 12$ pour $x = ...$
$-6x = 18{,}6$ pour $x = ...$
$9x + 3 = -15{,}9$ pour $x = ...$
$4x - 3 = x + 24{,}9$ pour $x = ...$

<u>2.</u> *<u>Trouve seul les solutions des équations suivantes :</u>*

$x + 7 = 9$ pour $x = ...$
$x - 4{,}5 = 6{,}2$ pour $x = ...$
$12x = 60$ pour $x = ...$
$4x - 3 = 13$ pour $x = ...$

EQ 4 Trouver des solutions avec un tableur.

1. Résolution de l'équation $-3{,}5x - 7{,}2 + 0{,}5x = -2x - 9 + x$.

Pour réaliser cette tâche, tu devras appliquer les consignes suivantes.

- *Ouvrir* le document EQ4 avec ClarisWorks;
- *Afficher les outils* dans le menu *Ecran;*
- *Sélectionner* l'outil Tableur;
- *Sélectionner la cellule A2* puis *entrer une nouvelle valeur pour x* dans cette cellule. Le tableur calcule les deux membres en B2 et C2. Le grapheur montre les résultats. Tu dois trouver x pour que les valeurs des deux membres soient égales.

2. Résolutions des équations :

(1) $0{,}5 + 5x = -11{,}5 - x$

(2) $x - 10 + 0{,}5x = x + 4 - 3{,}5x$

Tu utiliseras la méthode précédente pour chaque équation.

Commence par écrire le premier membre de l'équation en B1 et le deuxième membre en C1 en texte normal.

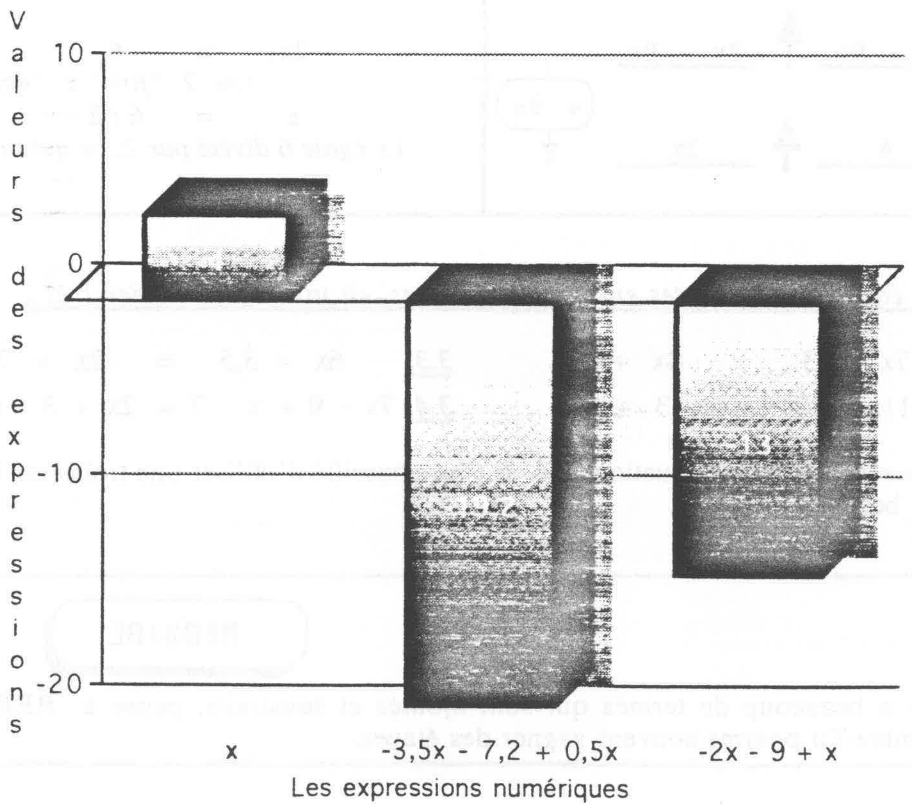
Puis tu coderas les formules de calcul en B2 et C2 en corrigeant les précédentes.

Enfin tu essaieras des valeurs pour x en A2, jusqu'à l'égalisation des deux membres.

	A	B	C
1	x	-3,5x - 7,2 + 0,5x	-2x - 9 + x
2	4	-19,2	-13

On veut trouver une valeur de x pour que

-3,5x - 7,2 + 0,5x = -2x - 9 + x



EQ 5

Trouver des nombres inconnus
pour que des égalités soient vraies ...

1. ... *en écrivant un nombre convenable à la place du blanc.*

1.1.	7 + ... = 4	***1.4.***	8 - ... = 10,65
1.2.	... + (-5) = -9	***1.5.***	-9 = -2 - ...
1.3.	11,5 = -0,5 + ...	***1.6.***	... - (-3) = 7

2. ... *en choisissant un nombre convenable pour remplacer la lettre.*

2.1.	$3a + 2 = 14$ $a = ...$	***2.4.***	$m + m = m + 5$ $m = ...$
2.2.	$19 - 3x = 7$ $x = ...$	***2.5.***	$2a + 7 = 2a + a$ $a = ...$
2.3.	$11,2 - 2y = 8,2$ $y = ...$	***2.6.***	$6 - 9x = 2x - 9x$ $x = ...$

Pour répondre aux consignes du **2.** ci-dessus tu as peut-être utilisé les deux idées suivantes:

Idée1: La balance

AJOUTER ... **SOUSTRAIRE ...**

-> pour remplacer le problème par un problème plus simple.

