

SÉMINAIRE DE PSYCHOLOGIE
UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

**APPROCHE SOCIO-COGNITIVE D'UNE TÂCHE
D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE.**

**Danièle Golay Schilter
Jean-François Perret
Anne-Nelly Perret-Clermont
Franco de Guglielmo**

Avec la collaboration de Jean-Philippe Chavey

5.7.96

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. CADRE ET DÉMARCHE DE RECHERCHE	3
2.1. La situation de formation observée	3
2.2. Méthodologie générale	4
2.3. Les sujets observés.....	4
2.4. La tâche et l'instrument informatique.....	4
3. DESCRIPTION ET INTERPRÉTATION D'UNE INTERACTION.....	6
3.1. Outils de description et d'analyse.....	6
3.2. La séquence analysée.....	9
3.2.1.Étape 1: Choix initiaux de programmation d'un perçage.....	9
3.2.2. Étape 2: Face au message d'erreur, réactions émotives, relationnelles et cognitives.....	13
3.2.3. Étape 3: Une phase de tentatives diverses	14
3.2.4. Étape 4: Tenants et aboutissants d'une décision essentielle.....	15
3.3. Synthèse et discussion	17
3.3.1. Modes de collaboration	17
3.3.2. Les démarches de résolution et les raisonnements élaborés	19
3.3.3. L'interaction entre instrument informatique et élèves.....	20
3.3.4. Stress et signification de la tâche	22
4. RÉFLEXIONS PÉDAGOGIQUES	23
BIBLIOGRAPHIE	27

APPROCHE SOCIO-COGNITIVE D'UNE TÂCHE D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE.

Danièle Golay Schilter, Jean-François Perret,
Anne-Nelly Perret-Clermont & Franco de Guglielmo*

Avec la collaboration de Jean-Philippe Chavey** .

1. INTRODUCTION

De nombreuses activités professionnelles se trouvent aujourd'hui transformées par une utilisation de plus en plus systématique des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Dans le secteur de la construction mécanique dont il sera question dans ce chapitre, l'informatique est étroitement liée au développement de la fabrication automatisée. Les machines-outils à commandes numériques (CNC) et les robots ont d'abord été gérés isolément puis progressivement intégrés dans des cellules de production. Dans une perspective de Computer Integrated Manufacturing (CIM), l'apport de l'informatique s'étend encore: il tend à concerner la conception, la préparation et l'organisation du travail dans l'entreprise (Linhart, 1994; Stroobants, 1993).

Tant les milieux industriels que ceux de la formation professionnelle s'accordent à souligner la nécessité de repenser aujourd'hui les compétences cognitives et sociales que requiert l'usage de ces outils informatiques. Il s'agit bien sûr de maîtriser les systèmes de représentations sémiotiques propres aux interfaces homme-machine, mais aussi d'acquérir des capacités plus générales d'anticipation, de planification de l'action, d'analyse et de résolution de problèmes. Les compétences sociales les plus fréquemment évoquées sont du type: savoir communiquer, savoir travailler en équipe pour maîtriser un dispositif technique complexe, ou encore savoir s'adapter à une situation nouvelle.

*) Nous remercions le Fonds National suisse de la Recherche Scientifique, qui a permis la réalisation de ces travaux (Programme National de Recherche 33 "Efficacité de nos systèmes d'enseignement", projet no 4033-035846), ainsi que Roland Bachman, directeur de l'Ecole Technique de Ste-Croix (CH), qui a nous a ouvert toutes grandes les portes de son établissement, ainsi que les élèves techniciens de deuxième année, qui ont de bonne grâce accepté d'être filmés et se sont prêtés au jeu de l'entretien.

**) Enseignant à l'Ecole Technique de Ste-Croix (CH), sans l'assistance duquel nous n'aurions pu réaliser notre étude et que nous remercions ici pour les nombreux entretiens qu'il nous a accordés, pour sa participation à l'enregistrement de nos données et pour ses commentaires critiques. Cette recherche a par ailleurs bénéficié de l'accompagnement éclairé de Luc-Olivier Pochon, mathématicien et informaticien, enseignant au Centre Professionnel du Littoral Neuchâtelois et chercheur à l'Institut de Recherche et de Documentation Pédagogique Romand.

La définition de telles exigences de formation soulève un ensemble de questions. Comment ces compétences attendues s'acquièrent-elles, comment se transmettent-elles? Au-delà des déclarations d'intentions générales, en quoi ces compétences consistent-elles concrètement dans une situation d'action? Dans quels contextes d'enseignement, d'apprentissage ou de travail, ces savoirs et savoir-faire professionnels visés se construisent-ils? Comment adapter les situations de formation pour favoriser des interactions socio-cognitives productives?

A notre sens, répondre à ces interrogations passe nécessairement par l'examen attentif de ce qui se vit dans des situations réelles de formation ou de travail, lorsque des interactions sociales prennent forme autour de tâches et de problèmes complexes à résoudre. Par l'étude "in vivo" de situations de formation professionnelle, notre intention est de contribuer à développer nos compréhensions des processus d'apprentissage, processus qui se révèlent comporter à la fois des enjeux cognitifs, relationnels et identitaires.

Différentes questions guideront ainsi notre investigation. On s'intéressera notamment aux modes de collaboration qui s'instaurent dans les groupes de travail. Confrontés à une tâche complexe, comment les apprenants organisent-ils leur activité, la distribution des tâches, des rôles, des responsabilités et des prises d'initiatives, ou encore comment gèrent-ils leurs échanges et éventuelles confrontations de points de vue en cours d'action? Il s'agira également d'identifier les démarches de résolution adoptées par les groupes de travail. Que font les apprenants lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté imprévue? Quelles réactions manifestent-ils? Quelles ressources sont-ils à même de solliciter ou de mobiliser? Dans la dynamique de l'activité des groupes, une attention particulière sera encore portée au rôle spécifique de l'ordinateur. Quel est le rôle et l'effet d'un instrument qui renvoie aux apprenants un ensemble de signaux et d'informations tels des messages d'erreurs? Peut-il prendre figure de partenaire? (Blaye, Light, & Rubtsov, 1992; Light & Blaye, 1989). Dans quel espace interactif l'ordinateur s'inscrit-il? (Pochon & Grossen, 1994). Au-delà de leur rapport à l'ordinateur, quelles représentations les apprenants se forgent-ils de l'activité à effectuer et quelles significations accordent-ils à la tâche? Quelque soit en effet la précision avec laquelle le but d'une tâche est communiqué, les apprenants réinterprétent celle-ci en fonction notamment de certaines caractéristiques de la situation (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. Comment les interactions socio-cognitives au sein d'un groupe de travail sont-elles alors marquées par les significations que les uns et les autres accordent à la tâche et à l'activité qu'il convient de déployer (Grossen, Liengme Bessire, & Perret-Clermont, à paraître)? Ces interrogations nous conduiront à repérer dans quelles

conditions les interactions sociales favorisent la construction de nouvelles significations partagées.

