

Penser et réaliser un usinage à l'ordinateur : approche socio-cognitive d'une situation de formation professionnelle

Planning and implementing a computer-assisted manufacturing : a socio-cognitive approach in a case study of professional training

**Jean-François PERRET, Anne-Nelly PERRET-CLERMONT,
Danièle GOLAY SCHILTER**

Séminaire de psychologie
Faculté des Lettres et Sciences humaines
Université de Neuchâtel
2000 Neuchâtel, Suisse.

Résumé

Nous présentons une recherche conduite dans un établissement de formation professionnelle «bousculé» par l'arrivée de nouvelles technologies de fabrication. Elle tente d'articuler deux plans : celui d'une micro-analyse des interactions sociales au sein même d'un atelier de mécanique et celui des enjeux psychologiques, pédagogiques, techniques et sociaux qui marquent la manière dont les apprenants s'engagent dans leurs activités de formation. Nos observations montrent que les

étudiants, confrontés à des difficultés techniques, mobilisent certes leurs connaissances pour chercher des solutions, mais on les voit aussi s'activer pour 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 des travaux pratiques qui leur sont proposés.

Mots clés : *formation professionnelle, fabrication assistée par ordinateur, interactions socio-cognitives, processus d'apprentissage, psychologie sociale.*

Abstract

This research was conducted in a vocational school that suddenly has to face the arrival of new technologies in the machining trade. Our aim was to examine interdependancies between two levels of reality : the micro level of the social interactions between learners and teacher in the workshop; and the more general level of psychological, pedagogical, technical and social factors that affect students' involvement in learning and training. From our observations it is clear that these students, when confronted with specific technical difficulties, do try to study them in order to overcome them. However they seem equally involved in face-saving strategies, the search for short cuts that could help them finish their work in time, and the expression of their ambivalence towards automation or their doubts as to the relevance of the school exercises they have to perform.

Key words : *professional training, computer-assisted manufacturing, socio-cognitive interactions, learning process, social psychology.*

Resumen

Nosotros presentamos una investigación realizada en un establecimiento de formación profesional que hace frente a la llegada de nuevas tecnologías de fabricación. Ella intenta articular dos planos : el correspondiente a un micro-análisis de interacciones sociales en el seno mismo de un taller de mecánica y aquel de los factores psicológicos, pedagógicos, técnicos y sociales que marcan la manera como los alumnos se involucran en sus actividades de formación. Nuestras observaciones muestran que los estudiantes, confrontados a dificultades técnicas, mobilizan algunos de sus conocimientos para buscar soluciones, pero igualmente se les observa involucrarse en estrategias que les permiten finalizar su trabajo en un tiempo breve, manifestar actitudes ambivalentes hacia la automatización, o todavía preguntarse sobre el sentido o la pertinencia de los trabajos prácticos que le son propuestos.

Palabras claves : *formación profesional, fabricación asistida por computador, interacciones socio-cognitivas, procesos de aprendizaje, psicología social.*

1. UN CONTEXTE DE FORMATION EN MUTATION

Nous présentons une recherche réalisée au sein d'une école technique de l'Arc jurassien suisse, qui vise à étudier de quelle manière l'arrivée de nouvelles technologies dans un lieu de formation déstabilise les pratiques de formation professionnelle traditionnelles. Dans le domaine de la fabrication assistée par ordinateur qui nous intéresse ici, l'introduction d'une cellule d'usinage dans un établissement crée en effet une situation nouvelle : le fonctionnement d'une telle cellule «multi-postes» nécessite tout d'abord la collaboration d'une équipe de travail (alors que la maîtrise d'une machine-outil classique s'acquiert en situation individuelle) ; la complexité du dispositif ainsi que la diversité des dysfonctionnements et des pannes nécessitent que les apprenants fassent appel à des ressources expertes et ceci même en fin de formation ; de plus, les langages informatiques des systèmes automatisés ne sont pas standardisés, aussi s'agit-il d'acquérir, non pas la maîtrise assurée d'un dispositif précis, mais une compréhension transférable des principes de base. Finalement, lorsqu'un établissement s'équipe en nouvelles technologies de production, c'est souvent avec le projet d'en poursuivre le développement technique ; de ce fait, la formation est appelée à évoluer sur des systèmes eux-mêmes évolutifs.