$6 - 9x = 2x - 9x$

(+ 9x) (+ 9x)

$6 = 2x$

Idée 2 : La division finale

DIVISER PAR ...

-> pour obtenir la valeur de l'inconnue à l'étape finale.

2x = 6

(ou 2 "fois" x "égale" 6)

x = 6 / 2

(x égale 6 divisé par 2, ce qui donne 3)

3. *Résous les équations suivantes en plusieurs étapes, en utilisant les idées 1 et 2*

3.1.	$7x + 3 = 4x + 5$	***3.3.***	$6x - 3,5 = 2x + 7$
3.2.	$11x - 5 = -3 + x$	***3.4.***	$7x - 9 + x - 7 = 2x + 3 - 6x + 2$

Pour réussir la résolution de l'équation **3.4.** il t'est conseillé d'utiliser une troisième idée dont tu auras souvent besoin !

Idée 3 : **REDUIRE**

Lorsqu'il y a beaucoup de termes qui sont ajoutés et soustraits, pense à **REDUIRE** chaque membre.Tu pourras souvent gagner des étapes.

2.3. Les supports informatiques:

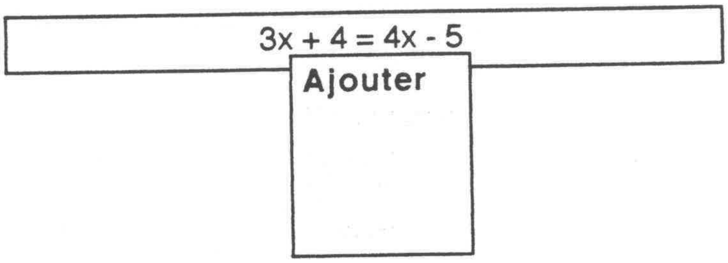
Nous présentons dans les pages suivantes:

- l'évolution de notre pile "Equation" écrite sous Hypertalk
- un exemple d'utilisation de cette pile
- notre réflexion sur les aides que l'on pourrait fournir aux élèves
- les améliorations que nous allons apporter à notre pile en 95/96

2.3.1. Evolution de la pile "Equations"

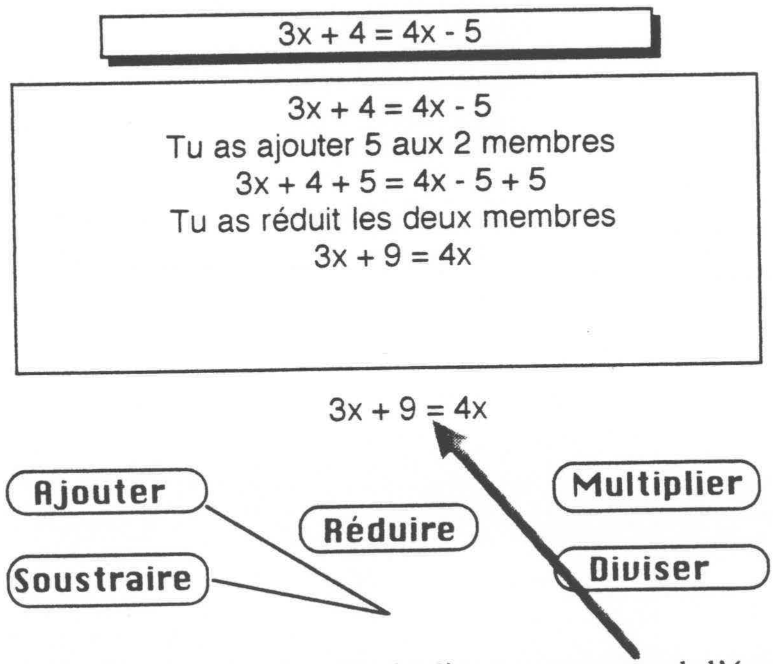
Version n° 1:

Nous avions tout d'abord pensé fournir aux élèves une écriture d'équation et des outils sous forme de menus déroulants auprès de chaque terme de l'équation. Ce menu se déroulait lorsque l'élève cliquait sur un terme. Nous nous sommes aperçu que dans ce cas nous privilégions le terme plutôt que l'action et qu'en plus certaines actions étaient génériques et non spécifiques à un terme.



Version n° 2:

Dans cette version, nous avons voulu privilégier l'action. C'est pourquoi nous avons décidé de placer dans le bas de l'écran tous les boutons "actions". Notre expérience acquise auprès des élèves par l'expérimentation de la première version nous a aussi amenés à placer à hauteur des yeux de l'élève la trace écrite de ce qu'"il faisait subir" à son équation. Nous voulions aussi que l'élève ait sous les yeux l'équation qui lui était proposée.



L'élève appuie sur un des boutons "actions" puis clique sur un terme de l'équation.

Cette version a été testée dans une classe et là encore l'accueil des élèves nous a permis de voir que:

• malgré l'apparition d'une fenêtre d'explication, l'élève ne savait pas quoi faire après l'appui d'un bouton

• l'élève était perdu lorsqu'après avoir appuyé sur **Ajouter ...**, il s'apercevait qu'il voulait ajouter l'opposé du terme affiché.

• l'élève avait sous les yeux trop de choses: tous les boutons, le champ de ce qu'il avait déjà fait, les animations. C'est pourquoi nous avons décidé de fabriquer une troisième pile.

