

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL  
Séminaire de psychologie  
Espace Louis-Agassiz 1  
CH - 2000 Neuchâtel

**INTERACTIONS SOCIO-COGNITIVES  
DANS UNE TÂCHE D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE:  
QUELLE EN EST L'EFFICIENCE?**

Danièle Golay Schilter  
Jean-François Perret  
Anne-Nelly Perret-Clermont  
& Franco De Gugliemo

*Avec la collaboration de:*  
Jean-Philippe Chavey

**Document de recherche du projet  
"Apprendre un métier technique aujourd'hui"**

Construction, communication et appropriation des savoirs professionnels requis pour le  
développement et la maîtrise de nouveaux outils informatiques

**No 12**

Mars 1997

PNR33 Efficience de nos systèmes de formation  
FNRS no 4033-35846  
A-N. Perret-Clermont, R. Bachmann & L-O Pochon

## Table des matières

	page
Introduction	1
Comment les apprenants interagissent-ils?	1
Comment les apprenants interprètent-ils la situation?	4
Apprendre aujourd'hui un métier technique: le cas de la fabrication assistée par ordinateur	5
La situation observée: une séance particulière de travaux pratiques	7
Les étudiants	8
Sélection et transcription de la séquence qui sera présentée	8
Le déroulement de la séquence	9
Analyse des observations	17
Interactions entre apprenants dans cette séquence	17
Interprétation du sens de la situation par les élèves	20
Reflets des enjeux psychologiques et sociaux plus larges	21
Conclusion	23
Références bibliographiques	25

**INTERACTIONS SOCIO-COGNITIVES  
DANS UNE TÂCHE D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE:  
QUELLE EN EST L'EFFICIENCE? <sup>1</sup>**

*Danièle Golay Schilter, Jean-François Perret, Anne-Nelly Perret-Clermont  
& Franco De Guglielmo  
Avec la collaboration de Jean-Philippe Chavey \**

**INTRODUCTION**

Par l'étude "in vivo" de situations de formation professionnelle, notre intention est de contribuer à la compréhension de processus d'apprentissage complexes dont nous faisons l'hypothèse qu'ils comprennent à la fois des enjeux cognitifs et techniques mais aussi relationnels et identitaires. Ce dossier porte ainsi sur les interactions socio-cognitives observées en situation réelle de formation, dans les ateliers d'une Ecole Technique où les étudiants s'initient, en petits groupes, à la fabrication assistée par ordinateur. Le but poursuivi est d'analyser quelle dynamique interactive s'y déploie et d'examiner quand ces interactions peuvent être considérées efficaces.

Pour approcher ces interactions et tenter d'en saisir la dynamique, il est possible de s'appuyer aujourd'hui sur un certain nombre de travaux qui, comme le soulignent Dillenbourg et al. (1995), appartiennent à des orientations théoriques et méthodologiques très différentes. Cependant, il est possible de les organiser selon deux axes, en distinguant d'une part ceux qui décrivent les *interactions entre apprenants*, et d'autre part ceux qui mettent en évidence l'important travail d'*interprétation du sens de la situation* que doivent opérer les acteurs pour parvenir à gérer leur activité.

**Comment les apprenants interagissent-ils?**

Les travaux expérimentaux sur les interactions sociocognitives concernent le plus souvent de jeunes élèves de l'école primaire qui effectuent en groupe différents types de tâches. Avec de jeunes adultes en formation professionnelle, retrouve-t-on les principaux processus décrits jusqu'à présent pour rendre compte des interactions cognitives? Parmi les différents patterns

---

<sup>1</sup> Ce texte se fonde sur une partie du corpus analysé dans le document de recherche No 7: Golay Schilter et al. (1997) Aux prises avec l'informatique industrielle: collaboration et démarches de travail chez des élèves techniciens. Séminaire de Psychologie, Université de Neuchâtel.

\* Maître à l'Ecole Technique de Sainte-Croix (VD), responsable de l'enseignement d'automatisme.

d'interaction qu'identifie Granott (1993) à partir du degré de collaboration manifesté et du niveau relatif d'expertise des partenaires, lesquels sont susceptibles de se mettre en place dans ce contexte d'activité? Pourrons-nous en particulier observer dans les situations de formation étudiées:

- *des conflits socio-cognitifs* de même nature que ceux étudiés dans une perspective psychosociogénétique et dont une série de recherches expérimentales a montré qu'ils pouvaient être à l'origine de restructurations cognitives (Perret-Clermont, 1980; Emler & Valiant, 1982; Doise & Mugny, 1984; Perret-Clermont & Nicolet 1988; Light & Blaye 1989, Bearison, 1991)? En quoi de jeunes adultes peuvent-ils bénéficier d'une confrontation de points de vue? De quelles micro-genèses peut-il s'agir: concernent-elles des réélaborations cognitives relatives à la compréhension de la tâche et de son but, ou les restructurations portent-elles sur les connaissances que la tâche mobilise? Ou bien les interactions conflictuelles produisent-elles chez les apprenants plutôt des changements de stratégies de résolution? (Gilly, Fraise & Roux 1988; Blaye 1988).

- *des démarches de collaboration* par lesquelles les partenaires apportent chacun des éléments complémentaires? Les apprenants observés, engagés dans une action conjointe, dialoguent-ils? La discussion et l'explicitation sont en effet souvent considérées comme favorables à la résolution des tâches et ceci principalement pour deux raisons: d'une part, parce qu'elles permettent une mise en commun des buts, de la définition du problème et des significations en jeu (ce que doit faciliter un soft éducatif efficace, selon Healy, Pozzi et Hoyles, 1995); d'autre part, les discussions aident à mener une analyse du problème à résoudre (Pontecorvo 1990; Howe & al., 1995; Mercer 1996; Pléty, 1996), un partage des idées, ou encore leur évaluation en vue d'une décision commune. Nos observations présenteront-elles les caractéristiques de l'exploratory talk décrites par Mercer (in press: 138-140)? Mais certaines recherches ont aussi montré que parfois, les négociations et les dialogues de type "résolution de conflit" ont peu d'influence sur le succès des groupes étudiés (Perret-Clermont 1980; Jackson, Fletscher, & Messer, 1992; Hoyles, Healy, & Pozzi, 1992 p255, etc.)? Qu'en sera-t-il ici?

- *une distribution explicite ou implicite de rôles et tâches différentes de chacun?* La revue des recherches expérimentales sur le travail de groupe présentée par Paicheler (1993) de même que des travaux conduits dans une perspective ergonomique (Leplat 1993) ont montré que des tâches de natures différentes nécessitent, pour être efficacement effectuées, des organisations sociales du groupe différentes. Que se passe-t-il devant une tâche complexe d'informatique industrielle? Y a-t-il une distribution des rôles et celle-ci se fait-elle de façon consciente ou implicite? Evolue-t-elle au fil de la familiarisation avec la tâche? Cette distribution se reflète-t-elle plus particulièrement dans les prises de paroles, dans les prises de décision ou de pouvoir,

ainsi que dans leur évolution au fil de l'interaction, comme Saint-Dizier, Trognon, & Grossen (1995) l'ont mis en évidence dans une tâche de co-résolution d'un problème d'arithmétique? Il y a-t-il négociation des places respectives et du statut des partenaires, en amont ou en cours d'activité? Observe-t-on des prises de pouvoir et sont-elles fonctionnelles ou non par rapport à l'objectif de la collaboration? Y a-t-il des leaders et de quel type? En effet, des recherches ont montré l'attention que déploient les sujets pour gérer leurs places et leurs faces, voire leur identité, dans des situations que l'on aurait pu croire essentiellement vouées à la résolution de problèmes cognitifs (Flahaut, 1978; Vion, 1992, Schubauer-Leoni 1986; Grossen, Liengme, Perret-Clermont, 1997; Muller & Perret-Clermont, in press).

- *des interactions asymétriques?* Quand les interactions sont-elles vécues explicitement comme asymétriques, avec certains des partenaires en position d'experts et d'autres de novices, et quand, au contraire, les relations sont-elles horizontales? A la suite de Vygotsky et plus largement d'un certain nombre de chercheurs russes (notamment Léontiev, Galpérine et d'autres encore), de nombreux travaux se sont attachés en effet à décrire les relations entre novices et experts (McLane & Wertsch, 1986; Wynnikamen, 1990; Mercer & Fisher, 1992; Forman & McPhail, 1993; Rogoff, 1995; cités ici à titre d'exemple). L'a priori théorique alors adopté est que la connaissance se transmet de l'expert au novice, ce dernier se l'appropriant, par étapes successives, en déployant des comportements étayés par son partenaire expert. Retrouve-t-on ces phénomènes dans le cadre de l'apprentissage de la maîtrise d'un dispositif informatique complexe? Et si de telles interactions s'instaurent, est-ce seulement avec le professeur ou aussi entre élèves, dans cette Ecole Technique qui regroupe des apprenants aux expériences scolaires et professionnelles antérieures parfois très différentes? Quels événements sollicitent modeling ou scaffolding dans une telle relation asymétrique: pannes, consignes particulières du professeur, nécessité de se faire valoir de la part de jeunes en quête d'insertion sociale, ou s'agit-il simplement d'une modalité d'interaction courante et donc normale et fréquente?

Cette question est particulièrement importante lorsque l'on sait que certains auteurs préconisent le modèle du cognitive apprenticeship comme méthode pédagogique (Collins et al. 1989), notamment dans le contexte d'un environnement technologique complexe (Järvelä 1995). Or d'autres travaux, en particulier ceux de Trognon (1993) sur des adultes, ont mis en évidence que dans certaines situations de résolution de problème, on observe des partenaires s'étayer de façon non pas asymétrique mais réciproque, s'appuyant tous deux et alternativement, sur le raisonnement de l'autre pour faire progresser la démarche vers une résolution efficace.

- *des interactions influencées par les caractéristiques de la tâche et du logiciel?* Les caractéristiques de l'outil informatique utilisé sont également susceptibles d'influencer les

modalités de collaboration adoptées. La gestion distribuée ou non du clavier de l'ordinateur et de la souris est un premier point sensible, comme l'observent Blayes et al (1991). La nature du logiciel et en particulier les feed-back visuels ou les messages d'erreurs qu'il peut fournir, méritent également attention. Comme le relèvent Hoyles, Healy & Pozzi (1992), le fait qu'un logiciel permette une exploration ouverte (comme c'est le cas avec Logo) favorise la réflexion sur les règles, le dialogue ainsi que les conduites de résolution de conflits, alors que ce n'est pas le cas s'il propose une démarche guidée de type Computer Assisted Learning.