Ce contexte de mutations technologiques appelle de nouvelles stratégies d'apprentissage ; les responsables de la formation professionnelle s'interrogent. Certes, chacun s'accorde sur la nécessité de développer chez les techniciens en formation de nouvelles compétences, mais en quoi celles-ci consistent-elles précisément ? Quels niveaux de savoir-faire, de compréhension et de compétence viser ? Et quels types de situations de formation peuvent permettre d'acquérir ces compétences ? Quelles doivent être les caractéristiques (sécurité, transparence, typicalité, etc.) des équipements destinés à la formation ? Faut-il suivre la logique du développement industriel et opter systématiquement pour l'acquisition d'équipements de pointe ou des dispositifs plus légers de simulation à des fins didactiques peuvent-ils répondre aux attentes ?

Pour répondre à ce type d'interrogations, il faut pouvoir examiner ce qui se passe concrètement dans les situations de formation observées «*in vivo*». Elles sont en effet trop complexes et multidimensionnelles pour être représentées adéquatement dans l'abstrait.

De plus, chaque acteur (élève, enseignant, directeur, examinateur, etc.) s'y meut en fonction de son interprétation, toujours partielle, des dimensions de cette réalité et en fonction de ses enjeux propres. C'est cette réalité d'une formation que nous avons voulu approcher par une recherche conduite au sein des ateliers d'une école technique.

2. DIFFÉRENTES PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Sur quels travaux pouvons-nous prendre appui pour travailler ces questions ? Dans le domaine de la formation initiale, quelques investigations portent sur des apprentissages spécifiques marqués par l'introduction de nouvelles technologies. Ainsi, Aussenac et al. (1986) étudient les conduites d'étudiants en productique utilisant les machines-outils à commande numérique (MOCN), pour les mettre en relation avec leur niveau de maîtrise du dessin technique. Dans une perspective similaire, Lebahar (1986, 1987) analyse l'impact de l'utilisation de MOCN sur les compétences graphiques de techniciens en formation ; une des conclusions à laquelle cet auteur parvient est que *«les MOCN engendrent, de par les exigences provoquées par la préparation, la rédaction et l'exécution des programmes d'usinage assortis de leurs contraintes déterministes, un niveau supérieur d'abstraction de l'espace de transformation de l'objet. Elles tendent à provoquer l'axiomatisation et la conceptualisation de ces transformations»* (Lebahar, 1986, p. 375).

Notons que ces travaux sont centrés sur l'identification et l'évolution de certaines compétences cognitives liées à l'usage d'outils informatiques pour le dessin, la conception et la fabrication assistées par ordinateur ; ils n'ont pas pour objectif d'analyser plus largement les effets psychosociaux que suscite l'introduction de ces nouveaux outils sur un lieu de formation. L'impact effectif de ces mutations sur le fonctionnement d'ensemble d'un établissement de formation initiale est une question à notre connaissance encore peu étudiée.

Un ensemble de travaux s'intéresse aux conséquences de l'introduction de nouvelles technologies (telles en particulier les machines-outils à commande numérique) non seulement sur l'activité cognitive mais aussi sur l'organisation du travail des ouvriers au sein de l'entreprise (Barcet et al., 1983 ; Wilkinson, 1984 ; Martin & Scribner, 1991 ; Martin & Beach, 1992 ; Martin, 1995). L'introduction de nouveaux dispositifs de production provoque certes des changements dans les savoir-faire et les modes de pensée, mais ces transformations ne dépendent pas seulement des outils et de leurs caractéristiques propres ; il faut aussi tenir compte du type d'utilisation qui en est fait, des buts poursuivis et de la manière dont les tâches que permettent ces outils sont socialement distribuées au sein de l'entreprise, avec les enjeux de pouvoir qui peuvent s'installer entre ouvriers qualifiés et ingénieurs. Ce qui s'observe en entreprise n'est donc pas tant une simple substitution de modèles d'action et de pensée, mais une restructuration et une redistribution des rôles. En est-il de même dans les lieux de formation ? La question devra être reprise.

L'introduction de nouvelles technologies sur les lieux de travail a également suscité différents types d'actions de reconversion professionnelle des ouvriers directement liés à la production. Dans le domaine de la formation à la robotique, Parmentier & Vivet (1992) se sont par exemple attachés à l'étude systématique des processus d'apprentissage en jeu, en développant une «micro-robotique pédagogique» destinée à la formation d'adultes.

Pour approcher les interactions socio-cognitives en situation d'apprentissage et tenter d'en saisir la dynamique, il est possible de s'appuyer aujourd'hui sur un ensemble de travaux qui, comme le soulignent Dillenbourg et al. (1995) dans leur revue de littérature sur l'apprentissage coopératif, appartiennent à des orientations théoriques et méthodologiques très différentes. Dans ce champ, nous avons porté une attention particulière aux recherches centrées sur les interactions sociales qui se déploient autour et avec un ordinateur (Schubauer-Leoni & Perret-Clermont, 1987 ; Blaye et al., 1992 ; Hoyles et al., 1992 ; Crook, 1994 ; Pochon & Grossen, 1994).