Version n° 3:

Dans cette dernière version:

• les intitulés des boutons Ajouter, Soustraire, ... sont suivis de trois points. Nous voulons ainsi signaler à l'élève qu'en appuyant sur ces boutons, il a autre chose à faire (*nous n'avons fait qu'appliquer l'ergonomie des boutons faisant appel à un sous-menu des macs).*

• Mais surtout nous avons rendu l'écran plus lisible: lorsque une action "Ajouter..." ou "Soustraire..." est demandée par l'élève, seuls restent à l'écran l'équation à laquelle l'élève est arrivé et l'ensemble des termes et de leurs opposés sur lesquels l'action peut agir.

3x + 4 = 4x - 5

L'écran avant l'appui sur le bouton "Soustraire..."

3x + 4 = 4x - 5
Tu as ajouté 5 aux 2 membres
3x + 4 **+ 5** = 4x - 5 **+ 5**
Tu as réduit les deux membres
3x + 9 = 4x

3x + 9 = 4x

Ajouter ...

Multiplier...

Réduire

Soustraire...

Diviser...

L'écran après l'appui sur le bouton "Soustraire..."

Quel nombre voulez-vous soustraire ...

3x
-3x
9
-9
4x
-4x
Annuler

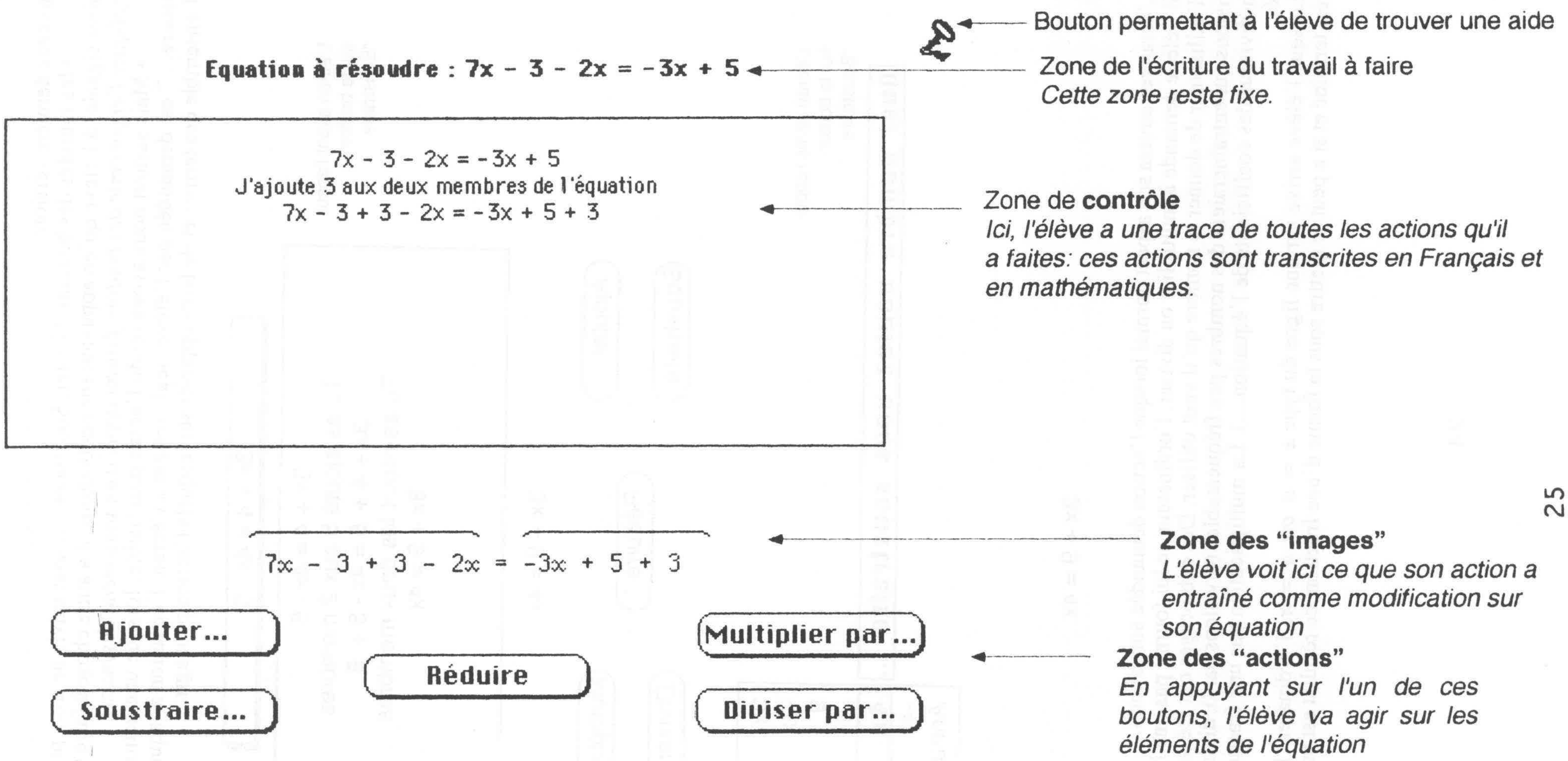
3x + 9 = 4x

L'écran retrouvera son aspect normal lorsque l'action demandée aura abouti.

Si l'élève demande à multiplier ou diviser, l'ordinateur ne lui fournit pas une liste de nombres, c'est à l'utilisateur de donner le nombre qu'il veut utiliser. Des déblocages ont été prévus pour éviter des divisions qui entraîneraient des nombres peu fréquentables (divisions par 0, division par un nombre non-diviseur des coefficients de l'équation...). La multiplication par une fraction est cependant autorisée.