### **Comment les apprenants interprètent-ils la situation?**

Dans notre recherche, la tâche présentée aux étudiants techniciens semble clairement définie: en se référant à un enseignement reçu quelques mois plus tôt, les élèves devront utiliser un logiciel de CAM (Computer Assisted Manufacturing) pour concevoir l'usinage d'une pièce déjà dessinée. Dans un premier temps, celui de la conception de l'usinage, ils doivent travailler à trois autour du même ordinateur puis, dans un deuxième temps, ils doivent mettre en route la cellule d'usinage qui fabriquera automatiquement la pièce. A tout instant, ils peuvent recourir à l'aide du professeur pour les dépanner et les aider en cas de nécessité. Au terme des quatre heures de travaux pratiques, en fin d'après-midi, les élèves doivent établir un bref rapport sur leur activité qu'ils remettront à leur professeur avec la pièce usinée. La consigne est complète, les conditions de travail définies et le but poursuivi clairement désigné. Cette apparente clarté mérite toutefois un examen attentif.

Des travaux nous alertent sur le fait que même des situations conversationnelles apparemment simples (par exemple poser une question dans une situation de test) sont susceptibles de se révéler être des situations sociales complexes polysémiques (Rommetveit, 1979; Hundeide, 1985; Grossen, 1988; Säljo 1991). En effet, les élèves ne confèrent pas toujours à la situation, à la tâche et à la consigne le sens prévu par l'enseignant (Donaldson, 1978; Perret 1985; Schubauer-Leoni, 1986; Light, 1986; Light & Perret-Clermont, 1989; Bell, Grossen & Perret-Clermont, 1989; Perret-Clermont, Perret & Bell, 1991). L'observation des sujets en interaction révèle que ceux-ci déploient toute une activité cognitive pour saisir non seulement ce qu'il y a à faire, mais aussi le sens de la situation, afin de pouvoir y tenir un rôle qui leur soit favorable. Dans les situations scolaires en particulier, on sait combien le cadre institutionnel participe à structurer les images que maîtres et élèves ont de leur rôle et des performances attendues (voir Gilly 1980; Brossard & Wagnier 1993; Säljo 1993; Schubauer-Leoni, 1993; Iannaccone & Perret-Clermont, 1993). La tâche d'informatique industrielle qui nous concerne ici se prête-t-elle également, derrière son apparente clarté, à diverses interprétations? Cela nous semble être le cas principalement pour deux raisons complémentaires:

- la démarche à mettre en oeuvre est ouverte au sens que de nombreuses options et prises de décisions quant au chemin à suivre sont à prendre en cours de route; il n'y a effectivement pas de procédé type qu'il suffirait d'appliquer fidèlement. A cette complexité du logiciel, il faut encore ajouter le fait qu'il présente quelques limites imprévues, ainsi par exemple les messages d'erreurs ne sont pas donnés de manière systématique. Tout cela contribue à créer chez les élèves une part d'incertitude, à différents moments de l'action, quant au type de connaissances et de stratégies qu'ils doivent mobiliser.

- pour gérer cette part d'incertitude, les élèves vont s'appuyer spontanément sur leurs expériences antérieures et sur la similitude qu'ils perçoivent (ou non) entre les sollicitations de la situation actuelle et celles de situations passées. Du point de vue des apprenants, la tâche proposée, et l'interprétation qu'ils en font, ne peut ainsi être isolée de la série de travaux pratiques qu'ils accomplissent, semaine après semaine, au cours de leur formation. Les formes de ce travail scolaire, et en particulier les modalités de collaboration qui s'y instaurent ne se réinventent pas jour après jour; au contraire, on observe des constances dans toute activité, liées à des attentes et des règles de fonctionnement qui sont généralement implicitement établies mais qui sont constitutives du contrat didactique (Brousseau, 1986; Schubauer-Leoni, 1986; Schubauer-Leoni & Grossen, 1993). Ce cadre d'interprétation que les élèves forgent à partir de leurs expériences antérieures ne pourra être ignoré dans notre situation, lorsque nous voudrions comprendre leurs réactions face à la nouvelle tâche de ces travaux pratiques.

Nous nous attendons donc à voir se refléter ici, à ce niveau de micro-analyse et à travers les significations que les apprenants accordent à la tâche, un certain nombre des enjeux psychologiques et sociaux à l'oeuvre dans la réalité plus large de la vie des élèves et de l'école. D'autres auteurs ont déjà mis en évidence cette articulation de différents ordres de phénomènes au sein d'une même réalité pédagogique observée (Woods, 1990; Benavente, 1993; Guarduno-Rubio, 1996).

## **APPRENDRE AUJOURD'HUI UN MÉTIER TECHNIQUE: LE CAS DE LA FABRICATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR**

L'occasion d'étudier les interactions socio-cognitives dans une Ecole Technique est liée à notre participation au Programme National de Recherche suisse sur " L'efficacité des systèmes de formation". Le programme d'ensemble s'interroge sur la possibilité d'améliorer les systèmes de formation grâce à une meilleure compréhension aussi bien des raisons de leur évolution que de leur constance. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à l'impact des nouvelles

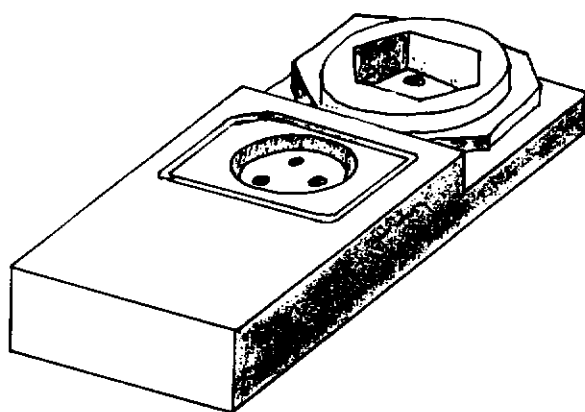
technologies de production sur la redéfinition des savoirs et savoir-faire à enseigner à de futurs techniciens, ceci au sein même du fonctionnement d'un établissement de formation. Cela nécessitait en premier lieu de connaître le cadre institutionnel de l'Ecole Technique étudiée, afin de saisir les principaux éléments de son histoire et de son évolution liée notamment aux développements technologiques (Golay Schilter 1995). Il s'agissait également de saisir les motivations professionnelles et pédagogiques de la Direction de l'Ecole et des enseignants concernés par cette évolution, ainsi que les conditions financières d'une telle réalisation (Perret 1997). Des entretiens et une enquête par questionnaire auprès des élèves nous ont encore permis de saisir certains éléments importants de la problématique scolaire, professionnelle et existentielle de ces élèves âgés de 16 à 25 ans (Kaiser & al. 1996).

Cette approche de la réalité d'un établissement de formation professionnelle a révélé l'existence de choix pédagogiques difficiles à faire et à gérer au sein de multiples tensions: certaines d'ordre matériel (contraintes financières, mais aussi architecturales liées à l'aménagement des lieux de formation); d'autres professionnelles, entre d'une part une *vision traditionnelle* du métier, presque artisanal bien qu'industriel (comme en témoigne par exemple l'importance accordée aux savoirs d'expérience et à aux "tours de mains"), et d'autre part *une vision émergente* centrée sur les développements de l'automation dont on ne sait pas encore très bien les formes qu'elle prendra à l'avenir. D'autres tensions apparaissent aussi entre les formateurs parce qu'ils ont des expériences du monde professionnel qui sont parfois très différentes les unes des autres; et entre élèves qui, dans leur milieu d'appartenance ou lors de stages, glânent des informations et des opinions qui viennent alimenter leurs propres perceptions de ce monde industriel et de son évolution. D'autres dimensions rendent encore le management des choix pédagogiques difficiles au sein d'un établissement de formation professionnelle: réglementations d'Etat parfois vétustes; concurrence entre écoles; pressions du marché du travail, ou encore peur du chômage.

Dans ce contexte, l'initiation des étudiants à la fabrication automatisée est un miroir qui reflète de manière particulièrement sensible ces tensions, et ceci même si cet enseignement n'occupe de fait qu'une place relativement restreinte dans l'ensemble de leur cursus de formation (une première approche est certes déjà proposée en début de formation à 16 ans, mais c'est surtout dans les deux années de préparation du brevet de technicien qu'un enseignement systématique est introduit en la matière). C'est pourquoi nous avons choisi de retenir ce domaine particulier d'apprentissage comme lieu privilégié d'observation avec l'intention de contribuer à identifier les enjeux de cette formation, ses différentes modalités possibles, ainsi que le rôle respectif des savoir-faire traditionnels et des savoirs plus formels qu'exige une telle action technique entièrement médiatisée (Martin, 1995; Rabardel, 1995; Verillon & Rabardel, 1995).

### **La situation observée: une séance particulière de travaux pratiques**

Les travaux pratiques d'automatisation de déroulent chaque semaine sur une demi-journée et portent sur différents dispositifs techniques. La séance au centre de notre observation requiert des étudiants qu'ils conçoivent, en petits groupes, l'usinage d'une pièce à l'aide d'un logiciel de CAM (Computer Assisted Manufacturing). Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, le but de ces travaux pratiques est de réaliser la fabrication d'une pièce en résine (voir la figure 1).



*Figure 1: la pièce à usiner*

Cette tâche doit être effectuée dans un temps relativement court et mobilise des connaissances acquises plusieurs mois auparavant. C'est ainsi une occasion pour eux à la fois de réviser et d'utiliser, dans une activité pratique, un ensemble important de connaissances. De ce point de vue, ces travaux pratiques se distinguent des autres activités d'apprentissage généralement plus directement liées à un chapitre précis de cours. La situation se rapproche par contre plus d'une situation réelle de travail où le technicien peut être appelé à mobiliser des connaissances déjà anciennement acquises.

En début des travaux pratiques, l'enseignant donne oralement aux étudiants des indications sur les principales étapes de la tâche et signale quelques contraintes techniques, quelques indications sont également fournies par écrit. Il mentionne encore les critères d'évaluation : une durée d'usinage réduite et une certaine autonomie lors de la phase de programmation de l'usinage. La note obtenue est commune aux élèves du groupe, auxquels il s'adresse collectivement.

