

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

INTERACTIONS ENTRE MAÎTRE ET ÉLÈVES EN COURS DE TRAVAUX PRATIQUES

Jean-François Perret
Anne-Nelly Perret-Clermont

avec la collaboration de
Danièle Golay Schilter
& Jean-Philippe Chavey

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

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

No 9

Février 1997

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

Interactions entre maître et élèves en cours de travaux pratiques

Jean-François Perret¹
Anne-Nelly Perret-Clermont

avec la collaboration de
Danièle Golay Schilter
& Jean-Philippe Chavey

INTRODUCTION

Contexte et but de l'étude

Dans le cadre du projet de recherche "apprendre un métier technique aujourd'hui", nous avons prêté une attention particulière à la situation de formation que constituent les travaux pratiques d'automation proposés aux élèves techniciens de l'Ecole Technique de Sainte-Croix. C'est à l'analyse des interactions entre maître et élèves autour d'un logiciel de FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur) et d'une cellule d'usinage FMS (Flexible Manufacturing System) que nous nous attacherons ici.

La présente contribution privilégie ainsi un regard particulier, centré sur la manière dont un maître guide et accompagne l'activité de ses élèves en atelier. Elle se veut complémentaire à l'analyse des modes de collaboration entre élèves que nous avons conduite dans cette même situation de formation².

L'intention poursuite est de décrire ce que dit et fait un maître dans une situation qui met les élèves aux prises avec une tâche technique complexe. Nous nous attacherons ainsi à saisir les caractéristiques des interactions qui s'instaurent à l'initiative des uns ou des autres, ceci dans le but d'identifier la nature des interactions efficientes, en cours même d'action. Dans la dynamique d'un groupe au travail, quel est le rôle du maître par rapport au déroulement de l'activité déployée? S'attache-t-il surtout à définir la tâche et à la recadrer lorsque nécessaire; à contrôler que tout se passe bien; à animer, accompagner, aider, dépanner, stimuler les élèves; à donner des explications, des enseignements complémentaires; à évaluer le travail fait; ou ses tâches et fonctions sont-elles autres encore? La littérature pédagogique propose différentes caractérisations du rôle du maître et

¹ Nous tenons à remercier vivement Luc-Olivier Pochon dont les propositions et réactions toujours très pertinentes nous ont été des plus utiles, tout au long de cette recherche. Nous remercions également Pascale Marro Clément, Franco de Guglielmo et Marcelle Gay qui ont contribué à la transcription de certaines séquences d'interactions présentées dans ce texte.

² Golay Schilter D. & al. (1997) Aux prises avec l'informatique industrielle: collaboration et démarche de travail chez des élèves techniciens (Document de recherche No 7). Séminaire de Psychologie, Université de Neuchâtel.

décrit des modèles d'action pédagogique. Des figures du maître sont alors identifiées, celui-ci est qualifié tour à tour comme enseignant, formateur, organisateur, animateur, accompagnateur, médiateur, étayeur, guide ou encore tuteur.

Comment la question du rôle du maître se pose-t-elle au sein d'un établissement de formation professionnel? Nous avons rencontré à maintes reprises, de la part des enseignants de l'Ecole Technique de Ste-Croix l'interrogation suivante: dans le cadre du travail en atelier, comment guider et aider les élèves tout en leur laissant la marge d'autonomie et de responsabilité indispensable à une formation de qualité? Autrement dit, comment le maître peut-il être présent sans toutefois trop l'être? Cette interrogation exprime indirectement une crainte, celle de suivre le travail des élèves pas à pas, de manière si étroite qu'ils n'auraient pas suffisamment l'occasion de faire leurs propres expériences nécessaires au déploiement de leur propres connaissances et compétences. Cette question est source de tension chez plusieurs enseignants qui aspirent à développer les capacités d'initiative et de travail indépendant chez les élèves tout en estimant qu'ils sont souvent conduits, de fait, à guider et à accompagner les élèves dans leurs travaux de manière probablement trop étroite, sur le mode d'un étayage pouvant aller jusqu'à des formes de soutien qualifié de "maternage" (et pourtant le milieu est majoritairement masculin!). Développer l'autonomie se révèle une tâche difficile et paradoxale comme l'a montré Moyne (1982) dans le contexte des expériences de Travail autonome conduites en France dans le deuxième cycle du secondaire ou comme nous l'avions nous-même constaté dans le cadre d'un Lycée français (Perret, 1978).

Notons encore que les propos entendus au sein de l'ETSC sur l'autonomie semblent renvoyer à deux discours distincts, l'un relatif à l'apprentissage par l'action ("learning by doing"), et l'autre à l'autonomie comme aboutissement et attestation d'un apprentissage réussi. L'accent est alors mis dans ce dernier cas sur l'examen final des capacités qui se fait en situation de travail individuel, sans aucune aide ou ressource extérieure à disposition. La première perspective approche l'autonomie comme processus et condition d'un apprentissage, la deuxième en fait un produit, c'est-à-dire un résultat de l'apprentissage.

Un cadre de référence

Pour conduire à bien l'observation des situations de formation, et se donner les moyens de repérer des faits signifiants, nous pouvons prendre appui sur un ensemble de travaux relatifs aux interactions sociales qui se déplient aussi bien en situation d'apprentissage qu'en situation de travail. Les interactions qui se caractérisent par l'établissement d'une relation asymétrique où l'un des partenaires manifeste l'intention d'enseigner, de former,

d'expliquer, d'aider ou encore de guider un apprenant (élèves, étudiants ou apprentis) ont fait l'objet de différents types d'analyse.

Dans une perspective descriptive, un courant de recherche déjà ancien s'est centré sur la communication pédagogique en classe et l'analyse des actes d'enseignement. Ce courant a conduit à l'élaboration d'un grand nombre de grilles d'observation dont une vue d'ensemble est notamment proposée par Postic (1992) dans son ouvrage consacré à l'observation dans la formation des enseignants. Mais saisir le rôle exacte des interactions observées nécessite une théorie de référence concernant les processus d'apprentissage. Les travaux de Bruner (1983) sur le rôle du médiateur dans l'orientation des apprentissages ont contribué à fournir un cadre pour penser le rôle des interactions avec des personnes-ressources dans la construction du savoir (voir par exemple: Aumont & Mesnier 1992; Barth, 1993; Järvelä 1995). A la suite de Vygotsky et plus largement d'un certains nombre de chercheurs russes (notamment Léontiev, Galpérine et d'autres encore), de nombreux travaux se sont également attachés à analyser les relations entre novices et experts (McLane & Wertsch, 1986; Wynnkamen, 1990; Mercer & Fisher, 1992; Forman & McPhail, 1993; Rogoff, 1995). L'a priori théorique alors adopté est que la connaissance se transmet de l'expert au novice, ce dernier se l'appropriant, par étapes successives, en déployant des comportements étayés par son partenaire expert. Retrouve-t-on ces phénomènes dans le cadre de l'apprentissage de la maîtrise d'un dispositif informatique complexe? Et si de telles interactions s'instaurent, est-ce seulement avec le professeur ou aussi entre élèves, dans cette Ecole Technique qui regroupe des apprenants aux expériences scolaires et professionnelles antérieures parfois très différentes? Des événements particuliers sont-ils plus susceptibles que d'autres de susciter des conduites de "modeling" (fournir un modèle) ou de "scaffolding" (étayage) fondés sur une relation asymétrique? Par exemple, des pannes, des consignes particulières du professeur ou la nécessité de se faire valoir de la part de ces jeunes en quête d'insertion sociale, inciteraient-elles à trouver un point d'appui? ou bien l'interaction asymétrique est-elle simplement une modalité d'interaction courante et donc normale et fréquente?

Deux hypothèses générales de travail sous-tendent notre étude:

- 1) Le rôle d'un maître en atelier est complexe et diversifié. Ce rôle comprend plusieurs facettes correspondant à l'imbrication de différentes stratégies d'intervention. On ne retrouvera donc pas dans la réalité d'une situation de formation une seule figure d'interaction à l'oeuvre.
- 2) Le maître engage le travail avec ses élèves avec une certaine représentation et anticipation du rôle qu'il souhaite adopter. Mais ce rôle est susceptible d'évoluer au cours

même de l'activité, en fonction des réactions des élèves et des problèmes techniques qui peuvent surgir et qui, selon leur niveau de complexité risquent parfois durablement, parfois momentanément, d'engager le maître différemment qu'il ne l'avait prévu. L'action pédagogique est une action socialement et techniquement située. Elle se construit en partie en cours d'interaction. Le rôle du maître se négocie en cours de tâche.

La situation d'observation

L'organisation générale des travaux pratiques d'automation est la suivante: par groupes de deux ou trois, les élèves techniciens se répartissent aux différentes places de travail conçues et préparées par l'enseignant. Un tournus est prévu de manière à ce que chaque groupe puisse effectuer, au cours de l'année, chacune des activités mises au programme. Comme cela se passe généralement lors des travaux en atelier, le maître passe successivement auprès de chaque groupe, selon les besoins, tout au long de l'après-midi consacré hebdomadairement à ces travaux pratiques. Notons que la manière dont le maître distribue son attention et gère ainsi en parallèle plusieurs groupes pourrait être une question en soi intéressante à analyser, mais nous ne l'avons pas retenue dans cette étude-ci.

La tâche proposée aux élèves et sur laquelle nous avons centré nos observations, consiste dans un premier temps à programmer l'usinage d'une pièce à partir de sa représentation graphique transmise sur un fichier informatique. Il s'agit ensuite, dans une seconde phase, de transférer le programme obtenu à la cellule d'usinage FMS (Flexible Manufacturing System) et de mettre en route les divers composants de ce système; enfin les élèves ont à surveiller le transport de leur pièce par le véhicule autoguidé, ainsi que son usinage par une fraiseuse à commandes numériques.

ANALYSES DES INTERACTIONS

Notre analyse des interactions portent sur trois séances de travaux pratiques, séances au cours desquelles nous avons chaque fois focalisé notre attention sur un des groupes engagés à concevoir et à réaliser un usinage automatisé. Les interactions entre le maître et les élèves ont été filmées, les échanges verbaux qui se sont instaurés en cours d'activité ont été pour une part retranscrits. Nous examinerons successivement trois temps:

- 1) La présentation de la tâche et la consigne.