Lorsque l'élève arrive sur une ligne du type ***x = a ou a = x,*** l'ordinateur lui signale que le travail est terminé et si a peut se mettre sous la forme d'une fraction, ce résultat est proposé.

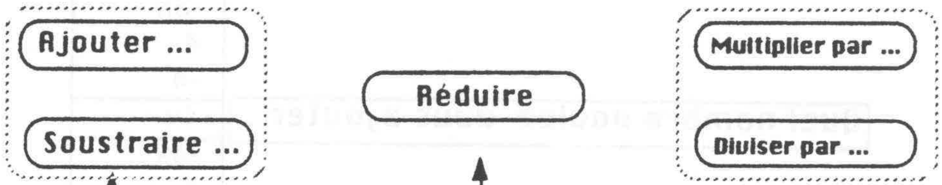
2.3.2. Description d'un écran-élève



Equation à résoudre : $7x - 3 - 2x = -3x + 5$

$7x - 3 - 2x = -3x + 5$
J'ajoute 3 aux deux membres de l'équation:
$7x - 3 + 3 - 2x = -3x + 5 + 3$

$\overline{7x - 3 + 3 - 2x} = \overline{-3x + 5 + 3}$



Ce bouton permet à l'élève de pouvoir travailler sur une forme réduite de son équation.
Nous avons prévu dans une nouvelle version un bouton développement.

Ces deux boutons vont permettre à l'élève d'ajouter ou de soustraire un élément déjà présent dans l'équation.
L'appui sur l'un de ces boutons fait apparaître un bouton à défilement dans lequel l'élève choisit l'élément ou son opposé[1] qu'il veut ajouter ou soustraire

Ces deux boutons vont permettre à l'élève de multiplier ou de diviser les deux membres par un même nombre.
Le choix du nombre est fait par l'élève sous la forme décimale ou fractionnaire.
Cependant, les choix suivants entraînent des messages d'alerte:
- *division entraînant des calculs avec des fractions*
- *division par 0*
- *multiplication par 0*

1. Nous avons prévu de mettre aussi les opposés parce que nous nous sommes aperçu que beaucoup d'élèves (en phase d'apprentissage) ne maîtrisent pas forcément la notion de soustraire l'opposé d'un élément comme étant ajouter l'élément.

2.3.3. Un exemple de déroulement d'une session

1. On présente à l'élève une équation: 3x - 4 = 4x +5 -3x

L'équation apparaît en haut de l'écran. Cette équation "première" restera pendant toute la session.

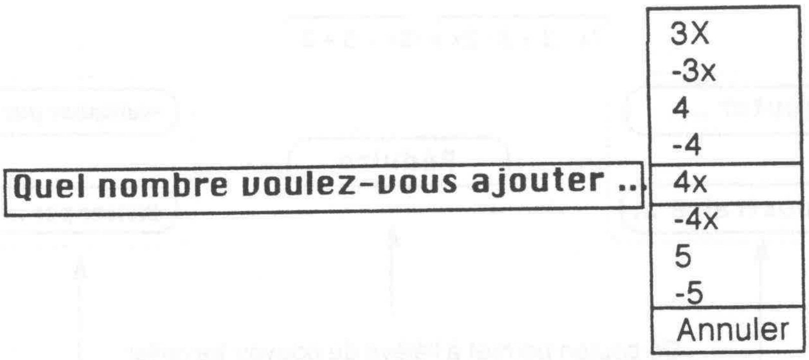
L'équation apparaît aussi dans le champ retraçant les étapes de la résolution et dans le bas de l'écran dans la partie "animation".

2. L'élève a maintenant "la main".

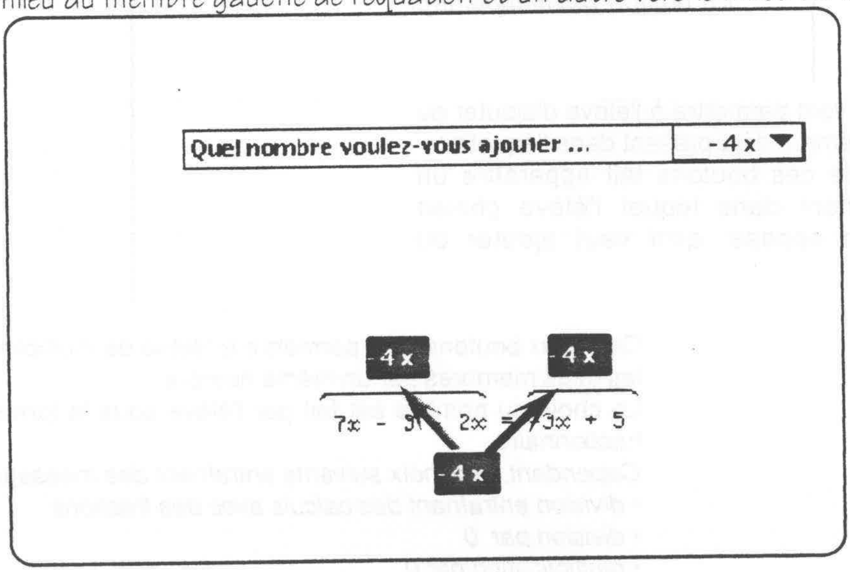
Il peut agir sur les boutons d'action.