Dans un premier temps, l'activité se déroule à l'écran; il s'agit de spécifier un grand nombre de variables.

L'interface du logiciel montre en haut de l'écran une importante série de menus déroulants comportant eux-mêmes des sous-menus. Les inputs sont donnés en ouvrant les menus déroulants et en cliquant sur les options voulues. Le programme propose alors une série de fenêtres et de boîtes de dialogue. Chaque fois que l'une d'elles est remplie (en cliquant sur les options choisies ou en indiquant les valeurs retenues) et que la solution est correcte, la fenêtre suivante s'ouvre. Fenêtres et boîtes de dialogues sont complexes et demandent l'introduction de nombreuses informations. Le programme donne des indications au bas de l'écran sur la procédure générale qui suit (p. ex. "sélectionner les géométries"). Il transmet aussi des messages d'erreur et comporte un menu d'aide thématique. Enfin, il offre des possibilités de visualisation et de contrôle du travail déjà réalisé sur la pièce.

### **Les étudiants**

L'étude concerne dix étudiants techniciens, tous de sexe masculin, âgés de 20 à 25 ans, organisés en quatre groupes de travail. Les groupes observés ont déjà auparavant travaillé ensemble lors d'autres travaux pratiques. Dans ce texte, nous centrons notre attention sur un des groupes de travail, mais sans perdre de vue les autres groupes également observés. Leur familiarité avec l'usinage varie avec leur formation antérieure. Si les mécaniciens ont de l'expérience en matière d'usinage conventionnel et/ou à commande numérique, les autres n'ont reçu qu'un cours de trente heures d'usinage à commande numérique et la mécanique en général n'appartient pas à leur domaine d'expertise. Les groupes observés ont déjà travaillé ensemble à d'autres travaux pratiques.

### **Sélection et transcription de la séquence qui sera présentée**

L'ensemble de l'activité, de la conception jusqu'à l'usinage effectif de la pièce, se déroule en quatre heures. Le tout a été enregistré et filmé avec deux caméras, afin d'intégrer à l'image de chaque groupe celle de l'écran d'ordinateur sur lequel il travaille. Ces enregistrements ont permis de repérer une série de difficultés rencontrées par les étudiants dans cette activité. L'une d'entre elles porte sur la définition relative des cotes correspondant aux différents plans d'usinage qu'il s'agit de spécifier à la machine: la surface de la pièce dite "surface de référence"; la profondeur d'un trou; la profondeur d'un trou à l'intérieur d'une cavité déjà usinée; sans oublier le "plan de sécurité" et le "plan d'approche rapide" qui règlent l'approche de la fraise, avant même qu'elle n'entame l'usinage proprement dit. C'est la réaction à cette difficulté particulière et l'examen de la gestion de celle-ci que nous avons retenu pour le présent exposé, en approfondissant le cas particulier d'un des groupes, celui constitué par Ted, Guy et Didier.

En se fondant sur les enregistrements vidéo, ainsi que sur les notes prises par l'un des chercheurs observant la situation in vivo, les passages concernés ont été entièrement retranscrits selon la forme conversationnelle habituelle (alternance de "tours de parole" notés à la ligne). Nous avons choisi d'y inclure les modifications d'état et les messages du programme au même titre que les interventions des élèves, ceci afin d'être en mesure de rendre compte des interactions aussi bien entre élèves qu'entre eux et l'ordinateur.

La séquence présentée ici est particulièrement intéressante parce qu'elle montre différents aspects d'une dynamique de collaboration, au niveau:

- des procédures de résolution de la tâche; c'est-à-dire la manière dont les élèves s'y prennent pour mener leur tâche et résoudre les difficultés qui se présentent.
- de la division du travail et des rôles; comment les élèves se répartissent-ils les commandes de l'ordinateur, comment prennent-ils part aux discussions, sur quels modes chacun exprime-t-il ses propositions (ordre, requête, assertion) qui y répond (en acte ou en parole) et de quelle manière (proposition suivie ignorée, reprise, réfutée, précisée, complétée, etc.), quel rôle chacun joue-t-il dans l'avancement du travail, comment se prennent les décisions, qui apporte des arguments décisifs, qui conclut?
- de la signification accordée à la tâche; cette séquence laisse en effet transparaître quelque chose du sens que les étudiants accordent à cette situation d'apprentissage.

### **Le déroulement de la séquence**

Les extraits présentés ici font partie d'une séquence d'environ 10 minutes, durant laquelle un groupe de trois élèves créent avec le logiciel APS (Advanced Programming Systems) le programme du perçage de cinq trous dans la pièce qu'ils doivent usiner. Nous avons divisé la séquence en quatre parties, en fonction des quatre étapes de résolution identifiées.

#### *Étape 1: Choix initiaux*

Les trois étudiants, Guy, Ted et Didier travaillent déjà depuis environ 15 minutes. Au départ, Guy s'est installé aux commandes du PC, Ted s'est assis à sa gauche, devant l'écran, alors que Didier occupe à l'extrémité du groupe la place la plus éloignée du PC. Ted a devant lui la consigne et un exemple de pièce déjà usinée. Didier a indiqué qu'il s'occuperait du rapport de TP qu'ils doivent rendre. Aucune négociation explicite n'a présidé à cette répartition des rôles.

La première étape de réalisation dure environ 1 minute 30. Les élèves (Guy et Ted) indiquent au programme la matière dont est faite la pièce, l'outil choisi, la direction de travail de l'outil et le mode de sélection des trous à percer. Dans l'extrait transcrit ci-dessous, les élèves donnent au programme les valeurs en millimètre pour chaque plan de travail de l'outil. Ces valeurs correspondent à la distance entre la surface de la pièce, considérée comme plan zéro, et chaque plan:

<p><u>Le plan de sécurité</u> : plan auquel la machine vient positionner l'outil au-dessus de la pièce.</p>	<p><u>L'approche rapide</u>, plan jusqu'où l'outil descend rapidement vers la pièce; permet de gagner du temps dans la réalisation de l'usinage.</p>
<p><u>La surface de référence</u>, qui est la surface de la pièce, où l'outil entre en contact avec la matière.</p>	<p><u>La profondeur de l'usinage</u> à effectuer, qui sera soit celle atteinte par la partie de l'outil fixant le diamètre du trou ou celle de la pointe de l'outil.</p>

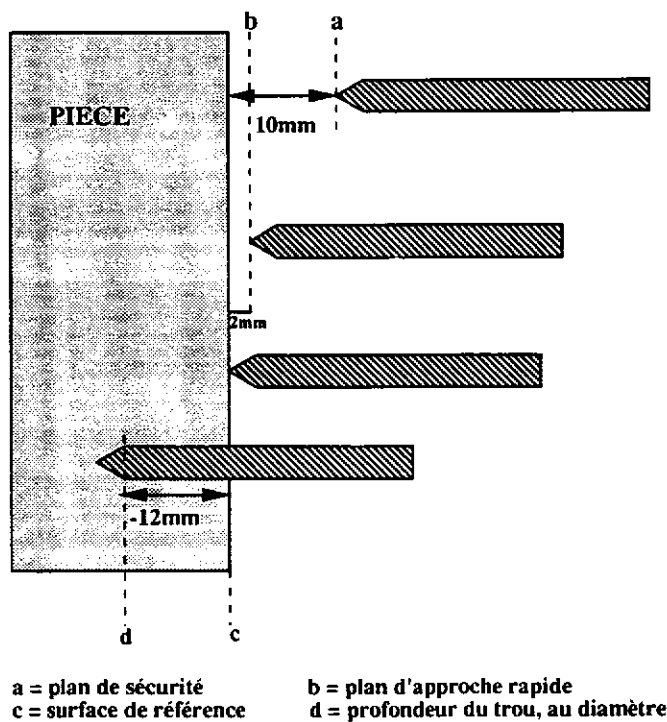
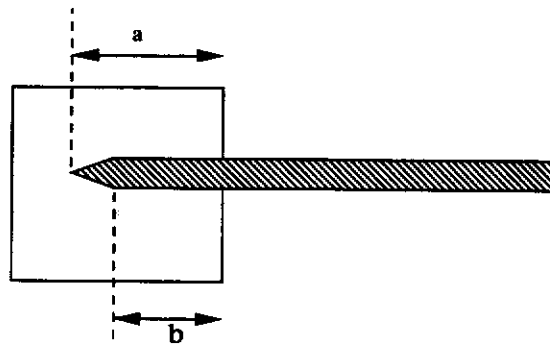


Figure 2: les plans successifs d'avance de l'outil



a = Profondeur à la pointe de l'outil    b = Profondeur au diamètre de l'outil

*Figure 3: les deux options d'indication de profondeur du trou*

La solution correcte demande que les valeurs données à chaque plan suivent un ordre décroissant. Par exemple: Plan de sécurité:  $Z = 10$  mm. Approche rapide  $Z = 2$  mm. Surface de référence  $Z = 0$  et profondeur  $Z = -12$ , donnée au diamètre. Dans le cas qui nous occupe, les élèves utilisent un foret et pour cet outil le programme recalcule automatiquement la profondeur à la pointe. Ainsi, une profondeur donnée de -12 "au diamètre" devient une profondeur de -17.

- G1<sup>1</sup> (Il lit l'écran, puis parle sans tourner la tête vers ses camarades): Plan de sécurité. Pfff.  
(Il passe à la suite sans rien indiquer).
- G2 (Il lit): Approche rapide, (se tourne vers T.): Jusqu'à z 0? C'est juste?
- T3 Non, moins..., non, plus! +2!
- G4 Jusqu'à z 2. Ouais, c'est bon. IL TAPE +2.
- T5 Pis profondeur (en regardant l'écran).
- G6 (Il lit sans prêter attention à T.): Surface de référence, 0. IL LAISSE LE 0.
- T7 Et puis la profondeur...
- G8 (Il lit): profondeur du trou...(Les deux se penchent sur la consigne que T. a devant lui).
- T9 (Lisant la consigne): 12. (Puis, en se tournant vers G.): Ca fait -12. -12 ou bien +12?
- G10 (En regardant l'écran) z -12. IL TAPE -12.
- G11 (Il lit): Rapide, au serrage...

