
DU FORMATEUR VERS L'EIAO : ...TUDIER DES STRAT...GIES DE COMMUNICATION¹.

Marilyne MACRELLE

CRIN (CNRS) - Équipe Informatique et Formation
bâtiment LORIA- Campus scientifique - B.P. 239
54506 Vandœuvre-lès-Nancy
E-mail : macrelle@loria.fr

RESUME

L'objectif de cet article est d'identifier les caractéristiques de l'aide apportée par un formateur dans une situation où ses compétences sont dépassées. Notre intention à long terme est d'implanter des stratégies d'intervention dans un Environnement Interactif d'Apprentissage avec Ordinateur (EIAO) à partir de ces caractéristiques. Pour cela nous avons recueilli un corpus d'interaction verbales (trilogues "formateur-élève-élève") entre un formateur non expert et deux élèves dans le cadre d'une expérimentation sur le terrain. Cette expérimentation réunissait des formateurs et des élèves pour une expérience avec des fusées d'une trentaine de centimètres de haut, que nous appelons microfusées. Elle a eu lieu pendant une journée dans un "centre de découvertes scientifiques et techniques"^a (CAPTIVA, Lyon). Les formateurs ont reçu une formation pour garantir la sécurité des participants dans l'encadrement de cette activité mais ils sont novices dans la construction, le lancement et l'utilisation du modèle physique du vol de la fusée. C'est en cela qu'ils ont des connaissances incomplètes. L'étude s'est centrée sur une partie spécifique de l'activité, où les élèves élaborent des hypothèses sur les paramètres qui entrent en jeu dans le vol de la fusée, font des hypothèses et montent une expérimentation pour tester une hypothèse. Nous avons enregistré cette partie de l'activité puis transcrit les enregistrements vidéo et audio recueillis. Dans ce corpus nous analysons les interventions du formateur en trois étapes. Nous nous sommes appuyés pour ce faire sur les recherches en psychologie cognitive, en intelligence artificielle et en sciences du langage. Dans la première étape de l'analyse, nous étudions les objectifs du formateur dans la relation d'aide sans nous occuper pour l'instant de l'utilisation des connaissances du domaine de la physique concernée. Pour cela nous appliquons à ce corpus une grille d'analyse, définie par les catégories d'étayage de Bruner. Cependant la tâche à laquelle Bruner avait appliqué ses catégories étant différente de la notre, nous les étendons à de nouvelles catégories plus adaptées à notre tâche. Dans la deuxième étape de l'analyse nous étudions l'incidence des connaissances incomplètes dans la relation d'aide. Pour cela nous étiquetons les catégories obtenues dans la première phase en fonction de leur rapport aux connaissances du domaine. Enfin dans la troisième phase, nous focalisons notre analyse sur une stratégie efficace, utilisant les répétitions, qui est fortement privilégiée par les formateurs : l'usage des reprises et des reformulations des paroles.

1. INTRODUCTION

Dans cette étude, nous étudions les stratégies de communication utilisées par un formateur lorsqu'il guide la résolution de la tâche dans un milieu d'apprentissage. L'objectif est de caractériser l'aide apportée par un formateur non expert afin d'implanter des stratégies d'interventions dans un Environnement Interactif d'Apprentissage avec Ordinateur (EIAO).

Aujourd'hui, les EIAO sont des systèmes informatiques conçus à la fois pour aider l'apprenant dans la réalisation d'une tâche et faciliter sa construction de savoir, et pour aider l'enseignant dans la gestion de sa tâche pédagogique.

Ces dernières années, les recherches sur ces EIAO ont étendu leur objet d'étude au delà de l'apprenant individuel (le paradigme "un apprenant/un ordinateur")

en insistant sur l'étude des situations d'apprentissage en groupe et l'élaboration des "Systèmes d'Apprentissage Coopératif" [CSCL, 1995].

Dans les circonstances où un apprenant coopère avec un ou plusieurs autres apprenants, un système informatique et un enseignant, il faut comprendre les interactions pour pouvoir générer un guidage. Le problème qui se pose alors est de décider comment partager la responsabilité de ce guidage entre un formateur humain et la machine. Cette problématique de la coopération a été abordée par Leroux et Vivet [Leroux, 1996]. Ils ont défini un modèle d'assistant pédagogique pour gérer deux types de coopération, l'un local, l'autre global. Le premier correspond à la coopération de l'assistant pédagogique avec les élèves, le second, à sa coopération avec l'enseignant.

Dans une interaction avec un apprenant, un EIAO

¹ Ce travail a été encadré par Michael Baker, UMR GRIC ^a (CNRS - LYON II), Équipe COAST ^b, ENSL, 46 allée d'Italie, 69364 LYON cedex 07 (mbaker@ens-lyon.fr) dans le cadre du stage de DEA de Sciences Cognitives.

^a Unité Mixte de Recherche (CNRS - Université Lyon 2) "Groupe de Recherches sur les Interactions Communicatives"

^b "Communication et Apprentissage des savoirs Scientifiques et Techniques"

peut être confronté à une situation où il ne peut aider l'apprenant à surmonter sa difficulté. En effet dans un EIAO trois types de compétences sont implantées : des compétences du domaine (Exemple : connaissances, savoir-faire, etc. associés à la géométrie euclidienne) des compétences didactiques, des compétences pédagogiques. Toutes ces compétences sont moins élaborées que pourrait l'être celles d'un expert, aussi il arrive que l'apprenant soit bloqué dans la résolution d'une tâche ou la compréhension d'un concept, et que l'EIAO ne puisse l'aider. Par exemple l'EIAO a épuisé toutes les ressources dont il disposait pour présenter un concept ou encore ne sait pas résoudre le problème dans ce cas.

Dans le but d'implanter des stratégies d'intervention dans un EIAO dans ce contexte de dépassement de compétences, i.e. où l'EIAO ne peut aider l'apprenant à surmonter sa difficulté, l'approche que nous choisissons dans une première étape consiste à étudier les stratégies développées par un formateur dans des situations semblables de dépassement de son niveau de compétence pour caractériser les stratégies de communication qu'il emploie.

Pour observer les stratégies de communication d'un formateur dans cette situation, nous avons mené une expérimentation sur le terrain. Elle réunissait des élèves et des formateurs, dans un "centre de découvertes techniques et scientifiques" (CAPTIVA, Lyon). Les élèves devaient monter une expérimentation pour tester une hypothèse sur le vol de petites fusées (microfusées). Les formateurs *non experts*, formés pour garantir la sécurité lors de cette activité, guidaient les élèves (regroupés par deux) dans leur apprentissage (une dyade par formateur). Le travail que nous présentons a pour but de formaliser le corpus recueilli lors de l'expérimentation afin d'identifier les guidages efficaces.

Notre étude s'appuie sur les recherches en psychologie pour l'étude de la relation d'aide, en Intelligence Artificielle pour les modèles de coopération et d'interaction, en linguistique pour l'étude des interactions verbales et en sciences du langage pour la modélisation des processus interactifs tels que la reformulation. Notre approche est donc volontairement pluridisciplinaire.

Dans cet article, nous présentons la situation d'étude qui nous a permis de recueillir un corpus et la tâche de chacun des participants. Nous analysons ce corpus en trois étapes. Nous catégorisons d'abord les interventions verbales du formateur suivant une grille d'analyse, définie à partir des catégories d'étayage de Bruner. Cette analyse globale sert ensuite de base à une analyse plus fine des interventions du formateur en fonction de leur rapport aux connaissances du domaine. Enfin nous focalisons notre analyse sur l'emploi par le formateur des reprises et reformulations d'interventions verbales.

2. ...LABORATION D'UN CORPUS

Pour observer les stratégies de communication d'un formateur nous avons recueilli un corpus d'interactions verbales lors d'une expérimentation sur le terrain. Nous présentons d'abord la situation d'étude, puis la méthode de recueil du corpus.

1 Description de la situation d'Étude

Le contexte d'apprentissage est celui d'une activité de construction de microfusées pour laquelle les élèves et les formateurs sont volontaires. Une microfusée est une fusée d'une trentaine de centimètres de haut. Elle est propulsée par un moteur à poudre, une sorte de "pétard" qui se consume au lieu d'exploser. Dans ce paragraphe, nous présentons les hypothèses qui justifient le choix de cette situation d'étude, puis les acteurs, la tâche et l'étude. Nous désignons par tâche l'activité "microfusée" dans sa globalité, tandis que l'étude est la partie de la tâche sur laquelle porte le recueil et l'analyse des interactions verbales.