3. Supposons qu'il appuie sur "**Ajouter...**"

Restent à l'écran, l'équation-animation et un menu déroulant affichant:



Si l'élève choisit -4x, un bouton mobile sur fond noir "-4x" va se déplacer du centre-bas de l'écran vers le mileu du membre gauche de l'équation et un autre vers le milieu du membre droit.



Puis le champ "étapes de la résolution" apparaît comme ceci:

3x - 4 = 4x +5 -3x

J'ajoute -4x aux deux membres

3x - 4 -4x = 4x +5 -3x -4x

4. L'élève peut alors demander de "Réduire"

Le champ "étapes de la résolution" est mis à jour de la façon suivante:

3x - 4 = 4x +5 -3x
J'ajoute -4x aux deux membres
3x - 4 -4x = 4x +5 -3x -4x
Je réduis les deux membres de l'équation
-x - 4 = -3x + 5

5. L'élève peut alors demander d'ajouter 3x

Après une animation, le champ "étapes de la résolution" affichera:

3x - 4 = 4x +5 -3x
J'ajoute -4x aux deux membres
3x - 4 -4x = 4x +5 -3x -4x
Je réduis les deux membres de l'équation
-x - 4 = -3x + 5
J'ajoute 3x aux deux membres
-x - 4 **+3x** = -3x + 5 **+3x**

Remarque: Si le nombre de lignes du champ est dépassé, le champ est alors automatiquement muni d'un ascenseur vertical.

6. Si l'élève demande une division par 3, elle sera refusée et le message suivant sera affiché:

Cette division n'a pas d'intérêt
car elle complique les coefficients.

-x - 4 + 3x = -3x + 5 + 3x

Remarque: Si l'accumulation de termes entraîne une "mauvaise" lecture de l'équation, l'ordinateur demande à l'utilisateur d'appuyer sur le bouton "Réduire".

7. L'élève demande alors une réduction, il aboutit alors à l'équation après réduction

$$2x - 4 = 5$$

S'il demande de soustraire 4, on aura à résoudre après réduction

$$2x = 9$$

8. Il peut alors soit demander une multiplication par 1/2 ou une division par 2 ... alors l'écran flashera et l'écran "étapes de la résolution" sera comme ci-dessous

Je réduis les deux membres de l'équation $2x - 4 = 5$ Je soustrais 4 aux deux membres $2x - 4 + 4 = 5 + 4$ Je réduis les deux membres de l'équation $2x = 9$ Je divise par 2 les deux membres **$x = 9/2$**

...L'écran sera défilement si l'élève l'a demandé

9. L'ordinateur propose à l'élève d'imprimer les différentes étapes de sa résolution d'équation et lui demande s'il veut résoudre une autre équation.

2.3.4. Méthodes de présentation:

Cette pile "Équation" peut être présentée à l'ensemble de la classe à l'aide d'un rétro-projecteur et d'une tablette. Dans ce cas, soit le professeur soit un élève demande à la classe les actions à mener. C'est une pratique d'exposition qui peut se faire au début de la séquence d'apprentissage.

Mais aussi, cette pile peut être utilisée par un élève en travail autonome. Dans notre expérimentation, c'est la deuxième méthode que nous avons privilégiée.

2.3.5. Des modèles d'aide à la résolution d'une équation:

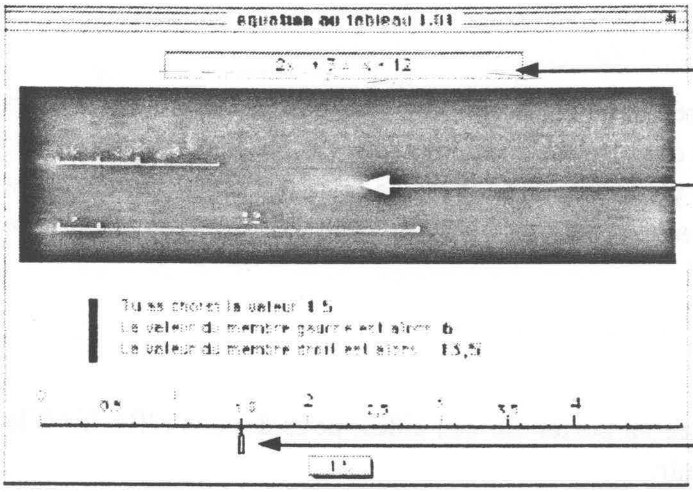
Notre point de vue sur ce sujet a évolué au cours des deux années d'expérimenattion. Au début nous avions seulement prévu un solveur: lorsque l'élève avait des difficultés nous lui proposions une résolution de l'équation (peu formateur!). Puis nous avons prévu ensuite une aide visuelle qui devrait permettre de comprendre l'intérêt de soustraire (ou ajouter l'opposé) d'un terme. Nous en sommes actuellement à rechercher quels types d'aide à fournir en fonction des difficultés de l'élève.

Notre recherche va porter sur:

- comment repérer que l'élève a besoin d'aide
- en fonction de l'erreur repérée quel type d'aide fournir

Sur les types d'aide, nous proposons à l'élève des "aides figées"— c'est-à-dire des messages du genre "Pense à réduire les écritures des membres de ton équation" ou "il faut trouver une valeur de x" — ou des "aides dynamiques" en liaison avec l'égalité à laquelle l'élève a abouti (voir exemple page suivante).