<sup>1</sup> G = Guy; T = T; P = Programme

- T12 (Sautant à l'étape suivante, en regardant l'écran): Attention, profondeur du trou c'est le diamètre, pas la pointe.
- G13 IL LAISSE L'OPTION PAR DÉFAUT "RAPIDE AU SERRAGE" ET CLIQUE SUR L'OPTION "DIAMÈTRE" POUR LA PROFONDEUR.
- G14 (Il passe en revue les valeurs données à chaque plan, en remontant avec le pointeur): Surface, OK. Plan de sécurité au serrage, c'est quoi ça?
- T15 Ca, je crois pas qu'on a...
- G16 (Tourne brièvement la tête vers T) On a jamais utilisé ça, je crois
- T17 Non, on a jamais utilisé
- G18 IL LAISSE 0 AU PLAN DE SÉCURITÉ ET CLIQUE OK POUR INDIQUER QUE LA FENÊTRE EST COMPLÈTE.
- P19** Recalcule la profondeur de -12 à -17.5 et change l'option "profondeur au diamètre" pour "profondeur à la pointe". Bipe. Reste sur la même fenêtre.

Tous les échanges verbaux se passent entre Guy et Ted. Par sa posture et son regard, Didier montre son attention, mais il n'intervient pas durant cette première phase.

Au plan de la démarche de travail, on observe que Guy, les yeux la plupart du temps rivés à l'écran, lit à voix haute les intitulés des boîtes de dialogue, dans l'ordre proposé par le programme. En G1, G6 et G11, il donne lui-même la réponse à inscrire. En G2, G8 et G14, il initie un échange, par une requête explicite ou implicite (G8). Ted satisfait aux requêtes de son camarade en proposant des réponses (T3 et T15) ou en faisant suivre la réponse extraite de la consigne par une nouvelle requête (T9). C'est Guy qui clôt ces échanges, montrant par une action sur l'ordinateur et par un énoncé son accord avec la proposition de Ted.

Par deux fois (T5 et T7), Ted intervient en amenant le contenu "profondeur", sans respecter l'ordre donné par le programme et par Guy. Or ce dernier ignore ses interventions et ne satisfait l'ordre de Ted que lorsque sa lecture des options dans l'ordre donné à l'écran l'amène au même point. L'échange T12-G13 montre par contre Guy réalisant l'ordre de son camarade.

D'un point de vue technique, l'échange qui préside au choix de la valeur à attribuer au plan de sécurité (G14 à G18) est important car la décision prise peut avoir pour conséquence une erreur sérieuse à l'usinage de la pièce. Que peut-on y observer? La question de Guy (G14) pourrait appeler une conceptualisation (plan de sécurité, c'est quoi?), mais par le ton, elle exprime surtout un étonnement agacé (mais qu'est-ce que cette chose que je ne connais pas?). La décision se base sur l'argument partagé suivant: on n'a jamais utilisé cette option.

En résumé, il nous paraît que la démarche des deux élèves consiste à remplir une à une chaque cartouche (ou boîte de dialogue). La majorité des interventions vise à fournir les réponses demandées par le programme. Les prises de décision sont basées sur des assertions, dont la justesse semble évaluée, implicitement, par rapport au souvenir des procédures mises en oeuvre dans les exercices de l'année scolaire précédent le TP. Elles ne sont pas argumentées (G4, G10, G13), ce qui en rend les motivations obscures à l'observateur extérieur. Dans l'échange G14 à G18, il apparaît clairement que c'est le curriculum qui tient ici lieu de référence, et pas le programme en tant que partenaire à comprendre, ni la future situation d'usinage. On peut se demander en outre quelle règle s'y exprime indirectement: On ne prend en considération que ce qu'on a appris auparavant? L'enseignant ne demande que des choses vues auparavant? Si on ne l'a jamais utilisé, c'est que ce n'est pas important?

Sur le plan du rapport de places, Guy nous paraît occuper une position haute. Aux commandes, il joue le rôle d'intermédiaire entre le programme, dont il suit l'ordre, et ses camarades. Il opère ainsi une mainmise sur le rythme de lecture du programme et sur l'introduction des réponses. On le voit aussi évaluer la proposition de Ted (G4:  $Z + 2$ . Ouais, c'est bon.). En somme, c'est lui qui communique sur la valeur de la proposition et choisit ce qu'il va introduire comme réponse. Dans le passage transcrit comme dans les échanges qui le précèdent, c'est lui qui a l'air de pouvoir se reporter avec le plus d'assurance à une mémoire des procédures, qu'il manifeste par des assertions normatives: "C'est comme ça qu'on fait"; il a ainsi le plus d'influence sur la décision prise. Quant à Didier, il suit du regard ce qui se passe, mais ne s'exprime pas verbalement et aucun de ses camarades ne s'adresse directement à lui dans cette extrait.

### *Etape 2: réactions face à un message d'erreur*

Les élèves ont indiqué: 0; 2; 0, et -12 et profondeur au diamètre. Le programme recalcule automatiquement la profondeur du trou donnée à la pointe de l'outil, "bipe" et ne passe pas à l'étape suivante.

G20: (En regardant l'écran) Qu'est-ce qu'il me ch... !? Profondeur du trou, qu'est-ce que c'est que cette c...?

T21: (Sur un ton légèrement agacé et en le regardant) Parce que t'as pas défini la profondeur de la pièce, on ne peut pas faire un trou sur une feuille!

G22 (A voix basse et en regardant l'écran): Ouais, c'était peut-être pas comme ça

L'énoncé G20 se prête à plusieurs interprétations. Guy s'y pose comme interlocuteur principal d'un programme qui s'adresse à lui (il *me* ch..). Il semble aussi le désigner comme

responsable du problème (il ch... ). Cherche-t-il ce faisant à protéger sa face? En même temps, il émet une requête d'explication.

Ted y répond, en confirmant à Guy qu'il est bien l'interlocuteur principal du programme et en le désigne comme responsable du problème (*tu n'as pas défini...*). A cet instant de leur collaboration, l'erreur n'est pas considérée comme le fait du groupe mais est rejetée sur un protagoniste. Du point de vue cognitif, il est intéressant de souligner que dans sa question, Guy avance déjà une interprétation du problème: C'est la profondeur qui ne joue pas et que Ted accepte implicitement ce point de vue en expliquant pourquoi la profondeur ne joue pas.

Comment comprendre cela? On remarque qu'en P 19, le programme donne plusieurs indications à la fois: passage de l'option "profondeur au diamètre de l'outil" à "profondeur à la pointe de l'outil", recalcul consécutif de la profondeur, et bip sonore. De fait, ce dernier signale qu'ils ont donné un plan de sécurité inférieur au plan d'approche rapide. Mais les élèves ne l'interprètent pas ainsi, puis qu'ils voient le problème dans le recalcul effectué, donc dans la profondeur des trous. Ils n'ont apparemment pas remarqué que l'option "pointe" vient remplacer "diamètre" et, à l'instar des autres groupes observés ne paraissent pas se souvenir que le programme fait ce recalcul automatiquement. Une caractéristique de l'instrument les conforte dans leur interprétation: il ne donne pas un message écrit signalant quelle est l'erreur commise, alors qu'il l'a fait à d'autres occasions.

Nous verrons que la compréhension que Guy et Ted ont du problème va orienter leurs tentatives de résolution conduites dans les six minutes qui suivent.

### *Étape 3: Une phase de tentatives diverses*

Pendant six minutes, Guy, Ted et, dans une moindre mesure, Didier, s'engagent dans une intense recherche de solution: Sans compter l'exploration systématique des menus menée à deux reprises par Guy, ils effectuent, sans succès, neuf différentes opérations sur le programme. Les conduites de recherche<sup>2</sup> montrent une variété certaine: vérifications et modifications d'affichage de la pièce; modifications d'options de perçage, consultation de menus et de l'aide du programme.

Durant cette phase, Ted prend une place plus importante: c'est maintenant lui qui amène la majorité des propositions et Guy le suit. Par ailleurs, les dialogues silencieux de ce dernier avec le programme ne plaisent pas à Ted, qui l'interrompt par deux fois et lui demande ce qu'il fait.

---

2) La transcription de cette longue phase n'est pas restituée ici pour des questions évidentes de place.

Didier, lui, s'éloigne un moment et quand, à son retour, il se permet une remarque sur ce qu'il faudrait faire, Guy le reprend vertement.

La piste principale de leur recherche consiste à essayer de diverses manières de s'assurer que la pièce, telle qu'elle est définie pour le programme, a bien une hauteur de 20 mm. La hauteur de la pièce les a déjà préoccupés au début de leur travail et a fait l'objet d'une interaction infructueuse avec l'enseignant; restés apparemment sur leur faim, ils se focalisent sur ce point et, en corollaire, sur la question de la configuration de la pièce.

Ted suggère également des modifications, qui portent sur une option adoptée auparavant dans le doute et sur une seconde option dictée auparavant par Guy, sans justification (G10). Celui-ci accepte sans autre ces remises en cause de ses choix, ce qui nous laisse perplexes. Est-ce que cela révélerait la fragilité des décisions prises, c'est-à-dire des connaissances et de l'accord qui les sous-tendaient? Ou faut-il y reconnaître cette propension à la démarche d'essai-erreur, souvent décrite chez les personnes habituées à profiter des possibilités de modifications offertes par les instruments informatiques?

Durant cette phase, les élèves montrent des signes de tension et d'agacement: soupirs, frappe violente sur le clavier et commentaires désapprouvateurs: "Génial, ce TP, hein?", fait Didier à Ted, sur un ton désabusé. Plus loin ce dernier commente: "Ça fait une année qu'on fait plus ça, pourquoi tout d'un coup on doit faire ça?". Entre eux, le ton et la forme de certaines interpellations sont peu amènes: "Pourquoi tu fais ça?", "De toute façon, ça change rien", etc. A d'autres moments, ils invectivent le programme. "Pourquoi il ne veut pas ce ...", maugrée Guy. De fait, au fil de leur travail ou lors des entretiens, tous les groupes ont exprimé avoir vécu un stress important durant cette activité.

#### *Étape 4: Vers une (fausse) solution*

Après les divers essais évoqués ci-dessus, Ted lance une proposition, à partir de laquelle ils vont élaborer leur manière de résoudre le problème.