Le chapitre est organisé selon le plan d'ensemble suivant: nous commencerons par exposer le cadre de notre étude et la démarche générale de recherche adoptée, afin, notamment, de situer la pertinence des exemples que nous analyserons ici. Puis nous présenterons en détail une interaction observée entre élèves techniciens lors d'une séance de travaux pratiques. La discussion de ces observations nous conduira enfin à formuler quelques réflexions et propositions pédagogiques relatives à la situation de formation étudiée.

2 CADRE ET DÉMARCHE DE RECHERCHE

L'analyse d'interaction qui sera présentée plus loin fait partie d'un projet plus vaste mené dans le cadre d'un Programme National de Recherche sur l'*efficacité des systèmes de formation*. Nous y étudions des situations de formation à l'informatique au sein d'une École technique, cherchant à rendre compte de la complexité des processus et des enjeux qui s'y vivent. Une première phase d'observations et d'entretiens, complétés par l'administration d'un questionnaire écrit aux élèves, a abouti à une description monographique de l'établissement et de son contexte de fonctionnement. Nous avons ensuite choisi de réduire la focale de notre regard et de le porter sur une situation précise.

Notre approche de cette situation de formation est entièrement qualitative et peut être définie comme clinique, dans le sens où nous nous attachons à décrire les comportements des sujets en situation "naturelle" et cherchons à comprendre les significations élaborées. Les observations font à chaque étape l'objet de réflexions avec les acteurs concernés et servent de base à des propositions pédagogiques.

2.1. La situation de formation observée

Il s'agit d'un travail pratique au cours duquel des élèves techniciens effectuent, par petits groupes, une tâche complexe de programmation de l'usinage d'une pièce à l'aide d'un logiciel de Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) et d'une cellule de production automatisée de type didactique. C'est une activité d'une après-midi, qui, vu la rotation des groupes d'élèves, se répète plusieurs fois; ces conditions sont favorables à la mise au point de l'observation. Ce travail pratique présente une autre caractéristique intéressante: le travail de programmation des élèves y est mis en oeuvre et ils peuvent observer les conséquences de leur choix. Enfin, il s'agit, on le verra, d'une tâche complexe à

accomplir dans un temps limité, qui demande de mobiliser des connaissances et des procédures apprises il y a plusieurs mois; par ces aspects elle diffère des autres situations de formation en atelier que vivent ces élèves.

2.2. Méthodologie générale

Grâce à des entretiens avec l'enseignant concerné, nous avons d'abord cerné la place de cette situation de formation dans le curriculum des élèves, ainsi que les buts et le scénario prévus par l'enseignant. Nous avons ensuite filmé les groupes d'élèves (2-3 sujets) au moyen de deux caméras, afin d'intégrer à l'image de chaque groupe celle de l'écran d'ordinateur sur lequel il travaille. Puis, nous avons soumis aux élèves des extraits des bandes vidéos et les avons interrogés sur les difficultés rencontrées et leur manière d'y répondre, nous intéressant également à la manière dont ils ont interprété les buts de l'activité, appréhendé les outils utilisés et vécu le travail effectué. Enfin, nous avons recueilli les rapports écrits des élèves, ainsi que l'évaluation écrite et orale effectuée par l'enseignant.

2.3. Les sujets observés

Il s'agit de quatre groupes, soit dix étudiants techniciens, tous de sexe masculin, âgés de vingt à vingt-cinq ans. Après avoir suivi un apprentissage de quatre ans, ils ont entamé un perfectionnement de deux ans dans les secteurs de l'informatique, de l'exploitation (productique) et de la construction mécanique. Au moment de l'observation, ils arrivent au terme de leur formation.

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.

2.4. La tâche et l'instrument informatique

Le travail pratique (TP), durant environ trois heures, est destiné à rafraîchir leurs connaissances et à mener une fois le processus de fabrication d'une pièce de bout en bout (voir figure 1). L'année précédant la tâche, les élèves ont appris à utiliser le logiciel de fabrication assistée par ordinateur, en suivant un cours et en réalisant des exercices. Ils ont également appris à connaître la structure et le fonctionnement d'un système d'usinage

flexible (Flexible Manufacturing System). Le travail pratique observé intervient huit mois plus tard après cet enseignement.

Les élèves sont divisés en petits groupes et travaillent en parallèle sur différentes tâches. En début de TP, l'enseignant cadre l'activité: oralement et dans la consigne écrite, il évoque les buts mentionnés ci-dessus; il décrit les étapes principales de la tâche et indique quelques contraintes techniques. Il mentionne quelques 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. Il ne leur donne pas d'autre indication en matière de collaboration ou de méthode de travail.

Puis les élèves reçoivent un fichier informatique contenant le dessin de la pièce (voir fig. 2) avec les formes à usiner. Ils doivent transférer le fichier du programme de conception à celui de fabrication. Puis, à partir de ce dessin et à l'aide d'un schéma et de quelques indications, ils programmrent l'usinage de la pièce, soit le perçage des trous et l'évidage des formes. Ils mettent en route les divers composants d'une cellule d'usinage et effectuent ensuite le transfert de leur programme ; enfin ils surveillent le transport de leur pièce par le véhicule automatique de la cellule, ainsi que son usinage par la fraiseuse à commande numérique.

Insérer ici la figure 2.

Le logiciel de programmation de fabrication utilisé est un outil informatique conçu pour l'industrie et utilisé ici à des fins de formation. C'est un instrument qui permet de générer un programme d'usinage sans devoir coder une à une chaque opération et chaque information, comme cela se fait dans la programmation directe d'usinage pour machine à commande numérique. En effet, une fois qu'il sait à partir de quels contours usiner, dans quelle direction et à quelle profondeur - plus un certain nombre d'autres indications - le programme effectue lui-même les calculs dictant le travail de l'outil, puis code ces indications pour la machine à commande numérique.

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.

Avec ces indications en tête, nous allons entrer dans le vif du sujet et observer un groupe d'élèves au travail.

3. DESCRIPTION ET INTERPRÉTATION D'UNE INTERACTION

Par interaction, nous entendons à la fois une suite d'actes et d'échanges entre partenaires et les propriétés de ces actes, à savoir l'influence réciproque que les partenaires exercent ainsi sur leur actions respectives (Trognon, 1991). Nous approchons donc l'interaction comme une activité de construction du sens, d'élaboration de relations, d'émergence et d'évolution d'images de soi et d'autrui, ainsi qu'une activité cognitive (Grossen, et al., à paraître).

Nous décrirons ici une seule interaction, de façon à présenter en détail le type d'analyse menée sur les transcriptions et de privilégier une unité de sens: la dynamique particulière qui s'est développée entre ces élèves. Pour interpréter et commenter nos résultats, nous ferons néanmoins recours à des observations sur les autres groupes.