- 2) La phase de conception au cours de laquelle l'activité des élèves est focalisée sur le logiciel qui permet de paramétrier et de programmer à l'ordinateur les opérations successives d'usinage.
- 3) La phase de mise en oeuvre de la cellule d'usinage, phase qui exige la connaissance de la logique d'ensemble du dispositif et la maîtrise des connexions entre les différentes composantes du système.

Présentation de la tâche et consigne

Une consigne communiquée oralement

Nous nous arrêterons ici à l'énoncé de la consigne communiquée simultanément aux groupes 2a et 2b. (Le groupe 2b présent pour le lancement de l'activité, effectuera en parallèle le même TP sur la cellule FMS, mais son travail ne sera pas systématiquement observé). Les interventions du maître sont désignées par M, celles des élèves par E.

M: "Alors le but de ce travail pratique, d'une part c'est d'obtenir une pièce comme ça (le maître montre la pièce) ... c'est bon? d'autre part c'est de faire des rappels sur APS³ et sur Flexcell⁴ et d'autre part aussi de vous illustrer la liaison depuis Autocad jusqu'à l'usinage, en passant par APS. Donc la liaison AUTOCAD⁵ - APS. On a pas besoin de toucher AUTOCAD, on a un fichier au format DXF c'est donc un format d'échange qui permet d'être repris par APS. Ni AUTOCAD ni APS ne travaillent normalement avec des fichiers DXF. Mais c'est un format d'échange. C'est comme la langue, si ni vous ni moi sommes de langue maternelle par exemple, lui parle l'anglais et puis on se comprend avec les allemands en parlant anglais. C'est pareil entre AUTOCAD et APS. AUTOCAD sait écrire sous forme DXF, APS sait reprendre sous forme DXF.

Premier travail, ce sera de reprendre un fichier qui s'appelle TP34.DXF qui est sur une disquette dans APS et ensuite d'arriver à usiner cette pièce, donc de définir peut-être certaines parties manquantes. Il faudra respecter certaines contraintes aussi au niveau des vitesses, au niveau des passes maximum tout en cherchant quand même à limiter le temps d'usinage, du programme. Disons 10 minutes, c'est l'ordre de grandeur d'un programme qui commence à être correct. 10 minutes ...

³ APS: nom du logiciel utilisé pour la conception de l'usinage à l'ordinateur.

⁴ Flexcell: nom du logiciel qui gère la base de données relative au fonctionnement de la cellule d'usinage.

⁵ AUTOCAD: logiciel de dessin technique et de conception assistée par ordinateur (CAO), utilisé par les techniciens en construction

E: Combien les autres ...?

M: Je crois qu'il y a eu 9 minutes 15, 9 minutes 4, comme ça

E: (Commentaires, rires) 7 minutes, qui dit plus ...

M: Alors toute la partie sur APS va vous prendre à peu près 2 heures j'imagine, peut-être un peu plus, peut-être un peu moins. Une fois que vous aurez le programme CN une deuxième partie, que j'espère que les deux groupes pourront faire, sinon ce sera le premier qui le fera, ce sera le démarrage de la cellule avec Flexcell. Donc il y a différents modules à faire démarrer sur différents postes. Je vous aiderai un petit peu, on devra planifier pour dire qu'on a à faire des pièces de ce type là et puis ensuite on va les usiner réellement. D'accord? (commentaire inaudible des élèves) Ca marche? Alors il faut juste décider entre les deux groupes, je propose que le groupe, le trinome utilise le programme MPF130 et l'autre utilise le MPF131, c'est deux numéros libres, et les ordres de fabrication qui sont associés à cela, c'est OF10 et OF11 pour le 131. Sauf erreur c'est écrit donc 130 et 131, ça c'est une donnée, et puis OF10 et OF11 aussi. D'accord? Alors je pense que vous pouvez y aller. Je vous propose si vous êtes d'accord que cela soit le trinome qui passe ici dans la mesure où le binôme, il y en a un des deux qui n'a pas passé au cours APS.

Nous commencerons par analyser cette consigne en nous demandant de quelle nature sont les indications initiales données par le maître. La question est en fait de savoir quels sont les points de repère fournis aux élèves pour engager au mieux leur activité.⁶

Une première analyse de contenu permet d'identifier dans cette consigne les éléments suivants:

- des indications quant au but poursuivi:

obtenir une pièce comme ça

faire des rappels sur APS et sur Flexcell

illustrer la liaison depuis AUTOCAD jusqu'à l'usinage, en passant par APS.

⁶ Les travaux qui traitent des processus de résolution de problème soulignent l'importance de la représentation initiale que tout sujet mobilise lorsqu'il s'engage dans une tâche (Richard, 1990). On peut également ici faire appel à la distinction classique introduite par Galpérine entre la partie exécutive de l'action et la partie orientatrice de celle-ci. La base d'orientation de l'action joue un rôle déterminant dans toute réalisation parce qu'elle comprend tous les éléments constitutifs d'une première représentation de l'action à effectuer, représentations notamment du but poursuivi, des démarches à mettre en oeuvre et des contraintes à respecter. La notion de base d'orientation a tout d'abord permis aux psychologues russes d'analyser la formation progressive d'actions relativement simples liées aux apprentissages scolaires de jeunes enfants (Talyzina 1968). Des travaux plus récents recourent à ce cadre théorique pour analyser la formation d'actions techniques complexes que doivent par exemple maîtriser les contrôleurs des centrales nucléaires (Podolski)

- des explications:

Ni AUTOCAD ni APS ne travaillent normalement avec des fichiers DXF. Mais c'est un format d'échange. L'explication s'appuie alors sur une analogie: C'est comme la langue si ni vous ni moi ...

- la procédure à adopter:

Premier travail, ce sera de reprendre un fichier ... et ensuite d'arriver à usiner cette pièce, donc de définir peut-être certaines parties manquantes.

- les contraintes à prendre en compte:

Il faudra respecter certaines contraintes aussi au niveau des vitesses, au niveau des passes maximum tout en cherchant quand même à limiter le temps d'usinage

- des indications sur le déroulement général de l'activité:

Alors toute la partie sur APS va vous prendre à peu près 2 heures j'imagine, une fois que vous aurez le programme CN une deuxième partie (...) ce sera le démarrage de la cellule avec Flexcell avec différents modules sur différents postes

- sur l'organisation du travail:

... Alors il faut juste décider entre les deux groupes, je propose que le groupe, le trinome utilise le programme MPF130 et l'autre utilise le MPF131...

...je pense que vous pouvez y aller. Je vous propose, si vous êtes d'accord, que cela soit le trinome qui passe ici....

- sur le rôle du maître:

Je vous aiderai un petit peu.

Par la diversité et la précision des éléments d'orientation qu'elle contient, cette consigne témoigne chez le maître du souci de lancer l'activité efficacement en fournissant aux élèves une base d'orientation la plus complète possible.

Par ailleurs, le maître vérifie à plusieurs reprises qu'il est suivi dans sa présentation de la consigne. C'est ce que manifestent les interrogations qui ponctuent le discours: C'est bon? Ca marche? D'accord?

Les interventions des élèves en cours de consigne sont à cet égard intéressantes. Elles sont révélatrices de l'activité des élèves en train de s'approprier la tâche et de s'en construire une représentation cognitive. Dans la consigne retranscrite ci-dessus, une intervention fait suite à une indication donnée par le maître relative au temps d'usinage qui devrait se situer autour de 10mn. Le maître est alors interrogé sur le temps mis par les

autres. Le temps d'usinage à contrôler pour obtenir un temps "correct", selon les termes du maître, semble décodé par les élèves dans une perspective compétitive, du moins sur le ton de la plaisanterie. L'enjeu n'est pas seulement alors de réaliser un usinage d'une durée acceptable, mais de viser les meilleurs temps.

Les interventions des élèves en cours de présentation de la tâche peuvent être plus fréquentes comme le montre la retranscription d'une consigne qui concernait un autre groupe d'élèves (cf. annexe 1). Dans ce cas-là, les élèves semblent vouloir vérifier point par point leur compréhension de la tâche et des connaissances à mettre en oeuvre. Ils anticipent sur les propos du maître en l'interrogeant également sur le temps d'usinage de référence : *Vous avez un temps de base pour le programme, il doit faire à peu près combien?* D'autres interventions relèvent du simple commentaire, voire de l'apparté: *On va faire speeder la machine alors, elle deviendra rouge...!*

Cette présentation-là de la tâche, plus dialoguée, peut donner l'impression qu'il y a eu une certaine imprécision de la part du maître puisqu'il est interrompu à tout moment. En fait elle est intéressante parce qu'elle laisse entrevoir combien transmettre une consigne est bien plus qu'une activité de formulation initiale d'un message censé être simplement écouté par les élèves. L'exposé d'une consigne engage en effet d'emblée les élèves dans une activité d'interprétation de la tâche (but poursuivi, données à prendre en compte, contraintes à respecter) et d'anticipation des moyens à mettre en oeuvre pour la conduire à bien. D'une certaine manière, ils sont déjà en action alors que la consigne n'est pas encore entièrement donnée. Leur questionnement initial témoigne d'une mise au travail qui vient en quelque sorte empiéter sur le temps de présentation de la consigne.

Des consignes écrites

La consigne communiquée oralement n'est pas la seule source d'orientation. Il nous faut également prendre en compte les autres sources d'indications ou de points de repère sur lesquels les élèves sont susceptibles de s'appuyer pour comprendre ce dont il s'agit et ce qui est attendu d'eux. Quelles sont ces autres éléments complémentaires?

L'élément le plus concret et présent dans cette situation de mise au travail consiste en une série d'indications écrites que le maître a remis à chaque groupe pour résumer en quelques lignes le but de ces travaux pratiques, puis les étapes de travail à effectuer. Sur une deuxième feuille, sont encore énumérées les commandes particulières que requièrent les passages de fichiers d'un logiciel à l'autre; ces indications se présentent comme un aide-mémoire (cf. annexe 2) .