T101 Essaie voir de remplir le champ où il y a des 0 < dans la fenêtre concernant les plans de travail de l'outil >. Tu mets des valeurs-bidon, pour voir s'il accepte. S'il accepte ça veut dire qu'on a oublié de mettre une cote < il y a un des plans où il faut mettre autre chose que 0 >.

G1022-G111 EN SUIVANT LES INDICATIONS DE TED, GUY DONNE LA VALEUR 3 AU PLAN DE SÉCURITÉ, À L'APPROCHE RAPIDE ET À LA SURFACE DE RÉFÉRENCE.

P112 "Refuse" leurs paramètres en maintenant à l'écran la fenêtre en question. Bip.

T113 (Avec un air exaspéré): Oooh, c'est pas ça!

G114 IL MET DES 0 PARTOUT, MÊME À LA PROFONDEUR DE COUPE.

P115 Passe à la fenêtre suivante, ce qui signifie qu'il accepte ce qui a été proposé.

T116 (Étonné, ricane et s'adresse à D): On met des 0 partout, ça marche! Elle hallucine!

G117 (Se gratte la tête, passe d'une case à l'autre avec le pointeur. Alors qu'il est sur "Fond du trou").

T118 Essaie de mettre du - 20 (accentue le "moins"), euh, du - 12, pis va voir sur le diamètre aussi.

G119 IL EXÉCUTE LES PROPOSITIONS DE T.

P120 Accepte: Passe à la fenêtre suivante

T121 Bon. C'est juste l'avance rapide qu'il faut voir, normalement c'est à + 2

G122 On met pas d'avance rapide, allez!

T123 Non mais, eh, si on est en dessus (geste d'une main pointant contre le bas vers l'autre main à plat) ...

G124 Ouaf! (balance la main pour signifier "laisse tomber")

T125 Non, ça va pas aller, faut essayer d'avancer rapidement

G126 On avancera pas rapide, c'est tout

T127 Bon, vas-y!

Du point de vue de la collaboration, on remarque que jusqu'à G19, Ted mène la manoeuvre. En effet, les enchaînements de tours de parole T1-G2, T3-G4, T6-G7 et T18-G19 montrent que les suggestions ou ordres qu'il avance sont suivis par Guy. Il se confirme ici que Ted endosse régulièrement le rôle de "proposateur". Ne pouvant comme Guy explorer les menus à la recherche d'idées, il paraît plus libre d'élaborer des suggestions qui ne sont pas directement liées à ce que montre l'écran. En G14, on voit à nouveau Guy modifier silencieusement des valeurs, mais Ted, qui l'observe, commente la réaction du programme et dirige l'action suivante. L'échange T21 à T27 voit un désaccord être résolu, au moment où Ted accepte le point de vue de Guy.

Quelle solution construisent-ils? En T1, Ted finit par prendre en considération les valeurs données et propose un test pour vérifier s'il leur faut remplacer un des 0 par une autre valeur ("si on a oublié une cote"). Qu'il propose de mettre des valeurs quelconques et s'étonne ensuite du refus du programme est révélateur d'un aspect important de sa représentation du problème: il considère chaque plan comme une unité indépendante, telle qu'elle apparaît à l'écran, et non comme une étape d'un trajet descendant de l'outil où les valeurs sont liées entre elles dans un ordre décroissant, comme dans la situation d'usinage réelle. En l'occurrence, le programme,

qui ne propose pas de valeurs par défaut et n'affiche pas un message d'erreur concernant le plan de sécurité, vient le renforcer dans son erreur.

Après P12 qui signifie l'échec de la proposition T1, Guy paraît aussi se livrer à un test en mettant des zéro partout, mais son test porte sur les réactions du programme; ils s'aperçoivent ainsi que ce dernier accepte des solutions incorrectes du point de vue de l'usinage (profondeur de perçage nulle). Mais le groupe ne tire pas jusqu'au bout la leçon (à savoir qu'une solution erronée peut être acceptée) et ils adoptent ensuite la tactique suivante: partant d'une solution acceptée par le programme (0 partout), ils rajoutent ce qui est nécessaire au perçage (la profondeur de -12), cote dont l'évidence ne soulève pas de discussion. Ici, apparemment, le but devient: donner au programme une solution qu'il accepte. Mais Ted revient à d'autres considérations: il indique qu'il faut encore donner une valeur à l'avance rapide et évoque une procédure: "Normalement, c'est + 2". Se heurtant au refus de Guy, guère impressionné par cette invocation d'une norme, il défend son idée en évoquant, verbalement et gestuellement, la situation d'usinage, puis en précisant l'action qu'il s'agit de mener: avancer rapidement, en appuyant son idée par un directif impersonnel (il faut) et en mentionnant la conséquence générale de l'option de Guy: "ça va pas aller". En G26, Guy persiste: "on n'avancera pas rapide, c'est tout", que nous interprétons ainsi: ce n'est pas une erreur de ne pas avancer rapidement, de plus ce n'est pas important d'avancer rapidement. Et Ted obtempère, abandonnant momentanément son objectif, soit l'obtention d'un programme d'usinage le plus court possible.

Finalement, le programme accepte leur solution et les élèves s'estiment ainsi tirés d'affaire, oubliant ce qu'ils ont constaté plus haut, à savoir que le programme peut accepter des erreurs. Effectivement, leur pièce sera rayée par l'outil, faute d'avoir donné des valeurs positives au plan de sécurité et à l'avance rapide.

## **ANALYSE DES OBSERVATIONS**

### **Interactions entre apprenants dans cette séquence**

Les interactions entre apprenants sont quasi permanentes et tout au long de l'activité, des échanges verbaux parfois même très vifs accompagnent leur travail. Comment caractériser ces interactions et de quelle nature sont-elles?

Comme on s'y attendait, on observe à certains moments des conflits socio-cognitifs entre individus qui ont des points de vue différents. Mais la confrontation entre apprenants ne semble jamais valorisée comme telle, ni réfléchi par méthode. Ce qui frappe, c'est qu'au lieu de

confronter réellement entre eux leurs points de vue (comme ils le font par exemple dans le passage T.121 à T.127), ils ont plutôt tendance à demander à l'ordinateur de trancher leurs conflits, par la réaction immédiate qu'il fournit (réaction qui reste cependant encore à interpréter correctement). On attend ainsi de l'ordinateur qu'il confirme le bien fondé ou non de chaque opération ou projet d'action. Cette sollicitation du software risque, comme on le voit à certains moments, de court-circuiter les processus de restructuration cognitive nécessaires à l'intégration de points de vue différents, processus précisément identifiés comme féconds dans les recherches psychosociogénétiques.

On observe néanmoins, en raison notamment des feed-back négatifs que fournit le logiciel, certaines réélaborations cognitives chez les sujets. Leur compréhension de la tâche peut en effet évoluer en cours de route; le but même accordé à l'activité est susceptible par moment de se modifier. C'est par exemple le cas, lorsqu'à la suite de blocages persistants, la tâche initiale visant à *usiner une pièce* se transforme manifestement en une tâche visant à *satisfaire le programme*, voire à le contourner au besoin avec l'introduction de données incohérentes, ceci dans le but de pouvoir malgré tout avancer dans le travail.

Dans la séquence analysée, la distribution des rôles retient également l'attention. En effet, il est frappant de voir le travail se faire principalement à deux, laissant l'un des étudiants, soit Didier, apparemment en dehors de l'activité. Mais cette extériorité du rôle de Didier devra être confirmée en examinant l'ensemble du travail de cet après-midi-là. En effet, il est arrivé dans ces travaux de groupe que la personne qui paraît extérieure soit, en fait, dans une position de prise de distance qui lui permet un regard plus réflexif, un "méta-regard" sur l'action en cours. Il arrive alors que de cette position, elle émette des points de vue et des propositions tout à fait pertinents sur l'activité et qui sont utiles à son déroulement. Cet apport, tout d'abord négligé par le duo aux commandes, joue alors, dans un deuxième temps, un rôle essentiel dans la solution finale, lorsque le duo sera devenu capable d'intégrer ce troisième point de vue qui ne manquait pas de pertinence.

Tout se passe comme si, pour ce troisième partenaire, le fait de ne pas devoir (faute de pouvoir) agir, lui permettait de développer un espace de réflexion méta-cognitif sur ce qui se déroule. Il peut manquer de poids social pour imposer son point de vue, mais c'est dans la persistance de son regard qu'il finit par jouer un rôle essentiel, du moins dans certains cas.

L'outil qui est au centre de l'activité tient une place importante dans cette distribution des rôles. En effet, l'ordinateur n'a qu'une seule souris et la tenir est, de facto, une prise de pouvoir qui, en tous cas dans les exemples rapportés ici, ne peut être contrecarrée que par un important contrôle verbal de la part du partenaire. En cours de travail, on observe cependant une évolution dans la distribution des rôles, notamment au fur et à mesure que des difficultés particulières sont affrontées.

Les caractéristiques du logiciel influencent aussi la nature des interactions qui se développent entre apprenants. Dans cette séance de travaux pratiques, on peut se demander si le programme utilisé ne les incite pas (peut-être à outrance) à recourir à une démarche d'essais et erreurs. En effet, la présentation rapide d'inombrables fenêtres et le nombre important de choix à opérer incitent les élèves à prendre des risques, et ceci d'autant plus que le temps à disposition est relativement limité. Pour s'orienter, ils semblent parfois cliquer presque au hasard sur des options ou des données, en comptant sur le feed-back de la machine pour réajuster leur choix. Notons encore que d'autres aspects de ce logiciel, en particulier la possibilité de simuler et de visualiser à tout moment l'état de l'usinage, sont très peu exploités par les étudiants. On peut faire l'hypothèse que l'usage de ces possibilités de visualisation aurait pu susciter d'autres relations interpersonnelles orientées moins vers la poursuite immédiate de l'activité que vers l'examen attentif du travail déjà fait.