.1 Nos hypothèses

Nous présentons ici les cinq hypothèses qui sous-tendent le choix de la situation d'étude.

Hypothèse 1 — Les productions verbales sont un indicateur de l'activité de l'apprenant, d'après Vygotski [Garnier, 1991], d'où l'intérêt de recueillir les interactions verbales et de les analyser.

Hypothèse 2 — "L'agir" est au cœur de la construction de la personne et de ses compétences. C'est pourquoi notre activité favorise l'action propre de l'élève. Dans ce but, nous avons donné la consigne aux formateurs de ne pas faire et dire à la place des élèves.

Hypothèse 3 — La construction du savoir de l'élève passe par une action sur ses représentations,

[Giordan, 1994]. C'est pourquoi la tâche choisie dans notre situation d'étude a pour but de favoriser le travail de l'élève sur ses représentations en amenant à nommer les paramètres qui, à son avis, influencent le vol de la microfusée (par exemple l'existence d'ailerons ; la taille, le nombre et la position de ces ailerons), à formuler des hypothèses concernant ces paramètres ("une fusée trop petite tombe plus vite"), à tenter une explication et à tester une hypothèse par une expérimentation.

Hypothèse 4 — À partir de l'observation du vol correct d'une microfusée témoin, et par la variation systématique d'un paramètre donné dans la construction de plusieurs autres microfusées semblables, il est possible de comprendre et de prévoir leurs trajectoires. C'est pourquoi nous encourageons les élèves dans cette voie (directive donnée aux formateurs).

Hypothèse 5 — L'apparition de conflits socio-cognitifs favorise la construction des savoirs des apprenants ([Balacheff, 1991], [Garnier, 1991], [Piéty, 1996], [Webb, 1987]). Ces conflits sont ceux qui apparaissent quand des apprenants travaillant en groupe ont par exemple des avis différents sur la manière de résoudre un problème. Le conflit est social car chaque apprenant souhaite que son point de vue soit reconnu par le groupe. Le conflit est cognitif car il met en jeu la compréhension que l'apprenant a du problème. Cette "représentation" du problème à une cohérence interne et un domaine de validité. D'après la théorie des conflits socio-cognitifs, l'apprenant va expliquer cette cohérence pour défendre son point de vue devant les autres apprenants. Chaque apprenant en faisant autant, le

groupe est ainsi amené à négocier une représentation commune qui permettrait à chaque apprenant de faire évoluer la sienne ([Baker, 1995], [Moysse, 1992]). Ce type de situation devrait donc favoriser l'expression et la confrontation des représentations et des connaissances des élèves. Le rôle du formateur dans un tel conflit est primordial : d'une part il favorise les débats sur les idées et l'écoute réciproque des participants, d'autre part il évite les conflits de personnes. C'est pourquoi nous avons choisi de mettre les élèves par deux afin de favoriser l'apparition de conflit socio-cognitifs.

.2 Les acteurs

Les participants à l'activité microfusées sont six élèves et trois formateurs.

Les six élèves sont issus d'une même classe de CM2. Ces élèves ont 10 ou 11 ans et n'ont pas encore eu d'enseignement en physique.

Deux formateurs avaient effectué leur formation deux mois auparavant. L'institutrice qui accompagne les élèves joue le rôle du troisième formateur (elle a remplacé au dernier moment un formateur absent). Elle n'a aucune connaissance sur le vol des microfusées.

La formation des formateurs — La formation que deux formateurs avaient reçu deux mois auparavant s'appelle un "agrément microfusées". Cette formation de 25 heures minimum, a pour but de permettre aux futurs encadrants d'activités microfusées de garantir la sécurité de participants lors de la construction et du lancement de microfusées. Elle comprend d'une part des apports techniques sur l'utilisation des matériaux, la technologie des moteurs des microfusées et l'utilisation de techniques et d'outils. Elle comprend d'autre part des apports théoriques sur la combustion, la propulsion et la mécanique du vol de la fusée. Cependant en 25 heures il n'est pas possible d'avoir une maîtrise de toutes ces choses et ce n'est qu'avec une longue expérience que ces formateurs maîtriseront ces connaissances et acquerront une compétence. Les trois formateurs rentrent donc tous dans le cadre que nous nous sommes fixés : des formateurs non spécialistes qui doivent aider les élèves, alors qu'ils ont une connaissance incomplète du domaine.

Pour montrer la complexité des compétences en jeu, nous présentons brièvement quelques éléments de la physique du vol de la microfusée.

Un peu de physique — Nous disons qu'une fusée est stable quand elle a une trajectoire prévisible en vol : cette trajectoire est parabolique (c'est par exemple la trajectoire d'un rocher lancé avec une catapulte), de plus elle est toujours dirigée dans le sens contraire du sens du vent, on dit que la fusée "remonte" le vent.

Une fusée *stable* répondra à toute perturbation consistant à écarter la fusée de la direction du vent, par une réaction ramenant la fusée dans la direction du vent.

Nous disons qu'une fusée est *instable* soit lorsqu'elle est incapable de faire les rectifications qui compenseraient une perturbation, soit lorsqu'elle amplifie toute perturbation. La trajectoire d'une fusée instable est

imprévisible. La fusée amplifiant les perturbations, se *retourne* dans tous les sens, dès la première perturbation rencontrée, sans tenir compte du sens du vent. (Les élèves disent qu'elle "vrille").

Nous disons qu'une fusée est *surstable* lorsqu'elle corrige très rapidement les perturbations. Elle se couche alors très rapidement sur le sens du vent et adopte le comportement d'un missile. Par ailleurs, le vent n'étant pas régulier, la fusée rectifie sans arrêt sa trajectoire : on dit qu'elle "danse". (Les élèves disent aussi qu'elle "zigzague"). Une fusée surstable est moins dangereuse qu'une fusée instable, donc dans la suite nous parlerons essentiellement des fusées stables et instables.

La stabilité d'une fusée dépend principalement de deux forces : la résultante des forces de pesanteur et la résultante des forces aérodynamiques. C'est principalement de la position relative des points d'application et des intensités relatives de ces deux forces que dépend la stabilité de la microfusée.

Il est aisé de déterminer le point d'application de la résultante des forces de pesanteur, le poids, sur une microfusée. Il dépend de la masse et de la position relative des divers constituants de la microfusée (ce sont des paramètres de la microfusées). Ce point d'application est le point par lequel on peut tenir la microfusée en équilibre d'un doigt. Il est aussi aisé d'estimer l'intensité du poids, à partir de la masse de la fusée (autre paramètre).

Il est cependant moins aisé de déterminer l'intensité et le point d'application de la résultante des forces aérodynamiques, la portance. Point d'application et intensité dépendent de la "force" du vent (sa vitesse), et des caractéristiques physiques de microfusées : taille, surface, nombre d'ailerons, positions des ailerons, état de la surface, etc. (encore des paramètres.)

Un formateur expert est capable de "sentir" la position des points d'applications et de prévoir la stabilité de la fusée en combinant les différents paramètres. Cependant cette compétence ne s'acquiert qu'avec une longue expérience. Par conséquent un formateur qui a reçu sa formation deux mois auparavant ne peut pas prévoir la stabilité d'une fusée et encore moins argumenter et expliquer pourquoi telle fusée était stable/instable et quel changement minimum la rendrait instable/stable. Ils ne peuvent donc pas fournir des explications certaines aux élèves. C'est en cela que nous considérons qu'ils ont une *connaissance incomplète du modèle physique* du vol de la microfusée.

.3 La tâche

L'objectif pédagogique de l'activité est une construction de savoir relatif au vol de microfusées via l'activité proposée. La tâche des élèves et des formateurs est une activité microfusée, en trois temps : avant "l'expérimentation", pendant "l'expérimentation", après "l'expérimentation". Nous désignons par expérimentation la seconde période de cette activité, dans laquelle prend place l'étude.

Avant l'expérimentation — Quinze jours avant l'expérimentation, nous avons rencontré les élèves dans leur école, d'une part pour présenter l'activité

proposée, et d'autre part à faire émerger une partie au moins des représentations des élèves concernant les fusées. C'était l'occasion de faire parler leur imagination et leurs connaissances (avaient-ils déjà vu des fusées ? connaissaient-ils des histoires de fusées ? en avaient-ils déjà construits ? pouvaient-ils imaginer le fonctionnement de ces microfusées ?). L'important dans cette phase était de permettre à chaque élève une expression personnelle.