Dans une perspective interdisciplinaire née de la jonction des sciences qui portent sur le langage et de celles qui traitent du travail, d'autres travaux s'intéressent à la communication au travail (Borzeix & Lacoste, 1991 ; Falzon, 1994 ; Lacoste, 1995 ; Engeström & Middleton, 1996). Parler au travail remplit un ensemble de fonctions, cela permet notamment de réajuster les actions en jeu, avec les innombrables imprévus qui jalonnent les activités de chacun. Le langage n'est pas qu'un simple instrument, véhicule de l'information ; il a son efficacité propre. Cette approche a notamment pour effet de déplacer la question de l'apprentissage de l'individu isolé, à celle de l'interaction entre individus et accorde une grande attention aux situations dans lesquelles se distribuent et se transmettent savoirs et savoir-faire.

3. UNE APPROCHE PSYCHO-SOCIALE

Pour notre part, c'est un regard psycho-social que nous avons porté sur cette situation de formation. Nos propres recherches, centrées initialement sur le rôle des interactions sociales dans le développement de l'intelligence et des connaissances, nous ont conduits à nous intéresser de plus en plus aux significations que les acteurs d'une situation de test ou d'apprentissage accordent à celle-ci.

Quelle que soit en effet la précision avec laquelle le but d'une tâche est communiqué, les apprenants réinterprètent celle-ci en fonction notamment de certaines caractéristiques de la situation (nature de la tâche, temps à

disposition, modalités d'évaluation du travail effectué, etc.), d'attentes implicites qu'ils peuvent percevoir, ou encore en fonction de leurs expériences passées sur des tâches similaires. Nous nous sommes ainsi attachés à analyser de quelle manière les interactions socio-cognitives sont marquées par les significations que les sujets interrogés accordent à la tâche et à l'activité qu'il convient d'y déployer. En effet les conduites des jeunes enfants observés dans différentes situations d'interactions se sont révélées fortement marquées par leur propre interprétation de la situation (Perret-Clermont, 1992a, 1992b, 1996 ; Perret-Clermont & Nicolet, 1988 ; Light & Perret-Clermont, 1989 ; Perret-Clermont et al., 1991 ; Perret-Clermont et al., 1992 ; Grossen et al., 1997).

Comment la question se pose-t-elle avec des adultes en formation professionnelle ? Comment caractériser leurs démarches de résolution de problèmes ? Quelles modalités de collaboration adoptent-ils ? Retrouve-t-on des traces d'un travail d'interprétation analogue à celui observé dans les recherches susmentionnées ? Ou alors faut-il penser que les adultes en formation, mieux avertis et informés que ne peuvent l'être des enfants, également plus conscients, par expérience, des risques de méprise, savent réajuster et renégocier plus rapidement leur compréhension des situations en évitant par là l'instauration de malentendus quant au sens des tâches qui leur sont demandées ?

4. LES TRAVAUX PRATIQUES D'AUTOMATION OBSERVÉS

Nos observations ont été réalisées au cours des travaux pratiques d'automation que les étudiants techniciens effectuent en petits groupes. Il s'agit pour eux de concevoir d'abord le programme d'usinage d'une pièce à l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), de transférer ensuite ce programme sur les ordinateurs qui piloteront la cellule d'usinage, puis enfin de lancer la fabrication automatisée de leur pièce.

Cette tâche doit être effectuée dans un temps relativement court de 3 à 4 heures. Elle est une occasion pour les étudiants de réviser, d'utiliser et d'intégrer dans une activité pratique, un ensemble important de connaissances acquises au cours des deux années précédentes de leur formation. De ce point de vue, ces travaux pratiques se distinguent des autres activités d'apprentissage plus directement liées à un chapitre précis d'un cours. Ils se rapprochent, par contre, d'une situation réelle de travail nécessitant du technicien qu'il mobilise des connaissances déjà anciennement acquises.

Au début des travaux pratiques, la consigne donnée oralement par l'enseignant comprend une présentation générale des principales étapes de la tâche et le signalement de quelques contraintes techniques à respecter. L'enseignant mentionne aussi les critères d'évaluation : le programme élaboré doit correspondre à un temps d'usinage court ; lors de la phase de programmation, les groupes doivent travailler, si possible, de manière autonome, (l'enseignant annonce toutefois qu'il interviendra plus directement au moment de mettre en oeuvre la cellule). L'appréciation du travail réalisé fait l'objet d'une note qui est commune aux élèves du groupe.

