
CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

Jean JULO,
Jean HOUDEBINE
Irem de Rennes
et Université de Rennes I

Qu'entendons-nous, tout d'abord, par *fiche d'activité* en mathématiques ?

Le travail par fiche est une pratique ancienne et bien connue des enseignants. Sa particularité matérielle est de s'appuyer sur un support écrit : le travail à réaliser est présenté dans un document papier distribué aux élèves (ou que l'élève va lui-même chercher comme dans la démarche Freinet) ; le document peut aussi être une "page écran" d'ordinateur si on veut faire moderne...

Mais sa caractéristique principale est l'autonomie laissée à l'élève dans le déroulement du travail. L'enseignant n'intervient pas directement dans ce déroulement ; d'une certaine manière, une fiche est une situation didactique qui "marche toute seule".

Il existe cependant une grande variété de fiches du point de vue de la situation mise en œuvre et de sa fonction : il peut s'agir d'une *fiche d'exercices* (qui contient une série d'exercices d'application faisant suite à l'étude d'une notion), d'une *fiche d'apprentissage* (qui présente un contenu associé à des questions sollicitant la participation de l'élève) ou encore d'une *fiche de travail* (qui guide le déroulement d'un travail donné, par exemple une construction géométrique complexe).

Nous nous intéressons, quant à nous, aux fiches qui servent de support à ce que l'on appelle le plus couramment des *activités* ou des *situations-problèmes*. Ce type de situation tient une place importante dans les travaux menés actuellement en didactique des mathématiques tant ses

 CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
 D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

"vertus d'apprentissage" sont grandes. La conception de telles situations et son utilisation pratique dans la classe soulèvent de nombreuses questions dont l'étude n'est qu'ébauchée. La terminologie et la définition sont elles-mêmes loin d'être fixées. L'idée générale sur laquelle tout le monde s'accorde cependant est celle de *vrai problème* ou de problème *qui a du sens* à la fois du point de vue des connaissances dont on vise l'apprentissage et du point de vue de l'élève, de la manière dont il perçoit la situation. L'idée d'*obstacle* à surmonter pour progresser dans la compréhension d'un contenu donné est aussi souvent avancée. La finalité de ce type de situation est, en fait, d'induire chez l'élève une *activité particulière*, de type *résolution de problème* qui l'amène à s'investir dans la situation et à considérer comme un enjeu important la réponse nouvelle que cette situation appelle de sa part.

Il existe de nombreuses façons de mettre en œuvre une activité ou une situation-problème. La présentation sous la forme de fiche n'est qu'un cas particulier de présentation. Cette présentation a surtout le mérite d'être relativement facile à contrôler et plus facile à communiquer que d'autres présentations (en particulier celles qui impliquent une participation importante de l'enseignant et du groupe-classe). Nous pensons que les enseignants manquent cruellement de ces outils que constituent de "bonnes" fiches d'activité c'est-à-dire des fiches *validées* d'un point de vue didactique et donc qui "marchent"...

Nous commencerons par énoncer quelques uns des critères qui paraissent caractériser une "bonne" fiche d'activité en mathématiques. Nous décrirons ensuite une méthodologie que nous avons mise en œuvre à de nombreuses reprises dans nos

groupes de recherche-formation et qui est décrite dans plusieurs documents de l'Irem de Rennes [1], [2], [3], [4]. La réflexion sur les activités et sur les démarches qui conduisent aux activités les plus "performantes" est, depuis le départ, au centre du travail des groupes dans notre Irem. Divers exemples seront évoqués dans cet article mais nous nous référons aussi, plusieurs fois, à une fiche complète qui est donnée en annexe : "*Le promeneur et les camions*". Nous avons choisi cette fiche car elle a le mérite de pouvoir être extraite d'une séquence d'enseignement en restant compréhensible. Elle est construite autour d'un problème classique de représentation graphique des déplacements de plusieurs mobiles mais son objectif principal est d'amener les élèves à se représenter très précisément la situation évoquée dans l'énoncé avant de se lancer dans la réalisation d'un graphique cartésien. Cette fiche est destinée, en priorité, à des populations que l'on peut considérer comme étant "en difficulté", que ce soit au niveau du collège, de l'enseignement professionnel ou de la formation d'adultes (2).

I - DES CRITERES POUR RECONNAITRE UNE BONNE FICHE D'ACTIVITE

L'intérêt d'une activité ne peut se décréter *a priori* sur la seule base d'une analyse théorique. L'expérimentation et l'observation des élèves sont des méthodes indispensables et décisives pour juger si une activité est "provisoirement" au point, si elle doit être améliorée ou encore si elle doit être définitivement "mise au panier"... Un certain nombre de critères peuvent servir de points de repères dans cette démarche de validation.

A - DES CRITERES GENERAUX

Les critères de validation d'une activité varient beaucoup en fonction de la nature de l'activité, de son objectif, de sa place dans la séquence, ... Deux critères généraux peuvent cependant être retenus pour caractériser une bonne activité.

1 - La situation induit chez les élèves une activité de type résolution de problème

Les psychologues ont montré depuis longtemps que l'activité de résolution de problème a un rôle majeur dans la formation des structures intellectuelles. L'histoire montre aussi que "les problèmes" sont le moteur du développement des mathématiques. Mais il ne suffit pas de mettre un élève devant un problème pour qu'il ait une *activité de résolution de problème*. Beaucoup d'exercices, de problèmes, d'activités ne vont déclencher que l'emploi de méthodes apprises, de procédures déjà utilisées pour des tâches analogues. On peut reconnaître une activité de résolution de problème et la différencier d'autres conduites par le fait que la réalisation de la tâche proposée implique l'élaboration d'une procédure "nouvelle" (pour celui qui est confronté à cette tâche). Or élaborer une procédure implique la mise en œuvre de diverses opérations sur le plan de la *compréhension* : se construire une certaine représentation de la situation, décider d'une stratégie de recherche, contrôler la validité de la démarche adoptée, ... Ce sont ces opérations intellectuelles qui sont, en premier lieu, le signe d'une *bonne activité*.

2 - Les élèves sont conduits à traiter le contenu mathématique de la situation, c'est-à-dire à mettre en œuvre les concepts et les méthodes qui caractérisent ce contenu

Il ne suffit pas, en effet, d'obtenir de l'élève une démarche de résolution de pro-

blème pour lui donner accès aux savoirs et aux savoir-faire propres à une discipline. Il faut, pour cela, que la situation ait véritablement du *sens* par rapport à ce *contenu de connaissance* et que l'activité de résolution de problème induite par la situation conduise l'élève à prendre en compte ces connaissances. Comme l'ont montré plusieurs didacticiens, "injecter" un peu de mathématiques dans une tâche (même très intéressante sur le plan de la résolution de problème) n'en fait pas obligatoirement une bonne situation-problème ou une bonne activité mathématique. La confrontation de l'élève avec le contenu de connaissance ne doit pas être artificielle : il faut que cette confrontation ait un *véritable enjeu* par rapport à la tâche proposée et par rapport aux connaissances que possède déjà l'élève. C'est là la condition la plus difficile à réaliser et le critère le plus sévère dans la mise au point d'une *bonne activité*.

B - DES CARACTERISTIQUES OPERATIONNELLES

Quelles sont alors les caractéristiques d'une fiche d'activité qui augmentent la probabilité que ces critères se trouvent respectés au moment de l'expérimentation ? Nous allons en examiner un certain nombre en reprenant, en partie, des idées proposées par R. DOUADY [5]. On peut classer ces caractéristiques autour de trois contraintes principales.