À l'issue de nos discussions, chaque élève dessine la fusée qu'il veut faire voler. Sur cette figure, les numéros à côté des fusées indiquent le nombre d'ailerons.

Nous avons insisté pour que chaque élève s'isole pour dessiner sa propre fusée et obtenir ainsi des fusées variées conformément à notre Hypothèse 3. Nous pouvons vérifier cette diversité sur la

De même nous avons rencontré les formateurs sur leur lieu de travail afin de mettre au point le déroulement de " l'expérimentation ".

Pendant l'expérimentation — L'expérimentation a eu lieu au centre de découvertes techniques et scientifique " CAPTIVA " de Lyon. Ce centre est une structure de loisirs et d'exposition permettant aux visiteurs de pratiquer des activités " d'alphabétisation scientifique ".

Lors de l'expérimentation, chaque élève construit une microfusée, la lance. Puis par deux ils essayent de comprendre ce qui fait qu'une fusée vole bien. Nous détaillons chacune de ces trois phases.

Construction — Chaque élève construit la microfusée qu'il a dessinée. Pour cela ils disposaient d'un tube de carton pour le corps de la fusée, de papier pour l'ogive, de balsa pour les ailerons, de plastique et de fil pour les parachutes, et d'un morceau de paille pour le guide qui permet à la fusée de se placer sur la rampe de lancement.

Le rôle des formateurs pendant cette phase de construction est d'aider les élèves à construire une fusée la plus proche possible de celle qu'il a dessinée. Ils apportent une aide matérielle et technique, et veillent à la sécurité dans l'utilisation des outils.

Pour permettre un minimum d'autonomie des élèves vis à vis des formateurs lors de la construction, il fallait qu'ils sachent où placer les différents éléments de la fusée et en particulier le moteur (En haut ? En bas ? Dans quel sens ?) puisqu'ils n'ont jamais construit de fusées. Nous avons donc préparé cette construction par l'observation de la mise à feu d'un moteur à poudre. Une mise à feu est un allumage d'un moteur de microfusée. Le moteur est fixé solidement (sur une table à l'aide d'un étau, par exemple), de manière à permettre d'observer sa combustion. Cette observation a permis d'aborder le sens de propulsion et de déplacement de la fusée, son orientation (qu'est-ce qui est en haut, en bas ?), la nécessité d'utiliser une rampe de lancement et donc de prévoir un guide, la nécessité de prévoir un système de récupération (parachute ou ralentisseurs) et la façon dont le parachute sera éjecté.

Lancement — Une fois la fusée construite, chaque élève place le moteur dans la fusée et la lance. Pour diriger l'observation des élèves, nous leur avons demandé de noter les trajectoires observées et de les dessiner. Notons qu'il n'est pas aisé de dessiner en deux dimensions une trajectoire observée en trois dimensions. La proximité dans le temps entre le recueil des trajectoires et leur exploitation, a permis à ces notes de servir de support à la mémoire. Nous ne présentons pas ici les relevés de trajectoire. (Voir pour cela [Macrelle, 1996]).

Les formateurs notent aussi les trajectoires de fusées tandis que l'un d'eux assure la sécurité de la campagne de lancement.

Exploitation des observations recueillies — Pour finir les élèves essayent, avec l'aide des formateurs de

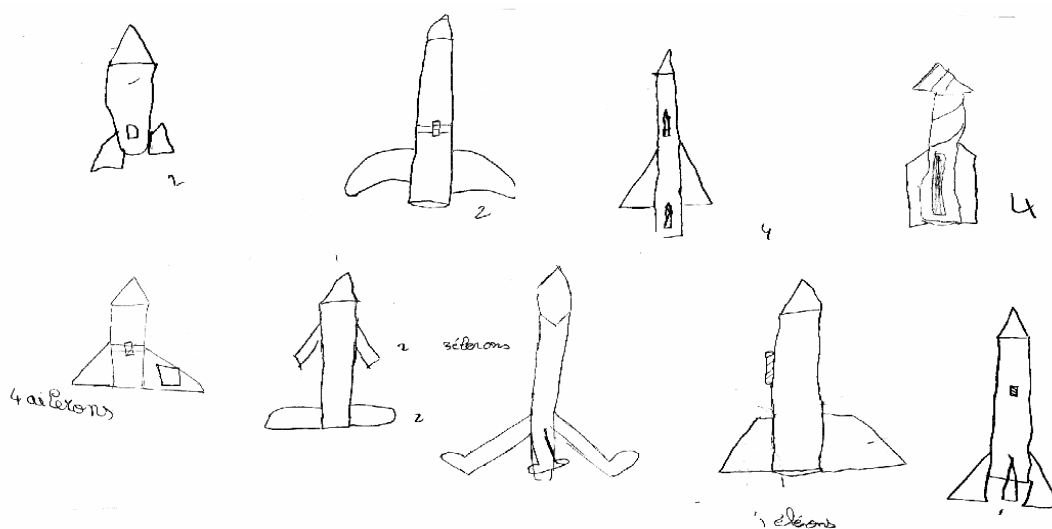


Figure 1— Dessins de fusées avant l'activité.

comprendre ce qui fait qu'une fusée vole bien. Cette phase constitue l'Étude proprement dite. C'est celle où nous avons enregistré les interactions verbales des Élèves et du formateur.

Après l'expérimentation — L'expérimentation est suivie par une nouvelle phase de construction et de lancement. Les Élèves construisent les fusées décrites dans l'Étude, puis les lancent afin d'observer si leurs prédictions se réalisent ou non.

Par exemple les deux Élèves qui ont monté l'expérimentation décrite dans la Figure 3 ont construit et lancé leurs trois fusées. Lors du lancement, ils ont pu constater que la microfusée 3 était effectivement instable. Contrairement à leurs prédictions, la microfusée 2 est montée le plus haut (fusée stable), et la microfusée 1 a volé le plus loin (fusée "surstable").

Ces observations ont amené les Élèves à formuler d'autres hypothèses, que nous n'avons ni recueillies, ni exploitées, le temps imparti étant écoulé. De ce fait, et parce que notre objectif est d'étudier les stratégies de communication des formateurs et non des Élèves, nous n'avons pas cherché à évaluer la construction de savoirs chez les Élèves. Cependant afin de permettre une évaluation future, nous avons demandé aux Élèves de dessiner une nouvelle fusée (voir Figure 2). Ce nouveau recueil de dessins des Élèves, destiné à évaluer

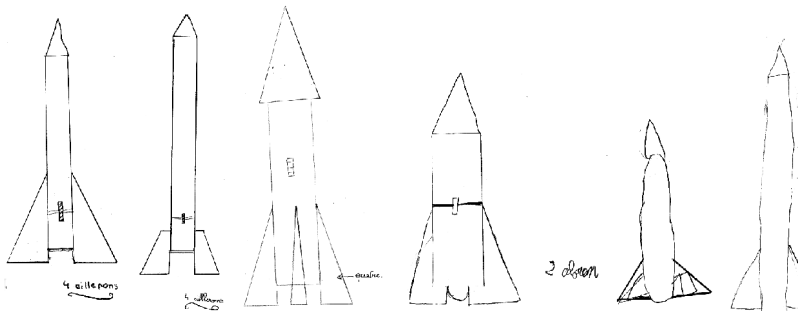


Figure 2 — Dessin de fusées des Élèves après l'activité.

l'évolution des représentations des Élèves dans une analyse didactique, n'est donc pas utilisé ici.

4 L'Étude

L'étude s'est centrée sur une partie spécifique de l'activité. Les élèves élaborent des hypothèses sur les paramètres qui entrent en jeu dans le vol de la fusée, et montent une expérimentation pour tester leurs hypothèses. Nous avons enregistré cette partie de l'activité puis transcrit les enregistrements vidéo et audio recueillis.

Dans cette partie de la situation d'expérimentation les Élèves essayent, avec l'aide des formateurs de comprendre ce qui fait qu'une fusée vole bien.

Pour cela, conformément à l'Hypothèse 4 les Élèves doivent, par deux avec l'aide d'un formateur, à partir de leurs informations monter une expérimentation pour tester une hypothèse sur le vol de la microfusée autrement dit valider par l'expérience une de leurs représentations. Les Élèves disposent grâce à la construction et au lancement d'informations qui viennent enrichir, au moins à court terme, leurs représentations : l'observation du vol des fusées, la variété de formes et de tailles des microfusées construites.

