

Les "Mathématocrates" ont-ils tué le langage Logo ? Les "Technocrates" le sauveront-ils ?

Paul Delannoy

▶ **To cite this version:**

Paul Delannoy. Les "Mathématocrates" ont-ils tué le langage Logo ? Les "Technocrates" le sauveront-ils ?. Bulletin de l'EPI (Enseignement Public et Informatique), 1992, 66, pp.129-140. edutice-00001074

HAL Id: edutice-00001074
https://edutice.hal.science/edutice-00001074

Submitted on 9 Nov 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES « MATHÉMATOCRATES » ONT-ILS TUÉ LE LANGAGE LOGO ? LES « TECHNOCRATES » LE SAUVERONT-ILS ?

Paul DELANNOY

Les médias d'information sont à l'heure actuelle friands de mots en « tique », et cette mode fait souvent sourire ; comme le trame du papier qui suit est en partie axée sur le passé récent - pour mieux préparer l'avenir proche ! - j'ai voulu, afin de garder le sourire, ressortir ce suffixe « crate » qui fut si à la mode dans les années 70. Qu'on n'y voie pas malice déplacée...

Cet article est un des résultats du succès que rencontre, depuis maintenant trois années consécutives, l'organisation de réflexions internationales sur les apports à l'enseignement du pilotage, par ordinateur, d'environnements technologiques adaptés au niveau des apprenants ; celles-ci ont été illustrées dans trois rencontres d'été, au Mans (France) en 1989, à Montréal (Québec, Canada) en 1990 et à Mexico en 1991 réunissant chercheurs, pédagogues de différentes disciplines scientifiques et techniques, animateurs de clubs, créateurs d'expositions scientifiques, etc. Une tendance se dégage en effet dans le choix du langage informatique, dans toutes les situations présentées dans ces congrès pour lesquelles une réflexion sur ce point a été jugée nécessaire par les expérimentateurs : Logo est très souvent choisi, surtout si des apprenants complètement débutants en programmation figurent dans le public visé.

ET D'ABORD, QU'EST-CE QUE LOGO ?

Ce sous-titre semblera une tarte à la crème pour ceux qui connaissent un peu, beaucoup, voire passionnément ce sujet. Mais pour cadrer le mini-débat lancé par le titre de ce texte, il est important de rappeler quelques idées simples et efficaces, comme les souhaitait Seymour Papert, créateur de Logo, dans son approche militante de l'introduction de l'informatique à l'école.

Certaines de ces idées prennent la forme de questions qui se posent aux éducateurs et dont, malgré beaucoup d'efforts et de réflexion, personne ne connaît de réponse ni définitive, ni simplement applicable à court terme : c'est la question de l'introduction de l'informatique comme sujet d'enseignement, et les questions subsidiaires, variables suivant la réponse à la première, de programmes, de formes et de supports d'enseignement ; mais c'est aussi la question du devenir de la relation au savoir et de la relation élèves-maîtres, dans l'évidence maintes fois rapportée que la machine est bien souvent vécue comme troisième élément d'un trio auquel les deux éléments de la relation initiale ne sont pas vraiment préparés.

D'autres sont beaucoup plus pratiques et du domaine de la recherche appliquée. Je voudrais rappeler, en reprenant une partie des discussions menées depuis bientôt vingt ans [1], en particulier par, et autour de Martial VIVET [2], que la « tortue LOGO » est a priori un robot existant physiquement, roulant sur le sol à l'horizontale. Ceci reste vrai, dans la conception de l'équipe du MIT [3] qui a introduit ce langage de programmation, quel que soit le niveau des apprenants qui s'en servent. Si l'on s'attarde un instant sur ce fait, en imaginant que cet être cybernétique n'a jamais connu la mutation brutale qui a engendré la génération des *tortues d'écran* vivant dans un monde placé, pour nous, à la verticale, on aperçoit la base de ce texte, que M. Vivet développe sous la forme de variations sur le thème E.A.O. : *« N'est-il pas dangereux que la relation de l'apprenant à l'ordinateur révèle presque toujours que la perception de celui-ci est reliée à la présence de l'écran, donc de la télévision ? »* ; Pour ce qui concerne la tortue Logo, on a en effet sauté, en passant, par économie et par habitude de verbalisation et de refus du jeu [5] (ici représenté par la relation de projection corporelle que permet la *tortue de sol*), du robot prévu et décrit par Papert à son image *tortue d'écran*, par dessus plusieurs questions de mathématisation active fort intéressantes. Telle celle qui se pose lorsque l'on veut décrire une procédure de *graphique tortue* devant un amphithéâtre équipé d'un