Dans un premier temps, l'activité des élèves s'effectue face à l'écran ; il s'agit pour eux de spécifier un grand nombre de paramètres de l'usinage. L'interface du logiciel présente à l'écran une importante série de menus déroulants comportant eux-mêmes des sous-menus. Le logiciel 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. L'ordinateur fournit en outre des indications, au bas de l'écran, sur la procédure qu'il faut, à cette étape, effectuer (par exemple : «sélectionner les géométries»). Il transmet aussi des messages d'erreur. Enfin, il offre des possibilités de visualisation et de contrôle des étapes de l'usinage déjà programmé.

L'ensemble de l'activité des groupes, de la conception jusqu'à l'usinage effectif de la pièce, a été filmé avec deux caméras, l'une centrée sur l'écran de l'ordinateur, l'autre sur le groupe de travail. Un montage synchronisé (mixage) de ces deux enregistrements a ensuite été réalisé pour les besoins de l'analyse.

L'étude concerne dix étudiants techniciens (ils sont tous de sexe masculin dans l'école bien que celle-ci souhaiterait être mixte), âgés de 20 à 25 ans, organisés en quatre groupes de travail. Les groupes observés ont déjà travaillé ensemble lors d'autres séances de travaux pratiques. L'expérience de l'usinage conventionnel et des machines-outils à commande numérique de chaque élève varie selon son parcours de formation antérieure.

5. SÉLECTION ET DESCRIPTION D'UNE SÉQUENCE

Les enregistrements réalisés ont permis de repérer une série de difficultés fréquemment rencontrées par les étudiants dans cette activité. L'une d'entre elles, typique, retiendra ici notre attention ; elle porte sur la détermination des cotes correspondant aux différents plans d'usinage que prend en compte le programme (plans décrits plus bas à l'aide de la figure 2). C'est la réaction à cette difficulté particulière et l'examen de la

gestion de celle-ci que nous présenterons ci-dessous, en approfondissant le cas particulier d'un des groupes constitué par Ted, Guy et Didier.

Grâce à l'enregistrement vidéo et à nos notes prises en cours d'observation, la séquence a été entièrement retranscrite par écrit. Nous avons choisi d'y inclure les modifications d'état et les messages du logiciel 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 retenue 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 paraître quelques traces du sens que les étudiants accordent à cette situation d'apprentissage.

Les extraits présentés ici font partie d'une séquence d'environ 10 minutes, durant laquelle un groupe de trois élèves programme le perçage de cinq trous dans la pièce à usiner. Nous avons divisé cette séquence en quatre parties, en fonction des quatre étapes de résolution identifiées.

Étape 1 : choix initiaux

Tâche à effectuer

Les étudiants doivent fixer au départ quelques paramètres en indiquant à l'ordinateur : la matière de la pièce à usiner, l'outil choisi, la direction de travail de l'outil, ainsi que le mode de sélection des trous à percer. Puis ils doivent introduire dans le programme les valeurs en millimètres 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 chacun des plans suivants :

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

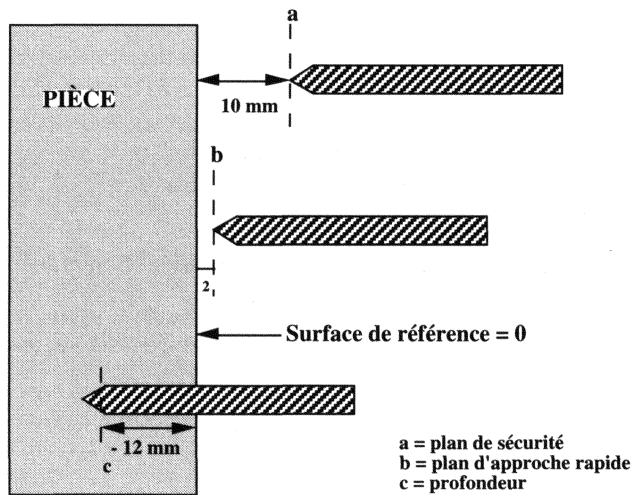


Figure 1 : Les plans successifs d'avance de l'outil

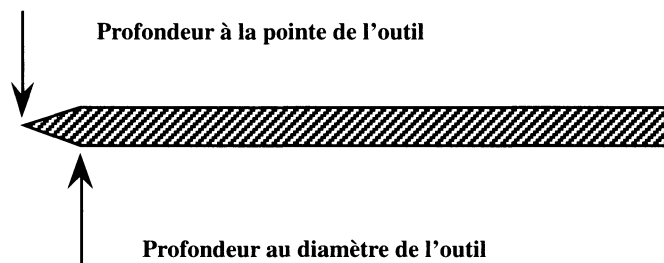


Figure 2 : Les deux options d'indication de profondeur du trou

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 mm,
profondeur Z = -12mm, 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 -12mm «au diamètre» devient une profondeur de -17mm.