Une autre façon de “voir” l’équation



L’équation que l’élève est en train de résoudre

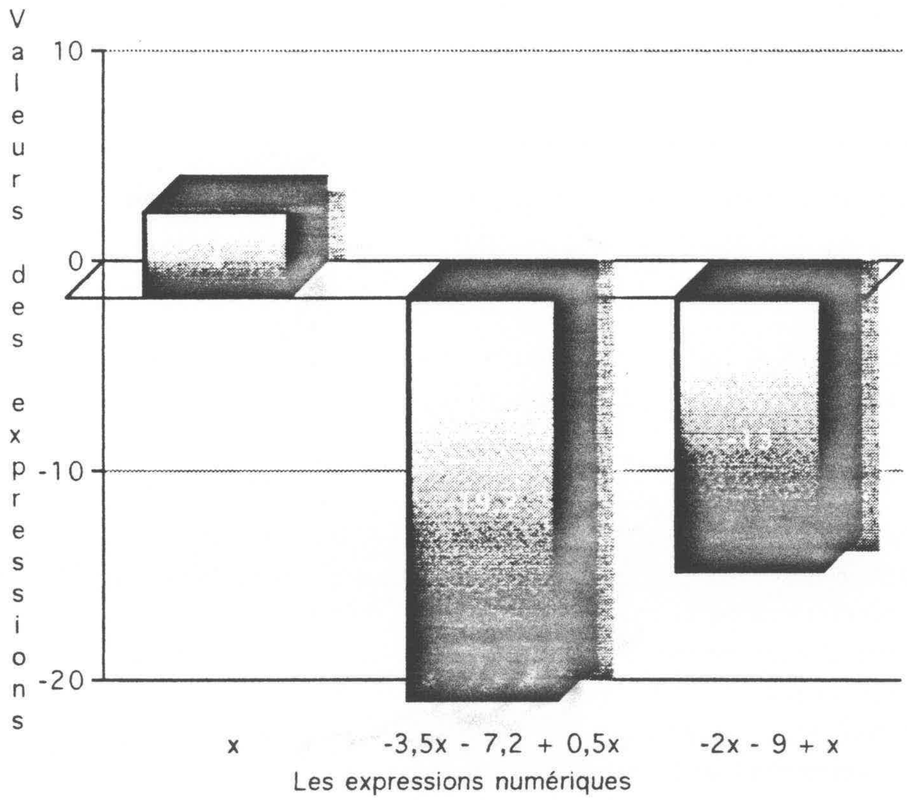
Lorsque l’élève a choisi une valeur pour x, deux segments sont construits. Ils représentent les valeurs des deux membres de l’équation.

Dans le cas présent, l’élève se rend compte que le membre gauche est inférieur au membre droit.

L’élève déplace à la souris ce curseur. Lorsqu’il a décidé d’une valeur en ne cliquant plus sur la souris, la valeur atteinte est alors inscrite dans un cadre.

Dans une autre version, l’élève agit sur une craie fictive qui se déplace sur le tableau noir. Il semble que cette version soit plus “parlante” pour l’élève.

La même idée traitée graphiquement.



2.3.6. Les améliorations à apporter:

2.3.6.1 Le bouton Développer:

Ce bouton n'avait pas été créé dans les premières versions parce que nous avions seulement prévu de faire travailler l'élève sur des résolutions d'équations simples mais devant l'intérêt suscité par les élèves nous avons décidé de permettre aux élèves de faire des développements soit partiels soit d'un membre entier. L'élève aura à choisir ce qu'il veut voir développé en tapant l'expression non développée.

2.3.6.2: D'autres aides:

Notre réflexion de cette année va porter sur ces aides, nous devons réfléchir à leur forme mais aussi quand elles doivent intervenir.

3. NOS PROJETS SUR D'AUTRES SUJETS

3.1. L'aide à la rédaction d'un raisonnement en géométrie:

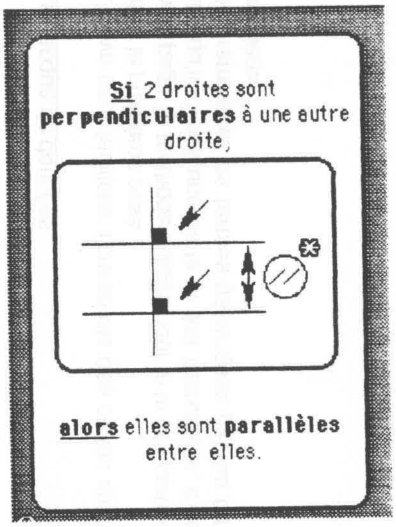
3.1.1. Notre analyse du problème:

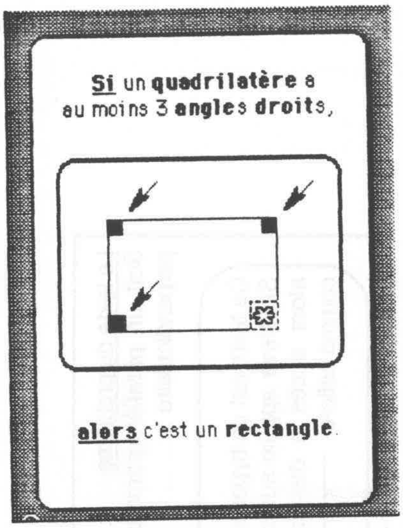
Nous pensons que nous devons fournir à l'élève des "briques de raisonnement" et que pour écrire son cheminement de raisonnement, l'élève doit pouvoir trouver:

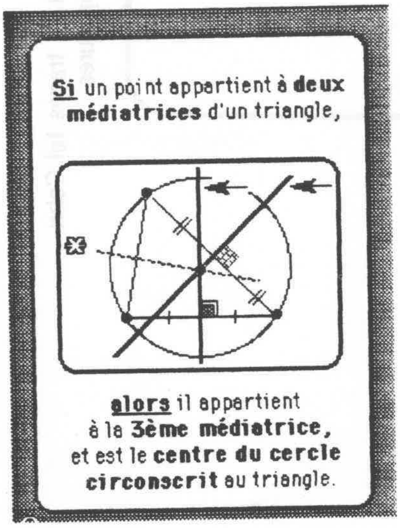
- les briques "théorèmes ou propriétés" actualisées au problème posé
- l'enchaînement de ces briques
- le juste enchaînement pour joindre les prémisses et la conclusion recherchée.