1 - Les connaissances dont on cherche l'apprentissage

1A - LA CONNAISSANCE VISÉE EST, AUX YEUX DE L'ÉLÈVE, UNE VRAIE RÉPONSE AU PROBLÈME

Voulant réaliser des fiches pour un apprentissage, l'enseignant va explorer les

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES D'ACTIVITÉ EN MATHÉMATIQUES

différents champs d'application de la connaissance visée. Mais il arrive souvent que les élèves résolvent certaines des fiches ainsi conçues sans faire intervenir cette connaissance. S'il est souvent difficile de prévoir ce phénomène, l'expérimentation le montre très nettement. Dans ce cas, il est inutile d'essayer d'aménager la fiche pour forcer les élèves à faire ce que nous souhaitons, il faut l'abandonner ou changer son objectif d'apprentissage.

Par exemple le problème suivant proposé par N. BALACHEFF à des élèves avait comme objectif la rédaction d'une argumentation [6] :

Combien y a-t-il de rectangles dans cette figure ?

Les expériences réalisées ont montré que les élèves, comme d'ailleurs les enseignants, rédigeaient une méthode plutôt qu'une argumentation pour expliquer le résultat trouvé. Il faut donc renoncer à cette idée de situation pour l'apprentissage de l'argumentation ou de la démonstration. On peut aussi décider, bien sûr, de la mettre au point dans le but d'apprendre aux élèves à écrire d'autres types de textes mathématiques.

1B - LA CONNAISSANCE VISÉE PEUT ÊTRE MOBILISÉE À PARTIR DE PLUSIEURS PROCÉDURES

La fiche ne doit pas être un simple programme qui oriente l'élève vers une procé-

sure quasiment imposée. Donner trop d'indications sur une procédure de résolution supprime la nécessité de se faire une représentation de la situation et de mobiliser ses connaissances pour répondre à la question. Cela peut être accepté pour des fiches d'entraînement, mais pas pour celles dont l'objectif est la compréhension d'une notion ou d'une méthode. Cette remarque est aussi valable pour la conception des aides qu'il faudra bien apporter à ceux qui sont en difficulté. Là aussi il faudra résister à la tentation de décomposer le problème en toutes petites étapes, conduisant l'élève vers UNE procédure.

Il est beaucoup plus facile d'éviter cet écueil quand on conçoit une fiche à partir d'un problème pour lequel il y a une grande variété de procédures de résolution. Cette diversité doit être recherchée à deux niveaux : au niveau des stratégies de résolution, c'est-à-dire des connaissances qui vont être mobilisées, mais aussi au niveau des procédures élémentaires.

Dans une séquence d'apprentissage sur la proportionnalité, par exemple, on peut rencontrer une fiche de ce type :

Complète le tableau suivant :

	6	9	15	150	1	4	154
$\begin{matrix} 2 \\ \times \\ 3 \end{matrix}$							

La réalisation de cette tâche sera pour la plupart des élèves une simple tâche d'exécution (d'ailleurs difficile pour certains).

Au contraire, si l'on propose la situation ci-dessous (un matériel composé de rouages est à la disposition de l'élève), les procédures observées sont beaucoup plus variées. Certains vont trouver qu'il faut multiplier par $\frac{2}{3}$.

D'autres utiliseront l'idée : le produit "nombre de dents x nombre de tours" est le même pour les deux roues. D'autres encore, ayant obtenu la première colonne en faisant l'expérience, vont obtenir les autres colonnes par linéarité : la deuxième colonne correspond "à la moitié en plus, la troisième est la somme des deux premières, ..." ; certains choix de nombres favorisent l'utilisation de ce type de calculs.

IC - LA CONNAISSANCE N'EST PAS ISOLÉE DANS UNE SITUATION AD HOC

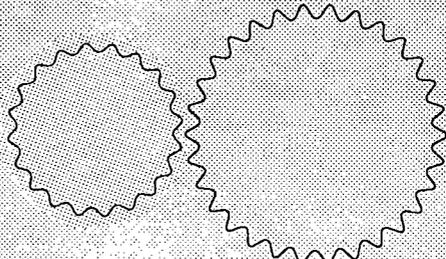
Quand on veut faire acquérir un concept, une méthode ou un savoir-faire à un élève il est tentant de construire une situation dans laquelle l'objet de l'apprentissage est isolé. Cela ne correspond pas à l'idée d'activité d'apprentissage ; en effet si

l'élève ne maîtrise pas encore un concept, il est indispensable que son activité s'appuie sur des connaissances déjà acquises, afin qu'il puisse par lui-même faire des hypothèses, engager des procédures de résolution, utiliser des moyens de contrôle, en créer des représentations. Le concepteur de la fiche doit donc s'appuyer sur les connaissances déjà acquises par les élèves, en mêlant étroitement ce que l'élève maîtrise déjà et ce qui est l'objet de l'apprentissage. Ainsi des tâches trop simples ou même une tâche complexe subdivisée en tâches élémentaires ne conduisent pas, en général, à de bonnes fiches. Il faut aussi rappeler l'importance des "changements de cadres" [5] : l'une des manières d'apprendre est, en effet, de rencontrer les mêmes connaissances dans différents cadres.

Il n'est pas toujours possible, au sein d'une seule fiche d'activité, de satisfaire toutes ces exigences, mais elles doivent être présentes à l'esprit. Par exemple, on ne peut concevoir une séquence d'apprentissage sur la proportionnalité uniquement à partir de fiches demandant le calcul d'une

Faire le montage ci-contre

ROUE A
20 dents



ROUE B
30 dents

puis remplir le tableau ci-dessous

Nombre de tours de la roue A	6	9	15	150	1	4	154
Nombre de tours de la roue B							

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITÉ EN MATHÉMATIQUES

quatrième proportionnelle dans un cadre numérique simple. Il faudra faire intervenir d'autres cadres comme le cadre géométrique, le cadre graphique, le cadre physique ; il faudra proposer des tâches complexes comme des tâches de reconnaissance, des agrandissements, des manipulations de rouages ; il faudra aussi faire intervenir d'autres concepts comme les fractions, les graphiques et des concepts de disciplines voisines comme la Physique.

*2 - Les relations de l'élève avec
la tâche proposée*

2A - IL FAUT DONNER À L'ÉLÈVE LA POSSIBILITÉ D'AGIR

Partons de l'exemple *Le promeneur et les camions* (annexe I) : dans le texte initial le but proposé était "représenter graphiquement...". Pour les élèves qui ne maîtrisent pas encore complètement la représentation graphique, il peut y avoir d'emblée un blocage complet. L'élève ne pourra entreprendre aucune action. Au contraire l'expérience montre qu'avec la tâche proposée dans la fiche finale : "*réalise un schéma*", pratiquement tous les élèves commencent à travailler aussitôt.

Un des moyens d'éviter ce type de blocage est de construire des fiches pour lesquelles la solution du problème puisse être obtenue par plusieurs voies, au niveau où il est posé.

2B - LE CONTRAT DIDACTIQUE : SAVOIR CE QUE PEUT ÊTRE UNE BONNE RÉPONSE

La réalisation d'une fiche se heurte toujours à la difficulté d'indiquer à l'élève ce qu'on attend de lui. Il faut bien se souvenir que dans le contrat didactique, donner la réponse attendue par le maître reste un objectif fondamental de la plupart des élèves. C'est pourquoi beaucoup de situa-

tions qui intéressent les élèves, sont source de blocage parce qu'ils ne peuvent être sûrs que leur réponse correspond bien à ce que veut l'auteur de la fiche.