Déroulement

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 feuille de consignes et un exemple de pièce déjà usinée. Didier a indiqué qu'il s'occuperait du rapport de travaux pratiques qu'ils doivent rendre. Aucune négociation explicite n'a présidé à cette répartition des rôles.

Les trois étudiants travaillent déjà depuis environ 15 minutes lorsqu'ils arrivent à la détermination des plans d'usinage.

Dans l'extrait suivant G désigne Guy, T désigne Ted et P le programme.

G1 : (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 Z0 ? 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) : «*Ça fait -12. -12 ou bien +12 ?*»

G10 : (En regardant l'écran) «*Z -12*». IL TAPE -12.

G11 : (Il lit) : «*Rapide, au serrage...*»

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 : «*Ça, je crois pas qu'on a...*»

G16 : (Tourne brièvement la tête vers T) «*On n'a jamais utilisé ça, je crois.*»

T17 : «*Non, on n'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.

Analyse

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 entraîner 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 les boîtes 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 précédant 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 le curriculum tient ici lieu de référence, et non le programme en tant que partenaire à comprendre, ni la future situation d'usinage. On peut se demander 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 ?

Concernant les places respectives, 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 cet extrait.

Etape 2 : réactions face à un message d'erreur

Situation-problème

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

Réactions

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 : (À voix basse, en regardant l'écran) : «*Ouais, c'était peut-être pas comme ça.*»

Analyse

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 sauver la 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 désignant comme responsable du problème («*tu n'as pas défini...*») À 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 Ted accepte implicitement ce point de vue en expliquant pourquoi la profondeur ne joue pas.

Comment comprendre cela ? On remarque qu'en P19, 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, puisqu'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 calcul 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 minutes qui suivent.

Étape 3 : une phase de tentatives diverses

Problème persistant

Les étudiants se trouvent toujours devant un ordinateur qui n'accepte pas les données qu'ils souhaitent entrer dans le programme.

Déroulement

Pendant six minutes, Guy, Ted et, dans une moindre mesure, Didier, s'engagent dans une intense recherche de solution : ils effectuent, sans succès, neuf opérations différentes sur le programme. Ces conduites de recherche (dont nous ne donnons pas ici la transcription pour des questions de place), sont d'une grande variété : 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. 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.

Les élèves montrent des signes de tension et d'agacement : soupirs, frappe violente sur le clavier et commentaires désapprobateurs : «*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. À d'autres moments, ils invectivent le programme : «*Pourquoi il ne veut pas ce ...*», maugrée Guy.

Analyse

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 discussion ces remises en cause de ses choix. Est-ce révélateur de 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 ?

Étape 4 : vers une (fausse) solution

Situation

Les étudiants sont toujours à la recherche d'une solution qui leur permettra de dépasser l'obstacle, de trouver une issue. Le temps passe ; l'enjeu est de parvenir à avancer dans le travail.

Déroulement

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)».

G102-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 G119, Ted mène la manoeuvre. En effet, les enchaînements de tours de parole

T101-G102, T113-G114, T116-G117 et T118-G119 montrent que les suggestions ou ordres qu'il avance sont suivis par Guy. Il se confirme ici que Ted endosse régulièrement le rôle de «proposeur». 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 G114, 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 T121 à T127 voit un désaccord se résoudre au moment où Ted accepte le point de vue de Guy.

Analyse

Quelle solution construisent-ils ?

En T1, Ted finit par prendre en considération les valeurs données et propose un test pour vérifier s'il 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 0 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 la leçon jusqu'au bout (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, 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, c'est-à-dire 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.

6. COMMENT LES APPRENANTS INTERAGISSENT-ILS ?

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

À plusieurs reprises, on observe des désaccords entre individus qui ont des points de vue différents. Notons que la confrontation entre apprenants ne semble jamais valorisée comme telle, ni réfléchie par méthode. Ce qui frappe, c'est que, la plupart du temps, au lieu de confronter réellement leurs points de vue (comme ils le font cependant dans le passage T121 à T127), ils ont plutôt tendance à demander à l'ordinateur de trancher leurs conflits par la réaction immédiate qu'il fournit (réaction qu'il leur faudra encore 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 logiciel 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 réputés comme féconds sur le plan cognitif.