3.1. Outils de description et d'analyse

Dans un premier temps, nous avons relevé, pour chaque groupe filmé, les principales étapes de résolution de la tâche, les difficultés rencontrées, ainsi que des comportements saillants en matière de collaboration. Nous avons pu ainsi identifier deux éléments de la tâche auxquels tous les groupes se sont achoppés, avec plus ou moins de succès et avec des conséquences importantes sur la qualité de la pièce. Nous avons sélectionné les passages où ces éléments sont traités; enfin, au sein des passages en question, nous avons isolé des séquences clés menant à la réussite ou à l'insuccès de la démarche.

Ces passages ont été ensuite transcrits en indiquant:

- les échanges verbaux,
- des indications sur certains gestes communicatifs (pointages et gestes illustratifs),
- les changements dans le ton utilisé,

- les actions sur le programme (effectuées au moyen du clavier et de la souris (pointage, sélection, input en langage naturel, etc.),
- les changements d'état du programme, comme le passage d'une fenêtre (ou boîte de dialogue à une autre), les messages en langage naturel écrit et les messages sonores (bip)¹, ainsi que les changements graphiques,
- les actions de recherche d'informations (lecture des consignes, d'un manuel),
- les recours à l'enseignant ou à un camarade d'un autre groupe,
- les activités hors-tâche.

Notre transcription suit la forme conversationnelle habituelle (alternance de "tours de parole" notés à la ligne) et nous avons donc 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 de l'interaction élèves-ordinateur et de répondre aux questions que nous nous posons sur le rôle de ce dernier dans la démarche des techniciens et sur leur rapport à cet instrument.

Ensuite, nous avons observé et décrit l'interaction en créant et distinguant, provisoirement et pour la commodité de l'analyse, cinq dimensions par ailleurs intriquées dans la réalité:

- 1) La démarche de réalisation de la tâche et de résolution de problème au plan pratique, c'est-à-dire la manière dont les élèves s'y prennent pour mener leur tâche et résoudre les difficultés qui se présentent, ceci en lien avec certaines caractéristiques des instruments utilisés.
- 2) Les propositions et raisonnements exprimés par les élèves, ainsi que les informations délivrées par l'ordinateur.
- 3) Le partage des tâches au sein de cette démarche et les rôles adoptés.
- 4) Les rapports de place et enjeux de pouvoir, tels qu'ils apparaissent dans l'interaction et le partage des tâches (Kebrat-Orecchioni, 1988; Mercer, à paraître; Saint-Dizier, Trognon, & Grossen, 1995).
- 5) Les sentiments et opinions exprimés, verbalement ou non, en cours d'activité, permettant de comprendre les significations et émotions en jeu.

L'observation des démarches de réalisation de la tâche et de résolution, ainsi que celle des contenus exprimés, est guidée par les questions suivantes:

1) Les indications données par le programme au bas de l'écran ne sont malheureusement pas lisibles sur la vidéo.

- Comment les élèves abordent-ils chaque phase de travail: par une planification, par une action directe?
- Définissent-ils des buts? Comment?
- Comment prennent-ils et évaluent-ils les décisions concernant les inputs à donner? Sur la base de quels arguments? A partir d'une discussion ou d'une action solitaire?
- Comment traitent-ils les messages du programme?
- Face à une difficulté, comment procèdent-ils? Fondent-ils un diagnostic? Sur la base de quelles observations et de quels arguments?
- Quelles tactiques de recherche mettent-ils en oeuvre?
- A quelle aide recourent-ils?
- Quelles caractéristiques de l'ordinateur et du logiciel, quelles informations délivrées par celui-ci, paraissent jouer un rôle important dans leurs décisions et leurs démarches?

L'observation de la collaboration au plan de la répartition des tâches et des rôles cherche à répondre à une autre liste de questions:

- Quelle est la répartition entre élèves des commandes de l'ordinateur?
- Qui recourt aux consignes, à des instruments de mesure, à d'autres sources d'informations extérieures?
- Quelle est la fréquence de prise de parole de chacun.
- Qui s'adresse à qui?
- Qui initie et conclut les échanges sur le traitement d'un nouvel objet
- A propos des décisions (Hoyle, Healy et Sutherland 1990): qui initie et conclut les échanges concernant une décision?
- Qui suggère les propositions sur lesquelles se basent les décisions?
- Qui évalue les propositions?
- Qui prend les décisions finales?
- 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.)?

En fonction notamment de ce dernier point, de la fréquence des prises de paroles et des modes de prise de décision, nous tentons d'apprécier les rapports de place et la distribution du pouvoir, ainsi que leur évolution au fil de l'interaction².

Dans un premier temps, nous nous efforçons donc d'élaborer une description des faits de langage et des actions. Dans un deuxième temps, nous inférerons des interprétations sur ce qui se joue dans l'interaction, à l'aide d'informations sur l'ensemble du TP, ainsi que des informations obtenues dans les entretiens avec les élèves.

3.2. La séquence analysée

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.

Les trois élèves, 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'extrême 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'occupera du rapport de TP qu'ils doivent rendre. Aucune négociation explicite n'a présidé à cette répartition des rôles.

3.2.1. Étape 1: Choix initiaux de programmation d'un perçage

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:

2) Ceci en soulignant que l'interprétation des actes de langage en terme de place haute ou basse est délicate, car, selon le contexte, un même comportement indiquera qu'une personne en position basse cherche à s'affirmer ou que celle qui est en position haute confirme son statut.

<u>Le plan de sécurité</u> : plan auquel la machine vient positionner l'outil au-dessus de la pièce.	<u>L'approche rapide</u> , plan jusqu'où l'outil descend rapidement vers la pièce; permet de gagner du temps dans le réalisation de l'usinage.
<u>La surface de référence</u> , qui est la surface de la pièce, où l'outil entre en contact avec la matière.	<u>La profondeur</u> de l'usinage 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.

Insérer figures 3 et 4 ici

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,...

Guy = G; Ted = T; le programme = P.

Les actions effectuées sur le programme sont en petites majuscules.

- 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 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...
- 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 INDICER 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 clôture 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 et normatif, 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.

G14 (...) 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 (LAISSE 0 ET CLIQUE OK POUR INDICER QUE LA FENÊTRE EST COMPLÈTE).

Cette manière de présenter cet échange met en évidence comment l'accord est ici élaboré à deux: une modalisation sans contenu propositionnel explicite (T15) est reprise en G16, en utilisant les mêmes termes (on a, je crois) et complétée (jamais utilisé); l'énoncé T17 reprend le contenu de G16 "on a jamais utilisé", en abandonnant le "je crois" pour une assertion. G18 tire en acte la conclusion que si on ne l'a jamais utilisé, alors on laisse zéro. Cet échange diffère des autres, au sens où on n'a pas affaire à des couples requête-assertion, où chaque locuteur occupe un rôle distinct, mais à une coélaboration d'une proposition.

Globalement, 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 œuvres 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 précédent, 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.