Le formateur aide les élèves à exprimer leurs croyances, à formuler des hypothèses et à identifier les paramètres qui, à leurs avis, favorisent un "bon" vol. Pour cela, ils analysent le vol des microfusées en fonction de leurs caractéristiques. Le formateur les amène par exemple à comparer des microfusées stables à des microfusées instables (voir le paragraphe Déroulement de la séquence) pour isoler quelques paramètres de la fusée. Après avoir identifiés des paramètres, le formateur les aide à en choisir un et à le faire varier. Cela constitue quelques caractéristiques de l'aide fournie par le formateur. Par contre, comme nous l'avons vu dans le paragraphe 2, il n'est pas obligatoirement capable de répondre aux interrogations des élèves.

Constitution des dyades

d'Élèves — Lors de la constitution des dyades, nous avons regroupé deux élèves qui avaient des fusées semblables et dont la trajectoire était bien différente dans les trinômes T1 et T2, ou deux élèves qui avaient des fusées bien différentes avec des vols semblables T3, conformément à l'Hypothèse 5.

Déroulement de la séquence — Nous décrivons ici le déroulement de toute la partie enregistrée de l'expérimentation. Elle a été négociée avec les formateurs de CAPTIVA, avant l'expérimentation.

1. Les formateurs demandent aux élèves de se mettre d'accord sur un classement des fusées en deux groupes : celles qui ont bien volé d'un côté, les autres de l'autre.
2. Ensuite, en comparant les dessins des fusées des deux groupes, les formateurs leur demandent d'essayer d'expliquer pourquoi certaines ont bien volé, et d'autres non. Nous conseillons ici aux formateurs d'une part de noter les points sur lesquels les Élèves sont d'accord ou non et ceux qui font, *selon eux*, qu'une fusée vole bien ou non et d'autre part de les inviter à s'exprimer, à observer, à comparer, à pro-

poser des explications.

3. Une fois cela réalisé, les ÈlÈves doivent dessiner une première fusée qui *selon eux* vole bien i.e. qui respecte tous les points sur lesquels ils sont diaccord pour qu'une fusée vole bien.
4. Les ÈlÈves doivent alors choisir une hypothÈse et un paramÈtre ≠ faire varier.
5. La phase suivante consiste à dessiner plusieurs fusées proches de la précédente où seul le paramètre choisi varie. Nous conseillons ici aux formateurs de rappeler ce qui fait qu'une fusée vole bien *selon eux*.
6. Une exigence particulière est de faire au moins une fusée qui ne volera pas bien, et qui soit aussi proche possible de celle dessinée en 3. Nous conseillons ici aux formateurs de rappeler ce qui fait qu'une fusée ne vole pas bien *selon eux*.
7. Une fois que toutes les fusées à construire sont dessinées, il demande aux ÈlÈves de prévoir les trajectoires que les fusées auront.
8. Les ÈlÈves peuvent alors passer à la construction des nouvelles fusées dessinées.

Exemple d'hypothÈse testÈe — Nous prÈsentons ici avec la Figure 3 un exemple d'hypothÈse testÈe et de paramÈtre choisi. Dans cet exemple, les ÈlÈves ont choisi le paramÈtre "taille des ailerons". Leur hypothÈse est que "plus les ailerons sont grands, mieux la microfusÈe vole", o" "mieux voler" signifie "voler haut et loin". Par consÈquent ils ont choisi de construire trois microfusÈes de mÊme taille de fuselage et d'ogive. Les ailerons sont au nombre de 4 sur chaque microfusÈe. Ils sont positionnÈs au mÊme endroit par rapport au bas du fuselage.

Sur la Figure 3, sont prÈsentÈs sur la droite les dessins des microfusÈes accompagnÈs sur la gauche par la prÈdiction des trajectoires. Les dessins des trajectoires se lisent de gauche ≠ droite. Les dessins des trajectoires des microfusÈes numÈrotÈes 1 et 2, sont typiques de microfusÈes "stables" : nous reconnaissons une trajectoire parabolique. Le dessin de la trajectoire de la fusÈe 3 est typique du relevÈ qu'ont fait les ÈlÈves d'une trajectoire d'une microfusÈe "instable".

2 Recueil des interaction verbales

La situation d'expÈrimentation d'Ècrite au paragraphe prÈcÈdent nous a permis de recueillir un corpus. Nous prÈsentons ici la situation de recueil des interactions verbales, la mÈthode de transcription employÈe et les donnÈes qui constitue le corpus que nous analysons.

L'objectif pÈdagogique de l'activitÈ est une construction de savoir relatif au vol de microfusÈes via l'exÈcution de l'activitÈ proposÈe.

.1 Situation de recueil

Nous enregistrons les interactions verbales de l'Ètape de l'expÈrimentation d'Ècrite au paragraphe .4. Pour limiter les bruits et obtenir un enregistrement de qualitÈ, nous avons choisi de faire asseoir les participants. Ainsi Chaque groupe, composÈe d'un formateur et de deux ÈlÈves, est installÈ dans un espace isolÈ

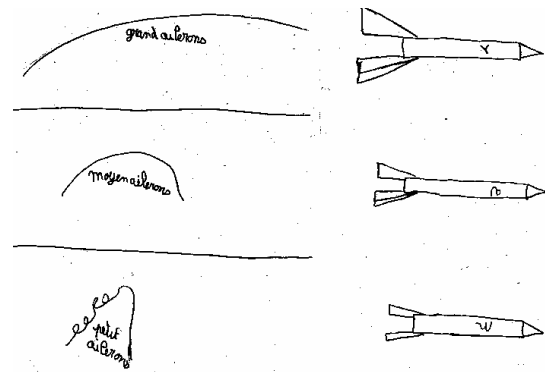


Figure 3 — Exemple de paramÈtre expÈrimentÈ : la taille des ailerons

avec une table et des chaises (voir Figure 4). Sur chaque table sont disposÈs deux micros reliÈs au dispositif d'enregistrement (magnÈtoscope ou magnÈtophone). Le trinÈme dispose d'environ une heure pour mettre au point leur expÈrience.

Les trois enregistrements recueillis donnent trois trilogues d'interactions d'une durÈe d'environ 30 minutes chacun. Chaque trinÈme est dÈsignÈ par un numÈro, T1, T2 ou T3. Nous conservons les mÊmes notations pour les trois transcriptions.

.2 MÈthode de transcription

Nous d'Ècrivons ici la mÈthode de transcription par la

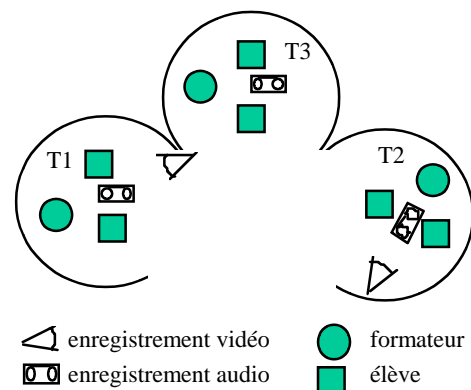


Figure 4 — Situation de recueil des interactions verbales.

prÈsentation des conventions et des formats adoptÈs.

Consignes de transcription — Pour la transcription, nous avons utilisÈ les consignes de PlÈty et Baker [PlÈty, 1993]

Les transcriptions sont placées dans une grille, comportant cinq colonnes† :

- le temps (en minutes et secondes depuis le début de l'enregistrement),
- le numéro de l'intervention (ou tour de parole),
- le locuteur (F pour formateur, E1 et E2 pour les élèves),
- les paroles, transcrites le plus fidèlement possible, sans †corriger†^a la grammaire, ainsi que certains autres phénomènes verbaux (bruits verbaux, onomatopées, etc.). De plus des signes sont choisis pour indiquer les périodes où il n'y a pas production de paroles, les interruptions, les chevauchements, les mots ou syllabes accentués, l'allongement d'une voyelle, l'effacement d'une syllabe, l'interruption d'un mot, une intonation montante, une intonation descendante, un passage incompréhensible, une question, une exclamation, une affirmation etc. Par exemple le signe / indique une pause inférieure † 2 secondes, + une pause supérieure † 5 secondes. (voir [Macrelle, 1996] annexe 2).
- les indications "scéniques". Elles comprennent essentiellement des gestes des locuteurs (communicants et non communicants) ainsi que des événements.