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 est en effet susceptible d'évoluer en cours de route. Par exemple, à la suite de blocages persistants, la tâche initiale visant à *usiner une pièce* semble à un moment donné perdue de vue pour se transformer en une tâche qui vise à *satisfaire le programme*, dans l'espoir qu'il cesse de freiner obstinément l'activité. Au besoin, comme nous l'avons vu, les apprenants cherchent à le distraire ou à le contourner avec l'introduction de données même incohérentes s'il le faut, ceci dans le but de pouvoir, malgré tout, avancer dans le travail.

Dans la séquence analysée, nous avons également prêté attention à la distribution des rôles. En effet, il est frappant de voir le travail se faire principalement à deux, laissant l'un des étudiants, Didier, apparemment en

dehors de l'activité. Mais cette extériorité du rôle de Didier devra être confirmée en examinant l'ensemble du travail effectué. Nous avons en effet observé, dans ces travaux de groupe, que la personne qui paraît extérieure se met 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 (s'il ne se désimplique pas en cours de route !), 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 de multiples 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, mais on ne voit pas les étudiants planifier les étapes, ni établir des objectifs partiels ; l'action semble se dérouler en un flux constant. Tout se passe comme si la responsabilité de celle-ci était laissée à la machine chargée de "tester" la valeur des décisions qui s'enchaînent. 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. Ils se situent dans une dynamique relationnelle qui ne ressemble en rien à un "tour de table" (pour s'exprimer par un contre-exemple : jamais on ne les voit faire ce "tour de table" pour recueillir l'opinion de chacun). D'autres travaux l'ont déjà rapporté, le travail par essais et erreurs n'encourage pas la concertation (Hoyles et al., 1990 ; Blaye et al., 1992).

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, bien qu'il s'agisse en principe d'une situation de formation à laquelle l'école attribue une visée d'initiation, 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.

7. COMMENT INTERPRÈTENT-ILS LA SITUATION ?

Quelle représentation les élèves se font-ils de la tâche ?

Ils semblent comprendre leur rôle comme étant essentiellement 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. Bien que ces travaux pratiques visent à faire le point sur un ensemble de savoirs et savoir-faire qu'ils sont censés avoir acquis, personne ne parle de ce qui serait ici encore à apprendre, ni ne semble s'en préoccuper.

Conformément à un contrat didactique implicite, et présent sans doute dans toute leur scolarité, ces élèves s'attendent à ce que la tâche présentée requière 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.

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 ne pas perdre la face devant une difficulté. Des jeux de pouvoir se jouent entre eux. Ainsi, par exemple, quand Ted tente de contrôler la situation par des ordres donnés coup sur coup à Guy, la tension se met à monter, une agressivité se manifeste vis à vis de 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. Ils attendent implicitement du logiciel un fonctionnement parfait, le chargent de tout tester et lorsque sa réaction leur semble aberrante, ils le croient en panne (T116 : «*on met des 0 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 logiciel 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 conduites ?

8. REFLETS DES ENJEUX PSYCHOLOGIQUES ET SOCIAUX PLUS LARGES

Nos observations nous renvoient à la question de l'efficacité d'une situation de formation et à la perception que les étudiants en ont. S'agit-il pour eux de conduire rapidement le travail demandé par le maître ? Ou l'efficacité réside-t-elle dans la capacité à prendre le temps que nécessite la visualisation, l'auto-contrôle du travail fait et l'anticipation de l'action concrète que la machine effectuera, ceci en vue de diminuer le risque d'errements et d'erreurs ? Il n'est pas sûr que les élèves se soient posé 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 perçus le plus souvent à très court terme. Et l'efficacité attendue pourrait aussi se situer ailleurs – mais personne ne semble y songer – 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, liés à la nature des équipements techniques, se reflètent encore dans nos observations. Par maintes remarques, les étudiants nous ont fait comprendre qu'ils n'étaient pas sûrs que la cellule d'usinage de leur école technique soit une vraie machine et que leur travaux pratiques correspondent à un véritable exercice industriel. En effet, ils usinent de la résine et non des métaux (pour des raisons de sécurité et de visibilité des opérations) et les logiciels utilisés sont peu présents 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, pour eux, la valeur de cet exercice. 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 restent sceptiques quant à l'intérêt de travailler sur un dispositif de conception didactique, qu'il ne retrouveront pas tel quel dans leur future activité professionnelle.