On observera que ces feuilles de référence ne sont pas évoquées par le maître dans la présentation orale de l'activité. Elles font probablement partie d'une pratique habituelle, leur présence et leur usage semble apparemment aller suffisamment de soi pour qu'il ne soit pas nécessaire d'attirer plus l'attention sur elles; les élèves les ont d'ailleurs sous les yeux.

La lecture de ces deux pages par les élèves se révèlera toutefois partielle. Par exemple, une phrase concerne le rapport à établir, elle est formulée ainsi: "le compte-rendu de ce TP mentionnera toutes les étapes nécessaires et qui ne sont pas mentionnées sur le texte du TP ni sur la feuille annexe". Cette indication ne sera prise en compte qu'en cours de route, quelque fois même en fin d'activité, lorsqu'un des élèves rappellera au groupe que leur maître attend la remise d'un rapport.

D'autres éléments d'orientation

Notons encore que les consignes orales et écrites ne sont pas les seuls points d'appui dont disposent les élèves pour appréhender et se faire une idée de la tâche qui les attend. Lors de la première séance de TP qui s'est déroulée sur la cellule FMS, les élèves qui ne faisaient pas partie du premier groupe engagé sur cette tâche ont eu la possibilité de jeter un coup d'oeil à ce que faisaient leurs camarades. Il y avait là moyen de se faire une première idée, certes globale de l'activité demandée.

De plus, les élèves ne se trouvent pas devant un dispositif technique inconnu qu'il découvrirait pour la première fois. Les élèves ont reçu l'année précédente un enseignement concernant la cellule d'usinage et ont alors effectué différents exercices relatifs à ses différentes composantes. La mise en oeuvre de l'ensemble du dispositif a fait en outre l'objet d'une démonstration de la part du maître. Ce que les élèves ont fait ou vu faire sur la cellule, même si cela date de quelques mois, contribue certainement à donner sens à la consigne entendue.

Les critères d'évaluation auxquels le maître se référera pour apprécier le travail effectué et lui attribuer une note sont en partie communiqués. Certains critères, comme réussir l'usinage de la pièce semblent implicitement et d'emblée partagé. Par contre d'autres critères comme la capacité de travailler de manière indépendante ne sont pas nécessairement saisis. En cours d'activité, comme nous le verrons, les groupes recourent très différemment au maître. Certains questionnent celui-ci fréquemment, d'autres le font rarement, sans être apparemment au clair sur la manière dont le maître prendra ce fait en compte dans son appréciation du travail. Des élèves contesteront d'ailleurs ultérieurement

la pertinence de ce dernier critère, ce qui conduira le maître à modifier sur ce point son mode d'évaluation.

C'est avec l'ensemble des divers éléments que nous venons d'identifier que les élèves se forgent une représentation de ce qu'ils ont à faire présentement.

Quelques non-dits

Malgré les nombreuses indications directes ou indirectes fournies, il subsiste cependant des silences. On peut relever en particulier que rien ou presque rien n'est dit par l'enseignant sur:

- l'organisation du travail au sein des groupes. Ce point est laissé à la libre appréciation des élèves ou à leurs habitudes de fonctionnement en la matière.
- le rapport à remettre. Les deux lignes de la consigne écrite (lignes citées plus haut) sont censées épuiser la question, rien de plus n'en est dit.

Phase 1: autour de l'ordinateur

Au cours de la première phase d'activité, le groupe est réuni autour d'un ordinateur pour programmer l'usinage. Nous allons examiner quand et de quelle manière le maître est appelé à intervenir. A quelle fréquence ? Intervient-il de sa propre initiative ou à la demande des élèves?

Les interventions du maître.

Quand débute et s'achève une intervention?

Nous appelerons séquence le moment au cours duquel le maître intervient auprès d'un groupe. Une première question méthodologique qui se pose concerne la délimitation d'une séquence. La manière la plus aisée est de prendre comme bornes de l'interaction l'instant où le maître rejoint un groupe pour engager un échange avec les élèves et celui où il le quitte pour rejoindre un autre groupe.

En fait ce découpage est pertinent lorsque le maître prend l'initiative de rejoindre un groupe. Mais lorsque ce n'est pas le cas, c'est à dire lorsque le maître est sollicité par les élèves, il est alors nécessaire de prendre en compte, en amont, ce qui précède directement

l'arrivée du maître dans le groupe. Le début d'une séquence se situe au moment où face à une difficulté ou à une incertitude, souvent d'ailleurs sans consulter le groupe, un élève lance un appel ou se lève pour aller demander au maître de venir un instant vers le groupe. Il arrive, comme le montre l'extrait suivant, que cet appel se fasse par étape. Au tour de parole 2, une première tentative de consultation du maître est lancée par un élève (L), en 16 c'est son partenaire (A) qui s'y décide. Le maître (M) intervient au tour de parole 18.

- A1 mais c'est con ce machin non mais il doit y avoir un système
L2 il est où Chavez
A3 il doit y avoir un système sans dessiner les lignes, des conneries comme ça, parce qu'alors ça sert à rien de dessiner la pièce si c'est toi qui dois encore dire "tu dois faire ça, tu dois faire ça".
L4 tu plaisantes mais c'est ça
A5 ah alors arrête ici on est ici pour perdre du temps eh
L6 ben ouais
A7 (...)
L8 t'es un salaud!
A9 ouais mais putain on peut pas travailler comme ça si y a des machins informatiques c'est pour aider quelqu'un c'est pas pour ...
L10 je me suis planté tiens regarde là il fait (...)
A11 hein
A12 pourquoi c'est devenu en rouge maintenant ?
L13 mais parce qu'il a (...) j'trouve qu'ils ont vachement simplifié le programme salaud salaud
A14 quoi ?
L15 je trouve que c'est vachement simple
A16 non c'est pas c'est pas nul attends je vais voir Chavez
c'est pas possible c'est pas possible
L17 pause action
M18 le problème là c'est quoi?
L19 c'est que j'ai fait apparaître des traits en rouge parce que j'ai usiné par dessus
M20 ouais
L21 puis j'aimerais l'enlever puis j'ai (...) par le programme mais ça reste quand même à l'écran
M22 ça indique en rouge parce que vous avez indiqué que ça c'était à usiner
(...)

Un long échange se poursuit sur cette question avec l'enseignant et les élèves. La transcription de l'ensemble de la séquence est donnée dans l'annexe 3

Le nombre d'interventions

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble du nombre de séquences au cours desquelles le maître intervient (séquences de longueurs très variables, allant d'une brève interaction sur un point précis, à un échange de quelque 100 tours de parole):

Nombre d'interventions:

Groupe 1:	9
Groupe 2:	1
Groupe 3:	3

Certains groupes recourent manifestement plus que d'autres à l'aide du maître. A quoi cela est-il dû? Différentes explications peuvent en être données.

On aurait pu naïvement s'attendre à ce que le recours au maître soit lié au niveau de connaissance des élèves et penser que l'absence de sollicitation du maître est un indice de maîtrise de la tâche. Mais ce n'est pas ce qui se passe en réalité. Si l'on prend comme critère d'expertise la note de TP obtenue, on n'observe pas de correspondance entre le nombre d'interventions du maître et la note obtenue. En particulier, le groupe le plus autonome (gr 2) ne semble pas l'avoir été en raison d'un niveau de maîtrise particulier. Ce type de faits rejoue les résultats d'autres recherches (Miyake & Norman, 1979; Nelson-Le Gall, 1985) qui montrent que les élèves en difficultés formulent généralement moins de demandes d'aide que les autres.

Les réactions différenciées des groupes dépendent-elles de leur perception des attentes du maître? Solliciter le maître en cours de travail est-il perçu comme possible, toléré, légitime? Questionner, c'est prendre un risque, celui de montrer son manque d'assurance, ses difficultés, ses lacunes, son incompétence. Inversément, questionner le maître peut aussi être une manière de se faire valoir, de montrer son intérêt, sa perspicacité, son intelligence, manifestées par de "bonnes questions". Cette prise de risque va notamment dépendre de la manière dont les questions sont accueillies par le maître et des effets qu'elles provoquent: l'amorce d'un échange intéressant et instructif avec le maître, ou au contraire l'agacement de celui-ci. Cette prise de risque dépend encore de la manière dont le critère "autonomie" est pris en compte par le maître, dans l'évaluation finale du travail.

Constitutif d'un contrat didactique, le réglage des échanges entre maître et élèves, ne s'établit pas d'un jour à l'autre. Il se forge au cours du temps, au fil des semaines de travail en commun, comme un ensemble de règles, le plus souvent implicites, qui sous-

tend le fonctionnement des échanges et la perception des attentes (Schubauer-Leoni 1986). Quel est le contrat didactique qui s'est instauré dans ces Travaux Pratiques, concernant plus particulièrement la disponibilité de l'enseignant? Apparemment, aucune règle très stricte n'est en vigueur. Il y a certes de la part de l'enseignant une attente générale de travail autonome chez les étudiants. Mais un ensemble de circonstances particulières (le temps qui s'est déroulé depuis l'enseignement donné relatif à la cellule FMS l'année précédente, la complexité de sa mise en œuvre, le temps relativement bref à disposition) font que le maître est prêt à apporter son aide. Il le dit d'ailleurs explicitement dans la consigne, lorsqu'à propos de la 2ème phase de travail, il annonce aux élèves: "je vous aiderai un peu". Dans ce contexte particulier, on peut comprendre que des élèves en viennent à interpréter différemment l'opportunité de solliciter l'aide du maître; les uns s'attacheront à se débrouiller seuls, les autres n'hésitent pas à demander un appui chaque fois qu'une difficulté importante se présente ou, plus simplement lorsque le besoin de se voir confirmer dans sa démarche de travail se fait sentir.

Comment l'intervention du maître est-elle initiée?

Il nous faut examiner ici la manière dont s'engage une séquence, et plus particulièrement à l'initiative de qui l'interaction a lieu.

La plupart des interventions du maître font suite à une sollicitation explicite des élèves. C'est ce qui se passe dans 10 cas sur les 13 séquences analysées.

Exemple d'une intervention sollicitée:

E1: Ca va pas, on a jamais fait ça

E2: (se lève pour aller chercher le maître, celui-ci rejoint le groupe)

E1: Pour qu'il y ait la profondeur, la perspective, on a toutes les cotes d'accord mais ... on doit pas tout retracer, normalement on doit pouvoir utiliser le plan de profil.