Les formats de transcriptions — Les grilles contenant les transcriptions sont disponibles dans trois formats :

1. Version tableau Word5 pour Macintosh, † l'UMR GRIC Équipe COAST † Lyon dont l'adresse est donnée dans la note 1 page 7 (Annexe 3 de [Macrelle, 1996])
2. Version tableau HTML † l'adresse suivante : <http://www.loria.fr/macrelle/mfuses>
3. Version TEI (Text Encoding Initiative) sur le serveur Silfide (Serveur Interactif pour la Langue Française, son Identité et sa Diffusion et son ...tude) † l'adresse <http://www.loria.fr/Projet/Silfide/> par le titre "Le vol des microfuses" ou l'auteur "Équipe dialogue".

Tableau 1 — Nombre d'interventions de chacun des participants.

	Nombre d'interventions dans le trilogue		
	T1	T2	T3
Formateur	172	160	198
...lève1	111	99	100
...lève2	143	145	177

3.3 Données recueillies

Nous résumons les données recueillies dans le Tableau 1. Nous obtenons trois transcriptions

Tableau 2 — Exemple de transcription (extrait du trilogue T1).

Temps	n°	T1	Paroles	Indications scéniques
01:30	48	E1	Et Yves tías mis quoi (?)	E1 s'adresse à E2.
	49	E2	Yes (?) / Haut aussi mais pas très loin /	E2 regarde les dessins.
	50	E1	Voilà +	E2 consulte sa feuille
				E1 prend le dessin de Yves et le met dans le coin †des mauvaises† ^a .
	51	F	mmh D'accord /	
			Donc à votre avis c'est celles-ci qui ont le mieux volé (?)	[F désigne paquet de dessins de fusées]

Par ailleurs, les noms des acteurs ont été anonymés, i.e. que nous avons remplacé un prénom par un autre.

Le nombre de gestes et d'événements descriptibles étant potentiellement infini, nous avons écrits ceux qui sont relatifs à la tâche ou qui permettent de comprendre les paroles ou de déterminer qui est l'allocutaire (celui/ceux † qui le locuteur parle). Ces indications scéniques sont principalement des regards (qui a regardé qui/quoi ?), des touchés (qui a touché quoi et comment ?), des mouvements, des déplacements dans l'espace (changement de place).

Exemple de transcription — Nous donnons ci-dessous un exemple commenté de transcription.

Dans cet exemple d'après l'intonation et les regards sur la vidéo 'Et Yves tía mis quoi'^a est manifestement une *question*, et cela est pris comme tel par E2. Notons que les élèves désignent les fusées ou les dessins de fusées ou de trajectoires par le prénom de celui qui l'a fait. Ici, ils parlent du dessin de la trajectoire de la fusée d'Yves.

d'interactions. Chaque transcription comprend environ 400 interventions pour une durée d'environ 30 minutes. Les 530 interventions du formateur sont les données que nous analysons.

3. ANALYSE

Nous avons centré notre analyse du corpus recueilli sur les interventions du formateur. Notons que les échanges entre les élèves sont recueillies pour éclairer le contexte des interventions de tutelle. Les interventions du formateur portent sur la gestion de la communication entre partenaires et le maintien de l'objectif de réalisation de la tâche, c'est ce que nous entendons par interaction.

Nous analysons les interventions du formateur en trois étapes. Dans la première étape de l'analyse, nous étudions les objectifs du formateur dans la relation d'aide sans nous occuper pour l'instant de l'utilisation des connaissances du domaine de la physique concernée. Dans la seconde nous étudions l'incidence des connaissances incomplètes. Enfin dans la troisième,

nous focalisons notre analyse sur l'usage des reprises et reformulations des paroles.

1 Première catégorisation suivant le type d'intervention

Dans cette partie nous décrivons la méthode que nous avons choisi pour Étudier l'intention du formateur dans l'interaction. Cette analyse s'appuie sur les catégories de Bruner que nous adaptons et Étendons.

se rapproche le plus d'un échafaudage : ce qui est amené à disparaître à l'achèvement de l'édifice.

Ainsi, nous supposons que ces catégories peuvent également être plus ou moins fréquentes suivant le type d'interaction, le type de la tâche confiée aux élèves, les compétences des élèves et les compétences du formateur (comme c'est le cas en particulier dans notre situation d'étude). Nous considérons donc que les catégories de Bruner ne s'appliquent pas nécessairement

Tableau 3 — Les catégories de Bruner

B1. Enrôlement : engager l'intérêt et l'adhésion du "chercheur" envers les exigences de la tâche.
B2. Réduction des degrés de liberté : simplification de la tâche par réduction du nombre des actes constitutifs requis pour atteindre la solution.
B3. Maintien de l'orientation : le tuteur a pour charge de maintenir [l'élève] à la poursuite du but défini.
B4. Signalisation des caractéristiques déterminantes : un tuteur signale ou souligne par de multiples moyens les caractéristiques de la tâche qui sont pertinentes pour son exécution.
B5. Contrôle de la frustration : " la résolution de problème devrait être moins périlleuse ou éprouvante avec le tuteur que sans lui ".
B6. Démonstration : démonstration ou " présentation de modèles " de solutions pour la tâche. (op cit.)

Avant de présenter ces catégories, nous expliquons comment nous appliquons une catégorie donnée. Chaque intervention du formateur est analysée sur la base de deux types d'indicateurs. Le premier comprend les marqueurs explicites. Ils s'agit de mots-clés représentatifs de certaines catégories d'analyse. Le deuxième comprend les mots qui sont relatifs à un modèle de la tâche. Cependant la plupart du temps les marqueurs ne sont pas suffisants pour déterminer l'application d'une catégorie. Nous devons alors ouvrir la fenêtre d'analyse sur les interventions précédentes. Néanmoins sur le fond, l'étiquetage^a repose sur l'accord intersubjectif entre les chercheurs.

.1 L'existant : les catégories de Bruner

Dans le domaine de l'analyse des interventions de tutelle, les recherches de Bruner font école. Nous lui empruntons le concept d'étayage [Bruner, 1983] qu'il définit comme :

"les moyens grâce auxquels un adulte ou un spécialiste" vient en aide à quelqu'un qui est moins spécialiste que lui" [Bruner, 1983]

Une première grille d'analyse, définie à partir de ces catégories est appliquée au corpus recueilli.

Ainsi dans son article, Bruner définit les six fonctions d'étayage suivantes que nous numérotons pour plus de facilité dans le Tableau 3.

Bruner considère que la situation est étayante lorsque sont présentes ces six fonctions. Or il note une évolution de la relation de tutelle en fonction de l'accroissement des capacités des Élèves à comprendre et à réaliser la tâche demandée. Par conséquent certaines fonctions sont plus fréquentes, voire dominantes à certaines périodes, et elles sont pour l'essentiel vouées à s'évanouir. C'est sans doute en ce sens que l'étayage

telles quelles à tout type de situation de soutien. De plus le contexte de l'étayage dans lequel nous nous plaçons est très différent de celui de Bruner.

Tableau 4 — Fonctions de communication

contact	l'interlocuteur veut ou peut continuer l'interaction
perception	l'interlocuteur veut ou peut percevoir l'information
compréhension	l'interlocuteur veut ou peut comprendre le message
réactions comportementales	il veut ou peut réagir et répondre (de manière adéquate) au message, et spécifiquement s'il l'accepte ou le rejette.

En effet, l'expérimentation de Bruner porte sur de jeunes élèves (3-5 ans) et la tâche qu'il Étudie porte sur la mise en oeuvre de *compétences psychomotrices* et de savoir-faire. Une tutrice guide un seul élève, et suit des consignes données par les chercheurs. Notre tâche est plus complexe, non motrice et plus ouverte. Elle est plus complexe car, étant conçue pour favoriser une construction de savoirs scientifiques, elle implique l'expression et la manipulation de connaissances et/ou de croyances. Dans la partie où nous avons choisi d'étudier l'étayage, elle n'est pas exclusivement motrice, car les élèves n'ont pas d'objets à manipuler, à assembler ; elle n'implique pas de savoir-faire moteur mais plutôt de l'interprétation. Elle est plus ouverte : il n'y a pas une réponse. La nature ouverte de cette tâche exclut la possibilité de la mise en oeuvre d'un tutorat de type "direct" dans lequel l'un des membres connaît la réponse et l'autre ne la connaît pas.