Cela renvoie à un problème d'identité ; on a vu les élèves lutter pour sauver la face et tenter de se mettre dans des relations où ils sont en position sociale 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 maîtriser un ensemble de tâches techniques précises ou de comprendre les principes généraux d'un dispositif

complexe ? L'ethos du métier de la mécanique de précision veut qu'on acquière, au fil des années 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 lesquels l'école n'a que des objectifs d'initiation. Qu'est-ce alors que se montrer bon élève ou bon ouvrier dans cette situation ? On voit ainsi que divers enjeux psychologiques et sociaux traversent ces situations d'apprentissage.

9. CONCLUSIONS

Nous avons présenté une recherche centrée sur les "perturbations" que crée l'introduction de nouvelles technologies de fabrication dans un établissement de formation et avons tenté d'articuler deux plans : celui d'une micro-analyse des interactions sociales au sein même d'un atelier de mécanique et celui des enjeux psychologiques, pédagogiques, techniques et sociaux à l'oeuvre dans la vie des élèves et de l'école.

Par une analyse détaillée de ce qui se fait et se dit au sein de groupes de travail, nous avons cherché à repérer des traces de ces divers enjeux qui marquent, d'une manière ou d'une autre, les modalités de collaboration adoptées et plus largement la manière dont les apprenants s'engagent dans leurs activités de formation.

Dans ce contexte d'activité complexe, nous nous sommes intéressés à 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 nous a paru fortement influencé par le cadre scolaire de leur formation et plus particulièrement par le cadre temporel dans lequel s'inscrivent ces travaux pratiques.

Les situations d'apprentissage 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'automation, ou encore s'interroger sur le sens ou la pertinence de l'exercice proposé.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSSENAC C., BESSARD R., CARLO G. & LEBAHAR J.-C. (1987). Des erreurs significatives dans les pratiques des machines-outils à commande numérique et des dessins spontanés. In P. Rabardel & A. Weill-Fassina (Éds), *Le dessin technique*. Paris, Hermès.
- BARCET A., LE BAS C. & MERCIER C. (1983). Dynamique du changement technique et transformation des savoir-faire de production. *La Documentation Française*, n° 8, pp. 51-75.
- 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*, vol.7, n° 4, pp. 257-268.
- BORZEIX A. & LACOSTE M. (1991). Apprentissage et pratiques langagières : perspectives socio-linguistiques. In D. Chevallier & I. Chiva (Éds.), *Savoir-faire et pouvoir transmettre*. Paris, Maison des Sciences de l'Homme, pp. 23-32.
- CROOK C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning. A psychological perspective*. Londres, Routledge.
- DILLENBOURG P., BAKER M., BLAYE A. & O'MALLEY C. (1995). The Evolution of Research on Collaborative Learning. In P. Reimann & H. Spada (Éds.), *Learning in Humans and Machines*. London, Pergamon.
- ENGESTRÖM Y. & MIDDLETON D. (1996). *Cognition and communication at work*. Cambridge, Cambridge University Press.
- FALZON P. (1994). Dialogues fonctionnels et activités collectives. *Le Travail Humain*, vol. 57, n° 4, pp. 299-312.
- GROSSEN M., LIENGME BESSIRE M.-J. & PERRET-CLERMONT A.-N. (1997). Construction de l'interaction et dynamiques socio-cognitives. In M. Grossen & B. Py (Éds.), *Pratiques sociales et médiations symboliques*. Berne, Peter Lang.
- HOYLES C., HEALY L. & SUTHERLAND R. (1990). *The Role of Peer Group Discussion in Mathematical Environments*. Glasgow, Institute of Education, Departement of Mathematics, Statistics and Computing.
- HOYLES C., HEALY L. & POZZI S. (1992). Interdependance and autonomy : aspects of groupwork with computers. *Learning and Instruction*, vol. 2, pp. 239-257.
- LACOSTE M. (1995). Parole, activité, situation. In J. Boutet (Éd.), *Paroles au travail*. Paris, L'Harmattan, pp. 23-45.
- LEBAHAR J.-C. (1986). Graphisme technique et automatismes. Entre le naturel et l'artificiel, l'analyse du travail cognitif. In P. Rabardel & A. Weill-Fassina (Éds), *Le dessin technique*. Paris, Hermès.
- LEBAHAR J.-C. (1987). L'influence de l'apprentissage des machines-outils à commandes numériques sur la représentation de l'usinage et ses niveaux de formalisation. *Le Travail Humain*, vol. 50, n° 3, pp. 237-249.
- LIGHT P. & BLAYE A. (1989). Computer-based learning : the social dimension. In H. Foot, M. Morgan & R. Shute (Éds.), *Children helping children*. Chichester, John Wiley.
- LIGHT P. & PERRET-CLERMONT A.-N. (1989). Social context effects in learning and testing. In A. Gelatly, D. Rogers & J. A. Sloboda (Éds.), *Cognition and social worlds*. Oxford, Oxford Science Publications, pp. 99-112.
- MARTIN L.M.W. (1995). Linking thought and setting in the study of work place learning. In L. Martin, M. Nelson & E. Tobach (Éds.), *Sociocultural psychology. Theory and practice of doing and knowing*. Cambridge, Cambridge University Press.