La compréhension de la consigne doit être un souci majeur, d'autant plus qu'une consigne peut paraître claire à tous les enseignants et s'avérer source de difficultés pour les élèves.

Quand une tâche est difficile à "expliquer", la tentation est grande d'orienter les élèves vers une procédure de résolution ; supposons par exemple que l'on veuille donner en cinquième une tâche de mise en équation d'un problème ; si l'on s'oriente vers une série de questions du type : "*désigne le nombre de billes par x , écris la formule qui représente la masse qui est dans le premier plateau de la balance...*" l'activité de l'élève va être très faible et on peut parier que l'objectif d'apprentissage ne sera pas atteint. Il faut parfois renoncer à une tâche que l'on est incapable d'expliquer : dans la situation précédente, par exemple, on peut transformer la tâche en proposant à l'élève de retrouver parmi quatre équations celle qui correspond à chacun des trois problèmes dont les énoncés sont donnés [3].

Une possibilité pour surmonter cette difficulté à comprendre "ce que l'on attend de lui" est aussi de donner à l'élève des exemples de réponses attendues.

2C - DES SITUATIONS SIGNIFICATIVES POUR LES ÉLÈVES

On se plaint souvent de l'inattention ou du manque de motivation des élèves et on espère surmonter cet obstacle par des artifices pédagogiques. Il nous semble que la solution est plutôt de proposer des situations qui représentent pour les élèves un

véritable enjeu. Il est difficile de savoir en étudiant une fiche si ce sera le cas. C'est, encore une fois, les expérimentations qui vont permettre d'avancer. Par exemple dans la fiche *Le promeneur et les camions* (annexe I), la réalisation d'un schéma qui permette d'expliquer la réponse n'était pas un enjeu suffisant pour certains élèves. Ceux-ci ne réalisent en effet que des schémas inachevés et mal présentés. On a pu augmenter l'enjeu en modifiant le but et en lui donnant un rôle de communication avec la classe : les schémas réalisés seront affichés à la séance suivante et feront l'objet d'un débat sur leurs avantages respectifs.

On peut remarquer sur cet exemple qu'il suffit parfois d'une modification mineure de la tâche, ou des modalités pédagogiques, pour changer l'enjeu d'une fiche.

3 - La situation n'a pas besoin du maître pour fonctionner

3A - UN ENSEIGNANT DISPONIBLE

Mettre l'élève en situation de résolution de problème c'est avant tout lui donner plus d'autonomie. Il faut donc qu'il puisse seul ou avec d'autres élèves avancer dans l'activité sans le secours continu du maître. Cette contrainte est la plus difficile à accepter pour beaucoup d'enseignants car elle va contre l'idée qu'ils se font de leur rôle d'"animateur" dans une activité.

Il nous semble au contraire que pendant les séquences de classe où l'on propose des activités aux élèves l'enseignant doit être entièrement disponible pour pouvoir intervenir auprès des élèves ou des groupes d'élèves le plus en difficulté, et pour avoir l'esprit assez libre pour une analyse pertinente des difficultés rencontrées. Cette attitude sera d'ailleurs un atout déci-

sif pour une bonne exploitation de la fiche dans une séance ultérieure.

Par contre, l'enseignant joue un rôle irremplaçable au niveau, tout d'abord, du *choix d'activités* bien adaptées à ses élèves et à ses objectifs, mais aussi au niveau de *l'exploitation de ces activités*.

3B - UNE CONSIGNE EXPLICITE

La consigne doit être à la disposition de l'élève. Il faut donc qu'elle soit écrite sur la fiche ou au tableau. Les consignes orales éventuelles ne doivent être conçues que comme des renforcements des consignes écrites. L'élève ne doit pas avoir besoin de demander des précisions à l'enseignant au cours de son travail. Laisser à l'enseignant toute latitude pour énoncer une consigne orale conduit le plus souvent à une modification importante du fonctionnement de la fiche.

Il faut généralement de nombreux essais avant de trouver une consigne satisfaisante. Si une consigne orale s'avère indispensable, elle doit être décrite de manière très précise dans le texte d'accompagnement.

3C - DES MOYENS D'AUTOCONTROLE

L'idéal est que l'élève trouve dans l'activité elle-même des moyens de contrôle qui lui permettent de remettre en cause ses réponses erronées sans l'aide de l'enseignant. C'est évidemment un objectif très difficile à réaliser.

Voici un exemple de succès. La fiche dont nous proposons (page suivante) deux extraits [7] a pour objectif de clarifier, en 6ème, le sens des mots : *parfois*, *toujours*, *jamais* (en mathématiques). Les élèves travaillent en groupe. Dans un premier temps on demande simplement de compléter

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

DEUX EXTRAITS DE LA FICHE "PARFOIS, TOUJOURS, JAMAIS"

3 - Complète en choisissant parmi les expressions "est parfois", "n'est jamais", "est toujours".

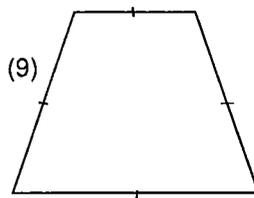
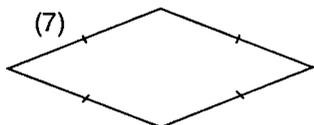
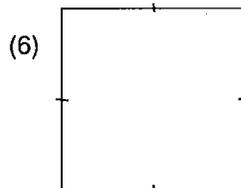
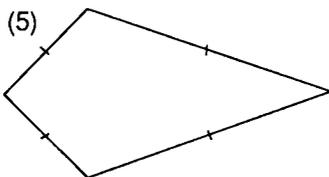
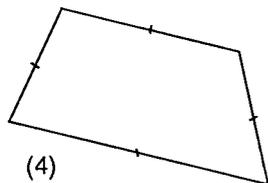
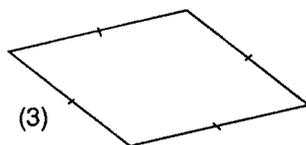
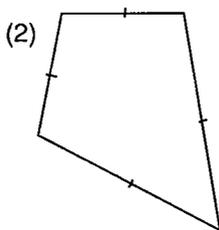
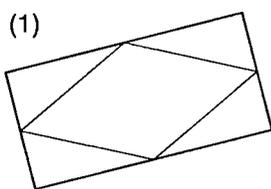
Je construis un quadrilatère.

La figure obtenue en joignant les milieux des côtés consécutifs :

- a) un rectangle.
- b) un parallélogramme.
- c) un trapèze (qui n'a que 2 côtés parallèles).
- d) un losange.
- e) un triangle.

Revenons sur l'exercice 3) de la partie II.

Pour répondre à cet exercice des élèves ont dessiné des quadrilatères. Dans ces quadrilatères construis les figures en joignant les milieux des côtés consécutifs.



des phrases. Beaucoup vont faire des fautes. Le deuxième temps propose quelques figures. On constate alors, pour la plupart des groupes, une remise en cause des phrases déjà écrites avec de vives discussions accompagnées d'une activité de tracé de figures. A l'issue de la séance, plus de 90% des élèves ont trouvé le bon résultat.

Comme il est clair qu'aucune fiche ne conduira au succès de tous, il faut prévoir de manière précise les aides que l'on apportera. Là encore il ne faut pas qu'elles nécessitent une intervention importante de l'enseignant ; elles seront, si possible, écrites et leur gestion sera très simple. Dans l'activité *Le promeneur et les camions*, les aides (annexe II) ont un rôle essentiel : elles permettent de relancer l'activité des élèves qui ne vont pas jusqu'au bout de ce qui est demandé ("*réaliser un schéma ou un texte*") sans que l'enseignant ait besoin de se prononcer sur la validité de ce qui a déjà été fait.