3.2.2. Étape 2: Face au message d'erreur: réactions émitives, relationnelles et cognitives

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 recalculation 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.

Leur interprétation du problème va influer sur une grande partie des tentatives de résolution conduites dans les six minutes qui suivent.

3.2.3. 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 recherche³ 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. 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 violemment.

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?

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

Durant cette phase, les élèves montrent des signes de tension et d'agacement: soupirs, frappe violente sur le clavier et commentaire 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. 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.

3.2.4. Étape 4: Tenants et aboutissants d'une décision essentielle

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

T1 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*>.

G2-G11 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.

P12 "Refuse" leurs paramètres en maintenant à l'écran la fenêtre en question. Bip.

T13 (Avec un air exaspéré): Oooh, c'est pas ça!

G14 IL MET DES 0 PARTOUT, MÊME À LA PROFONDEUR DE COUPE.

P15 Passe à la fenêtre suivante, ce qui signifie qu'il accepte ce qui a été proposé.

T16 (Étonné, ricane et s'adresse à D): On met des 0 partout, ça marche! Elle hallucine!

G17 (Se gratte la tête, passe d'une case à l'autre avec le pointeur. Alors qu'il est sur "Fond du trou").

T18 Essaie de mettre du - 20 (accentue le "moins"), euh, du - 12, pis va voir sur le diamètre aussi.

G19 IL EXÉCUTE LES PROPOSITIONS DE T.

P20 Accepte: Passe à la fenêtre suivante

T21 Bon. C'est juste l'avance rapide qu'il faut voir, normalement c'est à + 2

G22 On met pas d'avance rapide, allez!

T23 Non mais, eh, si on est en dessus (geste d'une main pointant contre le bas vers l'autre main à plat) ...

- G24 Ouaf! (balance la main pour signifier "laisse tomber")
- T25 Non, ça va pas aller, faut essayer d'avancer rapidement
- G26 On avancera pas rapide, c'est tout
- T27 Bon, vas-y!

Du point de vue de la collaboration, on remarque que jusqu'à G19, Ted mène la manœuvre. 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 "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 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.

3.3. Synthèse et discussion

Quelles sont les caractéristiques principales de l'interaction étudiée ici? Quelles sont les démarches de travail et de résolution des élèves? Comment collaborent-ils? Quels raisonnements mettent-ils en oeuvre? Nous proposons ici un résumé de nos observations, éclairé de recours à des travaux issus des domaines qui nous intéressent.

3.3.1. Modes de collaboration

Le mode de collaboration mis en oeuvre dans la phase analysée met largement de côté un des protagonistes. Ici intervient probablement une histoire relationnelle qui échappe à notre connaissance. Mais la dynamique présente du groupe joue aussi un rôle et on voit, ailleurs durant ce TP, Didier entrer en discussion avec Guy lorsque Ted s'absente. Très concrètement, la position excentrée et éloignée de l'écran de Didier contribue à l'effacement de son rôle.

La transcription montre par contre des échanges soutenus entre Ted, Guy et le programme. Ce trilogue voit l'expression d'une multiplicité de propositions et de tentatives de résolution. De fait, l'essentiel des inputs donnés au programme et des décisions font l'objet d'un échange entre les deux élèves.

Ce constat nous amène à évoquer des formes d'autorégulation de la collaboration. S'il n'y a pas de mise au point préalable, des tâches sont néanmoins (auto)-attribuées, des rôles adoptés et, de fait, des règles et des attentes régulent les échanges et l'engagement relatif de chacun. Comme on vient de le préciser, la majorité des décisions sont discutées; de plus, on voit par deux fois Ted et Didier couper le dialogue solitaire entre Guy et le

programme pour lui demander d'expliciter ce qu'il cherche. Un certain partage des recherches est de rigueur. Autour de Didier se révèlent plusieurs fois des attentes en matière de collaboration. Ainsi, lorsque celui-ci, après une absence momentanée, revient et lance à brûle-pourpoint que "il faut faire les usinages maintenant", Guy, par son ton agacé, lui fait bien comprendre que de ne pas participer momentanément est toléré, à condition de s'abstenir de commentaires! Un peu plus tard, Ted, sous forme de plaisanterie, lui fait remarquer son absence et s'inquiète du rapport de TP dont Guy est responsable. En somme, si un engagement moindre est toléré, il l'est dans certaines limites. Ces règles assurent donc une certaine équité: les décisions et recherches doivent plutôt être partagées et chacun doit faire quelque chose - n'oublions pas que la note obtenue est la même pour tous! Mais ces règles ne garantissent pas une pleine participation de chacun.

Des rôles et des places s'instaurent et évoluent partiellement. Dans la première séquence, Guy domine le rythme de lecture de l'écran et d'introduction des réponses, tout en consultant son voisin. Puis le programme donne un message d'erreur et dans la séquence d'essais divers qui suit, Ted, assisté un moment de Didier, émet l'essentiel des propositions et impulse son rythme à la recherche de solution. Guy le suit, mais ne perd pas tout contrôle: quand il le peut, il s'oppose à certaines propositions en invoquant des procédures connues: "c'est comme ça qu'on fait"; il oriente aussi la décision finale en fonction de son appréciation de ce qui est important.

Par contre, tout au long de la phase étudiée et tout au long du TP, Guy garde les commandes de l'ordinateur et joue ainsi le rôle d'intermédiaire entre le programme et le groupe. Blaye, Light et Rubstov remarquaient (1992: 259) que l'utilisateur de la souris prend en charge l'entrée des inputs, ce qui laisse à l'autre élève les rôles potentiels de navigateur, de commentateur ou de stratège. Effectivement, dans la phase de résolution du problème, Guy utilise la souris pour parcourir les menus, alors que Ted paraît plus libre d'avancer des propositions et des hypothèses. Sur le plan des rapports de pouvoir, cette accaparement de la part de Guy, comme sa tendance à dicter le rythme d'exécution, semble ne pas convenir à Ted, qui, on l'a vu dans la première séquence, tente de rompre cette dynamique. Le ton utilisé, l'accusation qu'il porte en T21 et la plainte qu'il exprimera plus tard ("On ne m'écoute jamais") révèlent son insatisfaction. Globalement, l'interaction se déroule dans un climat parfois tendu et les élèves montrent une attitude défensive.

3.3.2. Les démarches de résolution et les raisonnements élaborés

Les élèves passent directement à l'action, une fois prises les décisions concernant le type d'usinage à mener, le matériau et l'outil à choisir. Ils suivent l'ordre du programme, en remplissant une à une les boîtes de dialogues et les fenêtres, dans la succession imposée par le programme. Ils puisent dans leurs souvenirs des exercices passés pour proposer des réponses, les évaluer, ainsi que pour juger si tel aspect a ou non été abordé dans leur curriculum. On a ainsi remarqué que des arguments tels que: "c'est comme ça qu'on fait" et "ça on l'a jamais utilisé" motivaient certaines décisions; mais, au-delà de l'usage de connaissances acquises, est-ce que ces propos n'exprime pas une règle du jeu, scolaire, telle que: "il n'y a pas de réponses que je ne sois censé faire que l'on ne m'aït appris"?