Cette première grille d'analyse, utilisant ces catégories, ne permet de classer que 38% des interventions, ce qui est dû aux différences importantes entre notre situation et celle de Bruner. De plus, dans notre corpus d'une part toutes les catégories de Bruner B1 et B6 ne sont pas représentées. Dans le cas où des interventions entrent dans une catégorie de Bruner, ces catégories s'appliquent différemment que dans la tâche de Bruner. Par exemple, les frustrations que le formateur gère dans la situation analysée par Bruner sont relatives à la tâche: l'enfant n'arrive pas à assembler les pièces du puzzle. En ce qui nous concerne, ce sont des frustrations liées à l'interaction en trinôme sur lesquelles le formateur intervient: l'élève voudrait s'exprimer, mais c'est d'abord au tour de son camarade de s'exprimer.

Par conséquent pour nous adapter à notre situation d'étude, nous avons élargi les catégories de Bruner afin de classer les interventions non étiquetées par ces catégories. Nous avons pour cela utilisé une seconde grille, qui part d'une "super classification" en trois familles, ajoute de nouvelles catégories. C'est ce que

les étendre, nous nous sommes appuyés sur les recherches ([Kerbrat-Orecchioni, 1990] et [Vion, 1992] pour l'analyse des interactions, [Allwood, 1991] pour les rétroactions linguistiques [Kerbrat-Orecchioni, 1995] pour la spécificité du trilogue) en sciences du langage en classant les interventions du formateur suivant le but qu'il poursuit. Pour réaliser une tâche les acteurs de notre trinôme communiquent par la parole. A l'intérieur de cette interaction, le formateur prend particulièrement en charge la gestion de la communication et la gestion de la tâche. Nous avons identifié trois familles d'interventions : gestion de l'interaction, gestion de la communication, gestion de la tâche.

Pour préciser la gestion de la communication nous empruntons à Allwood, Nivre et Ahlsén [Allwood, 1991] les fonctions "perception" et "compréhension" parmi les fonctions de rétroaction de la communication directe, face à face, entre humain décrites dans le Tableau 4.

Les catégories que nous obtenons sont présentées

Tableau 5 — Liste des catégories adaptées et étendues².

Famille	Sous famille	Catégorie
Gestion interaction		invite à l'accord contrôle frustration (B5) invite expression personnelle
Gestion communication	perception	manifeste Écoute attentive / entendu
		manifeste non attentif / non entendu
	compréhension	confirme compréhension des élèves (donne une rétroaction) demande de confirmation des élèves (demande explicitement une rétroaction) recherche compréhension des élèves (demande non explicitement une rétroaction)
Gestion tâche	gestion des objectifs	donne nouvel objectif (B2)'
	objectif courant	invite à dire plus / hypothèse donne information rappelle objectif (B3) fait le point accepte/rejette offre signale Élément caractéristique (B4) signale objectif atteint (B2)'
	gestion matérielle	organisation matérielle

nous voyons dans le paragraphe suivant.

.2 Adaptation et extension des catégories de Bruner à la situation

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, les catégories de Bruner s'avèrent insuffisantes. Pour

par famille dans le Tableau 5

Cette classification n'est pas aussi rigoureuse que le Tableau 5 pourrait le laisser penser : une catégorie n'appartient pas strictement à la gestion de l'interaction, de la communication ou de la tâche. En effet le formateur gère ces trois choses à la fois, sans les distinguer. Nous avons choisi d'étiqueter chaque catégorie par ce qui nous semblait être l'enjeu principal. Par exemple

2 Un B' signale une catégorie de Bruner "adaptée".

lorsque le formateur s'assure qu'il a bien compris ce que les élèves ont dit (demande confirmation), il gère aussi bien l'interaction, que la communication ou la tâche. Cependant l'objectif principal identifié est la gestion de la compréhension dans la communication.

Nous avons appliqué cette grille au 130 premières interventions du trilogue T1 et modifié celle-ci en boucle jusqu'à ce qu'elle permette de catégoriser toutes les interventions du formateur. Nous avons ensuite validé cette grille sur le reste du corpus. [1]

Nous avons compté le nombre d'interventions du formateur pour chacune des catégories dans les trilogues T1 et T2. Les types d'interventions privilégiés par le formateur sont en gras. Ils permettent de donner une indication sur sa stratégie. En effet comme l'expression des connaissances et des croyances des élèves est importante dans notre tâche, le formateur s'assure d'avoir bien compris ce que les élèves disent (demande confirmation). De plus afin de les aider dans la réalisation de la tâche, il leur signale les caractéristiques de la tâche qui sont déterminantes pour son exécution (signale élément caractéristique) et il fait régulièrement le point sur l'état d'avancement de la tâche (faire le point).

Nous avons vu que l'étiquetage^a repose sur l'accord intersubjectif entre les chercheurs. Par conséquent il serait intéressant qu'un autre chercheur analyse les trilogues avec notre grille afin de mesurer le degré d'accord.

Par ailleurs, nous avons vu en [1] que notre grille constitue une analyse ad hoc de notre situation. En cela elle ne s'applique pas nécessairement à tout type de situation de soutien, tout comme les catégories de Bruner n'étaient pas suffisantes pour notre corpus. Un travail futur devrait permettre de valider la grille avec d'autres corpus, que nous n'avons pas fait faute de temps.

2 Une analyse suivant le type de connaissances utilisant les catégories

Cette première analyse avait pour but d'étudier la relation de tutelle en général dans notre situation. Elle nous a permis d'étiqueter chaque intervention du formateur vis-à-vis de la gestion de l'interaction tutelle.

Pour analyser maintenant l'influence des connaissances incomplètes du formateur sur l'étayage, nous nous focalisons dans la partie suivante sur les types de connaissances utilisés. Pour cela nous regroupons les catégories précédemment définies suivant leur rapport aux connaissances.

Nous définissons quatre types d'interventions du formateur relatives aux connaissances (ou "Contenu") et nous regroupons les catégories précédentes suivant ces types :

- type A - invite un élève à formuler et à confronter ses idées à celles de l'autre élève.
- type B - invite un élève à confronter ses idées à l'expérience (apport indirect).
- type C - apporte une information ou une connaissance directement.
- type D - exprime ou rappelle des idées et des informations dont les élèves disposent.

Notons qu'il existe des catégories, sans rapport avec les connaissances en jeu, dont nous ne nous occupons pas ici.

Nous présentons dans le Tableau 6 l'étiquetage des catégories définies dans le Tableau 5 en fonction des types "contenu" précédemment définis.

Tableau 6 — Type "contenu" par catégorie.

Catégorie	Type Contenu
invite à l'accord	A
invite expression personnelle	A
invite à dire plus / hypothèse	A
donne information	B ou C
demande de confirmation	D
confirme compréhension des élèves	D
fait le point	D
signale élément caractéristique	(D et B) ou (D et C)

Nous justifions ici quelques étiquetages. La catégorie "donne information", correspond au type B quand cette information a pour but d'amener les élèves à confronter leurs idées aux observations faites lors de la première construction et du premier lancement. Elle correspond au type C quand cette information apporte une connaissance nécessaire pour la construction de savoir. Nous appliquons le même raisonnement pour l'étiquette B ou C de la catégorie "signale élément caractéristique". De plus cette catégorie correspond au type D quand le formateur signale une information dont il faudrait tenir compte.

Nous présentons dans le Tableau 7 les fréquences d'apparition des catégories de type "contenu", dans notre corpus.

Dans le tableau 7, les types A, B, C, D représentent 69% du total des interventions du formateur relative aux connaissances. Ce pourcentage indique que le formateur s'appuie effectivement sur les connaissances.

Cependant le formateur apporte peu (3% de type C) d'éléments significatifs (apport d'informations, de modèles, de corrections, d'argumentation). Il n'apporte pas non plus un certain nombre de formalismes restreints (symbolisme, graphes, schémas ou modèles) comme l'aurait fait un expert. C'est ce que nous appelons des interventions *directes* sur les contenus.

Tableau 7 — Fréquence d'occurrences des interventions d'un formateur sur les connaissances.

Type	Fréquence d'occurrences
A	14%
B	13%
C	3%
D	39%

Au contraire, nous pouvons observer une fréquence d'intervention plus importante quand il invite à la confrontation à l'expérience (B) ou entre eux (A). Le formateur aide l'élève à gérer ses connaissances, à les relier, à les remettre en cause, sans proposer de nouvelles connaissances. Pour cette aide, le formateur s'appuie sur des connaissances diverses (même si elles ne sont pas très élaborées). Ainsi les élèves traitent eux-mêmes les représentations qu'ils produisent et sont peu à peu conduits à les faire évoluer.