3D - UN RECOURS AU TRAVAIL DE GROUPE

Le travail de groupe représente, bien sûr, une situation privilégiée pour la mise en œuvre d'une fiche d'activité (pour certaines fiches un travail individuel est toutefois préférable : celles qui concernent des tâches de production de textes par exemple).

Non seulement le travail de groupe et les échanges qu'il suscite permet à l'enseignant d'intervenir beaucoup moins souvent dans le déroulement de l'activité mais il constitue, dans certains cas, le moteur même de l'activité. Prenons l'exemple du problème suivant souvent cité pour son intérêt du point de vue mathématique et du point de vue heuristique :

Soit ABC un triangle rectangle en A. Soit M un point de BC. Soit P et Q les projections de M sur AC et sur AB. Où faut-il placer le point M pour que PQ soit le plus court possible ?

Plusieurs tentatives pour en faire le point de départ d'une fiche de travail individuel nous ont convaincus des nombreux inconvénients de cette situation et nous ont conduits à la "rejeter" (en particulier peu d'élèves pensent à l'égalité des diagonales du rectangle MPAQ et surtout la notion de projection orthogonale comme distance minimale d'un point à une droite n'est pas du tout mobilisée spontanément par les élèves avant la classe de 1ère). Or, dans une expérience réalisée en classe de 3ème, la recherche de ce problème en groupe conduit à des résultats intéressants et à une activité intense de la part des élèves [8].

Nous soulignerons, pour clore cette énumération de critères, que notre conception d'une fiche d'activité s'oppose implicitement à deux attitudes très fréquentes aujourd'hui : d'une part un découpage du savoir en "micro-savoirs et savoir-faire, d'autre part un découpage de l'apprentissage en étapes prédéfinies. Le travail par fiches d'activité s'appuie seulement sur un découpage imposé par la réalité scolaire : celui des *périodes de travail*. Proposer une fiche d'activité à l'élève, au cours d'une ou plusieurs périodes de travail, c'est tenter de lui faire aborder d'un seul coup tout un ensemble de contenus et de méthodes articulés entre eux de manière pertinente et dans le cadre d'une situation-problème. L'avantage est la solitidité des connaissances ainsi acquises. La difficulté est de bien gérer l'apprentissage que l'on vise et c'est à ce niveau que la mise au point des fiches nous paraît si importante.

II - UNE METHODOLOGIE POUR METTRE AU POINT DE BONNES FICHES D'ACTIVITE

On peut chercher à définir une "bonne" fiche à partir d'un certain nombre de critères comme nous venons de le faire ; mais

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

on peut également le faire à partir de la méthodologie mise en œuvre pour sa "fabrication". Une fiche d'activité telle que nous la concevons est un *produit* mais c'est aussi une *démarche de production* particulière.

Nous commencerons par décrire succinctement les principales étapes de cette démarche puis, à partir de l'exemple cité en annexe, nous définirons les outils d'analyse indispensables pour une telle méthodologie.

Notons que la démarche décrite ici suppose, au départ, un groupe de travail composé majoritairement d'enseignants et associant diverses compétences (universitaires, "spécialistes" divers, ...). Elle suppose également une grande liberté de pensée (par rapport aux hiérarchies tant administratives que scientifiques). Elle suppose, enfin, une vraie liberté de travail : il ne peut s'agir d'une démarche menée "à toute vitesse dans un coin de la salle des profs"; la durée est une condition importante dans cette démarche de conception (durée pour les discussions, pour les expérimentations, pour la rédaction,...). Le contexte est en fait celui d'un groupe de recherche de "type Irem".

A - LES ETAPES DE LA FABRICATION

1 - Le choix du matériau initial

Il ne manque plus actuellement d'idées d'activité pour les mathématiques : les publications des Irem en regorgent. Il ne s'agit donc pas, nécessairement, de faire preuve d'une grande originalité à ce niveau mais plutôt de faire un travail bibliographique sérieux. C'est au cours du travail de mise au point de la fiche (ou des fiches) que des idées nouvelles vont jaillir. Dans cer-

tains cas, le travail conduira à des modifications qui vont transformer une première version de la fiche en une activité totalement nouvelle (cela fut le cas pour la fiche *Le promeneur et les camions* dont nous donnons en annexe IV le "matériau initial" : un problème classique de représentation graphique) ; dans d'autres cas, les idées nouvelles conduiront à reprendre la question que l'on se pose sous un angle différent c'est-à-dire en partant d'une autre tâche ou d'une autre situation.

2 - Une première expérimentation très légère

Quand, partant d'un objectif, on choisit des *idées de fiches* dans le corpus que l'on a rassemblé, il est rare qu'on ne fasse pas de grossières erreurs, même avec une longue expérience d'enseignant ou de didacticien. Il faut donc se donner les moyens, "à peu de frais", de les détecter ; il faut éviter, à tout prix, de travailler trois mois sur une fiche pour s'apercevoir qu'elle ne correspond en rien à ce que l'on attendait. Un bon moyen est d'expérimenter ces premières idées sans aucune précaution méthodologique particulière (un des enseignants de l'équipe "essaye" dans sa classe). Non seulement cela permettra un choix plus judicieux des idées à partir desquelles on travaillera mais cela permettra aussi à chacun de mieux expliciter ses idées a priori sur l'activité.

3 - Une mise au point longue et précise d'une première version de l'activité

Cette étape est importante. Il faut que tous les a priori puissent s'exprimer. Quand on observe des élèves travaillant sur une fiche pour laquelle le travail de réflexion préliminaire n'a pas eu lieu ou a été trop rapide, on constate le plus souvent qu'il ne se passe que ce que l'on avait prévu. Si, au contraire,

on a fait l'effort d'explicitier dans le détail les conceptions et les hypothèses de chacun, on repère tout de suite les faits significatifs et importants pour améliorer l'activité.

4 - Une succession de discussions et d'expérimentations

Dans cette démarche deux points sont essentiels : la façon dont on va recueillir et traiter l'information au cours de l'expérimentation et les outils d'analyse qui vont être utilisés.

Les principaux outils d'analyse intervenant dans une expérimentation didactique vont être examinés en détail un peu plus loin. A propos du recueil et du traitement des données expérimentales, il faut souligner le fait qu'une participation de tous ceux qui composent l'équipe de conception est indispensable ; l'observation des élèves, en particulier, ne doit pas être laissée à des "spécialistes" (psychologues par exemple) ; c'est cette observation directe des situations mises au point et des réactions des élèves qui permet aux idées de chacun d'évoluer et à la fiche de progresser.

5 - La réalisation d'une fiche définitive

Il arrive un moment où les modifications envisagées pour la fiche deviennent mineures, chacune de ces modifications apportant aux yeux du groupe autant d'inconvénients que d'avantages. Il est alors nécessaire de réaliser une fiche "définitive" ; il ne s'agit pas de la meilleure fiche possible ; simplement il est nécessaire de la "fixer" pour réaliser l'étape suivante qui est essentielle.