1 Eh oui ! Logo a toujours vingt ans...

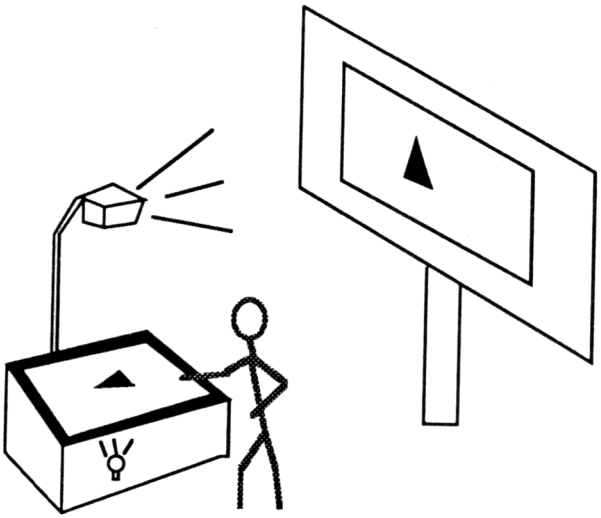
2 Professeur au laboratoire d'informatique de l'Université du Maine, Le Mans ; il dirige les recherches du LIUM en Intelligence Artificielle dans le domaine des environnements d'apprentissage et des tuteurs intelligents.

3 Massachusetts Institute of Technology.

4 Actes du premier congrès international de robotique pédagogique, Le Mans, août 1989. Disponible au LIUM, BP 535 72017 LE MANS CEDEX

5 Voir à ce sujet les textes d'Olivier RENAUT, E.N. de Dijon, publiés par l'IREM et le centre de formation P.EC.

rétroprojecteur pour expliquer, sans écran à cristaux liquides, ce qu'est la mutation évoquée ci-dessus : on place sur la glace horizontale un triangle de carton, ou encore mieux une tortue jouet [6] représentant la lignée mère, comme décrit dans le schéma ci contre :



Ce passage constitue en lui même une abstraction difficile qu'il ne faut pas éviter de faire aborder pas à pas à chacun. Sa réversibilité éventuelle peut constituer une approche de choix dans les sections d'informatique industrielle qui reçoivent des apprenants peu « praticiens ».

Sans préparation, la question surgit immédiatement de savoir s'il convient, lorsque l'on fait exécuter l'ordre Logo TOURNEDROITE ANGLE, d'imposer au triangle noir posé sur le rétroprojecteur une rotation vers la droite ou vers la gauche ? un rapide raisonnement sur le sens de l'écriture (chez nous, pas au pays d'origine des tortues Ninja !) permet d'éviter l'angoisse : ça marche ! (c'est-à-dire que tourner la tortue horizontale vers sa droite fait bien effectuer le même mouvement a son descendant vertical). Mais que d'exemples de mathématiques souvent difficiles sont cachées dans cette simple modélisation !