La plupart du temps, il ne prend pas parti lors d'un conflit entre les élèves même quand ils se sont mis d'accord sur des choses fausses. Et si aucun élève n'arrive à amener l'autre à son point de vue, il fait aussi appel à la possibilité de validation par une expérimentation. Nous pouvons supposer qu'un spécialiste serait probablement intervenu pour rectifier ou remettre en cause. Cependant notre Étude ne permet pas de savoir si un formateur expert aurait apporté plus d'informations. Il aurait pu en effet choisir pour son efficacité (conformément

à jouer sur les connaissances des Élèves.

3 Les reprises : une technique privilégiée pour son efficacité

Dans le paragraphe précédent nous avons vu caractérisé la façon dont le formateur va se comporter vis à vis de la gestion des connaissances qui sont échangées par les élèves à la lumière de ses propres connaissances. En particulier le formateur limite ses interventions à une orchestration de connaissances exprimées par les élèves. Ce qui nous intéresse dès lors c'est de mettre en évidence les stratégies utilisées dans ce but bien spécifique.

Il se trouve dans la situation d'un "animateur de réunion" qui doit à la fois gérer la tâche et le relationnel, et éviter de s'impliquer personnellement dans la résolution de la tâche. En particulier, il ne veut pas transmettre ses propres conceptions qui sont plus ou moins évoluées voire erronées. Pour atteindre ce but il existe une tech-

Tableau 8 — Exemple d'auto-reprise.

Temps	n°	T1	paroles	Indications scéniques
7:00	126	F	Donc toi / <u>comment tu</u> / <u>comment tu</u> procéderais + si jamais tu devais construire une fusée(?) / euh qu'est-ce que tu / n'mettrais pas ou qu'est-ce que tu mettrais /	Le formateur s'adresse à E1.

Tableau 9 — Exemple d'hétéro-reprise.

Temps	n°	T1	paroles	Indications scéniques
	67	F	pourquoi oui / voilà / elles ont mieux volé //	
	68	E1	euh / Et <u>comparer</u> des dessins quoi(?)	
	69	F	oui <u>comparer</u> /	

Tableau 10 — Exemple d'auto-reformulation.

Temps	n°	T1	paroles	Indications scéniques
	3	F	Et vous allez essayer de vous mettre d'accord sur un <u>classement</u> / hein <u>classer les fusées qui ont bien volé ou qui</u> <u>ont moins bien volé</u> /	Le formateur montre avec les mains un endroit (bien volé) puis un autre (moins bien volé).

Tableau 11 — Exemple d'hétéro-reformulation.

Temps	numéro	T1	paroles	Indications scéniques
	4	M	Alors par exemple de celle qui a / le / <u>qui a volé le</u> <u>plus loin</u> / à celle qui a <u>volé moins loin</u> (?)	
	5	F	Voilà / <u>qui a bien volé</u> ou <u>moins bien volé</u> +	

ment à l'hypothèse 5) la même stratégie consistant à

technique de conduite d'entretien : la "synchronisation

verbale” [Josien, 1991]. Elle passe par trois moyens :

- _ la répétition
- _ la synchronisation syntaxique et stylistique
- _ la prise en compte des “ prédicats ”

Nous étudierons plus particulièrement le rôle que remplit la répétition†([Vion, 1992]).

Pour Baker, l'emploi des répétitions correspond ‡ un processus de raffinement qui entre en jeu dans la “†co-formulation†” des questions abordées et des hypothèses des élèves ([Baker, 1994] et [Baker, 1995]).

Vion (Vion, 1992) définit deux types de répétitions†: les reprises et les reformulations. Une **reprise** est une

“ séquence discursive antérieure qui se trouve reproduite telle quelle sans qu'aucune modification linguistique n'affecte l'ordre verbal ”

tandis qu'une **reformulation**

“ peut être définie comme une reprise avec modification des propos tenus antérieurement ”

Les répétitions peuvent correspondre à des séquences verbales de l'interlocuteur (hétéro-reprise et hétéro-reformulation) comme du locuteur (auto-reprise et auto-reformulation).

Nous donnons un exemple de chacune des quatre formes de répétitions distinguées dans les tableaux 8 ‡ 11.

Tableau 12 — Fréquence d'occurrences des répétitions dans les interventions du formateur.

RÉpÉTitions	Type	FrÉquence d'occurrences
reprise	auto	15%
	hétéro	19%
reformulation	auto	17%
	hétéro	18%

Le Tableau 12 présente le résultat du comptage des répétitions dans un extrait de trilogue. Ce résultat présente le pourcentage d'intervention du formateur qui contient des répétitions.

Nous obtenons un taux de 69%. C'est donc une stratégie largement employée par le formateur. Cette constatation est renforcée par le fait qu'il est rare de trouver une intervention du formateur sans reprise ni reformulation. Ce n'est pas Étonnant, car cette stratégie est bien adaptée pour “ orchestrer ” les connaissances exprimées par les élèves.

Cet emploi systématique des reprises remplit les mêmes fonctions que la “ routine conversationnelle ” de Franceschelli et Weil-Barais [Franceschelli, 1995] “ qui prend en compte la dynamique des interventions et leurs fonctions dans un processus global de construction d'une référence commune, en vue d'accomplir la t,che. ”

4.CONCLUSION

A l'issue de cette Étude, nous avons obtenu trois ré-

sultats principaux. Le premier résultat est que les catégories de Bruner ne sont pas suffisantes pour caractériser la totalité des interventions de tutelle du formateur. Cette insuffisance est due aux trois principales différences entre notre situation d'Étude et celle de Bruner. Ces différences sont : notre tâche est ouverte, le formateur a une connaissance incomplète du domaine, il Étaye une dyade diÉlèves. Nous avons donc étendue ces catégories. Le second résultat est que l'analyse de ce corpus met en évidence une faible intervention directe sur les connaissances du domaine. Le troisième résultat est que, pour apporter une aide indirecte, le formateur privilÉgie une stratégie pour son efficacité : l'emploi abondant des reprises et reformulations des séquences de paroles.

Ainsi, dans ce type de situation où le formateur a des connaissances incomplètes, il permet aux élèves de résoudre la tâche tout en évitant d'exprimer ses propres connaissances. Pour cela il favorise l'expression et la confrontation des connaissances des Élèves. Il engage les apprenants dans le processus consistant, à partir d'un questionnement initial, ‡ provoquer des contradictions, induire des hypothèses, motiver une recherche d'informations supplémentaires. Ces stratégies sont compatibles avec les propositions des théories sur l'apprentissage ([Bruner, 1986], [Garnier, 1991], [Giordan, 1993] et [Weil-Barais, 1993]) qui insistent en particulier sur le rôle de la contradiction et de l'explicitation [Baker, 1994].

Ce travail ouvre des perspectives ‡ court terme. Un premier travail serait de caractÉriser plus précisément les types de routines conversationnelles employées par les formateurs comme dans [Franceschelli, 1995]. Un autre travail serait de transposer la grille d'analyse des stratégies de tutorat pour Élaborer une grille d'analyse du même type qui serait appliquée à une communication médiatisée par un réseau d'ordinateurs.

A long terme ce travail s'inscrit dans le cadre de l'analyse et de la modélisation [Major, 1995] des processus d'étayage en vue de définir un *agent cognitif artificiel (ou tuteur artificiel)*. Cet agent serait doté de stratégies de tutorat. Il pourrait les mettre en oeuvre dans une interaction médiatisée par ordinateur, avec des élèves humains. Il utiliserait pour cela ‡ la fois des méthodes d'Intelligence Artificielle (voir ci-aprÈs), des méthodes des sciences du langage ([Kerbrat-Orecchioni, 1995], [Kerbrat-Orecchioni, 1990] et [Moeschler, 1994]), des méthodes de la didactique des disciplines ([Balacheff, 1994] et [Tiberghien, 1990]) et des méthodes de psychologie cognitive ([Weil-Barais, 1993]).