6 - Une expérimentation finale

Cette expérimentation dont le but est principalement une validation provisoire de

la fiche, demande à être réalisée un peu plus "proprement" que les précédentes :

— les lieux d'expérimentation doivent être bien choisis, c'est-à-dire qu'il doit s'agir de classes "standard", autres que celles des enseignants qui ont conçu la fiche ;

— l'observation doit être un peu plus stricte que dans les phases précédentes : ne pas intervenir dans le travail des élèves, noter le maximum de faits, ...;

— les critères de validation doivent être relativement bien définis : il s'agit de ceux que nous avons décrits précédemment mais *particularisés* pour l'activité étudiée et pour les apprentissages visés.

7 - La rédaction des commentaires accompagnant la fiche

Voici encore une étape que les enseignants ont tendance à négliger. Elle est pourtant indispensable. Il n'existe pas, bien sûr, de fiche idéale, parfaite et "marchant" toute seule. Aussi, il faut donner au futur utilisateur le plus possible d'indications sur les conditions dans lesquelles la fiche a été expérimentée, sur les problèmes didactiques qu'il risque de rencontrer et sur les performances des élèves (sans tomber dans le travers d'un "récit" des expérimentations toujours fastidieux à lire et inutile...). Il est aussi nécessaire de préciser les objectifs qui ont évolué au cours de la mise au point. En donnant ces indications, il ne s'agit pas de diminuer les possibilités d'initiative de l'utilisateur de la fiche. L'expérience montre, au contraire, qu'il lui est d'autant plus facile de la modifier à son gré que sa connaissance du rôle des variables didactiques est précise.

Si cette étape est indispensable du point de vue de la communication hors du groupe de conception, elle est aussi essen-

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHEMATIQUES

tielle pour les concepteurs eux-mêmes. L'expérience montre que l'on oublie trop vite des points essentiels, que l'on est souvent prêt à refaire une erreur déjà faite ; c'est la relecture de ce compte-rendu qui permettra un minimum de reproductibilité de la fiche.

B - LES OUTILS D'ANALYSE

Ils sont essentiellement de trois sortes :

- ceux qui concernent *les objectifs* de la situation dont la fiche est le support,
- ceux qui concernent *la situation* elle-même et ses différentes caractéristiques,
- ceux qui concernent *l'activité des élèves* induite par cette situation.

Ces trois sortes d'analyse sont, dans la pratique, en relation constante et il n'existe pas d'ordre (ni chronologique ni hiérarchique) pour les mener.

1 - L'analyse des objectifs

Aucun enseignant ne peut plus ignorer qu'il est important d'explicitier l'objectif que l'on poursuit au travers d'une situation donnée. Que ce soient les grilles d'objectifs, les taxonomies, les référentiels, etc. les outils n'ont pas manqué ces dernières années. En fait, ces outils généraux sont de peu d'intérêt pour la mise au point d'une fiche d'activité.

La fiche présentée en annexe, *le promeneur et les camions*, a un objectif bien défini : il s'agit d'amener les élèves à se construire une représentation aussi précise que possible de la situation évoquée (les trajets des trois mobiles et leurs rencontres). La construction d'une telle repré-

sentation constitue un obstacle majeur pour de nombreux élèves "en difficulté". La réalisation de ce premier objectif doit alors permettre d'en atteindre deux autres :

- à court terme : permettre la mise en œuvre de l'outil mathématique *représentation graphique* et donner du sens à cet outil (2ème partie de l'activité - annexe III),
- à plus long terme : développer chez les élèves ce que l'on peut appeler *l'activité de représentation* c'est-à-dire un ensemble de compétences leur permettant de se donner des représentations plus efficaces de certaines situations complexes auxquelles ils sont confrontés.

Il est clair qu'aucune grille d'objectifs ne pouvait nous aider à expliciter cet objectif...! C'est l'analyse de l'activité elle-même et les observations réalisées qui ont permis de préciser ce qui n'était, au départ, qu'une hypothèse et une intention plus ou moins intuitives.

Nous ferons deux remarques concernant la démarche propre à l'analyse des objectifs :

a) On ne peut choisir d'exprimer un objectif de n'importe quelle manière ; l'échec de certains référentiels en est le témoin. Notre opinion est qu'il est raisonnable de se limiter, pour la formulation d'un objectif, aux cadres suivants :

- l'objectif concerne l'apprentissage d'un *contenu* : notion, concept, théorème, propriété, ...
- l'objectif concerne l'apprentissage d'une *méthode mathématique* : par exemple la résolution d'une équation, la construction d'un triangle dont les côtés sont donnés, ...
- l'objectif concerne l'apprentissage d'une *méthode heuristique* : devant tel problème,

il faut penser à tels théorèmes, quand on cherche un problème de géométrie il faut faire plusieurs figures, ...

— l'objectif concerne la prise en compte d'une *difficulté particulière* observée chez les élèves comme dans l'exemple de fiche présenté ci-dessus.

Il va de soi que plusieurs de ces objectifs peuvent être poursuivis dans une même fiche.

b) Les objectifs d'une activité ne se déterminent pas a priori mais à l'issue du travail de mise au point de la fiche. Tant que celle-ci n'a pas été expérimentée, les objectifs annoncés ne sont que des hypothèses. La première idée qui vient à l'esprit si les choses ne se passent pas comme on l'attendait est qu'il faut modifier la fiche pour qu'elle corresponde à l'objectif fixé initialement. Dans la pratique ce n'est pas ce qui se produit : on est souvent amené à modifier un objectif, à le redéfinir ou à le particulariser en fonction de la fiche sur laquelle on travaille [9]. Il arrive même que l'expérimentation montre la nécessité de renoncer définitivement à l'objectif retenu a priori pour l'activité. Naturellement cela n'empêche pas, par ailleurs, d'essayer de mettre au point une nouvelle fiche avec l'objectif initial.

2 - L'analyse de la situation

Cette analyse joue un rôle central dans la mise au point d'une fiche. Sans elle, aucun progrès n'est vraiment possible : les objectifs restent des intentions purement formelles et l'expérimentation elle-même n'apporte aucune idée nouvelle, aucun élément décisif dans la démarche de conception. C'est aussi l'analyse la plus difficile à mener et celle qui requiert le plus de com-

pétences différentes (c'est d'abord pour elle que le travail en équipe, grâce aux confrontations qu'il permet, est indispensable).

Cette analyse pourra, suivant les situations, être menée à partir de points de vue différents (c'est pourquoi l'usage d'une grille unique n'est, comme pour les objectifs, d'aucune utilité). Deux axes ont toutefois une importance telle qu'ils sont présents dans tous les cas :

- l'analyse du *contenu de connaissance*,
- l'analyse de la *tâche*.

a) L'analyse du contenu de connaissance

S'agissant d'une situation à finalité didactique, la fiche d'activité a un "contenu de connaissance" c'est-à-dire qu'elle "met en jeu" des concepts, des notions, des méthodes, des algorithmes, ... relevant des mathématiques et, éventuellement, d'autres champs disciplinaires. L'analyse de ce contenu ne consiste pas seulement à citer les connaissances qui apparaissent explicitement dans la fiche. Elle doit s'intéresser aussi à celles qui sont impliquées de manière implicite dans l'activité et dans la solution du problème proposé. Elle doit débusquer celles que l'on ne voit pas au premier coup d'œil. Elle doit faire apparaître les liens complexes qui peuvent exister entre ces différentes connaissances.