Confrontés à un message d'erreur, ils établissent un diagnostic (le problème, c'est la profondeur des trous) qui ne fait pas l'objet d'une discussion et repose sur une lecture partielle de l'écran. Être trois n'empêche pas de laisser de côté des informations, et les élèves se focalisent sur un seul indice: le changement de profondeur. A vrai dire, le programme ne les aide pas car son message prête à confusion: le bip d'erreur est émis simultanément au changement de profondeur et n'est pas accompagné d'un message sur la nature de ce qu'il signale. Les élèves fournissent à partir de là un diagnostic qui les détourne définitivement d'une lecture plus attentive de l'écran, à savoir que leur profondeur est refusée parce que Guy n'a pas défini de hauteur pour la pièce.

A partir de cette interprétation partagée de la situation, ils utilisent plusieurs tactiques. Ils vérifient si certaines conditions concernant la hauteur de la pièce sont remplies. Puis, devant l'échec, ils abandonnent leur diagnostic initial et tentent l'essai-erreur, modifiant notamment des choix antécédent. Guy interroge aussi le programme, avec une rapidité qui montre son habitude en la matière.

Pour une part, leur but consiste à ce que le programme accepte leurs réponses. On le perçoit à leurs commentaires: "Mais pourquoi il ne veut pas?" (durant la phase d'essais divers) et à leur démarche durant la décision finale. Ce comportement a été déjà remarqué chez un autre groupe et il paraît intéressant d'en étudier les conditions d'émergence et de variation. Ici, il apparaît notamment alors que les élèves ne relient que faiblement la situation à gérer au niveau du programme avec celle de l'usinage et avec les conséquences de leurs choix. Le seul indice d'un lien est le geste de Ted en T25, qui figure l'outil au-dessus de la pièce. Tout se passe comme si l'instrument médiatisant leur action venait occuper le devant de la scène, au détriment du but qu'il devrait servir. Rappelons à ce propos que leur expérience en matière d'usinage reste faible. Ils préciseront d'ailleurs en

entretien que “tout ça, c'est un peu abstrait pour nous” (Didier) et que “il aurait fallu se représenter qu'est-ce que ça voulait dire pour la pièce” (Ted). De plus, ils n'emploient pas l'outil qui leur permettrait de se représenter la concrétisation de leurs efforts, à savoir les différentes possibilités de simulation (visualisation) offertes par le programme.

Le lecteur l'aura remarqué, on ne peut évoquer les démarches des élèves sans parler de leur instrument informatique, ainsi que de la manière dont ils prennent en compte ses caractéristiques et les informations qu'il délivre. Nous allons maintenant approfondir cette dimension de l'interaction.

3.3.3. L'interaction entre instrument informatique et élèves

Nos observations confirme le rôle important joué par le programme dans l'interaction. En effet, il intègre les informations introduites et modifie l'objet en construction. Il communique aussi au moyen d'indications sonores et de messages en langage naturel écrit. Ces informations constituent des prémisses aux raisonnements ultérieurs des élèves. Elles traduisent aussi les “résistances” et “acceptations” du programme aux inputs des élèves. On l'a vu dans la phase de réaction au message d'erreur (3.2.2.), un tel feed-back peut momentanément modifier l'appréciation du niveau de compétence d'un élève, à ses yeux et à ceux de ses partenaires, et par là même changer les rapports de place en jeu.

Du point de vue du rapport à l'ordinateur, la manière dont les élèves invectivent le programme, mais aussi l'interrogent, cherchant à comprendre “ce qu'il veut”, montre à nos yeux que les concernés eux-mêmes lui accorde une place de quasi-partenaire. Certes, certaines insultes et protestations agissent vraisemblablement comme soupape de leur tension, mais on les voit aussi “penser l'ordinateur” (Pochon & Grossen, 1995) et même lui attribuer une volition. Ainsi, en cours d'usinage, face à l'enseignant, aux autres élèves et à nous, Guy se défendra comme un beau diable, affirmant avoir essayé de résoudre le problème et accusant le programme: “on voulait mettre autre chose (que des 0 au plan de sécurité et à l'approche rapide), mais il refusait!”. N'oublions pas qu'un tel instrument est doué d'une autonomie certaine: il effectue à la place de l'utilisateur toute une série d'opérations de calcul et prend des décisions. Quand l'utilisateur n'a pas achevé l'instrumentation, soit l'appropriation de l'outil en fonction de ses buts (Rabardel, 1995), cette autonomie peut bien lui paraître comme un obstacle irritant et la marque d'une “mauvaise volonté” de la part d'un instrument destiné à l'assister (fabrication assistée par ordinateur!).

Qu'avons-nous observé sur l'interaction élèves-ordinateur au plan des démarches et des cognitions? Précisons d'abord que dans la tâche observée, l'action des sujets sur l'objet

final (les pièces usinées) est doublement médiatisée: le logiciel est l'instrument par lequel ils agissent sur la machine, qui elle-même agit sur l'objet. Quels types de médiations a-t-on pu observer et comment certaines caractéristiques de l'instrument participent-elles de la démarche et des raisonnements des élèves?

Par l'organisation de son interface (Blaye, et al., 1992) et l'ordre d'apparition des fenêtres, notamment, le programme structure, en partie, l'élaboration de l'usinage; on l'a vu par exemple durant la première phase de travail. Par ailleurs, la présentation des plans de travail de l'outil sous forme d'unités séparées ne semble pas favoriser, chez un élève peu au courant de l'usinage, la prise de conscience de l'action en jeu, à savoir un trajet descendant de l'outil, pour lequel les valeurs données aux plans doivent être d'ordre décroissant.

Le programme peut admettre des solutions conduisant à des erreurs (Cf. l'épisode des zéros à tous les plans de perçage) et il ne supprime pas les pistes de recherche inutiles: en cela c'est un instrument ouvert, destiné à un usage professionnel et non à la formation des novices. De plus, comme pour la majorité des instruments informatiques, les opérations sont annulables; ces deux caractéristiques facilitent l'essai-erreur, cela d'autant plus si les utilisateurs osent et savent tâtonner, ce qui est le cas des élèves techniciens. Nous nous demandons si le nombre énorme de choix et de décisions qu'exige la réalisation du programme d'usinage n'encourage pas également le tâtonnement et ne contribue pas ainsi à la brièveté de la réflexion et de certains dialogues. Des élèves l'ont affirmé: "on ne peut pas tout discuter, sinon on ne finirait jamais!".