L'ensemble de ces observations révèle sans aucun doute que les élèves collaborent, mais la forme de cette collaboration est assez particulière: elle consiste essentiellement en la mise en commun de ressources, sans que les partenaires ne se demandent l'un à l'autre des justifications ou des explications. Dans l'urgence perçue, cette manière de procéder correspond probablement à la stratégie la plus rapide. Le travail se fait ainsi dans un dialogue constant, (en tous cas dans les passages présentés ici), sans qu'on observe d'argumentation ou d'exploratory talk. On ne voit pas les étudiants planifier les étapes, ni établir des objectifs partiels. L'action est considérée globalement. Tout se passe comme si la responsabilité de celle-ci était laissée à la machine chargée de "tester" la valeur des décisions prises. De plus, un des participants est perçu comme l'interlocuteur privilégié de l'ordinateur; aussi cette attribution de responsabilité ne l'encourage pas à veiller à l'intégration du troisième partenaire dans la dynamique collective. Jamais ne les voit-on par exemple faire un "tour de table" pour recueillir l'opinion de chacun. Des travaux l'ont déjà rapporté, le travail par essais et erreurs n'encourage pas le social grounding (Blaye et al., 1992; Hoyles, Healy & Sutherland, 1990).

En résumé, il y a donc collaboration, interaction pratiquement continue, distribution de rôles fortement dépendante de la nature du logiciel et de l'outil partagé (un écran, un clavier, une seule souris) et probablement aussi de la perception que les élèves ont du temps limité à disposition, ce qui les conduit à viser l'efficacité. La préoccupation de confronter et d'approfondir leurs compréhensions de la programmation d'un usinage, n'a pas l'air ici d'être centrale chez les apprenants, comme nous allons le voir maintenant dans la partie qui traite de l'interprétation du sens de l'activité proposée.

## **Interprétation du sens de la situation par les élèves**

L'observateur naïf qui débarque dans un atelier pourrait s'imaginer s'être mis en situation d'observer des interactions dont le but premier serait d'approfondir la connaissance d'un fonctionnement technique. Tel n'est pas le cas. L'impression qui se dégage de l'examen attentif de la réalité des échanges transcrits est d'une scène comprenant d'autres enjeux même si certainement que des apprentissages se produisent néanmoins. Quelle représentation les élèves se font-ils de la tâche? Ils semblent comprendre leur rôle comme étant essentiellement celui de réaliser correctement l'usinage de leur pièce dans l'après-midi, tout en respectant quelques contraintes dont notamment celles de parvenir à un temps d'usinage optimal. D'une certaine manière, c'est bien ce que le maître leur a demandé dans la consigne initiale. Personne ne parle de ce qui serait ici encore à apprendre, ni ne s'active dans ce sens.

Conformément à un contrat didactique implicite, et présent sans doute dans toute leur scolarité, ces élèves s'attendent à ce que la tâche que le maître leur présente requiert essentiellement des savoirs déjà appris et exercés précédemment en classe. Ils y font référence plusieurs fois: soit positivement, pour s'appuyer dessus, soit négativement pour rouspéter contre cette tâche que certains d'entre eux trouvent inadéquate et pour laquelle ils se sentent insuffisamment formés.

Les élèves ne l'évoquent pas dans les passages rapporté ici, mais d'autres nous l'ont dit par ailleurs: la maîtrise de cette cellule FMS (Flexible Manufacturing System) ne fait pas partie de des examens de fin d'études qui certifieront leurs compétences professionnelles, elle n'a donc qu'un statut d'exercice scolaire. Cette interprétation "scolaire" de la tâche, les induit probablement à fonctionner souvent dans l'abstrait, sans s'appuyer sur leurs connaissances pratiques de l'usinage. Or ce savoir pratique est essentiel pour utiliser adéquatement le logiciel et donner pleinement sens aux nombreux paramètres à introduire (dont notamment la spécification des différents plans d'avance des outils).

Mais la tâche qu'ils se donnent cet après-midi là n'est pas que cognitive: on sent à tout moment la nécessité chez l'un ou l'autre de sauver la face devant une difficulté. Des jeux de pouvoir se jouent entre eux. Ainsi, par exemple, quand Ted tente de gagner le contrôle de la situation par des ordres donnés coup sur coup à Guy, la tension se met à monter, une agressivité se manifeste face à la machine mais aussi entre eux, chacun reportant la responsabilité de l'impasse sur autrui.

Un autre élément intéressant concerne la perception que les élèves ont du logiciel: celui-ci présente des imperfections, mais c'est une éventualité que les élèves ne semblent pas sérieusement envisager par les élèves. Ils attendent implicitement du logiciel un fonctionnement parfait, le chargent de tout tester et lorsque sa réaction leur semble abhorrante, ils le croient en panne (cf T116 "on met des zéro partout, ça marche! elle hallucine!"). Ceci reflète peut-être une

compréhension partielle de la nature de l'outil qu'ils sont en train de manier et de sa logique de fonctionnement. Le software peut admettre des solutions conduisant à des erreurs et ne supprime pas les pistes de recherche inutiles; en cela c'est un instrument ouvert, conçu d'abord pour un usage professionnel et non pour la formation de novices encore à guider pas à pas, comme pourrait le faire un tutoriel. Ces caractéristiques de l'instrument et les conséquences qui en découlent pour leur manière de travailler, ne semblent ni vraiment perçues ni réfléchies comme telles par les élèves.

Cette appréhension partielle de cet étrange partenaire que représente pour eux la machine, leur fait probablement aussi manquer l'utilisation de certaines ressources symboliques, telle la possibilité de simuler à l'écran l'usinage déjà programmé et de visualiser les états successifs de la pièce. Ce qui est frappant, c'est que tout au long de ces séquences, ils ne recourent que très peu à ces possibilités de visualisation pour tenter de lever certaines incertitudes ou contrôler simplement l'adéquation du travail effectué.

Le sens que ces élèves techniciens accordent aux différents événements vécus en cours de tâche, voire à la situation elle-même, apparaît ainsi fortement marqué d'une part par le cadre scolaire, d'autre part, par leur rapport utilitaire au dispositif technique qu'ils s'emploient à faire marcher quitte à ne pas le comprendre. D'où viennent ces représentations que les élèves manifestent-ici?

### **Reflets des enjeux psychologiques et sociaux plus larges**

L'arrivée de systèmes de production automatisée n'est pas sans créer de l'inquiétude voire de l'angoisse dans les milieux concernés. Jusqu'où la machine remplacera-t-elle le travail humain? Comment se situer par rapport à elle? Y a-t-il risque d'asservissement des activités humaines à la machine ou, au contraire, ces outils conduisent-ils à les enrichir? Qui bénéficiera réellement de cette mutation en cours? Quel niveau de compétence l'ouvrier, le technicien ou l'ingénieur doivent-ils atteindre pour être partie prenante de cette mutation et non en faire les frais? Ces questions peuvent sembler philosophiques, elles sont pourtant très quotidiennes et concrètes, au sens que chacun connaît, dans son entourage, des entreprises qui se sont restructurées avec l'introduction d'outils informatiques, mettant par là en chômage des personnes connues voire des parents. Mais on sait aussi que d'autres entreprises, dans la région, se développent grâce à leur savoirfaire en informatique et en automatisation.

Dans les séquences observées aussi bien que dans les opinions que certains élèves nous ont par ailleurs exprimées au sujet de la fabrication automatisée, on trouve des traces de cette même problématique, mais à un autre niveau. A leur stade de formation, les élèves techniciens ne s'autorisent vraisemblablement pas à prendre un contrôle mental du dispositif technique auquel ils sont initiés. Ils s'attachent à en maîtriser le fonctionnement, au niveau de compétence que

l'on attend d'eux, mais le rapport qu'ils entretiennent à cette technologie et l'ambivalence que celle-ci suscite, ne sont manifestement pas réfléchis et thématiques comme tel.

L'introduction de nouvelles techniques de fabrication assistée par ordinateur et la perception qu'en ont les acteurs concernés a posé de façon récurrente la question du statut du savoir-faire industriel traditionnel, que l'on pourrait décrire comme artisanal: est-il encore nécessaire? Dans quelle mesure la maîtrise des machines-outils conventionnelles est-elle un prérequis indispensable à une formation technique, ou peut-on apprendre la fabrication automatisée sans passer par cette étape? Ces interrogations ne sont pas propres à l'Ecole Technique de Ste-Croix mais se sont posées dès l'introduction de la première génération de machines à commandes numériques ( Martin, 1991). Dans la séquence rapportée ici, on voit les élèves osciller entre un traitement concret du problème (ainsi à certains moments, il y a même prise d'appui sur un langage gestuelle pour se faire comprendre (cf T123) mais à d'autres moments (par exemple juste après le recours aux gestes que nous venons d'évoquer), on les voit essayer de gérer formellement des données qui ne semblent plus avoir de lien étroit avec la réalité. En l'occurrence, ce deuxième type de traitement a prédominé dans le groupe. Cela les a conduit certes à "remplir" toutes les cases proposées par le logiciel et, par là, à avancer dans leur travail, mais la pièce finale a été rayée faute de réalisme dans la spécification des cotes à l'écran. Du point de vue psychologique, la question est donc de discerner à quelles conditions l'expérience concrète du fonctionnement des outils et de la réaction des matériaux peut être une ressource facilitant la programmation d'un usinage.

Ce constat nous renvoie à la question de l'efficacité. Quelle peut-elle être ici? Est-ce l'efficacité à conduire rapidement le travail demandé par le maître, ou l'efficacité réside-t-elle dans la qualité obtenue à savoir le temps "perdu" mais nécessaire à la visualisation, à l'auto-contrôle du travail fait et à l'anticipation de l'action concrète que la machine effectuera, en vue de diminuer le risque d'erreurs? Il n'est pas sûr que les élèves se soient posés consciemment cette question, soit parce que leur longue scolarité n'a peut-être jamais sollicité une telle compétence d'évaluation de leur propre fonctionnement, de son efficacité et de son coût; soit parce que cette compétence n'a été que trop partiellement mobilisée, en vue de gains scolaires toujours perçus seulement à très court terme. Et l'efficacité attendue pourrait aussi se situer ailleurs - mais personne ne semble y songer et donc les réfléchir et les évaluer - à savoir dans les apprentissages qui pourraient être faits à l'occasion des difficultés rencontrées et donc des connaissances élaborées pour les surmonter.