Dans l'exemple retenu - *Le promeneur et les camions* - bien que l'objectif principal se situe au niveau d'une capacité assez générale (la capacité de se représenter une situation complexe) plusieurs contenus ont un rôle tout à fait essentiel :

— un *contenu mathématique* : l'activité concerne un problème de représentation graphique de fonctions affines par morceaux ; il

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHEMATIQUES

y a deux variables : l'espace et le temps, la première variant de manière affine en fonction de la seconde (en réalité, dans la première question, une évaluation grossière du temps et de l'espace suffit pour donner la réponse : il s'agit simplement de repérer un nombre fini de fait ; la donnée 6 km , en particulier, est inutile) ; ce n'est pas dans ce but qu'elle a été fabriquée mais l'activité pourrait être centrée sur ce contenu et être utilisée comme activité préparatoire pour l'apprentissage des représentations graphiques ;

— un *contenu physique* : une des difficultés du problème vient du rôle que joue la vitesse ; celle-ci est supposée constante bien que cela ne soit pas explicite (l'expérience montre que les élèves le savent) ; pour la 2ème question il s'agit d'une donnée essentielle bien que sa valeur numérique soit très peu utile ;

— la démarche de modélisation induite par cette activité représente aussi, bien sûr, un *contenu méthodologique* important pour l'enseignement des mathématiques.

b) *L'analyse de la tâche*

Cet outil d'analyse trouve son origine en psychologie du travail où il permet de décrire et de modéliser des situations dans lesquelles on a un *but* à réaliser dans des *conditions* bien déterminées. On peut considérer que l'élève placé dans une situation-problème se retrouve face à une tâche à réaliser : il a un *but* bien défini à atteindre et il doit trouver une *manière de procéder* qui tienne compte des *conditions* définies par la situation, en particulier des contraintes qui lui sont imposées mais aussi des aides éventuelles auxquelles il peut recourir.

La notion de *tâche*, comme la notion d'objectif, est très en vogue actuellement en pédagogie mais son utilisation est loin

d'être claire (9). L'analyse de la tâche concerne, dans notre démarche, l'analyse de situations particulières (et non pas une description générale des "tâches" qui n'a aucun intérêt à l'heure actuelle) et prend en compte quatre aspects de ces situations :

— le *but* proposé à l'élève,

— les *procédures* qui permettent d'atteindre ce but,

— les *contraintes* et les *aides* qui définissent les conditions dans lesquelles la tâche doit être réalisée.

Dans l'exemple choisi, l'analyse de la tâche a joué un rôle primordial :

— la nature du but proposé, sa décomposition en sous-buts et sa formulation ont fait l'objet d'une étude attentive et de nombreuses expérimentations ; pour la 1ère question (annexe I), par exemple, le but est de trouver le nombre de rencontres mais la consigne (bien séparée de l'énoncé du problème lui-même par un jeu d'écriture et d'encadré) demande de réaliser un schéma ou un texte en vue "*d'expliquer la réponse à ces deux questions*" ; le but de la représentation n'est pas de trouver la réponse mais de l'expliquer et cela change beaucoup de choses ainsi que nous avons pu l'observer ;

- la présence d'un dessin dans l'énoncé (qui n'est pas déterminante d'ailleurs mais que nous avons maintenu car il "agrémenté" l'énoncé), les valeurs numériques choisies, le vocabulaire utilisé,... résultent d'une analyse des conditions (à la fois contraintes et aides) qui optimisent l'activité des élèves ; on veut confronter l'élève à un *vrai problème*, un but qui a du *sens* en tant que problème mathématique mais ne pas le bloquer sur un obstacle insurmontable ;

— les aides apportées au cours de la réalisation de la tâche (les quatre schémas -

annexe II) ont été élaborées à partir des procédures mises en œuvre spontanément par les élèves ; l'observation a montré que l'ensemble des modes de représentation imaginés par les élèves pouvaient être classés en quatre catégories ; les aides ont alors pour fonction de leur permettre d'aller au bout de leur idée en la retrouvant dans un ensemble d'idées possibles.

D'autres points de vue que celui du *contenu mathématique* et de la *tâche* peuvent être très utiles pour analyser la situation. Les questions de *formulation*, par exemple, pourront, dans certains cas, être traitées en liaison avec le contenu de connaissance ou avec la tâche mais, dans d'autres cas, elles nécessiteront une analyse à part entière. De même, l'analyse du *processus didactique* qui caractérise la situation nécessite d'autres outils que ceux présentés ici (la fiche comme support de l'activité n'est qu'un élément d'un processus plus large devant conduire les élèves à certains apprentissages : la fiche est-elle faite totalement ou partiellement en groupe? comment et quand l'enseignant intervient-il? quels sont les enjeux du travail proposé?...)

3 - L'analyse de l'activité des élèves

Cette analyse est le moteur de toute la démarche. Sans une expérimentation sérieuse et une observation attentive de l'activité induite par la fiche, non seulement un niveau minimum de reproductibilité ne pourra être atteint, mais la démarche elle-même perdra toute sa dynamique. Les longues discussions à propos de l'intérêt de telle formulation ou de tel élément de la fiche, par exemple, n'ont de sens que si elles font référence à des observations précises ; dans le cas contraire, on

tombe vite dans ces interminables discussions académiques qui composent tant de stages de formation sans beaucoup faire avancer les choses.

Mais l'observation des élèves et l'analyse de leur activité (activité matérielle : ce qu'ils font effectivement mais aussi activité *cognitive* : comment interprètent-ils tel élément de la fiche ? comment parviennent-ils à telle conclusion ?...) ne sont pas des "tâches" faciles pour les enseignants-concepteurs. Nous ne décrirons pas ici toutes les modalités possibles de cette approche [10]. Nous ferons seulement trois remarques :

a) L'analyse de l'activité des élèves induite par une situation didactique comme une fiche d'activité ne consiste pas en une analyse "psychologique" du comportement de ces élèves. Cette analyse est menée nécessairement en liaison avec les autres analyses décrites (objectifs, contenus de connaissance, tâche, ...) ; ce sont les hypothèses et les choix didactiques qui servent principalement de références et non des hypothèses sur les processus psychologiques eux-mêmes. Cette analyse ne nécessite donc pas de compétences particulières sinon celles que donne une analyse approfondie de la situation particulière que l'on a choisi d'étudier (des hypothèses de nature plus psychologique peuvent toutefois s'avérer utiles à certains moments et la participation d'un psychologue ou d'un spécialiste de sciences humaines à une équipe est souvent un "plus").

b) Beaucoup d'enseignants pensent que l'observation nécessite des techniques particulières, des "grilles" par exemple. En fait, la condition la plus importante se situe au niveau de l'attitude de celui qui observe

**CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES**

(en dehors du fait qu'il faut savoir quoi observer mais ceci relève de l'analyse des objectifs et de la situation). Donnons deux "règles" parmi les plus importantes :

— le suivi du travail des élèves pendant un temps suffisamment long est sans doute la condition principale (dans le cas d'un travail de groupe : ne pas hésiter à rester avec le même groupe pendant toute la séance) ;

— une intervention aussi limitée que possible dans le travail des élèves est une autre règle importante (des interventions "contrôlées", sous forme de questions par exemple, peuvent toutefois être souhaitables dans certaines circonstances).

c) Cette démarche d'observation et d'analyse de l'activité des élèves a une double fonction dans la mise au point d'une fiche :

— elle sert à valider la fiche en tant que situation-problème ; ainsi que nous l'avons dit précédemment, un des critères principaux d'une "bonne" fiche est la nature de l'activité qu'elle provoque chez les élèves ; or, seule l'observation permet de décider si cette activité est bien de type "résolution de problème" ;

— mais elle sert également à comprendre mieux la nature des difficultés rencontrées par les élèves et à "imaginer" des moyens (en particulier au niveau de la tâche) pour éviter que le fonctionnement de la fiche ne s'enraye.