M: Ah d'accord les deux vues

E1: Oui les deux vues

M: Ah il faut un peu oublier, ils sont revenus sous forme de dessin, c'est vraiment du dessin 2D

E1: on peut pas reprendre?

M: non parce qu'il ne peut pas faire la correspondance tout seul entre les traits

E1: on doit tout remettre, tout retracer?

M: Oui, juste les profondeurs

Dans les trois autres séquences, l'échange s'engage parce que le maître s'est de lui-même approché du groupe afin d'observer l'avance du travail. Notons que lorsque le maître est

amené à prêter attention à un groupe sans y être appelé, cela peut être soit de manière fortuite lorsque son attention est attirée par des incidents imprévus (bruits anormaux, déplacements prolongés d'élèves, rires marqués, etc) soit de manière intentionnelle pour suivre plus étroitement le travail d'un groupe qu'il sait par exemple peu expert.

Dans cette situation de non sollicitation, on peut encore distinguer deux cas de figures:

1) Le maître s'approche et questionne d'emblée le groupe.

Exemple:

M: Alors ?

E: Bon, nous on a terminé.

M: Alors, c'est bon ? C'est pas mal ça, c'est déjà mieux ça. Taille 13'087 pourquoi pas ? Bon, vous savez l'ordre de vos outils que vous utilisez ?

E: C'est clair : 1, 2, 3.

M: Ouais, mais je veux dire quel genre ?

E: Diamètre 8, fraise de 8, fraise de 3...

M: Bon, est-ce qu'elle a été sauvegardée ?

E: On l'a sauvegardée là-dedans mais maintenant on est ici.

M: Je veux juste regarder si... si le dessus... On est d'accord, 11 minutes, les vitesses... Vous avez pris quoi comme matière ?

E: ETSC

M: Résine ? C'est pas beaucoup effectivement l'avance de 288.

E: Vous, vous avez dit de rien changer.

M: C'est juste, mais d'habitude il faut 432. Vous commencez avec la quoi ? Ah ! avec la grosse fraise, c'est normal. Bien, alors maintenant on va envoyer dans Flexell. Il s'appelle comment ?

2) Le maître commence par observer en silence ce que font les élèves. Cette présence a pour effet de susciter alors des questions, comme si les élèves profitaient d'avoir le maître un instant à disposition pour le solliciter sur un point ou l'autre.

Exemple:

E1: (A l'attention du maître:) Bonjour.

E2: Allez ! T'attends quoi, on doit graver.

E1: On doit graver. Alors vite, vite, "machine", "outil"

E2: C'est lequel le gravage ?

E1: "Fraise", fraise à rainure

E2: On n'a pas la gravure.

E1: On fait avec la mèche.
M: On fait avec une fraise de 3.
E1: Mais il y a rien au bout .
M: Non, non.
E2: Fraise diamètre 3, allez !
E1: Il aurait fallu dire avant
M: Ca c'est un truc qui manque.

Nous venons d'illustrer deux cas de figure où l'échange s'engage parce que le maître s'est de lui-même approché du groupe. Mais rappelons que ces cas sont peu fréquents, la majorité des interventions du maître, comme nous l'avons vu plus haut font suite à une sollicitation explicite des élèves. Une question reste encore à examiner: comment la décision d'appeler le maître à l'aide se prend-elle au sein des groupes. Nous n'avons pas observé de concertation en la matière entre élèves. Ceux-ci ne prennent pas le temps d'une réflexion commune sur l'opportunité ou non de solliciter à un moment donné le maître. La décision relève d'initiatives individuelles souvent sur le mode impulsif lorsqu'une difficulté tenace finit par irriter. Appeler le maître est souvent alors une manière de décharger une atmosphère de travail qui tend à s'alourdir. De ce point de vue, le maître qui rejoint de sa propre initiative un groupe de travail, offre implicitement au groupe la possibilité de régler toute question en suspens, potentiellement source de tensions.

La diversité de ces modalités d'appui au travail des élèves nous renvoie à la question de l'autonomie des élèves évoquée plus haut, autonomie aussi bien cognitive que socio-affective, lorsqu'il s'agit aussi de supporter émotivement une difficulté tenace ou une divergence d'avis au sein du groupe.

Comment se conclut une intervention du maître, à l'initiative de qui s'achève-t-elle?

Après l'examen des modalités selon lesquelles une séquence interactive est initiée, nous nous pencherons sur la manière dont une interaction maître élève prend fin. Notons d'emblée qu'identifier précisément la fin d'une séquence n'a rien d'évident; rares sont les énoncés qui marquent la fin d'un échange aussi clairement que celui-ci:

M: Essayez de parcourir ça, je vous laisse faire ça et vous m'appelez ensuite.
E: Ouais ouais, pas de problème.

Le plus souvent, l'échange semble tarir de lui-même. Cela semble se produire dans trois cas de figure distincts que nous caractérisons ainsi:

1) les élèves ont reçu la ou les réponses attendues et sont ainsi dépannés; le maître peut alors se retirer.

De fait, ce cas de figure n'est pas simple à repérer parce que les séquences analysées ne sont pas composées d'une question unique qui trouverait chez le maître la réponse attendue nécessaire et suffisante pour la poursuite de l'activité. Les séquences sont constituées de questions successives qui tendent à s'enchaîner, sans que l'on puisse nécessairement repérer quelle réponse mettra un terme à l'échange.

Exemple d'un enchaînement de questions:

E: Monsieur, le plan de sécurité il fait quoi exactement ?

M: C'est là qu'il se déplace, il va arriver au-dessus de la pièce comme ça.

E: Faut avoir combien au-dessus de la pièce ?

M: Pour pas se faire peur, moi je mets 10, il faut avoir en tout cas 5. 20 ou 10 ça va. Ah, vous mettez 16 minutes, voilà. C'est pas pour ça qu'il met beaucoup de temps.

E: Pas pour ça ? 1 minute 1/2 pour changer les outils c'est pas un peu beaucoup ?

M: Ouais, mais c'est 3 changements d'outils, vous utilisez 3 outils.

E: Il met autant que ça ?

Il arrive d'ailleurs que le maître pensant avoir achevé une intervention auprès d'un groupe, esquisse alors un mouvement de retrait, mais se fasse rappeler aussitôt pour une demande d'information complémentaire.

Exemple:

E1: C'est quoi du gravage 3d, 4d, 5d, je sais pas moi ?

M: Pourquoi vous avez besoin de ça ?

E1: Pour graver ça.

M: Vous voulez suivre avec votre fraise un trait !?

E2: Alors moi je fais une ébauche / finition.

E1: Ouais.

E2: Je fais tout OK. Profondeur : on met moins 0,5, gravage : nombre de passes , faut mettre quoi, 3 ? 5?

E1: Y font exprès.

E2: Moi, je mettrais même 4

Le maître esquisse un mouvement de retrait mais un élève l'interpelle :

E: Hé ! Vous avez parlé de ce changement d'opération, faut montrer comment on fait ?

M: Dans le menu machine.

E: C'est bon.

2) Dans quelques cas, le maître semble à un moment donné ne pas souhaiter donner plus d'aide ou d'informations, probablement pour éviter de se mettre à faire le travail à la place des élèves.

3) Enfin, certaines interactions prennent fin parce que les élèves manifestent une remise au travail. Ils ont une idée pour poursuivre leur activité et le réengagement dans l'activité se marque notamment par les postures adoptées, recentrées sur l'ordinateur. Le maître peut alors se retirer, sa présence n'est plus demandée.

Quelles informations le maître fournit-il en cours d'interaction?

Jusqu'à présent, nous nous sommes intéressés aux "bornes" d'une séquence, soit à la manière dont l'interaction avec le maître est initiée et comment elle prend fin. Il s'agit maintenant d'examiner ce qui se dit et le type d'aide et d'information qu'apporte l'enseignant au cours d'un séquence. Nous distinguerons deux types d'informations fournies selon qu'elles sont d'ordre conceptuel (mode explicatif) ou procédural (mode opératif).

Sur le mode explicatif:

Le maître est appelé au cours de ses interventions à préciser certaines notions. Il s'agit alors manifestement de rappel d'éléments théoriques qui ont antérieurement été donné dans le cours. Ces explications sont en fait peu nombreuses. En voici deux exemples, le premier concerne la distinction entre deux commandes "grouper" et "assembler"; le second concerne la définition du "plan de sécurité" :

Exemple 1:

E: C'est normal donc. Donc c'est normal, j'ai fait "grouper" avant.

M: Alors, une petite chose quand même au niveau "grouper". "Grouper" et "assembler" c'est pas la même chose. "Grouper", vous pouvez grouper une chose ici, une chose là.

E: "Assembler", on met ensemble.

M: "Assembler" ça veut dire que ça va devenir un seul élément.

Exemple 2:

E: Monsieur, le plan de sécurité il fait quoi exactement ?

M: C'est là qu'il se déplace, il va arriver au-dessus de la pièce comme ça.

Sur le mode opératif:

L'activité des élèves est focalisée sur la réussite de l'usinage, le "comment faire" prime ainsi sur le "pourquoi faire ainsi". Une place prépondérante est accordée aux instructions procédurales, aussi bien dans les échanges entre élèves que dans les interventions du maître. Dans ce contexte de TP, les élèves semblent plus plus soucieux de réussir que de comprendre. L'extrait suivant montre comment le maître peut être appelé à donner un ensemble d'instructions procédurales lorsqu'il est questionné sur le mode "on fait comment pour":

Exemple:

E: Alors maintenant, on fait comment pour effacer ces lignes-là parce qu'on voit plus rien?

M: Alors vous avez la possibilité d'afficher seulement une des opérations, alors ça vous avez dans le menu machine : "éditer opération".

E: "Editer opération".

M: Voilà et puis là entre les opérations de outil 1, outil 2 ou outil 3, cacher ou montrer , vous faites cacher, mettez par exemple : sélectionner l'opération 1.

E: Tu vas sur le 1, tu cliques sur le 1.

M: De toute façon ça va par outil hein ? D'accord ?