Pour terminer cet éclairage sur Logo et sa réduction à la tortue d'écran, un mot sur la classe de langages artificiels auquel il appartient, celle des langages déclaratifs ou procéduraux - c'est-à-dire permettant

6 Succès assuré avec les enfants actuellement !

aisément la composition fonctionnelle, au sens des langages comme Le_Lisp ; cet aspect des choses constitue un tout indissociable de la réflexion précédente. Si, en effet, on imagine de transposer l'attitude pédagogique identifiée et exploitée lorsque l'enfant rencontre la tortue, qui consiste à le laisser se projeter corporellement sur celle-ci pour apprendre à la diriger, à la situation de construction d'une représentation mentale de l'action que va commander, ultérieurement et à la place de l'enfant qui a conçu la procédure, l'ordinateur que celui-ci on est conforté par le fait que chaque assemblage d'instructions primitives (existant dans le langage préalablement à son utilisation par l'apprenant) peut être nommé par celui-ci, devenant ainsi un nouveau mot de son langage pour SON dialogue avec l'ordinateur. C'est ainsi que se comprend clairement, même si la phrase précédente est longue, l'énoncé « Logo est un langage permettant d'apprendre à penser avec ».

Mais il apparaît à la réflexion que le seul objet pilotable extérieur au monde clavier-écran que l'on présente à l'apprenant reste la sempiternelle tortue de sol, seul micromonde dans lequel on puisse lui proposer d'exercer ses talents de découvreur et de modélisateur. Cela entraîne un biais considérable par rapport aux objectifs assignés au départ, ce que de nombreux observateurs des premières machines Logo testées au collège et à l'école en France ont relevé rapidement. Ainsi l'application pratique de l'idée porteuse que constitue le parallèle évoqué ci-dessus, et que nous résumons par la notion de micromonde, s'est longtemps heurtée à la quasi unicité de celui-ci ; F. ROBERT, chercheur à l'INRP a présenté une approche dans le domaine de l'apprentissage de la grammaire française utilisant les capacités de traitement des listes [8] (ce qui constitue d'ailleurs une des originalités modernes de Logo par rapport à d'autres *langages pour débutants*).

Nous nous intéressons pour notre part à des micromondes utilisables en classe de technologie, qui proposent différentes activités structurantes pour la pensée, dont la programmation ; Logo y est à nos yeux parfaitement à sa place, mais nous ne voudrions pas tomber dans le piège de faire de ces activités le ferment d'une nouvelle chapelle autour de ce langage, risque que cherche à souligner de manière humoristique le second élément du titre... En effet, une lapalissade au sujet des

7 S. PAPERT, Mindstorms, Childrens, computers and powerful ideas, traduction française *Jaillissement de l'esprit* Flammarion 1980.

8 F. ROBERT, Un exemple d'environnement déclaratif en Logo, Document de travail INRP/DP5, 1985.

démarches pédagogiques en présence d'objets techniques consiste à souligner leur nécessaire rigueur quant au champ exploré, à la documentation disponible et à leur adéquation aux objectifs de formation ; nous insistons sur le fait qu'une activité pédagogique utilisant des robots « visualise » sans doute plus clairement que d'autres situations d'apprentissage, l'adéquation recherchée entre les habiletés que l'on cherche à faire atteindre (montage, modélisation, description par le langage, réinvestissement, etc.), la gamme d'outils disponibles (matériels et logiciels) et la pédagogie que l'on pratique dans cet ensemble d'interrelations. C'est autour de l'articulation entre ces trois niveaux d'approche que nous confortons notre choix. Il est donc bien clair que, si dans une analyse de situation d'apprentissage particulière utilisant la robotique pédagogique, le choix s'est porté sur l'utilisation d'un autre langage de pilotage, et que l'on nous demande notre avis, nous regarderons si les charnières fondamentales de modélisation (mathématique/géométrique, physique/cinématique, logique/informatique...) restent accessibles à l'apprenant.

a - La facilité : Logo comme logiciel d'"Enseignement" de la géométrie

Il est tentant d'oublier la fonction, centrale dans l'utilisation industrielle de l'informatique, de pilotage de processus que l'ordinateur propose à son utilisateur humain ; c'est une des conséquences du remplacement de la tortue cybernétique initiale par ses cousines lointaines tortues d'écrans...