Dans l'exemple présenté en annexe (*Le promeneur et les camions*) l'observation et l'analyse de l'activité des élèves ont conduit à des choix qui se sont avérés déterminant pour l'efficacité de la fiche (l'expérimentation a porté sur les quatre niveaux du collège, sur des classes de 4ème technologique et de BEP ainsi que sur des groupes

d'apprentis et des stages "16-18 ans"). Le choix des aides, par exemple, résulte d'une observation faite à plusieurs reprises : les élèves ont bien l'idée d'un mode de représentation et commencent sa réalisation mais ne vont pas jusqu'au bout de celle-ci (ce fait s'interprète relativement bien dans le cadre d'une hypothèse faite par ailleurs : celle d'une "instabilité" de la représentation chez les élèves en difficulté [11]) ; il fallait alors relancer leur activité et les amener à une représentation plus précise de la situation en les incitant à terminer leur schéma.

Cette démarche de conception que nous venons d'évoquer est, en fait, celle qui a été adoptée spontanément par de nombreux groupes de recherche dans les Irem à une certaine époque. Si nous éprouvons le besoin, aujourd'hui, de la rappeler et de la décrire un peu formellement c'est parce que les nouvelles structures de formation (MAFPEN, IUFM) et le succès de certaines approches pédagogiques plus faciles et plus rassurantes ont, peu à peu, éloigné les enseignants d'une telle démarche de recherche/conception jugée souvent trop "longue" et trop astreignante. Ce sont les chercheurs en didactique qui pourraient relancer cet intérêt pour l'ingénierie didactique. Malheureusement, l'orientation actuelle de nombreuses recherches, souvent plus "théorique", décourage également bon nombre d'enseignants.

**EN CONCLUSION : QUELQUES
QUESTIONS A APPROFONDIR**

Nous voudrions évoquer, en guise de conclusion, trois questions qui nous paraissent importantes mais que nous n'avons pu aborder dans le cadre de cet article.

1) La question de "l'exploitation" des fiches d'activité et de l'intégration de ces situations particulières dans une *stratégie d'enseignement cohérente*. Une fiche d'activité isolée, ou même un ensemble de fiches, ne constituent pas, en tant que tel, un véritable processus didactique ; il est important alors de réfléchir à la manière de les articuler avec d'autres situations de nature différente.

Nous avons peu travaillé, à l'Irem de Rennes, sur cette question des séquences d'activités. La question de la mise au point d'activités performantes nous a paru préalable et correspondre mieux aux besoins immédiats des enseignants. Nous pensons en effet que les enseignants n'ont pas à leur disposition suffisamment d'activités et de situations-problèmes validées ; l'enseignement par activités est sans doute moins une affaire de conviction pédagogique qu'une affaire d'*outils* : on ne fait pas de pédagogie active avec sa seule bonne volonté ; il faut des outils, nombreux, variés et "bien faits" ; or, même en mathématiques, après une vingtaine d'années de recherche en didactique, c'est loin d'être le cas : on a beaucoup d'idées théoriques et d'*idées d'activité* mais la mise en œuvre de ces idées conduit plus souvent les enseignants à des déceptions qu'à un renforcement de leurs convictions concernant le travail par activités ; la démarche décrite ici vise à combler cette pénurie de *bonnes activités*.

Dans une recherche sur les équations [3], une distinction introduite entre des fiches de préparation "lointaine" et des fiches de préparation "rapprochée" nous a cependant conduits à avancer un peu dans l'étude des conditions qui permettent d'intégrer au mieux un ensemble de fiches d'activité dans une stratégie d'enseignement cohérente par rapport à un apprentis-

sage donné. Il est évident que de nombreux travaux seront nécessaires pour avancer sur cette question difficile.

2 - La question de la "reproductibilité"

Dans la perspective où nous nous plaçons ici, il ne s'agit pas de se poser le problème de la reproductibilité d'une situation didactique complexe, comme le fait par exemple M. ARTIGUE dans sa thèse [12]. Il s'agit de se demander à quelles conditions on peut estimer qu'une fiche est un *outil utilisable* par un enseignant dans des séquences didactiques conçues par lui. Il nous semble que deux critères sont essentiels :

— *La réussite des élèves* : il faut que dans les conditions d'utilisation annexées à la fiche, un nombre suffisant d'élèves arrivent à atteindre avec succès le but proposé par la fiche.

— *Les objectifs de la fiche* : il est pratiquement impossible de savoir si une fiche peut atteindre tel objectif exprimé en termes généraux, d'autant plus que cela dépend évidemment de manière essentielle de la séquence didactique dans laquelle elle sera incluse. C'est pourquoi, pour mesurer la reproductibilité d'une fiche, il nous semble qu'il faut retenir le critère des objectifs sous la forme : voir apparaître dans une classe tels types de démarches, telles procédures ou des procédures suffisamment variées. En d'autres termes, comme le dit G.VERGNAUD [13], il faut que les conduites réellement observées dans une classe soient suffisamment proches de celles décrites par les concepteurs de la fiche, pour que l'enseignant puisse les considérer comme prévisibles et donc les exploiter au mieux dans la séquence didactique dans laquelle la fiche est incluse.

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

Malgré cette conception restreinte, la reproductibilité d'une fiche n'est pas facile à mettre en évidence. Il faut en effet l'expérimenter dans des conditions standard (c'est-à-dire en particulier par des enseignants n'ayant pas participé à la conception) dans de nombreuses classes et recueillir de manière fiable les résultats.

3 - La question de l'informatique

Nous avons beaucoup travaillé à l'Irem de Rennes sur la conception de produits informatiques, avec une problématique et des méthodes analogues à celles décrites ci-dessus. Les avantages de l'informatique par rapport à la situation papier se situent à deux niveaux :

— *D'une part pour l'analyse de la réponse des élèves.* Il est très difficile à un enseignant dans sa classe d'analyser de manière pertinente ce que font les élèves et de

repérer les blocages ou les progrès. Après une étude didactique approfondie d'une activité, il est possible de concevoir des programmes informatiques qui utilisent des indices dans les actions des élèves pour faire des hypothèses sur leurs difficultés et apporter ainsi au moment opportun une aide mieux adaptée.

— *D'autre part, l'informatique est un outil irremplaçable de gestion.* Il est beaucoup plus facile de concevoir avec cet outil une fiche comportant plusieurs tâches articulées entre elles, et de les gérer en tenant compte des réponses de l'élève.

Il existe actuellement très peu de produits de ce type sur le marché. En effet non seulement leur conception demande un travail didactique très important, mais leur diffusion et leur adaptation au matériel disponible dans les établissements posent des problèmes mal résolus.