Est-ce que l'usage de cet instrument, dans ce cadre didactique, "sustains the processes of social grounding and joint construction of meaning between the learners" (Blaye, et al., 1992: 263) ? Il nous semble que si les élèves prennent des décisions et mènent leur recherche à deux, c'est davantage parce que l'enseignant leur attribuera une note commune et parce que chacun rencontre rapidement des limites dans sa remémoration ou ses tâtonnements, limites qui le pousse à solliciter autrui. Le logiciel, dans cette activité, nous a paru susceptible d'être utilisé d'une manière individualiste ou compétitive. On a vu que pour celui aux commandes, la tentation du dialogue solitaire avec l'ordinateur est grande. La tâche et l'instrument requièrent le plus souvent l'application de procédures; l'élève qui a le plus confiance en sa mémoire peut imposer son point de vue par la norme ("c'est ainsi"). Un feed-back positif du logiciel viendra renforcer son opinion et court-circuiter la discussion. Cela peut aussi être le cas quand il s'agit de tester une idée. La phase d'essais divers contient un épisode de ce genre, où Ted, "soutenu" par l'ordinateur, lance un commentaire victorieux et compétitif à Guy. Hoyle, Healy, & Sutherland, (1990: 66) ont également fait des observations de cet ordre, par exemple lorsqu'une élève

impose sa solution à sa camarade, agit, et le feed-back de l'instrument vient renforcer son point de vue, sans pour autant qu'il y ait eu explicitation.

L'instrument n'est pas qu'un objet, il est une technique, soit - notamment - une manière d'agir et de représenter le réel. Notre hypothèse est que l'interface exerce de ce point de vue une influence forte sur les démarches de travail des élèves. Mais nous n'adoptons pas pour autant un point de vue déterministe car les usagers de la technique, avec leurs connaissances, leur perception de l'instrument et les enjeux qui les animent dans le contexte où ils agissent, produisent une interaction homme-machine ayant des caractéristiques locales⁴.

3.3.4. Stress et signification de la tâche

A l'instar de tous leurs camarades, les élèves ont montré durant cette interaction divers signes de stress: gestes d'énerver et ton agacé durant la tentative de résolution du problème rencontré, invectives lancées au programme, interrogations à l'égard des buts de l'exercice.

L'enseignant a indiqué qu'un des buts de l'après-midi consiste à produire la pièce dans un temps n'excédant pas les trois heures prévues au programme, et ils veulent y arriver. Le travail à réaliser est complexe, ils doivent rapidement mobiliser des connaissances et des procédures abordées en cours - mais il y a déjà huit mois - en utilisant un instrument qui exige une multitude de prises de décision, qui offre parfois plusieurs manières d'arriver au but recherché et dont l'utilisation est mal maîtrisée. Par tous ces aspects, ce TP se différencie des activités accomplies usuellement dans la formation. Les élèves du groupe ne sont en outre pas mécaniciens de profession et donc peu expérimentés en matière d'usinage. Voilà autant de raisons de ressentir et de manifester un certain stress, dont un des bénéfices pourrait bien être la mobilisation évidente et durable des élèves pendant les trois heures que dure l'activité, mais qui contribue probablement aux faiblesses de leur méthode de travail. Healy, Hoyles et Sutherland (1990: 66) notent, à propos de la résolution des désaccords complexes chez des enfants travaillant sur ordinateur que “(...) the constraints of working in the classroom (for example the pressure of the bell) may inhibit the resolving of conflict. Pupils become more concerned with the completion of the task than in restructuring their thinking”. Dans une autre étude, Hoyles, Healy, & Pozzi (1992: 251) font la même réflexion: dans un des groupes observés, le caractère

4) On se souvient par exemple que dans la description de la phase de décision finale, nous avons émis l'idée que la présentation des plans de travail de l'outil sous forme de cartouches distinctes et le fait que les élèves aient peu d'expérience en matière d'usinage contribuaient à leur difficulté à réfléchir au problème en terme d'étapes de descente de l'outil vers la pièce.

compétitif de la collaboration “seemed to be aroused by the wish to complete the work as quickly as possible (...).” En finir vite fait partie du métier d’élève (Perrenoud, 1994) et les techniciens observés ne font pas exception. Ils l’admettent d’ailleurs sans détour et en parlent comme d’une évidence. Si, d’un côté, ils veulent atteindre les objectifs fixés et obtenir un bon résultat, d’un autre l’emportent parfois l’envie d’en finir et la peine à prendre au sérieux ce qui n’est finalement à leurs yeux qu’un exercice scolaire, par opposition au “vrai travail” ou à leur projet de diplôme.

A l’issue de cette synthèse, nous soulignerons l’absence de relations de causalité simple entre les multiples éléments de l’interaction étudiée. Notre interprétation de la démarche de diagnostic des élèves a mis par exemple en évidence les effets cumulés de certaines caractéristiques de l’instrument, des enjeux personnels et relationnels et des buts des élèves (terminer rapidement). Néanmoins, nous souhaitons non seulement prêter attention à ces conjonctions locales d’influences se manifestant dans des interactions forcément uniques, mais aussi pouvoir repérer des conjonctions récurrentes, des facteurs paraissant déterminants. Aussi, à partir de nos observations, nous formulerais, pour la suite de nos travaux, les questions suivantes: Est-ce que dans chaque groupe, les mêmes caractéristiques de l’interface concourent à des démarches semblables? Est-ce que les significations de l’activité et ses enjeux pour les élèves ont une influence déterminante sur leur collaboration et leur démarche (Nunes Carraher, Carraher, & Schliemann, 1991) - et comment? Dans notre cas, le cadre scolaire et les représentations qu’en ont les élèves marquent-ils pas de façon spécifique l’activité déployée?

4. RÉFLEXIONS PÉDAGOGIQUES

Jusqu’ici, nous nous sommes efforcés de rendre compte de l’interaction, en tant que co-construction de démarches, de raisonnements et en tant que négociation de rôles, de place et d’images de soi. Maintenant, d’un point de vue plus pédagogique, nous souhaitons reprendre la question de l’efficience des interactions décrites et présenter des propositions pédagogiques que ces observations nous ont permis d’élaborer avec l’enseignant.

On a vu, en particulier dans les phases de résolution du problème, que les élèves ont des difficultés à établir une démarche qui permettrait à chacun de réfléchir au problème rencontré, amener des propositions et les justifier; une démarche enfin qui permette de prendre en considération toutes les informations à disposition, comme les conséquences de leurs actions. Revenons sur certains facteurs en jeu.