Afin de modéliser les processus cognitifs sous-jacents, nous devons au préalable modéliser la manière dont les intervenants raisonnent au cours du dialogue lui-même. Premièrement, ceci nécessite la représentation formelle des croyances, buts, valeurs de chaque interlocuteur pour lui-même et pour ses partenaires. C'est l'objet d'Étude de la “ théorie des agents ”. Nous utiliserions par conséquent ce sous domaine des sciences cognitives. Deuxièmement, pour prendre en compte les interactions entre agents, nous utiliserions la pragmatique computationnelle ‡ la façon de Cohen, Morgan et Pollack [Cohen, 1990]. Troisièmement, puisque l'agent “ étayeur ” à modéliser (le formateur) a une connaissance incomplète du domaine qui fait l'objet d'enseignement, nous utiliserions aussi les recherches

sur les *métaconnaissances* (par exemple [Farreny, 1987] et [Pitrat, 1990]). En particulier notre agent artificiel devrait pouvoir évaluer les limites de ses propres connaissances lors de ses interactions. Il mettrait donc en oeuvre des connaissances destinées à opérer des actions sur les connaissances relatives à ce domaine.

Par ailleurs, compte tenu de notre problématique pluridisciplinaire et de l'objet d'étude, notre projet se positionne également par rapport aux recherches sur *la coopération dans les systèmes artificiels et naturels* (voir par exemple les actes de "COOP'95", Colloque internationale sur la conception de systèmes coopératifs), et le cas spécifique des *environnements d'apprentissage collaboratif* (CSCL - Computer-Supported Collaborative Learning [CSCL, 1995] - voir par exemple [Dillenbourg, 1992]). Nous pourrions alors nous appuyer, par exemple, d'une part sur les travaux de Leroux, Vivet, Brezillon et Plötzner qui se placent à un niveau de "méta-coopération" ([Leroux, 1996] et **Error! Reference source not found.**), d'autre part sur les recherches de Piéty qui abordent plutôt l'intérêt didactique et communicationnel du travail coopératif dans un milieu éducatif [Piéty, 1996].

Ce tuteur artificiel pourrait s'intégrer dans un système qui, à partir de la trace des interactions d'apprenants travaillant ensemble dans un environnement d'apprentissage médiatisé, saurait proposer plusieurs stratégies de tutorat dans une situation donnée, tout en argumentant ses propositions. Ce système devrait donc permettre plusieurs modes d'interaction, plusieurs modes d'apprentissage et plusieurs modes de tutorat. Il est destiné à accompagner l'évolution des connaissances de l'élève.

RÉFÉRENCES Bibliographiques

[Allwood, 1991] J. Allwood, J. Nivre, E. Ahlsén, (1991), *On the Semantics and Pragmatics of Linguistic Feedback*. Gothenburg papers in theoretical linguistics (GPTL). Université de Gothenburg. Gothenburg (Suède). N° 64, Octobre.

[Baker, 1994] M. J. Baker, (1994), *A model for negotiation in teaching-learning dialogues*. JOURNAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION. AACE. Charlottesville (USA). Vol 5 (2), 199-254.

[Baker, 1995] M. J. Baker, (1995), *Negotiation in Collaborative Problem-Solving Dialogues*. Modeling Interaction in Intelligent Tutoring Systems. Springer Verlag. Collection NATO ASI Series, Serie F : Computer & Systems Sciences. Berlin. Vol 142.

[Baker, 1996] M. J. Baker, K. Lund, (1996), *Flexibly structuring the interaction in a CSCL environment*. Proceedings of Euro-AIED 96. Colibri. Lisbonne. 401-407.

[Balacheff, 1991] N. Balacheff, (1991), *Benefits and Limits of Social Interaction : The case of Teaching Mathematical Proof*. A. Bishop, S. Mellin-Olsen, J. Dormolen van. Mathematical Knowledge : Its Growth Through Teaching. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 175-192.

[Balacheff, 1994] N. Balacheff, (1994), *Didactique et Intelligence Artificielle*. Didactique et Intelligence Artificielle, ouvrage coordonné par Nicolas Balacheff et Martial Vivet. La Pensée Sauvage.

[Bruner, 1983] J. S. Bruner, (1983), *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. P.U.F. Paris. 261-280

[Bruner, 1986] J. S. Bruner, (1986), *Actual Minds, Possible Worlds*. Harvard University Press. Cambridge .

[Cohen, 1990] P.R. Cohen, J. Morgan, M. Pollack, (1990),

Intentions in Communication. Cambridge Mass. MIT Press.

[CSCL, 1995] Actes du colloque "Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL", (1995), Indiana University : <http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/>, octobre.

[Dillenbourg, 1992] P. Dillenbourg, (1992), *A mechanism for triggering Metacognitive Activities*. Springer Verlag. Collection NATO ASI Series, Serie F : Computer & Systems Sciences. Berlin. Vol 85.

[Farreny, 1987] H. Farreny, M. Ghallab, (1987), *...Éléments d'intelligence artificielle*. Hermès. Paris.

[Franceschelli, 1995] S. Franceschelli, A. Weil-Barais, (1995), *La routine conversationnelle comme stratégie de changement conceptuel : Apprendre à modéliser en mécanique*. Actes du colloque " la tutelle en sciences expérimentales ".

[Garnier, 1991] C. Garnier, N. Bednarz, I. Ulanovskaya (1991), *Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociales et constructiviste. ...coles russes et occidentales*. De Boeck Université.

[Giordan, 1993] A. Giordan, (1993), *Apprendre, comprendre, s'approprier l'environnement*. In Cahiers pédagogiques n° 312 : les représentations mentales. Cercle de Recherche et d'Action Pédagogique.

[Giordan, 1994] A. Giordan, Y. Girault, P. Clément, (1994), *Conceptions et connaissances*. Peter Lang. Berne.

[Josien, 1991] M. Josien, (1991), *Techniques de communication interpersonnelle*. ...ditions d'organisation université. Paris

[Kerbrat-Orecchioni, 1990] C. Kerbrat-Orecchioni, (1990), *Les interactions verbales*. Armand Colin. Tome 1. Paris

[Kerbrat-Orecchioni, 1995] C. Kerbrat-Orecchioni, C. Plantin, (1995), *Le trilogie*. Presses Universitaires de Lyon.

[Leroux, 1996] P. Leroux, M. Vivet, P. Brezillon, (1996), *Cooperation between a Pedagogical Assistant, a Group of Learners and a Teacher*. Proceedings of Euro-AIED 96. Colibri. Lisbonne. 379-385.

[Macrelle, 1996] M. Macrelle, (1996), *...laboration d'une grille d'analyse de l'étayage : le cas d'un formateur, ayant une connaissance limitée du domaine de la physique, qui aide une dyade d'élèves*. Rapport de DEA de Sciences Cognitives. INPG.³

[Major, 1995] N. Major, (1995), *Modelling Teaching Strategies*. Journal of Artificial Intelligence in Education. AACE. Charlottesville (USA). Vol 6(2/3), 117-152.

[Moeschler, 1994] J. Moeschler, A. Reboul, (1994), *Dictionnaire Encyclopédique de Pragmatique*. Seuil.

[Moyses, 1992] R. Moyses, M. Elsom-Cook, (1992), *Knowledge Negotiation*. Academic Press. Londres.

[Pitrat, 1990] J. Pitrat, (1990), *Métaconnaissance Futur de l'intelligence artificielle*. Hermès. Paris.

[Pléty, 1993] R. Pléty, M. Baker, (1993), *Instructions pour la transcription*. Processus Cognitifs et Interactionnels dans le Travail de Groupe en Mathématiques et Physique.⁴

[Piéty, 1996] R. Piéty, (1996), *Apprentissage Coopérant*. P.U.F. Paris.

[Plötzner, 1996] R. Plötzner, H.U. Hoppe, E. Fehse, C. Nolte, F. Tewissen, (1996), *Model-based Design of Activity Spaces for Collaborative Problem Solving and Learning*. Proceedings of Euro-AIED 96. Colibri. Lisbonne. 372-378.

[Tiberghien, 1990] A. Tiberghien, H. Mandl, (1990), *Intelligent Learning Environments and Knowledge Acquisition in physics*.

³ Pour l'adresse, voir note 1, première page

⁴ Pour l'adresse, voir note 1, première page

Springer Verlag. Collection NATO ASI Series, Serie F : Computer & Systems Sciences. Berlin. Vol 86.

[Vion, 1992] R. Vion, (1992), *La communication verbale : analyse des interactions*. Hachette. Paris.

[Webb, 1987] N. M. Webb, (1987), *Peer interaction and learning in small groups*. In Peer Interaction, Problem-Solvings, and Cognitions.

[Weil-Barais, 1993] A. Weil-Barais, (1993), *L'homme cognitif*. P.U.F. Paris.