Pour cela l'élève dispose pour l'instant de cartes (documents papier — voir exemples ci-dessous), de textes de problèmes et le "jeu" consiste (en groupe) à associer les cartes et le problème posé.

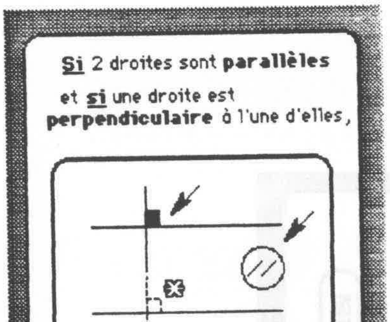
Nous voudrions sur le plan informatique développer le côté interactif entre les figures et les cartes: l'instanciation de ces dernières devrait pouvoir se faire automatiquement grâce aux liaisons hypertextes avec le problème posé.

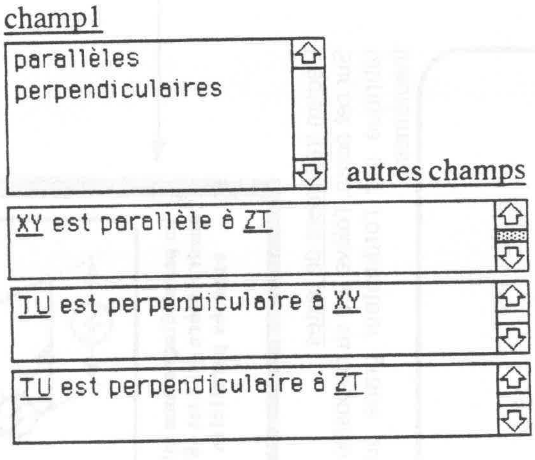




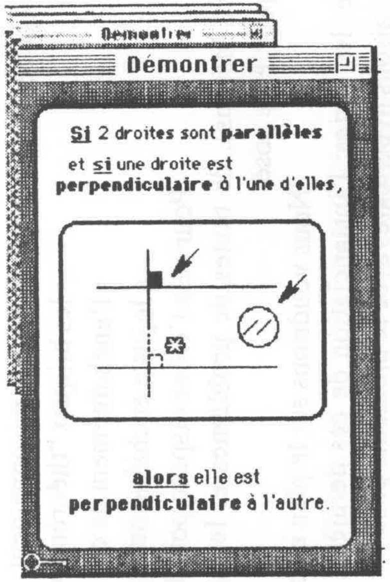


Voici comment se présentent les cartes pour le professeur: il introduit dans le champ1 les mots-clés qui permettront à l'élève le tri des cartes et les autres champs permettant d'instancier ces cartes au texte du problème.





3.1.2. Le support informatique:

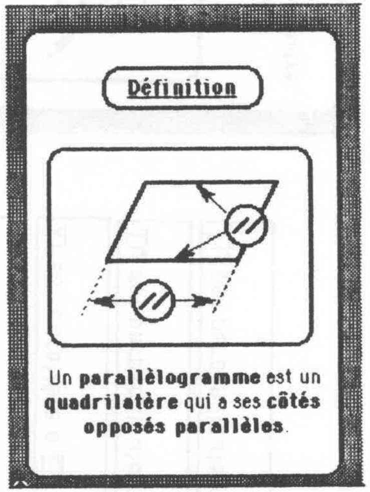


La banque de données:

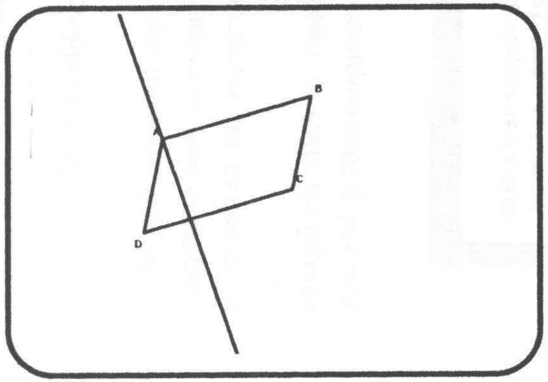
L'élève peut feuilleter l'ensemble des cartes ayant un rapport avec le problème posé.
(voir page la méthode utilisée pour le tri des cartes)
Lorsqu'il choisit une carte, il doit l'actualiser, c'est-à-dire qu'il doit remplacer les termes génériques par les termes de son problème.

Le texte du problème
Soit un parallélogramme ABCD, on trace la perpendiculaire ....

Ce texte est un hypertexte.
Si l'élève appuie sur certains mots, il a alors accès à des cartes dédfinition comme celle-ci.