E: Cacher ou montrer ? Mais bon c'est la même chose.

M: Si maintenant vous faites escape, vous allez voir seulement... vous allez voir seulement les opérations avec outil fraise de 8 ce qui est le plus lisible hein, quand même?

Des échanges à fonction diagnostique

Le maître n'est pas toujours en situation de pouvoir fournir d'emblee des indications utiles. Il lui manque parfois des éléments sur ce que les élèves ont fait et sur où ils en sont dans leur travail. Un temps d'observation ou d'investigation à but diagnostique est alors nécessaire. C'est bien cette fonction que semble remplir, par exemple, l'échange suivant:

E: Il met autant que ça ?

M: Moi j'ai plutôt l'impression que c'est ces formes-là, non, qui prennent du temps ?

E: C'est vrai ça, parce que la machine elle usine, elle fait une partie-là par exemple, ensuite elle fait ce bout-là et puis ce bout-là, ce petit bout-là.

M: Vous avez combien de passes ici ?

E: 2 fois je crois.

M: Pourquoi ?

E: Combien de quoi ?

M: De passes ?

E: C'est-à-dire ?

M: C'est-à-dire cette profondeur-là en combien ? 1 fois ou 2 fois ?

E: 2 fois.

M: Même celle-là ?

E: Ouais.

M: En 2 fois ?

E: Ben, heu, on doit contrôler.

M: Ouais mais je pense c'est ça qui joue pas.

Notons que ces interactions diagnostiques sont en fait rares. Le plus souvent, le maître repère très rapidement la nature de l'obstacle rencontré par les élèves. Les questions adressées aux maîtres en fournissent certes quelques indices, mais l'observation du travail effectué par les élèves avant même d'intervenir, ou en cours d'échange, semble jouer un rôle déterminant pour garantir l'à-propos et la pertinence des interventions du maître.

L'analyse des interventions du maître auprès des groupes de travail et en particulier l'examen du type d'indications qu'il fournit de sa propre initiative ou à la demande des élèves, conduit à s'interroger sur le rôle de ses interventions dans la dynamique de travail des groupes. Une première question porte sur l'utilité de ces interventions. Sont-elles indispensables pour la poursuite du travail ? En l'absence d'intervention, le groupe de travail resterait-il bloqué ou bien l'intervention n'en fait-elle que faciliter l'avancement de quelques minutes ? Il est bien difficile d'apporter une réponse assurée à cette interrogation, mais nous faisons l'hypothèse que, le plus souvent, l'impact des interventions du maître réside en un gain de temps ; les élèves auraient pu s'en tirer seuls, mais avec un coût en temps et en ténacité plus important, probablement trop important pour que l'activité puisse s'inscrire dans la plage horaire prévue. C'est dans ce sens que vont les résultats d'une recherche de Merrill () qui compare deux groupes d'étudiants confrontés à une série d'exercices, les uns aidés par un tuteur, les autres en situation de travail autonome. L'effet des tuteurs se marque plus sur le temps (et la persévérence) nécessaire à la réalisation des exercices que sur le niveau de performance atteint.

Aide apportée par d'autres élèves "experts"

Bien que nous avons choisi dans ce dossier de nous center sur les interactions entre maîtres et élèves, nous évoquerons ici les quelques séquences d'interactions au cours desquelles un élève qui n'appartient pas au groupe de travail, s'approche d'un groupe et,

de sa propre initiative ou sur demande, lui apporte une aide. Lorsqu'un élève a quelqu'compétence, soit pour avoir déjà fait l'activité au cours des semaines précédentes, soit en raison de ses compétences particulières notamment en informatique, comment s'y prend-il pour donner un coup de main? Adopte-t-il des stratégies semblables à celles de l'enseignant ou met-il en oeuvre une démarche spécifique? Nous nous limiterons à deux constats:

1) L'aide de l'élève-expert est souvent apportée sur un mode très directif; les justifications données sont courtes, aux allures tautologiques. Elles pourraient se résumer par: "c'est comme ça qu'il faut faire parce que je te dis que c'est comme ça". L'extrait suivant illustre cette modalité d'intervention:

L'élève-expert qui se tient depuis un instant derrière le groupe de deux élèves intervient:

Expert: Vous êtes arrivés?

E1: Eh oui il s'est planté

E2: et puis il s'est planté parce qu'on s'est trompé de répertoire, on est entré dans le répertoire "machine".

(L'Expert vise l'interrupteur de l'ordinateur avec la pointe de sa béquille sous la main en raison d'une foulure à la cheville qui l'handicape pour quelque temps).

E1: Non, fais pas comme ça!

E2: ... donc on était juste ...

E1: Non, on fait pas comme ça!

(L'Expert a éteint et rallumé l'ordinateur de la pointe de sa béquille)

E2: Oh t'es dur, t'es dur!

Expert: s'il s'est planté, tu veux faire quoi d'autre!?

E2: Ça va commencer...

E1: On attendait une main experte; .. enfin, une canne experte.

E2: tu es informaticien, tu sais le ...

Expert: S'il s'est planté tu peux rien faire, il peut pas se déplanter.

E2: Mais nous, avec KATIA, quand il clote, il déclote tout seul.

Expert: Oui mais KATIA, c'est du pipeau.

2) Notre deuxième constat a trait à la nécessité pour l'élève-expert d'asseoir le bien-fondé des indications qu'il fournit. Sa crédibilité prend d'une part appui sur ses compétences propres reconnues par ses pairs, compétence notamment liée à la filière de formation choisie. Dans l'échange relaté ci-dessus, l'élève-expert est en option "informatique industrielle", alors que les élèves du groupe sont en option "construction mécanique". Mais la légitimité de l'expertise reste en permanence à confirmer et pour cela une stratégie

consiste à se référer à des sources si possibles fiables. C'est ce qui est en jeu dans l'échange suivant:

(L'Expert efface le dessin de la pièce vue de côté)

E1: Pourquoi tu effaces la partie là?

Expert: Voilà, pour usiner ce machin. (Il quitte le clavier)

E1: Bon, il fallait aussi effacer de l'autre côté!

Expert: Mais tu t'en fous de l'autre côté, tu as ce dessin, pour usiner t'as pas besoin du plan de dessus.

E2: Oui mais quand tu fais l'essai, on verra avec la fraise en profondeur aussi.

Expert: Eh non...

(E1 et E2 rient d'agacement)

Expert: Ecoute, primo je sais que c'est juste, secondement Sima qui l'a fait la semaine dernière, m'a dit que c'était ...

E1: Alors tu as confiance en Sima!? D'accord, si tu as confiance en Sima, c'est sûr ...

(ricanements)

Expert: non c'est juste.

(L'Expert quitte le groupe)

Notons que toutes les interventions d'aide des "élèves-experts" auprès de camarades ne se déroulent pas nécessairement sur ce ton quelque peu dur. Les échanges qui s'établissent momentanément avec un élève compétent qui vient jeter un coup d'œil à ce qui se passe dans un groupe, peuvent se montrer plus collaborants et confiants.

Phase 2: autour de la cellule d'usinage

La deuxième phase de travail se caractérise par un fonctionnement assez différent des interactions. Le travail des groupes ne se limite plus à un seul ordinateur sur lequel la conception de l'usinage a pris forme. Il s'agit maintenant de mettre en œuvre l'ensemble de la cellule d'usinage ce qui requiert le transfert de fichiers, la mise en route de plusieurs logiciels sur différents ordinateurs et la préparation des principales composantes de la cellule, le poste de bridage, le système de transport automatisé des palettes, la machine-outil CNC, le stockeur.

Pour organiser cet ensemble, le maître joue dès lors un rôle de coordinateur à la manière d'un responsable d'équipe qui distribue les tâches et surveille l'ensemble des opérations. Par rapport à la première phase, la présence du maître est plus importante, son appui plus soutenu. Il n'est plus possible d'identifier des séquences d'aide ponctuelle comme nous l'avons fait précédemment lors de la première phase. On pourrait par contre inverser la

perspective en s'intéressant aux îlots d'autonomie ou aux zones d'initiative que les élèves tentent parfois de préserver ou de vivre au sein d'une activité pour l'essentielle prise en charge et contrôlée par le maître.

Ce changement de fonctionnement ne surprend pas vraiment les élèves. Ils n'ont manifestement pas une connaissance suffisamment assurée de l'ensemble de la cellule FMS pour maîtriser par eux-mêmes les multiples connexions que requiert sa mise en route. D'ailleurs la chose avait été annoncée dès la consigne, lorsque le maître leur avait dit:

"Alors toute la partie sur APS va vous prendre à peu près 2 heures j'imagine, une fois que vous aurez le programme CN une deuxième partie ,que j'espère que les deux groupes pourront faire, sinon ce sera le premier qui le fera, ce sera le démarrage de la cellule avec Flexcell avec différents modules sur différents postes. Je vous aiderai un petit peu, on devra planifier pour dire on va faire des pièces de ce type là et puis ensuite on va les usiner réellement. D'accord? "

Ce rôle d'organisateur ou de coordinateur que remplit le maître se manifeste dès le lancement de la deuxième phase d'activité:

Maître: Alors "image" il n'y aura pas de problème, il faudra le lancer quand tout sera prêt. "Systrans" aussi, il a une place c'est en plein milieu de la table là-bas du groupe des huit PC, c'est celui qui est relié à "Rado", on a pas le choix. "Planif" on va juste le lancer au début pour dire la quantité de pièces à faire, on va dire 3 pièces de OF10, 3 pièces de OF11. "Realtime" on pourra le lancer sur n'importe quel PC. "SAISIE" on en aura pas besoin. "Manuel 1" on en aura besoin là où on bride, on pourrait le placer ailleurs, mais ça ne serait pas très malin. On va prendre la Machine 2 parce que ... j'ai plus confiance, faudra l'allumer, prendre les références.

E: Pourquoi pas la 1?

M: Parce que des fois, quand elle change d'outils et qu'elle fait ça assez vite, elle décroche, alors ça nous fait perdre une demi heure.

E: Comment ...????