D'autres enjeux importants de l'Ecole Technique se reflètent encore dans les observations que nous avons rapportées ici. En effet, l'étude de la structure du curriculum nous a permis de percevoir l'aspect à la fois hautement symbolique et pourtant marginal de ces Travaux Pratiques. Mises en valeur par l'Ecole chaque fois que son image de marque est en jeu, les

activités de formation sur la cellule FMS ne correspondent cependant qu'à une petite partie du cursus et n'interviennent pas dans l'évaluation finale du diplôme de technicien, ceci notamment parce que les règlements d'Etat et de la formation professionnelle n'ont pas encore intégré tous ces changements technologiques dans leur système d'évaluation. Cette marginalité de ces TP n'est pas seulement celle objective de son insertion dans l'Ecole, mais aussi celle que lui attribue la subjectivité des élèves. Ceux-ci, par maintes remarques, nous ont fait comprendre qu'ils n'étaient pas sûrs que ce soit une vraie machine et un vrai exercice industriel. En effet, ils usinent de la résine et non des métaux (pour des raisons de sécurité et de visibilité des opérations) et le logiciel utilisé n'est pas très diffusé dans les entreprises de la région. Comme il n'existe d'ailleurs aucun standard en la matière, et que chaque système d'automation présente des caractéristiques spécifiques, les élèves ne savent donc pas quelle est la valeur pour eux de cette situation d'apprentissage. Certains sont intéressés par la possibilité de faire fonctionner un tel dispositif complexe (cela se manifeste tout particulièrement par l'attrait, quelquefois même l'excitation, que suscite la mise en oeuvre finale de l'usinage automatique), mais d'autres n'étant pas invités à réfléchir sur les caractéristiques spécifiques, mais aussi générales, de la machine et du logiciel à disposition, restent sceptiques quant à l'intérêt de travailler sur un dispositif qu'il ne retrouveront certainement pas tel quel dans leur futur activité professionnelle.

Cela renvoie à un problème d'identité; on a vu les élèves lutter pour préserver leur face et tenter de se mettre dans des relations où ils sont en position haute. Cela n'est sans doute pas sans rapport avec leur insécurité quant à leur image professionnelle qui les laisse dans le doute: le plus important pour un technicien est-il de savoir faire ou de comprendre? L'éthos du métier de la mécanique de précision veut qu'on acquiert, au fil des ans d'apprentissage, la maîtrise quasi parfaite des machines-outils classiques, or cette exigence ne peut pas être transposée sur des nouveaux dispositifs encore en développement et sur lesquelles l'Ecole n'a que des objectifs d'initiation. Qu'est-ce alors se montrer bon élève ou bon ouvrier dans cette situation? On voit ainsi que divers enjeux psychologiques et sociaux traversent ces situations d'apprentissage.

## CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté une recherche fondée sur l'observation d'une situation réelle de formation, au sein d'une Ecole Technique. Son but était d'étudier les problèmes de formation que soulève l'introduction de nouvelles technologies de fabrication, et la manière dont les étudiants techniciens construisent les nouveaux savoir-faire que l'on attend d'eux aujourd'hui, dans ce domaine. Cela a conduit à s'intéresser plus particulièrement aux interactions socio-cognitives qui se déploient lors de séances de travaux pratiques d'automation.

Une séquence de travail précise a été mise sous la loupe, mais sans pour autant perdre de vue le contexte institutionnel et social dans lequel cette séquence s'inscrit, dans le but d'articuler deux plans: celui d'une micro-analyse des interactions, et celui des enjeux pédagogiques, techniques et sociaux à l'oeuvre dans la vie des élèves et de l'Ecole.

Les situations d'apprentissages observées se sont révélées, de manière encore plus prononcée que nous ne l'attendions, comprendre à la fois des enjeux cognitifs et techniques, mais aussi relationnels et identitaires. Confrontés à des difficultés, les étudiants mobilisent certes leurs connaissances pour chercher des solutions, mais on les voit aussi s'activer pour en finir au plus vite, tenter de sauver la face, manifester des attitudes ambivalentes à l'égard de l'automatisation, ou encore s'interroger sur le sens ou la pertinence de l'exercice proposé. Une analyse fine de ce qui se passe ou se dit au sein d'un groupe de travail, a ainsi révélé des traces de ces divers enjeux qui marquent, d'une manière ou d'une autre, les modalités de collaboration adoptées.

Dans ce contexte d'activité aux multiples enjeux, il importait de saisir la manière dont les étudiants interprètent la tâche qui leur est demandée. Le sens que ces étudiants techniciens accordent à cette situation de travaux pratiques est ainsi apparu fortement influencé par le cadre scolaire de leur formation; les étudiants semblent viser essentiellement à effectuer rapidement ce qui leur est demandé et à obtenir une bonne évaluation. Ils manifestent un rapport utilitaire au dispositif technique qu'ils s'emploient à faire marcher par essais et erreurs, sans nécessairement chercher à en comprendre le fonctionnement. L'objectif qui pourrait être d'approfondir leur compréhension du fonctionnement du dispositif leur échappe, et n'est d'ailleurs pas explicite dans les propos du maître.

Concernant la question de l'efficacité des interactions sociocognitives, notre étude montre l'intérêt de considérer deux plans de réalité: d'une part celui des différentes adaptations pédagogiques que nos observations suggèrent, notamment en matière d'objectifs d'apprentissages à redéfinir, de critères d'évaluation à expliciter, de gestion du temps et d'organisation du travail par groupe à restructurer. D'autre part celui, plus subjectif, des représentations que les apprenants ont de l'efficacité de leur propre activité en fonction de leur compréhension des objectifs poursuivis. L'ambition de former des techniciens à la maîtrise d'outils perfectionnés dont la technologie évolue rapidement, nécessite de repenser tant l'activité pédagogique que la compréhension même de la profession et de ses exigences.

## Références

- Bearison, D. J. (1991). Interactional contexts of cognitive development: Piagetian approaches to sociogenesis. Norwood N.Y.: Ablex.
- Bell, N., Grossen, M., & Perret-Clermont, A. N. (1985). Sociocognitive conflict and intellectual growth. In M. W. Berkowitz (Eds.), Peer Conflict and Psychological Growth San Francisco: Jossey Bass.
- Benavente, A., da Costa, A. F., Machado, F. L., & Neves, M. C. (1993). De l'autre côté de l'école. Berne: Peter Lang.
- Blaye, A. (1989). Nature et effets des oppositions dans des situations de corésolution de problèmes entre pairs. In B. e. Garnier (Eds.), Construction des savoirs-Obstacles et Conflits Québec: Cirade, éd. Agence d'Arc.
- Blaye, A., Light, P., & Rubtsov, V. (1992). Collaborative learning at the computer; how social processes "interface" with human-computer interaction. European Journal of Psychology of Education, 7(4), 257-268.
- Brossard, M., Wargnier, P. Rôle de certaines variables contextuelles sur le fonctionnement cognitif des élèves en situation scolaire. Bulletin de psychologie, XLVI(412), 703-709.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing and Mathematics. In L. B. Resnick (Eds.), Knowing, Learning, and Instruction Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Crook, C. (1995). On Resourcing a concern for Collaboration Within Peer Interaction. Cognition and Instruction. Special Issue: Processes and products of collaborative problem solving: some interdisciplinary perspectives., 13(4), 541-547.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., O'Malley, C. (1995). The Evolution of Research on Collaborative Learning. In P. Reimann Spada, H. (Eds.), Learning in Humans and Machines London: Pergamon.
- Doise, W., & Mugny, G. (1984). The social development of intellect. Oxford: Pergamon Press.
- Donaldson, M. (1978). Children's Mind. Glasgow: Fontana.
- Emler, N., & Valiant, G. (1982). Social interaction and cognitive conflict in the development of spatial coordination. British Journal of Psychology, 73, 295-303.
- Flahaut, F. (1978). La parole intermédiaire. Paris: Le Seuil.
- Forman, E. A. & M., J. (1993). Vygotskian perspective on children's collaborative problem-solving activities. In N. M. E.A. Forman C.A. Stone (Eds.) (Eds.), Contexts for learning: sociocultural dynamics in children's development. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Garduno Rubio, T. (1996) Action, interaction et réflexion dans la conception et la réalisation d'une expérience pédagogique: l'Ecole Paidos à Mexico. Université de Neuchâtel.
- Gilly, M. (1980). Maître-élève: rôles institutionnels et représentations. Paris: Presses Universitaires de France.
- Gilly, M., Fraisse, J., & Roux, J. P. (1988). Résolutions de problèmes en dyades et progrès cognitifs chez des enfants de 11 à 13 ans: dynamiques interactives et socio-cognitives. In A. N. Perret-Clermont & M. Nicolet (Eds.), Interagir et connaître Cousset (FR): Editions Delval.
- Golay Schilter, D. (1995). Regards sur l'organisation et les enjeux de l'enseignement à l'Ecole Technique de Sainte-Croix (Document de recherche No. 4). Séminaire de Psychologie. Université de Neuchâtel.
- Granott, N. (1993). Patterns of Interaction in the Co-Construction of Knowledge. In H. Wozniak & K. W. Fischer (Eds.), Development in Context. Acting and Thinking in Specific Environments. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Grossen, M. (1988). L'intersubjectivité en situation de test. Cousset (Fribourg): Editions Delval.
- Grossen, M., Liengme Bessire, M.-J., & Perret-Clermont, A.-N. (1997). Construction de l'interaction et dynamiques socio-cognitives. In M. Grossen & B. Py (Eds.), Pratiques sociales et médiations symboliques Berne: Peter Lang.