- 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*, vol. 92, n° 4.
- MARTIN L.M.W. & BEACH K. (1992). *Technical and symbolic knowledge in CNC machining : A study of technical workers of different backgrounds*. Berkeley, University of California.
- PARMENTIER C. & VIVET M. (1992). Nouvelles technologies : production, gestion ou formation ? Le cas de la robotique pédagogique. *Education permanente*, n° 111, pp. 71-86.
- PERRET-CLERMONT A.-N. (1979, revue et augm. 1996). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne, Peter Lang.
- PERRET-CLERMONT A.-N. (1992a). Les implicites dans les situations d'apprentissage. *Cahiers de l'Institut Supérieur de Pédagogie de l'Université Catholique de Paris*, n° 19, pp. 20-53.
- PERRET-CLERMONT A.-N. (1992b). Transmitting knowledge : Implicit negotiations in the teacher-student relationship. In F.K. Oser, A. Dick & J.L. Patry (Éds.), *Effective and responsible teaching*. San Francisco, Jossey-Bass, pp. 329-341.
- PERRET-CLERMONT A.-N. & NICOLET M. (1988). *Interagir et connaître. Enjeux et régulations sociales dans le développement cognitif*. Cousset (Fribourg), DelVal.
- PERRET-CLERMONT A.-N., SCHUBAUER-LEONI M.-L. & GROSSEN M. (1991). Interactions sociales dans le développement cognitif : nouvelles directions de recherche. *Cahiers de Psychologie de l'Université de Neuchâtel*, n° 29, pp. 17-39.
- PERRET-CLERMONT A.-N., SCHUBAUER-LEONI M.-L. & TROGNON A. (1992). L'extorsion des réponses en situation asymétrique. *Verbum*, n° 1-2, pp. 3-32.
- POCHON L.-O. & GROSSEN M. (1994). Définition d'un espace interactif pour aborder l'étude de l'utilisation de l'ordinateur. *Cahiers de Psychologie de l'Université de Neuchâtel*, n° 32, pp. 27-47.
- SCHUBAUER-LEONI M.-L. & PERRET-CLERMONT A.-N. (1987). Atteggiamenti nei confronti del computer : che sapere ? Di chi ? Per chi ? *Rassegna di Psicologia*, vol. 4, n° 2-3, pp. 25-37.
- SCHUBAUER-LEONI M.-L., PERRET-CLERMONT A.-N. & GROSSEN M. (1992). The construction of adult-child intersubjectivity in psychological research and in school. In V. Cranach, W. Doise & G. Mugny (Éds.), *Social Representations and the social bases of knowledge*. Berne, New-York, Hogrefe & Huber Publishers.
- SCHUBAUER-LEONI M.-L. & PERRET-CLERMONT A.-N. (1997). Social interactions and mathematics learning. In T. Nunes & P. Bryant (Éds.), *Learning and teaching mathematics. An international perspective*. Hove, Psychology Press Ltd., pp. 265-283.
- VIVET M. (1992). Informatique et pédagogie dans l'entreprise. In D. Linhart, J. Perriault & A. Fouquet (Éds.), *Le travail en puces*. Paris, PUF.
- WILKINSON B. (1984). Technologie, compétence et formation. Une étude de cas sur les machines à commande numérique. *Sociologie du Travail*, n° 4, pp. 447-456.

Cette recherche a été réalisée avec l'appui du Fond National Suisse de la Recherche Scientifique (FNRS n° 4033-35846, A.-N. Perret-Clermont, R. Bachmann & L.-O. Pochon).

Nous reprenons dans cet article un ensemble d'observations qui font également l'objet de notre contribution à l'ouvrage : Littleton K. & Light P. (Éds), *Learning with Computers : Analysing productive interaction*. London, Routledge, (in press).