Pour les élèves comme pour l'enseignant, la réalisation de la pièce est un objectif prioritaire de l'activité. De ce point de vue, ils vivent les difficultés comme autant d'obstacles sur le chemin menant au but et non comme une occasion de développement de connaissances et de savoir-faire. Les élèves semblent même considérer que devoir être performant et rapide avec un outil mal maîtrisé et des connaissances acquises il y "longtemps" constitue une exigence à la limite du "contrat didactique"⁵ c'est-à-dire du système d'attentes réciproques en vigueur à ce moment de leur formation . D'où une impatience et une visible envie "d'en finir" au plus vite avec le problème rencontré. A partir de ce constat, nous avons formulé des hypothèses quant aux changements qui pourraient être opérés dans la manière de cadrer l'activité et de lui donner sens et les avons soumises à discussion. Par exemple, pour que les élèves vivent le stress de ce travail comme une occasion d'apprentissage, on pourrait leur préciser au début en quoi ce TP est différent des autres (éloigné du cours, ouvert, utilisant divers instruments informatiques); on pourrait également le décrire comme l'occasion d'expérimenter une situation proche de ce que l'on peut rencontrer dans le monde du travail; enfin, il serait intéressant de souligner qu'il ne s'agit donc pas seulement de produire la pièce, mais de faire face au mieux à ce challenge.

Du point de vue de leur capacité de diagnostic et de leur démarche de résolution de problème, les élèves paraissent disposer de ressources encore insuffisantes. En effet, on les voit principalement utiliser la remémoration et le dialogue avec le programme, sous forme de lecture des menus et de tâtonnements et leur diagnostic est établi à la hâte. A ce sujet, les observations de (Healy, Stefano, & Hoyles, 1995) montrent l'effet positif d'une alternance entre des moments de co-construction à l'ordinateur et des moments de coordination avec les perspectives de chacun sur des buts globaux: "without the former, students may not develop any approach to the problem or any language to describe their strategies. Without the latter, students may remain centrated on their own way of understanding problems". Ceci nous a amenés à envisager avec l'enseignant un TP qui laisse une place à des moments de réflexion individuelle et commune sur certains objectifs de la tâche ou sur les problèmes rencontrés, réflexions à mener loin du clavier et des tentations de l'action. Mais comment? S'arrêter d'agir est difficile, rendre compte de sa méthode aussi (Hennessy & McCormick, 1994). En matière d'anticipation, il peut s'avérer intéressant de demander aux élèves d'élaborer, en début de travail, un plan commun des phases d'usinage. D'autre part, en cas de difficulté, une manière d'encourager les élèves à développer leur capacité d'observation et à structurer leur recherche consisterait à formuler des conditions d'accès à l'assistance de l'enseignant. Par exemple, au moment de le solliciter, les élèves devraient être capables de produire une

5) Au sens de Schubauer-Leoni et Grossen (Schubauer-Leoni & Grossen, 1993)

description du problème rencontré, ainsi que des tentatives menées et des résultats obtenus. Dans les deux cas, ils devraient ainsi parvenir à avoir un avis commun sur les points à prendre en considération et sur les objectifs poursuivis, deux conditions d'un travail de groupe fructueux, comme l'a relevé Mercer dans sa revue des études effectuées à ce sujet auprès d'élèves de l'enseignement obligatoire (Mercer, à paraître).

Comme on a pu le constater, une difficulté propre à l'apprentissage de la fabrication assistée par ordinateur consiste à pouvoir se représenter la situation d'usinage et les conséquences des ordres donnés au logiciel sur l'objet à réaliser. Or le programme offre un instrument pour le faire, à savoir la visualisation des usinages réalisés, selon différents modes d'affichage (des trajets d'outils; d'une vue en trois dimensions de la pièce telle qu'elle apparaîtrait selon les usinages programmés; et d'autres types de vue encore. Voir figure 5). Contrairement à d'autres groupes, celui décrit ici n'a pas utilisé ces possibilités. Cette question rejoue celle soulevée par (Crook, 1995), qui, à la lumière de données issues de la psychologie développementale, s'interroge sur les conditions d'un travail de groupe fructueux. Il note ainsi que les sujets devraient avoir accès à un objet offrant une référence claire au développement d'une connaissance partagée. Une utilisation pertinente des possibilités de visualisation et de simulation offertes par le programme permettre de construire cet objet.

Insérer ici fig. 5

Nos réflexions sur l'usage de la visualisation comme instrument de contrôle mènent à une interrogation plus générale à propos des outils informatiques et des objectifs de formation en la matière: dans le cadre d'un enseignement technique généraliste, où les élèves abordent divers types de logiciels sans devenir spécialiste de chacun, peut-on identifier entre ces instruments des éléments communs dont la maîtrise serait jugée essentielle, tels les outils de contrôle évoqués ci-dessus? Cette identification serait d'autant plus profitable qu'elle se constituerait à partir d'une réflexion des concernés sur leurs propres démarches et leurs représentations de l'instrument. Ceci reviendrait à promouvoir une démarche métacognitive, soit une prise de conscience et une optimisation de ces représentations et ces démarches.

Enfin, nous avons vu que le travail de groupe, productif et même improductif, implique une multiplicité de compétences, sociales et cognitives et qu'il mobilise la personne aux plans affectif et relationnel. Soutenir et développer ces compétences nous paraît un travail de longue haleine. Un premier pas consisterait à examiner dans quels autres contextes, scolaire, professionnel ou de loisirs, les élèves techniciens ont reçu ou reçoivent un entraînement spécifique et ont d'éventuelles occasions complémentaires de progresser sur

ce plan. Enfin, le travail de groupe devrait être valorisé institutionnellement et faire l'objet d'une formation spécifique, comme le suggère Mercer, (Mercer, à paraître) dès l'école obligatoire.

BIBLIOGRAPHIE

- 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.
- 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.
- Grossen, M., Liengme Bessire, M.-J., & Perret-Clermont, A.-N. (à paraître). 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 (Ed.), Teaching technology (pp. 94-108). New York et Londres: Routledge, The Open University.
- Hoyles, C., Healy, L., & Pozzi, S. (1992). Interdependance 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. Institute of Education, Departement of Mathematics, Statistics and Computing.
- Kebrat-Orecchioni, C. (1988). La notion de place interactionnelle ou: Les taxèmes, qu'est-ce que c'est que ça? In J. Cosnier, N. Gelas & C. Kerbrat-Orecchioni (Eds.), Echanges sur la conversation (pp. 185-198). Paris: Ed. du CNRS.
- Light, P., & Blaye, A. (1989). Computer-based Learning: the Social Dimension. In H. Foot Morgan, M., Shute, R. (Eds.), Children Helping Children Chichester: John Wiley.
- Linhart, F. (1994). La modernisation des entreprises. Paris: Editions La Découverte.
- Mercer, N. (à paraître). The Quality of Talk in Children's Collaborative Activity in the Classroom. Learning and Instruction, 125-154.
- Nunes Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1991). Mathematics in the Streets and in Schools. In P. Light, S. Sheldon, & M. Woodhead (Eds.), Learning to Think (pp. 223-235). London, New York: Routledge , The Open University.