C'est d'autant plus tentant que l'on veut l'utiliser dans le cadre d'une discipline (au sens scolaire) fortement structurée, verbalisée au point d'avoir des sens particuliers pour des mots du langage courant, qui de plus est elle même structurante socialement, sélectionnante et verbalisante. C'est ce qu'ont fait, poussés sans doute par une vision restreinte à l'écran vu comme un tableau noir autant que par la pauvreté contextuelle en termes de micromondes disponibles pédagogiquement, ceux que je caricature dans le titre comme mathématocrates. On a pu ainsi voir fleurir dès les premiers rapports d'expérimentations de Logo menées et publiées la plupart du temps par les instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques, les IREM - des leitmotiv dans les thèmes de projets : plutôt des carrés, des polygones et des êtres déjà mathématisés et digérés (?) dans leur définition mathématique que des objets réels modélisables et mathématisables au travers de l'activité

langagière de programmation et d'analyse ; fi ! des maisons ? des toits ? des bonshommes ? « ils » ne sont pas là pour jouer !

Ce fait est survenu pourtant, et les expériences menées dans d'autres cadres, comme celui de la formation d'adultes en milieu industriel (Caristes, Grutiers, Conducteurs de lignes automatisées,...) donnaient pourtant dans le même temps des raisons de continuer à travailler dans la ligne initiale de la tortue *micromonde extérieur*, c'est-à-dire en tierce position par rapport au couple apprenant-ordinateur ou plus généralement apprenant-processus cognitifs à réveiller ou acquérir.

Ainsi, même si pour des raisons socio-politiques l'activité de l'enfant à l'école n'a pas trop intérêt à rester longtemps qualifiée de ludique, nous avons vu des adultes en formation continue décider de confronter eux-mêmes leur famille, et donc leurs propres jeunes, au contenu de ce qu'ils apprenaient à maîtriser grâce aux micromondes Logo que nous leur proposions...

Une conclusion possible me semble être qu'il n'y a sans doute pas de différence entre l'affirmation du jeu comme support de structuration de la pensée (activité d'éveil), et l'affirmation issue de l'observation pédagogique - si chère aux éditeurs de multimédias interactifs - je cite de mémoire « on retient 10% de ce que l'on entend, 20% de ce que l'on voit, 30% de ce que l'on voit et entend mais plus de 60% de ce que l'on voit et entend lorsque l'on agit par soi-même... » Ceci explique notre enthousiasme avoué et réaffirmé à cette occasion pour les mathématiques actives et les activités de construction avec lecture de plans, etc. de robots qui serviront de support à l'activité de programmation et/ou de modélisation.

Malgré cela, le langage Logo réduit à ses aspects géométriques de la tortue écran continue d'être utilisé seul, avec certains succès si les objectifs ainsi redéfinis (et à nos yeux, on l'aura compris, réduits) sont ceux qu'assigne, par exemple, le professeur de mathématiques en collège par rapport à son programme ; mais aussi avec un échec retentissant sur la motivation des enseignants lorsqu'il s'agit de formation continue s'adressant à des débutants, d'ailleurs pas forcément tous mathématiciens. Il est ainsi logique, mais attristant, de voir les collègues en charge de la technologie, de la physique, refuser - pour cause de complexité, foisonnement de langages, syntaxes variant d'une machine à l'autre, etc.) d'aborder le problème du choix pédagogique dans leurs activités impliquant l'ordinateur. Et souvent c'est parce qu'ils n'ont vu dans le langage de programmation, quel qu'il soit, présenté en formation,

qu'un artefact de la mathématique triomphante et sélectionnante. Pourtant les exemples et les regards sur la réalité qu'ils peuvent apprendre à porter sur la réalité ont toujours été d'excellents supports pour suggérer la puissance de l'activité de réflexion, d'abstraction et de modélisation que représente les mathématiques, et à terme pour faire accepter, respecter, voire aimer celles-ci.

Mais bien sûr, cette polémique apparente n'existe pas vraiment, car la logique essai-erreur que préconisent souvent les pédagogues qui réfléchissent a été et continue à être auto-appliquée ; je pense sincèrement que la mathématique doit survivre aux mathématocrates (s'ils existent) comme la technologie survit aux technocrates... Cet épisode (de la réduction géométrique de la tortue à son monde vertical) éclaire bien des choses.