REFERENCES

- [1] *Les difficultés des élèves : des activités, des progrès*
Tomes 1 et 2 - Irem de Rennes - 1987.
- [2] *Développer l'activité de représentation*
Irem de Rennes - 1990.
- [3] *Vers les équations*
Irem de Rennes - 1989.
- [4] *Je, tu, ils, elles ... argumentent*
Irem de Rennes - 1988.
- [5] DOUADY (R).
Thèse : *Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques*
Université de Paris VII - 1984.
- [6] BALACHEFF (N).
Preuve et démonstration en mathématiques au collège
Recherches en Didactique des Mathématiques - Vol 33 - 1982.
- [7] *Lire et écrire des textes mathématiques : vers la rédaction des démonstrations*
A paraître - Irem de Rennes - 1992.
- [8] ARSAC (G), GERMAIN (G) et MANTE (M)
Problèmes ouverts et situations-problèmes
Irem de Lyon - 1988.
- [9] JULO (J)
L'analyse psychologique de la tâche : statut et rôle en didactique des disciplines
Non publié - Irem de Rennes - 1991.
- [10] JULO (J)
Les méthodes de recherche en didactique : méthodes lourdes-méthodes légères
Formation - CRDP de Rennes - 1989.
- [11] HOUDEBINE (J) et JULO (J)
Les élèves en difficulté dans le 1er cycle de l'enseignement secondaire : pour une intervention didactique différenciée
Revue Française de Pédagogie - 84 - 1988.
- [12] ARTIGUE (M)
Thèse : *Contribution à l'étude de la reproductibilité des situations didactiques*
Irem de Paris 7 - 1984.
- [13] VERGNAUD (G)
Didactique du concept de volume
Recherches en Didactique des Mathématiques - Volume 4-1 - 1983.

ANNEXE 1

Le promeneur et les camions

C.C.A.F.E. - I.R.E.M. - C.L.P.S.
"Représentations"

RENNES
1989

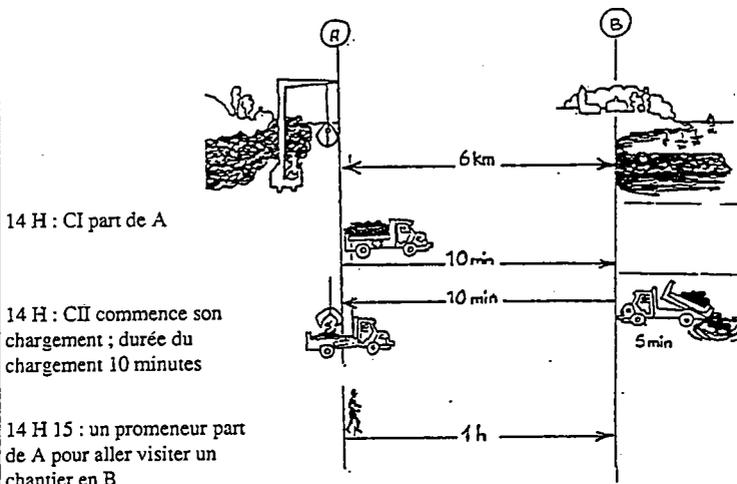
FICHE 1

LE PROMENEUR ET LES CAMIONS

Voici un problème . Le travail demandé est de réaliser des schémas ou d'écrire un texte qui permettent d'expliquer facilement les réponses aux questions du problème.

Une entreprise de camionnage transporte de la terre d'un dépôt A à un lieu B afin d'y construire une digue et utilise pour cela deux camions CI et CII. On vous communique les renseignements suivants :

- la distance de A à B est de 6 km
- les camions parcourent la distance entre A et B (ou entre B et A) en 10 minutes
- la durée du chargement d'un camion en A est de 10 minutes
- la durée du déchargement d'un camion en B est de 5 minutes
- on suppose que la rotation des camions est ininterrompue



1°)

- a) Combien de fois le promeneur sera croisé par les camions CI et CII entre A et B ?
- b) Combien de fois le promeneur sera doublé par les camions CI et CII entre A et B ?

1) Réalise un schéma ou écrit un texte qui permette d'expliquer facilement la réponse à ces deux questions.

ANNEXE 2

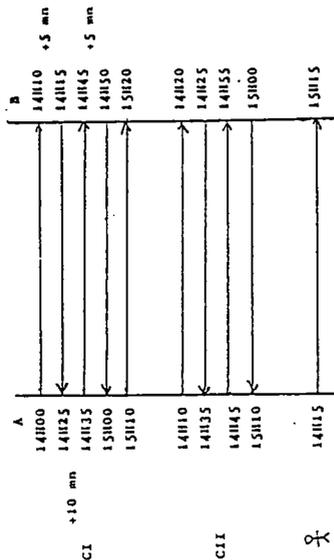
RENNES
1989

C.C.A.F.E. - I.R.E.M. - C.L.P.S.
"Représentations"

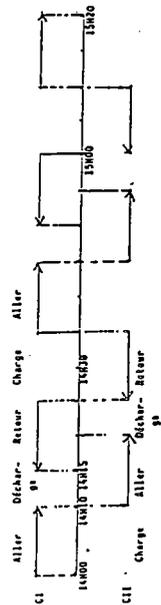
FICHE 2

Ces idées peuvent vous aider à finir votre schéma ou votre texte.

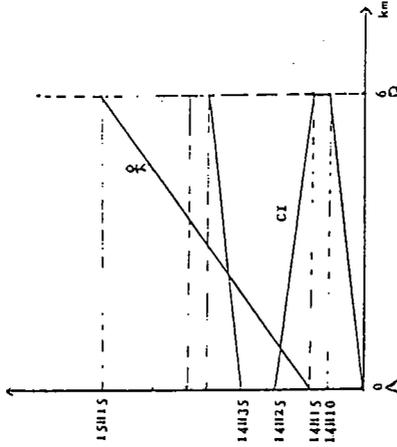
Première idée



Deuxième idée



Troisième idée



Quatrième idée

- 14H00 CI part de A.
- 14H10 CI arrive en B et CII part de A.
- 14H15 \bar{X} part de A et CI part de B.
- 14H20 CII arrive en B.
- 14H25 CI arrive en A et CII part de B.
- 14H35 CI part de A et CII arrive en A.
- 14H45 CI arrive en B et CII part de A.
- 14H50 CII part de B.
- 14H55 CII arrive en B.
- 15H00 CI arrive en A et CII part de B.
- 15H10 CI part de A et CII arrive en A.
- 15H15 \bar{X} arrive en B.

CONCEVOIR DE "BONNES" FICHES
D'ACTIVITE EN MATHÉMATIQUES

ANNEXE 3

C.C.A.F.E. - I.R.E.M. - C.L.P.S.
"Représentations"

RENNES
1989

FICHE 3

- 2) À quelles heures et à quelles distances du point A auront lieu les rencontres du promeneur avec le camion.

Réalise un nouveau schéma ou complète le premier schéma pour expliquer la réponse à cette question.

ANNEXE 4

**Le "matériau initial" de la fiche
Le promeneur et les camions**

Une entreprise de camionnage transporte de la terre d'un dépôt A à une point B afin d'y édifier une digue et utilise à cette fin deux camions C1 et C2.

- la vitesse supposée constante d'un camion vide ou plein est 50 km/h ;
- la durée du chargement d'un camion en A est 12 min ;
- la durée de déchargement d'un camion en B est 6 min ;

On suppose que le rythme de rotation des camions est ininterrompue.

Trois évènements ont lieu simultanément à 14 h :

- le camion C1, chargé, part de A ;
- le camion C2 commence son chargement ;
- un promeneur part de A pour aller visiter le chantier B et sa vitesse supposée constante est 5 km/h.

La distance de A à B est 5 km.

1° Représenter graphiquement les mouvements respectifs de C1, C2 et du promeneur de 14 h à 15 h.

échelles : 1 cm pour 6 min en abscisses
1 cm pour 0,5 km en ordonnées

2° Utiliser le graphique obtenu pour déterminer

- a) le nombre de fois que le promeneur est croisé par un camion entre A et B ;
- b) le nombre de fois qu'il est doublé par un camion ;
- c) l'heure approximative à laquelle ces rencontres ont lieu et à quelle distance du point A.