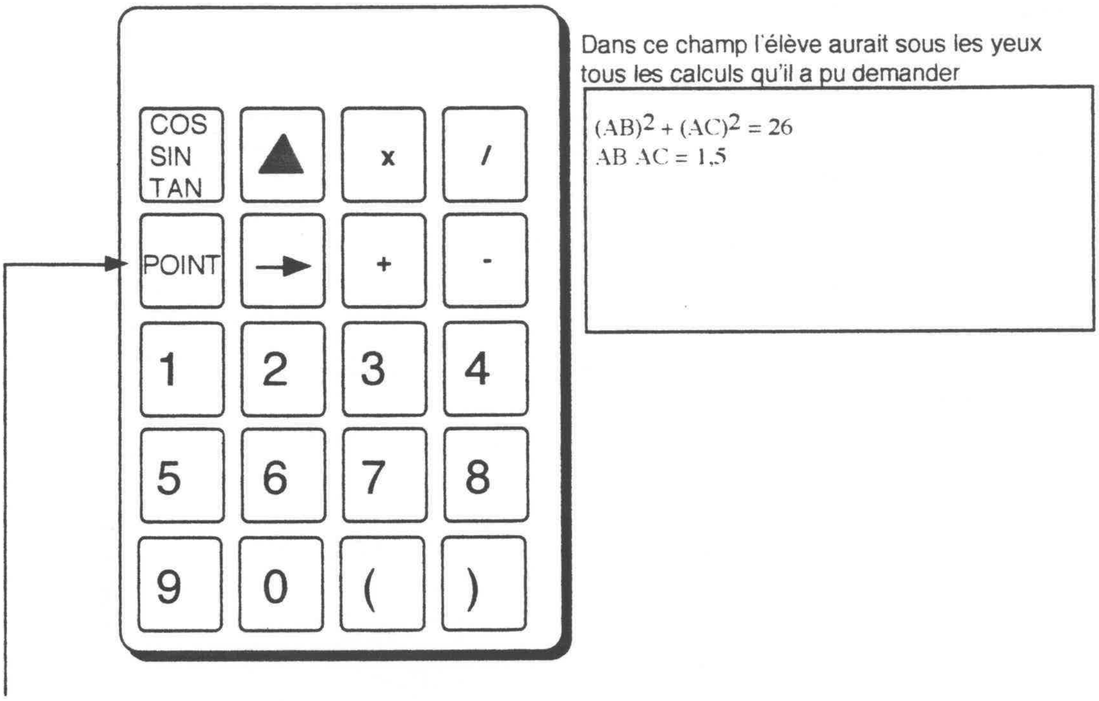
L'écran de dessin
L'élève a à sa disposition un logiciel de tracés tel Cabri-Géomètre. Il peut vérifier certaines conjectures.



L'écran traitement de textes
Sur cet écran, l'élève a à sa disposition le texte fabriqué par l'ordinateur grâce aux cartes théorèmes.

3.1.3. Une calculatrice "dédiée":

Dans le cadre de l'aide au raisonnement, nous voudrions fournir aux élèves une calculatrice permettant des conjectures sur des calculs de mesures. Elle pourrait être développée sous la forme suivante:



En appuyant sur ce bouton, l'élève choisirait le nom d'un point de la figure existant.
Le bouton voisin permet l'écriture d'un vecteur.

Nous n'avons pas encore défini précisément la forme de cette calculatrice ni les intitulés exacts de toutes ses touches.

4. NOS PROBLÈMES

4.1.Le temps pour notre équipe pour programmer:

Notre équipe est constituée de 6 professeurs de collège dont deux connaisseurs du langage Hypertalk. Elle a toujours fonctionné selon le schéma suivant: idée pédagogique, création de la pile, essai dans une classe, résultats des tests, retour vers les "programmeurs" ... Cette façon de faire nous a permis de créer toujours un produit logiciel le plus près possible des demandes des utilisateurs mais nous avons été souvent confrontés à des problèmes de programmation qui ont été résolus dans les nouvelles versions du langage Hypertalk ou par l'accélération des animations sur les machines récentes.Il faut aussi signaler que les membres du groupe avaient à leur disposition une seule heure supplémentaire pour créer leur logiciel et le tester.

4.2.Les lieux pour tester nos logiciels:

Nous disposons dans le cadre de cette recherche-action de deux sites scolaires inégalement équipés (un réseau de 14 MacPlus et un réseau disparate de MacPlus et de Performa 400). Il faut signaler que sur l'un des sites, nous disposons de deux tablettes rétro-projectables.

4.3.Le matériel mis à notre disposition:

4.3.1 L'évolution du matériel et des logiciels:

Nous avons commencé notre expérimentation sur des MacPlus avec la première version d'Hypercard. Nous utilisons à l'heure actuelle des Mac475 ou 630 avec la version 2.2 d'Hypercard . Les possibilités du logiciel, la rapidité et les possibilités de stockage de données nous permettent d'envisager des évolutions de nos produits.

4.3.2 L'évolution du matériel et des logiciels:

Au collège de Connerré, 14 MacPLus disposés en réseau.

Au collège du Lude, 2 MacPlus et 5 Performa 400 disposés en réseau + 2 tablettes rétro-projectables.

ANNEXE

Une plate-forme multimédia

On présente à l'élève un texte de problème.
Lorsqu'il "promène" la souris sur certaines parties du texte, le texte clignote, s'il appuie sur la souris il a alors des renseignements sur le mot ou le groupe de mots.
Par exemple ici, s'il appuie sur bissectrice il aura l'aide suivante