- Perrenoud, P. (1994). Métier d'élève et sens du travail scolaire. Paris: ESF éditeur.
- Pochon, L.-O., & Grossen, M. (1994). Définition d'un espace interactif pour aborder l'étude de l'utilisation de l'ordinateur. Cahiers de Psychologie(31), 27-47.
- Pochon, L.-O., & Grossen, M. (1995). Apprentissage assisté par ordinateur et interaction homme-machine: étude de cas. Entretiens internationaux sur l'enseignement à distance, Poitiers (France): Futuroscope.
- Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies. Paris: A. Colin.
- Saint-Dizier, V., Trognon, A., & Grossen, M. (1995). Analyse interlocutoire d'une situation de corésolution d'un problème arithmétique. In Congrès des Sciences Sociales Suisse. Atelier de la Société Suisse de Psychologie, Berne.
- 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.

Fig. 1: la pièce à usiner

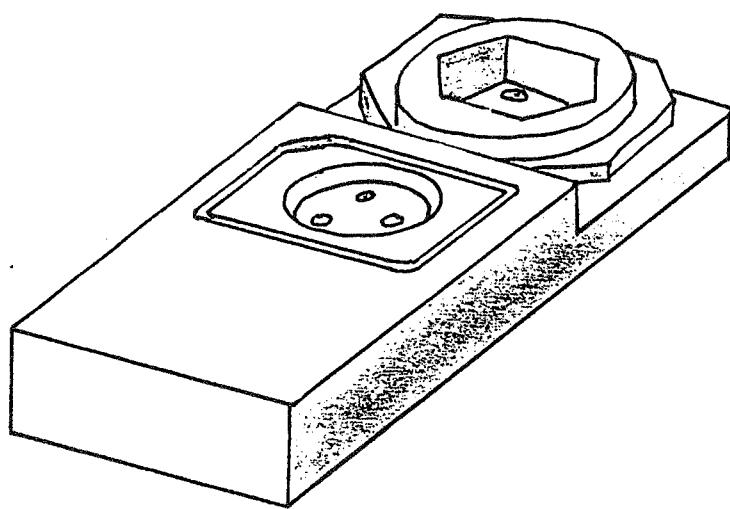


Fig. 2: vue de face, à l'écran, de la pièce à usiner

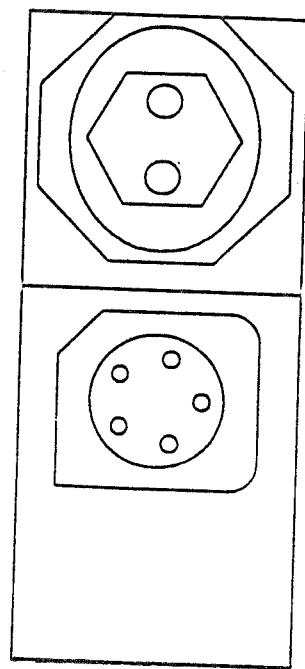
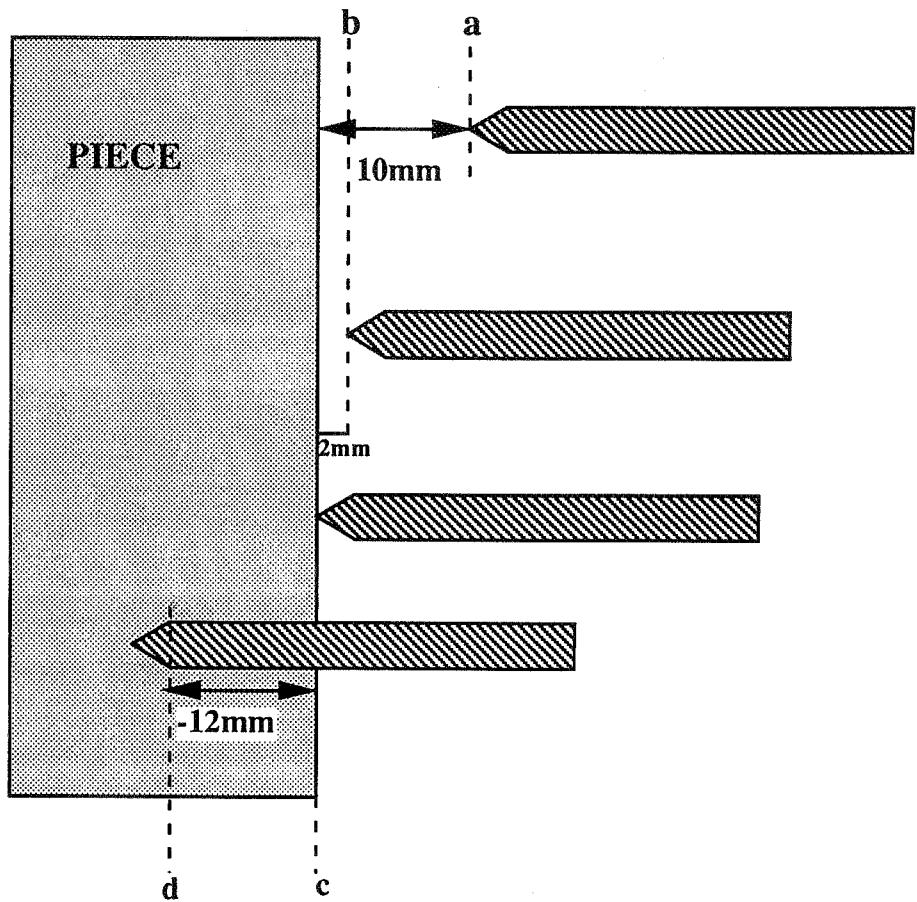


Fig. 3. Les plans successifs d'avance de l'outil



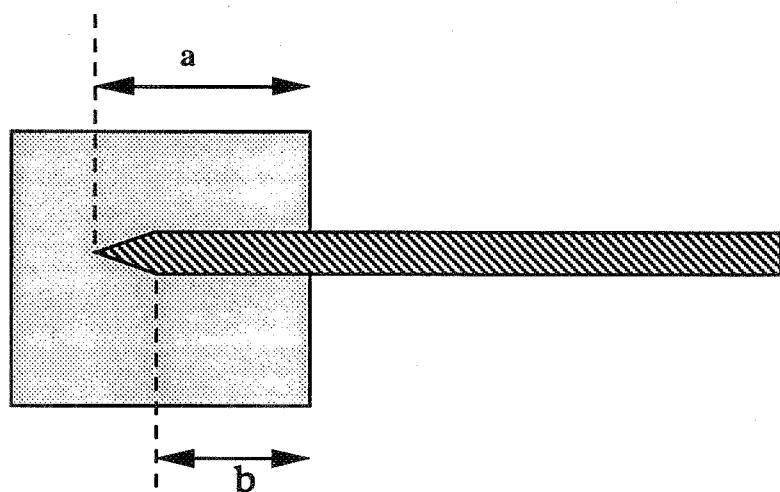
a = plan de sécurité

c = surface de référence

b = plan d'approche rapide

d = profondeur du trou, au diamètre

Fig. 4. Les deux options d'indication de profondeur du trou



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

Fig. 5: vues de la pièce sous 4 angles montrant l'usinage programmé sous forme du trajet des outils