M: C'est un problème sur les servos qui sont trop limites, c'est-à-dire la détection je pense de courant trop fort. Alors c'est souvent qu'elle décroche, surtout quand c'est tout automatique. Parce que ça prend beaucoup de temps de tout réinitialiser, il faut ressortir la pièce manuellement, il faut redéclarer la machine prête, on va pas prendre de risque de ce côté là. Donc on va lancer la Machine 2 sur le PC qui est au rang du fond à droite et sur celui-là on analysera vos deux programmes CN.

D'emblée, la mise en route de la cellule d'usinage se présente comme l'affaire du maître. Cette prise en charge de l'activité va non seulement mettre en évidence le rôle de coordinateur qui incombe au maître mais également son expérience et sa compétence professionnelle. L'échange à propos du choix de la machine 2, plus fiable que la 1, est à cet égard significatif. Ce qui est en jeu ici n'est plus un savoir qui se transmet dans les cours, mais un savoir d'expérience: "...des fois, quand elle change d'outils et qu'elle fait ça assez vite, elle décroche, alors ça nous fait perdre une demi heure". D'ailleurs, c'est à la première personne que le maître justifie son choix: "j'ai plus confiance". Le maître se situe en cela comme le ferait un chef d'atelier, non seulement spécialiste en automation, mais en plus fin connaisseur des atouts et faiblesses spécifiques d'une cellule d'usinage particulière. Notons que pour le maître, le fait d'avoir contribué au développement de cette cellule, qui est un peu, face aux élèves, "sa" cellule, joue certainement un rôle important dans la possibilité d'adopter, lorsque nécessaire, le rôle de "maître-expert" ⁷, en parallèle, ou en amont du rôle de "maître-enseignant".⁸

Au cours de cette deuxième phase des Travaux pratiques, une fois l'activité lancée, nous relèverons trois types d'engagement du maître qui vont d'une position de retrait "didactique" momentané pour laisser les élèves faire leur propres expériences, à un plein engagement sur la tâche, lorsque les difficultés techniques rencontrées requièrent toute son implication et son expertise.

1) Des temps laissés à l'expérience propre des élèves.

Un exemple illustrera cette démarche: à la suite d'un échange avec les élèves et d'un contrôle de leur programme de fabrication, le maître perçoit une erreur: à l'écran, la pièce n'a pas été placée aux coordonnées (0;0), or ce positionnement est indispensable pour que les outils puissent par la suite correctement situer la pièce à usiner dans l'espace de la machine. Mais l'erreur n'est pas communiquée aux élèves. La mimique du maître conduit toutefois les élèves à se douter de quelque chose. Manifestement, la stratégie didactique adoptée ici repose sur la conviction qu'il est des erreurs-obstacles auxquelles il est bénéfique de ce confronter directement, sans que le maître ne se précipite à aplanir le chemin par anticipation.

⁷ L'expression "maître-expert" est à entendre ici indépendamment du statut d'"expert" qu'un maître peut être appelé à remplir lors d'examens certificatifs.

⁸ On pourrait ici prolonger la réflexion en se demandant ce qu'il advient, lorsqu'un nouvel enseignant "hérite" d'un dispositif pour lequel il a une charge d'enseignement, sans avoir participé à son développement. Comment habite-t-il alors les rôles d'expert et d'enseignant?

Cette stratégie n'est pas souvent aussi explicitement mise en oeuvre par le maître que dans l'exemple évoqué ci dessus. Est-ce lié au fait que toutes les erreurs ne sont pas jugées avoir la même portée ou le même intérêt cognitif? Il est aussi vrai que certaines erreurs doivent impérativement être repérer avant usinage, afin d'éviter des dégâts possibles au niveau des machines. Une des craintes présente chez les élèves et chez le maître tourne en effet autour du risque que la machine-outils, dans un mouvement mal programmé et auto-destructeur, se mettent à s'usiner elle-même.

2) Des temps de guidage.

A plusieurs reprises, le maître est amené à donner aux élèves des directives sur ce qu'ils ont à faire. Notons que ce guidage de l'action se fait quelques fois sur un mode indirect en recourant à l'interrogatif. On peut voir là une volonté d'aider les élèves tout en les invitant à réfléchir au déroulement de l'activité.

Exemple d'intervention sur un mode interrogatif:

M: D'après la check-list, qu'est-ce que l'on a pas encore fait? Où est-ce qu'on s'est arrêté? La dernière opération que vous avez fait sur votre PC, c'était quoi?

3) Des temps de résolution de problème en commun.

A d'autres moments, le maître se trouve en situation de résolution avec les élèves, leurs interactions sont alors entièrement orientées vers la recherche des causes de la difficulté rencontrée, maîtres et élèves y prennent part dans un rapport de collaboration. Nous avons observé ce type d'interaction par exemple lors d'un épisode où la machine s'est mise à usiner la pièce de manière totalement imprévue. Pour comprendre ce qui se passait et d'où venait cette anomalie, ni le maître, ni les élèves n'avaient de réponses immédiates. C'est à la suite d'une recherche commune qu'ils en sont venus à identifier la source de l'erreur, et ceci à partir d'un indice déterminant: la date du fichier enregistré par l'ordinateur. Le fichier qui contenait le travail des élèves avec leur programmation de l'usinage avait été enregistré sous un nom impropre, et de ce fait, c'était un ancien fichier provenant d'un autre groupe de travail que la machine avait pris en compte pour l'usinage.

En résumé, au cours d'une même séance de Travaux Pratiques, le maître mobilise plusieurs rôles: un rôle didactique qui est celui du formateur, lorsqu'il s'agit d'inciter les élèves à réfléchir ou à les laisser faire leur propres expériences. Un autre rôle est celui de l'organisateur-instructeur qui, tel un chef d'équipe, donne à chacun les indications nécessaires pour conduire à bien la tâche. Un troisième rôle enfin est celui de l'expert

qui maîtrise suffisamment le dispositif technique en cas de pannes, de difficultés imprévues ou de problèmes complexes à résoudre.

Comment ces rôles s'imbriquent-ils et s'enchaînent-ils en cours même d'action? Qu'est-ce qui motive les transitions d'un rôle à l'autre? Différentes variables semblent entrer en jeu. Le niveau de complexité des tâches à maîtriser (complexité relative au niveau de compétence que le maître attribue à ses élèves) guide probablement pour une large part la conduite de l'enseignant. La nature des difficultés rencontrées, prévisibles ou non, jouent également certainement un rôle important. D'autres dimensions peuvent encore intervenir: selon le degré d'implication ou d'engagement des élèves dans l'activité en cours, le temps qui reste à disposition, ou encore selon les risques de dégâts encourus, le maître peut être conduit à actualiser un rôle de préférence à un autre.

CONCLUSION

Les observations relatées dans ce dossier nous ont montré qu'il n'est pas possible de réduire le rôle du maître au sein d'un atelier à quelque modèle simple d'intervention.

La co-présence de différents rôles (co-présence qu'une rationalité pédagogique hâtive ou puriste pourrait assimiler à de l'incohérence) nous paraît intéressante à penser comme telle; elle remplit probablement des fonctions spécifiques. On peut en particulier se demander si le fait de voir le maître-expert à l'oeuvre n'est pas fondamental pour asseoir, aux yeux des élèves, sa crédibilité et consolider sa légitimité de maître enseignant ou formateur.

Mais quand les élèves ont-ils réellement l'opportunité de voir leur maître-expert en action, dans l'exercice de sa compétence professionnelle? Nous avons observé que cela se produit surtout en cas de difficultés imprévues ou de pannes. Le maître est alors amené pour un instant à prendre les rennes de l'activité; mais aussitôt la phase critique passée, il peut se retirer de l'action directe pour laisser les élèves reprendre leur poste de travail. Notre hypothèse est que le potentiel formateur de ces temps imprévisibles ne semblent pas vraiment perçu par les intéressés. Ils semblent vécus comme des temps de "flottement", au cours desquels les élèves donnent parfois l'impression de tester leur maître: comment va-t-il s'en tirer? Chacun semble pressé de sortir d'un mauvais pas qui met mal à l'aise. La panne vient d'une certaine manière déstabiliser momentanément la relation pédagogique, alors que paradoxalement, sur un autre plan elle la conforte.

L'apport potentiel de ce type de perturbation mériterait cependant d'être penser comme tel. La situation probablement la plus favorable à l'observation d'un "maître-expert au travail"

est celle des travaux qui associent maîtres et élèves sur un projet de développement technique. L'Ecole Technique de Sainte-Croix ne manque pas d'expérience en la matière: au cours de son histoire, différents équipements ont été réalisés avec la collaboration d'élèves de l'Ecole. Nous avons par exemple pu observer, encore récemment, de quelle manière des élèves sont associés, pour quelques heures de travaux pratiques, à la mise au point des commandes d'un robot nouvellement acquis. De telles situations de recherche communes entre maître et élèves semblent se négocier comme des situations particulières, proposées à des élèves intéressés, qui se déroulent apparemment en marge du programme d'enseignement institué et en particulier hors de toute procédure d'évaluation. Ces temps de développement technique gagneraient certainement à être pensés pleinement comme des temps de formation, en leur réservant des plages horaires adaptées, et non pas comme des temps de transitions vécus dans l'attente que tout soit mis au point, rôdé et maîtrisé pour organiser alors un enseignement structuré en la matière.

Les interactions entre maîtres et élèves au sein d'un atelier semblent marquées par une dynamique apparemment paradoxale: plus le maître est expert et maîtrise son objet, plus il risque de ne rien laisser voir de sa compétence en acte; ses interventions se confinent alors au registre de l'accompagnement didactique. Par contre, lorsque le maître se trouve en difficulté ou en recherche de solution, il se montre aux élèves dans l'exercice de sa compétence; la situation pourrait alors être formatrice par le fait que les élèves sont ainsi associés à l'activité d'un professionnel qui donne à voir et à penser son savoir-faire, mais elle semble se vivre pourtant dans l'inconfort pédagogique.

Quelles sont pour le maître et pour les élèves les caractéristiques d'une situation de formation efficiente? Comment perçoivent-ils ce qu'il est possible d'apprendre dans différents contextes d'interactions, du contexte de travail le plus autonome à l'activité la plus guidée ou partagée avec un maître expert? Quelles occasions les élèves ont-ils de réfléchir à ces questions et d'apprécier par eux-mêmes l'efficience de telle ou telle situation de formation?