- Healy, L., Stefano, P., & Hoyles, C. (1995). Making Sense of Groups, Computers, and Mathematics. Cognition and Instruction. Special Issue: Processes and products of collaborative problem solving: some interdisciplinary perspectives., 13(4), 505-523.
- Hennessy, S., & McCormick, R. (1994). The general problem-solving process in technology education. In F. Banks (Eds.), Teaching technology (pp. 94-108). New York et Londres: Routledge, The Open University.
- Howe, C., Tolmie, A., Green, K., Mackenzie, M. (1995). Peer collaboration and conceptual growth in physics: task influences on children's understanding of heating and cooling. Cognition and instruction, 13(4), 483-503.
- Hoyles, C., & Forman, E. A. (1995). Introduction. Cognition and Instruction. Special Issue: Processes and products of collaborative problem solving: some interdisciplinary perspectives., 13(4), 479-482.
- Hoyles, C., Healy, L., & Pozzi, S. (1992). Interdependence and autonomy: aspects of groupwork with computers. Learning and Instruction, 2, 239-257.
- Hoyles, C., Healy, L., & Sutherland, R. (1990). The Role of Peer Group Discussion in Mathematical Environments No. ?). Institute of Education, Department of Mathematics, Statistics and Computing.
- Hundeide, K. (1985). The tacit background of children's judgements. In J. V. Wertsch (Eds.), Culture communication and cognition: Vygotskian perspectives Cambridge: Cambridge University Press.
- Iannacone, A., & Perret-Clermont, A. N. (1993). Qu'est-ce qui s'apprend? Qu'est-ce qui se développe? In J. Wassmann & P. Dasen (Eds.), Les savoirs quotidiens Freiburg (Schweiz): Universitätsverlag Freiburg.
- Jackson, A. C., Fletscher, B., & Messer, D. J. (1992). When talking doesn't help: an investigation of microcomputer-based group problem solving. Learning and Instruction, 2, 185-197.
- Järvelä, S. (1995). The cognitive apprenticeship model in a technologically rich learning environment: interpreting the learning interaction. Learning and Instruction, 5.
- Kaiser, C. (1996). Apprendre un métier technique aujourd'hui: représentations des apprenants (Document de recherche No. 8). Séminaire de Psychologie. Université de Neuchâtel.
- Leplat, J. (1993). Ergonomie et activités collectives. Revue roumaine de Psychologie, 37(2), 103-118.
- Light, P., & Blaye, A. (1989). Computer-based learning: the social dimension. In H. Foot, M. Morgan, & R. Shute (Eds.), Children helping children Chichester: John Wiley.
- Light, P., & Perret-Clermont, A. N. (1989). Social context effects in learning and testing. In D. Gellatly, D. Rogers, & J. A. Sloboda (Eds.), Cognition and Social Worlds (pp. 99-112). Oxford: Oxford University Press.
- Linhart, F. (1994). La modernisation des entreprises. Paris: Editions La Découverte.
- Martin, L. M. W., Scribner, S. (1991). Laboratory for Cognitive Studies of Work: A Case Study of the Intellectual Implications of a New Technology. Teachers College Record, 92(4).
- Martin, L. M. W. (1995). Linking thought and setting in the study of workplace learning. In L. Martin, K. Nelson, & E. Tobach (Eds.), Sociocultural psychology. Theory and practice of doing and knowing Cambridge: Cambridge University Press.
- McLane, J. B., & Wertsch, J. V. (1986). Child-Child and Adult-Child Interaction: A Vygotskian Study of Dyadic Problem Systems. The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition, 8(3), 98.
- Mercer, N. (à paraître). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. Learning and Instruction, 125-154.
- Mercer, N., & Fisher, E. (1992). How do teachers help children to learn? An analysis of teachers' interventions in computer-based activities. Learning and Instruction, 2, 339-355.
- Moscovici, S., & Paicheler, G. (1973). Travail, individu et groupe. In S. Moscovici (Eds.), Introduction à la psychologie sociale Paris: Librairie Larousse.
- Muller, N., & Perret-Clermont, A. N. (in press).
- Perrenoud, P. (1994). Métier d'élève et sens du travail scolaire. Paris: ESF éditeur.
- Perret, J. F. (1985). Comprendre l'écriture des nombres. Berne: Peter Lang.

- Perret, J. F. (1997). Introduction de nouvelles technologies dans un établissement d'enseignement professionnel: logique d'équipement et logique de formation (Document de recherche No. 5). Séminaire de Psychologie. Université de Neuchâtel.
- Perret-Clermont, A.-N., Perret, J.-F., Bell, N. (1991). The social construction of meaning and cognitive activity in elementary school children. In L. B. Resnick Levine, J.M., Teasley S.D. (Eds.) (Eds.), Social Shared Cognition Washington, DC: American Psychological Association.
- Perret-Clermont, A. N. (1980). Social interaction and cognitive development in children. London, New-York: Academic Press.
- Perret-Clermont, A. N., & Nicolet, M. (1988). Interagir et connaître. Cousset (FR): Editions Delval.
- Pléty, R. (1996). L'apprentissage coopératif. Lyon: Presses Universitaires de Lyon.
- Pontecorvo, C. (1990). Social context, semiotic mediation and forms of discourse in constructing knowledge at school. Learning and Instruction, 2, 1-27.
- Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies. Paris: A. Colin.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activity on three planes: participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. In P. d. R. J. V. Wertsch & A. Alvarez (Eds.) (Eds.), Sociocultural studies of mind. (pp. 139-163). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rommetveit, R. (1979). On common codes and dynamic residuals in human communication. In R. Blakar (Eds.), Studies of Language, Thought and Verbal Communication London: Academic Press.
- Saint-Dizier, V., Trognon, A., & Grossen, M. (1995). Analyse interlocutoire d'une situation de corésolution d'un problème arithmétique. In Congrès des Sciences Sociales Suisses. Atelier de la Société Suisse de Psychologie, Berne:
- Säljö, R. (1991). Piagetian controversies, Cognitive competence, and assumption about human communication. Educational Psychology Review, 3(2), 117-126.
- Säljö, R., Wyndham, J. (1993). Solving everyday problems in the formal setting: An empirical study of the school as context for thought. In S. Chaiklin & J. Lave (Eds.), Understanding practice. Perspectives on activity and context (pp. 245-254). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schubauer-Leoni, M. L. (1986). Le contrat didactique: un cadre interprétatif pour comprendre les savoirs manifestés par les élèves en mathématique. European Journal of Psychology of Education, 1(2), 139-153.
- Schubauer-Leoni, M. L. (1993). L'"algèbre" vue par des professeurs du secondaire inférieur: démarche comparative en fonction des contextes institutionnels. In J. F. Perret & E. Runtz-Christian (Eds.), Les manuels font-ils école? Cousset (Fribourg): Delval / IRDP.
- Schubauer-Leoni, M. L., & Grossen, M. (1993). Negotiating the Meaning of Questions in Didactic and Experimental Contracts. European Journal of Psychology of Education, 8(4), 451-471.
- Stroobants, M. (1993). Savoir-faire et compétences au travail. Une sociologie de la fabrication des aptitudes. Bruxelles: Editions de l'Université de Bruxelles.
- Trognon, A. (1991). L'interaction en général: sujets, groupes, cognitions, représentations sociales. Connexions, 57(1), 9-26.
- Trognon, A. G., C. (1993). Résoudre conversationnellement un problème technologique. Nancy: Laboratoire de Psychologie, GRC Université de Nancy.
- Verillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and Artifacts: A Contribution to the Study of Thought in Relation to Instrumented Activity. European Journal of Psychology of Education, 10(1), 77-101.
- Vion, R. (1992). La communication verbale. Analyse des interactions. Paris: Hachette.
- Winnkamen, F. (1990). Apprendre en imitant? Paris: Presses Univeristaires de France.
- Woods, P. (1990). The happiest days? How pupils cope with school. London: The Falmer Press.

**Liste des documents de recherche du projet:  
" Apprendre un métier technique aujourd'hui"**

- No 1 Interactions sociales et transmission des savoirs techniques.  
Travaux de séminaire. (Décembre 1994). - 66 p.  
*Chantal Blanc, Daria Michel, Isabelle Villard & Anne-Nelly Perret-Clermont.*
- No 2 Repérage bibliographique concernant la Formation Professionnelle, à travers la revue Panorama et le Programme National de Recherche "Education et Vie Active". (Décembre 1994). - 58 p.  
*Franco De Guglielmo, Annalisa Bazan & Jean-François Perret.*
- No 3 Le système suisse de formation professionnelle: repères généraux. (Mars 1995). - 32 p. *Danièle Golay Schilter.*
- No 4 Regards sur l'organisation et les enjeux de l'enseignement à l'Ecole Technique de Sainte-Croix. (Mars 1995). - 79 p.  
*Danièle Golay Schilter.*
- No 5 Les élèves de l'Ecole Technique de Sainte-Croix: données quantitatives. A la recherche d'éléments de description et de comparaison significatifs. (Août 1995). - 20 p. *Jean-François Perret.*
- No 6 Nouvelles technologies dans une Ecole Technique: logique d'équipement et logique de formation. (mai 1997). -53 p. *Jean-François Perret.*
- No 7 Aux prises avec l'informatique industrielle: collaboration et démarches de travail chez des élèves techniciens. (Février 1997). - 87 p.  
*Danièle Golay Schilter, avec Anne-Nelly Perret-Clermont, Jean-François Perret, Franco De Guglielmo & Jean-Philippe Chavey.*
- No 8 Transmission de savoirs techniques: la relation maître-élève-savoir dans la perspective d'une psychologie socio-culturelle. (Mars 1996). - 49 p.  
*Nathalie Muller.*
- No 9 Interactions entre maître et élèves en cours de travaux pratiques. (Mars 1997). - 35 p.  
*Jean-François Perret, Anne-Nelly Perret-Clermont & Danièle Golay Schilter.*
- No 10 Apprendre un métier technique aujourd'hui: représentations des apprenants. Rapport scientifique. (Février 1997). - 33 p.  
*Claude Kaiser, Anne-Nelly Perret-Clermont, Jean-François Perret & Danièle Golay Schilter.*
- No 11 Résoudre à deux un problème de fabrication assistée par ordinateur: analyse interlocutoire d'une séquence de travail. (Mars 1997). - 24 p.  
*Pascale Marro Clément.*
- No 12 Interactions sociocognitives dans une tâche d'informatique industrielle: quel en est l'effcience? (Mars 1997). - 27 p.  
*Danièle Golay Schilter, Jean-François Perret, Anne-Nelly Perret-Clermont & Franco De Guglielmo en collaboration avec Jean-Philippe Chavey .*
- No12bis Sociocognitive interactions in a computerised industrial task: are they productive for learning? - 27 p.  
(Mars 1997 / version en anglais du document No 12).  
*Danièle Golay Schilter, Jean-François Perret, Anne-Nelly Perret-Clermont & Franco De Guglielmo en collaboration avec Jean-Philippe Chavey .*
- No 13 Apprendre la fabrication assistée par ordinateur: sens, enjeux et rapport aux outils. (Mai 1997). *Danièle Golay Schilter.*

- No 14      Aperçu des travaux du séminaire de recherche: "Interactions sociales et acquisition de savoirs techniques" (Novembre 1997).  
*Jean-François Perret (ed.)*
- No 15      Ressources bibliographiques. (Novembre 1997). *Jean-François Perret & al.*
- No 16      Choisir et prendre en charge sa formation? (à paraître)  
*Claude Kaiser, Anne-Nelly Perret-Clermont, Jean-François Perret*