L'atelier, au sein d'une Ecole Technique, est un lieu où se croisent et se vivent différents modèles pédagogiques, issus des traditions scolaires et des traditions de l'apprentissage professionnel. Leur articulation est complexe et constitue toute une histoire comme le montrent Pelpel & Troger (1993) à propos des ateliers d'école et des débats auxquels ils ont donné lieu dans le contexte français. Cette complexité contribue certainement à l'intérêt et à la richesse de ce lieu de formation.

Références bibliographiques

- Aumont, B & Mesnier, P-M (1992) *L'acte d'apprendre*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Barth, B.-M. (1993) *Le savoir en construction*. Paris: Retz Nathan.
- Bruner, J. (1983) *Savoir faire, savoir dire*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Forman, E. A. & M., J. (1993). *Vygotskian perspective on children's collaborative problem-solving activities*. In N. M. E.A. Forman C.A. Stone (Eds.) (Eds.), *Contexts for learning: sociocultural dynamics in children's development*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Järvelä, S. (1995). The cognitive apprenticeship model in a technologically rich learning environment: interpreting the learning interaction. *Learning and Instruction*, 5.
- McLane, J. B., & Wertsch, J. V. (1986). Child-Child and Adult-Child Interaction: A Vygotskian Study of Dyadic Problem Systems. *The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition*, 8(3), 98.
- Mercer, N., & Fisher, E. (1992). How do teachers help children to learn? An analysis of teachers' interventions in computer-based activities. *Learning and Instruction*, 2, 339-355.
- Miyake, N. & Norman, D.A. (1979) To ask a question, one must know enough to know what is known. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 18, 357-364.
- Moyné, A. (1982) *Le travail autonome. Vers une autre pédagogie*. Paris: Editions Fleurus.
- Nelson-Le Gall, S. (1985) Help seeking behavior in learning. In E.W Gordon (Ed.). *Review of research in education*, 12, 57-90. Washington: American Educational Research Association.
- Pelpel, P. & Toger, V.(1993) *Histoire de l'enseignement technique*. Paris: Hachette Education.
- Perret, J-F. (1978) Une expérience de "Travail indépendant": quelques réflexions psychopédagogiques. *Cahiers de la Section des Sciences de l'Education*, Université de Genève, 1978, No 6, 1-18.
- Postic, M (1992, 4ème édition) *Observation et formation des enseignants*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Richard, J-F. (1990) *Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris: Colin.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activity on three planes: participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. In P. d. R. J. V. Wertsch & A. Alvarez (Eds.) (Eds.), *Sociocultural studies of mind*. Cambridge: Cambridge University Press. (pp. 139-163).

- Schubauer-Leoni, M. L. (1986). Le contrat didactique: un cadre interprétatif pour comprendre les savoirs manifestés par les élèves en mathématique. *European Journal of Psychology of Education*, 1(2), 139-153.
- Talyzina N.F. (1968) The stage theory of the formation of mental operations. *Soviet Education*. 10 (3), 38-42.
- Winnkamen, F. (1990). *Apprendre en imitant?* Paris: Presses Universitaires de France.

ANNEXES

ANNEXE 1

Interactions maître-élèves lors de la présentation des consignes concernant les travaux pratiques FMS.

M: bon, l'idée de ce TP, c'est d'être capable de reprendre un fichier Autocad, le passer sous APS et après APS aller jusqu'à Flexcell et réaliser réellement une pièce, d'accord ? Alors pour ça vous avez un petit peu trois parties, une partie qui est très rapide, qui est de reprendre un fichier qui vient d'Autocad, qui est dans un format DXF

E2: il est en haut ou bien, il est déjà mis sur une disquette

M: non, il est déjà sur une disquette parce que on est un peu pressé... et puis c'est plus facile... alors, ni AUTOCAD, ni APS ne travaillent naturellement sous format DXF, par contre, c'est un format d'échange Autocad sait exporter en DXF...

E1: c'est qui qui travaille en DXF, c'est AUTOCAD qui travaille en DXF ?

E2: oui, AUTOCAD travaille en DXF

M: ... et puis APS sait reprendre sait reprendre en DXF

E2: et puis avec ça, APS y travaille en quoi ?

M: IGS

E1: IGS ? C'est pas le même qu'on a dans Katia ?

E2: ouais, IGS, je crois que c'est possible

E1: alors, on peut passer directement de Katia dans APS, c'est bon...

M: alors, la deuxième partie qui va vous prendre à peu près de 1h1/2 à 2 h 1/2,

(interruption par des commentaires : e1: Hi, hi, ça va être dur là...),

c'est .. APS.

(interruption : Ouf...soupir. A la cantonnade, ça ça va être vite fait...)

A partir des traits, il va falloir être capable d'usiner... Alors attention il va falloir **respecter...**

(interruption par un élève qui consulte ses notes de cours, et trouve la référence, l'enseignant le félicite:)

M: c'est quand même une très bonne initiative.... Alors, ici vous avez des contraintes sur les outils..., parce que chez nous en réalité on n'a pas tous les outils possibles. Vous avez des contraintes sur les vitesses, vous lirez bien ça...parce que vous devez laisser certaines vitesses qui sont imposées, vous avez des passes maximum, toutes ces choses là, il faudra les vérifier et les respecter...Par contre, vous allez essayer de minimiser le temps d'usinage, c'est à dire ne pas prendre du temps pour faire trois fois le tour de la pièce, ou je ne sais quoi . Essayez d'usiner vraiment ce qu'il faut...oui ? ... ça ça compte disons dans la notation. Evidemment que ce qui compte aussi, c'est de ne pas faire de grossière erreur, sinon la pièce est fichue

E2: pas de bugne...

M: ... c'est souvent arrivé...bon ben... . Donc l'idée, c'est de sortir ensuite des pièces. Donc, dès que vous êtes arrivés à la fin d'APS vous sortez un programme CN, vous transférez ça où il faut...etc, et puis ensuite on lance FLEXCELL et...on produit...

E2: Vous avez un temps de base pour le programme, y doit faire à peu près combien?

M: L'ordre de grandeur, les moins bons programmes font de 13 à 15 minutes, et les meilleurs programmes font 8 à 10 minutes...

E1: On va faire speeder la machine alors, elle deviendra rouge...

M: Mais vous devez respecter les avances...

E1+E2: on respecte, on triche pas (ironique). Nous tricher, jamais....On n'est pas payé pour ça

M: alors, première difficulté, vous reprenez un fichier qui s'appelle TP34.DXF. La pièce ressemble à ça. Alors, spécialement dans FLEXCELL, il y'aura beaucoup de choses dont vous vous souviendrez plus, c'est pas grave, on lancera un peu ensemble. Mais normalement, dans APS, vous devriez à peu près être autonomes...

E2: Ouais.....APS, on est autonomes, mais....

E1:(en montrant ses partenaires: les deux oui, mais moi je connais rien dans APS, on n'a pas eu de cours APS...)

E2: ... mais APS... (sceptique...)

FMS1

Liaison AUTOCAD - APS - FLEXCELL
-----**But du TP:**

Ce TP, monté sur demande des étudiants et grâce à leur aide, vise à donner une expérience pratique d'interfaçage de la liaison AUTOCAD / APS à travers de fichiers DXF (standard de format d'échange de fichiers).

Ce TP constitue également un complément en ce qui concerne FLEXCELL et la cellule.

Le compte rendu de ce TP mentionnera toutes les étapes nécessaires et qui ne sont pas mentionnées sur le texte du TP ni sur la feuille annexe.

1. Passage d'un fichier AUTOCAD sous format DXF.

But: Obtenir sur disquette un fichier du nom de TP34.DXF contenant la géométrie d'une pièce à usiner.

Accès à AUTOCAD: Passer sur C:
Lancer WINDOWS <WIN>
Lancer AUTOCAD (Icône sous Windows)

Chargement du fichier: Charger TP34.DWG (fichier au format AUTOCAD) accessible dans la directory TPACAD.

Sauvegarde en DXF: Sauver par <Import / Export / Sauver DXF> sur A: avec le nom TP34.DXF

Ne pas oublier de sortir d'AUTOCAD, de WINDOWS, et d'éteindre.

2. Reprise du fichier sous APS.

Lancer APS sur un poste libre. Charger le fichier DXF par <Fichier/Charger Cn>. Essayer de découvrir les options à utiliser de manière à réussir le passage et à obtenir le dessin de la pièce sous forme de géométrie.

3. Usinage de la pièce.

En utilisant uniquement les trois outils suivants, générer un programme CN capable d'usiner la face avant de la pièce (le brut sera un brut standard en résine - 50x135x20mm). On laissera les vitesses de coupe proposées, et la passe maxi en profondeur sera de 5mm. Les numéros libres pour les programmes CN seront MPF130 et MPF131 (resp. OF10 et OF11).

Type	Code Flexcell
Forêt diam.3	01020003
Fraise diam.3	02010003
Fraise diam. 8	02010008

4. Réaliser réellement une pièce sous Flexcell (penser au compte rendu)

Ne pas oublier, en plus des points mentionnés dans l'annexe, la mise en route de la cellule, le démarrage du serveur de base de données, des modules IMAGE, SYSTRANS, REALTIME, MANUAL1, MACHINE, ainsi que de PLANIF pour le départ.

Si l'IMAGE de la cellule ne correspond pas à l'état réel, il faudra aussi nettoyer la base de données depuis SQLTALK par le fichier G:/FLEXCELL/BOOK21/CLEANER.WTS.

=====

Aide-mémoire Liaison APS -> Flexcell

=====

Une fois les géométries dessinées, voici comment passer à la réalisation des pièces sous Flexcell.

1. Pour réaliser un usinage:

- 1.1 <Machine/Sélectionner outil>
- 1.2 <Machine/Direction outil>
- 1.3 Usiner (par exemple)
 - <Machine/Contour poche> pour les poches
 - <Machine/contour éb. finition> pour les contours...

2. Produire le fichier CN lorsque tous les usinages ont été définis

- 2.1 Choisir la bonne machine <Fichier/Format CN> (SINUMERIK 820/880M FLEXCELL)
- 2.2 Visualiser le code <Fichier/Visualiser code CN>
(Attention aux origines).
- 2.3 Si la pièce comprend plusieurs faces:
 - Insérer les codes utilisateur avant chaque face (B0,B-90, B90, B180)
 - <Machine/Code utilisateur/ avant géométrie>

3. Transfert sous Flexcell et sauvegarde dessin

- <Fichier/Sauver CN> (donner un nom ex:MPF106)
- <Fichier/Sauver> (donner un nom pour le dessin)
- <Fichier/Quitter APS>
- Passer dans l'éditeur DNC
- <Editeur DNC>
- <Fichier/Charger programme NC (choisir)>
(mémoriser le temps d'usinage total proposé)
- <Com./Portadisk/Sortie sur disque/Flexcell>

4. Analyse sous Flexcell

- 4.1 Depuis un module machine, passer en mode local <Machine/Local>
- 4.2 (Si besoin, demander <Edit> pour retoucher le programme CN, par exemple:
 - ajouter G64 après le premier changement d'outil accélère le programme
 - ajouter L148 après le dernier changement d'outils nettoie la piècesortir par <Fichier/Quitter> en sauvegardant le programme sous le même nom)

4.3 Analyse

- <Analyse>
- choisir le programme CN
- donner la correspondance pour chaque type d'outils
- donner l'auteur, le temps nécessaire (en s)

(Au moment de la sauvegarde, le programme MPFxxx.000 est complété par une entête et renommé MPFxxx.020. En base de données, le programme CN est créé ainsi que les opérations.)

- 4.4 Si la planification de la période de production en cours inclue des pièces qui utilise le programme CN créé, il est possible de brider des pièces de ce type sans plus tarder..!

(APS->FMS 25/04/93 jpc)

ANNEXE 3

Interventions du maître auprès du Groupe 1

(transcription de toute la séquence)

L: élève 1

A: élève 2

M: Maître

- L167 tu veux faire quoi ?
A168 on fait deux lignes comme ça là au milieu
L169 pourquoi ?
A170 et pi on lui donne le contour de celui-là les deux lignes et pi qu'il arrive jusqu'au ligne là pour faire le travail verstehst du ce que je veux dire
L171 tends voir toi t'as dis
- A172 mais c'est con ce machin non mais il doit y avoir un système
L173 il est où Chavey
A174 il doit y avoir un système sans dessiner les lignes des des connreies comme ça parce qu'alors ça sert à rien de dessiner la pièce si si c'est toi qui dois encore dire tu dois faire ça tu dois faire ça tu plaisantes mais c'est ça
A176 ah alors arrête ici on est ici pour pour perdre du temps eh
L177 ben ouais
A178 (...)
L179 t'es un salaud
A180 ouais mais putain on peut pas travailler comme ça si y a des machins informatiques c'est pour aider quelqu'un c'est pas pour heu:
L181 je me suis planté tiens regarde là i fait (..)
A182 hein
A183 pourquoi c'est devenu en rouge maintenant ?
L184 mais parce qu'il a (...) j'trouve qu'ils ont vachement simplifié le programme salaud salaud
A185 quoi ?
L186 je trouve que c'est vachement simple
A187 non c'est pas c'est pas nul attends je vais voir Chavey
A187 c'est pas possible c'est pas possible
L188 pause action
M189 le problème là c'est quoi
L190 c'est que j'ai fait apparaître des traits en rouge parce que j'ai usiné par dessus
M191 ouais
L192 puis j'aimerais l'enlever puis j'ai (...) par le programme mais ça reste quand même à l'écran
M193 ça indique en rouge parce que vous avez indiqué que ça c'était à usiner
- L194 ben la machine l'a fait elle a usiné par dessus
(autres élèves)
A195 on a la possibilité avec la fraise de huit de dire de lui donner le contour là le contour là et de travailler au milieu entre les deux sans qu'il passe là parce qu'il n'arrive pas ?
M196 oui
A197 il faut on fait comment
M198 c'est-à-dire si vous définissez qu'il doit passer à l'intérieur d'un rectangle à l'extérieur du de l'oeuf i va faire ce qu'il peut
A199 ouais
M200 il va faire comme ça et comme ça il pourra pas passer entre deux
AL201 ouais mais (...)
M202 c'est ce que vous voulez ou quoi ?
A203 ouais exactement
L204 mais juste avant pour enlever ça
M205 c'est simplement que vous avez demandé une direction d'outil sur un contour qui était pas fermé c'est juste ?
L206 ouais
M207 alors il va falloir avoir un rectangle ici vous avez pas de rectangle ici vous avez un trait un trait un trait il faut faut créer un rectangle (PE)

- AL208 humm
- M209 ici en fait heu ce rectangle-là il fait partie de la définition de la pièce et il est pas très pratique ce rectangle en fait imaginez que vous voulez usiner entre l'ovale et puis la partie extérieure
- AL210 ouais
- M211 avec n'importe quel outil vous allez laisser un petit un petit défaut là autour
- AL212 ouais
- M213 alors à mon avis vous pouvez profiter de définir un rectangle un peu plus grand
- L214 oui
- M215 peut-être qui aille pas trop bas quand même
- L216 ouais ouais
- M217 et puis vous usinez entre ce rectangle un peu plus grand et l'oeuf
- A218 donc i faut de il faut dessiner un autre rectangle dessus
- L219 ben ouais alors je fais comment pour heu pour changer ce truc
- M220 ouais
- A221 d'accord alors ça sert à quoi de (...)
- M222 eh ben ça sert que votre ellipse vous l'avez celle-là vous là récupérez c'est cette en fait c'est cette surface là qui vous intéresse la surface extérieure vous allez pas devoir la suivre sinon vous allez laisser des petits
- L223 on dit qu'on va dépasser un peu quoi en fait i va usiner heu
- M224 voilà
- L225 par dessus mais là Monsieur j'ai toujours pas enlevé ces traits rouges
- M226 c'est pas grave vous faites comme si ils étaient pas là au fur et à mesure que vous allez dessiner la prochaine fois que vous allez demander un direction d'outil normalement ils vont revenir
- L227 d'accord
- M228 si jamais ils vous embêtent essayez voir de faire direction d'outil
- L229
- M230 machine
- L231
- M232 direction outil vous mettez par exemple heu intérieur OK de ... vous montrez quelque chose qui est possible par exemple votre oeuf là, voilà, et puis vous faites escape, faites voir redessiner, voilà voilà, elle vous le remet correctement en fait votre rouge ça montrait que quelque chose n'allait pas au niveau des directions hein OK alors bon on va créer
- L233 c'est géométrie spéciale rectangle et pi on le fait là
- M234 oui
- L235 comme ça ?
- M236 bon heu i aura juste une question il faudra pas le faire trop approximatif au niveau du bas hein
- L237 quoi
- M238 j'ai peur que
- A239 à la limite de la ligne hein sur la ligne on fait comment alors y a fonction pour heu
- L240 attends attends on connaît la position où on est là
- A241 ouais mais tu dois faire là-dessus sur la ligne non
- L242 alors
- A243 bon
- L244 très
- M245 moi aussi hein (...)
- L246 hou à l'oeil
- M247 au dixième de micron je sais pas si vous arrivez à la main à être assez précis hein
- L248 facile
- A249 bon essaye si il y a quelque chose avec dans le genre
- L250 bon mais je clique et c'est bon
- A251 mais c'est pas bon
- L252 mais oui
- A253 passe sur géométrie là quelque part
- L254 parce que là là je bouge pas hop ch'u plus bon
- A255 et si on le fait (...)
- M256 essayez de faire comme ça là juste pour que je vous montre une fois essayer de faire heu

L257 normalement dès qu'il devient violet j'appuie là ?
M258 juste pour que je vous montre ici
L259 regarde
M260 maintenant vous allez faire un zoom automatique ici pi vous allez prendre de très très près ici
A261 on voit déjà
M262 on voit déjà quelque chose hein
L263 c'est un zoom automatique
A264 si c'est plus grand je fais quoi
L265 non non excusez-moi j'veux dire un zoom fenêtre j'ai dit un zoom automatique
M266 vous avez fait un
L267
M268 zoom fenêtre vous me faites la même chose
L269
M270 d'accord ? (...)
L271 c'est pas la même chose là là i a cinq deux dixième c'est quoi
A272 ouis mais une machine ça sert à usiner précis
L273 non ?
M274 voilà on peut peut-être enlever ce rectangle là
A275 et ce il laisse heu tout ce le matériel en plus pour la finition ?
M276 heu c'est-à-dire ?
A277 si par exemple quand on a fait l'hexagone là à l'intérieur il laisse là le matériel en plus pour faire la la finition après avec l'autre fraise j'sais pas cinq dixième
M278 c'est vous qui demandez ça ?
L279 (...) poche ?
M280 vous avez mis zéro ben vous allez jusqu'au jusqu'au bout c'est pas grave
A281 bon et puis après il faut faire la la finition avec la petite fraise
M282 alors si vous êtes passés avec la grosse ça serait bien de passer avec la petite ouais
L283 bon tout ce aussi l'intérieur tout le
M284 non non non seulement un coin
L285 seulement
A286 ah bon seulement
L287 un coin
A288 (...) et puis si on fait poche on doit encore le programmer pour la finition ou
M289 c'est-à-dire si vous avez une trop grosse fraise comme celle-là c'est vrai que c'est bien de redonner un coup dans les coins et de refaire une fois le tour mais si vous avez déjà commencé avec une petite fraise chè pas où alors à ce moment là ça vaut pas la peine
AL290 marmonnent
M291 ça c'est bien de travailler comme vous avez fait c'est-à-dire avec des grandes (?)
L292 c'est bon ? alors maintenant alors pour le truc du rectangle là alors je fais
A293 marmonne
M294 rectangle
L295 géométrie spéciale rectangle ici j'peux me mettre où je veux
M296 hum hum
L297 mais maintenant en bas il faut que je je tape maintenant une cote une certaine cote
A298 maintenant tu vas voir s'il y a une fonction pour faire précis: vas sur géométrie là peut-être ligne à cercle tangente tangente il n'est pas tangente quelque part

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

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

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