Mais ce n'est pas pour le plaisir de faire une hagiographie rapide des avatars de Logo avec les *matheux* que j'ai voulu rédiger cet article ; mais bien plutôt pour faire comprendre comment, en parallèle à ce phénomène qui constitue une impasse par rapport aux objectifs initiaux de Papert, l'idée du micromonde a pu être retrouvée, appliquée, exploitée, dans une approche du problème pédagogique a priori distincte, puisqu'il s'agit des firmes commerciales vendant desÉ jouets et systèmes éducatifs. Citons les firmes commerciales Jeulin, Pierron, la CAMIF, mais surtout les deux firmes qui ont le plus réfléchi et apporté de moyens en recherche appliquée sur le sujet : LEGO (Danemark) et FISCHER (RFA), producteurs. Aux dernières nouvelles la tentative de Meccano dans le domaine serait sinon arrêtée du moins en sommeil profond. Bien sûr nous n'oublierons pas que ces produits peuvent inspirer la fabrication de montages avec papier, carton, balsa, trombones, etc. comme nous le rappellent très poétiquement les enfants du Québec avec leurs manèges, leurs petits trains, etc. ainsi que les instituteurs qui se contentent de leurs moyens financiers trop réduits pour acheter, sauf à se regrouper en associations ou coopératives.

LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE

L'idée de fabriquer à partir d'éléments standards différents modèles de machines, de situations industrielles est sans doute représentée au mieux par l'idée qu'évoque la marque et le système Meccano. LEGO et la gamme éducative FISCHERTECHNIK constituent au départ une forme moderne de ce système (avec en particulier

l'apparition des plastiques injectés), à deux échelles commerciales différentes il est vrai. L'arrivée de l'ordinateur à l'école dans les pays européens et la collaboration université-entreprises épaulée en particulier par la CEE ont entraîné dans ce domaine depuis 1980 une réflexion menant à la création d'outils pédagogiques incluant ces systèmes et l'ordinateur, *« dans ses fonctions de pilotage et de contrôle de processus extérieurs »* [9].

Ces situations entraînent *« une activité de conception, création/mise en oeuvre, à des fins pédagogiques, d'objets techniques physiques qui sont des réductions aussi fidèles et signifiantes que possible de procédés/outils robotiques réellement utilisés dans la vie courante, en partculier en milieu industriel.»* [10]

Il y a dans la création de ces outils, qui sont des produits commerciaux disponibles sur le marché, une double convergence avec la recherche et une évolution parallèle, mais positive, à l'évolution négative décrite plus haut. En effet, pour ce qui concerne Fischertechnik, que le Laboratoire du Mans connaît le mieux pour avoir travaillé sur ses produits depuis 1985, la première approche a consisté à fabriquer un micromonde avec un modèle de bras manipulateur, pour lequel, dans l'approche Logo, ont été créées les *couches* de logiciel (une en assembleur, sur Thomson, puis sur PC, les autres en Logo) permettant d'aborder l'objet fini (et construit éventuellement par l'apprenant auparavant) avec une programmation *fermée*du type LEVE_BRAS, TOURNE_DROITE, etc. Avec le recul, cet objet pédagogique comporte l'intérêt de permettre d'aborder la notion de pilotage, d'apprentissage par l'ordinateur, de mémorisation et d'exécution ultérieure ; mais il reste complexe à construire, et commencer l'activité avec lui entraîne souvent des frustrations qui cachent l'objectif ; j'ai vu ainsi un collègue physicien, enthousiaste au départ, retourner son achat au fournisseur...

Cet aspect des choses est également présent sur le second micromonde proposé au départ par la firme : c'est une table traçante, assez précise (0.4 mm), à construire soi-même comme tous les éléments Fischertechnik ; remplacer l'aimant de contrôle du crayon par une cellule photoélectrique (étudiée dans les montages d'initiation) la transforme en lecteur d'images permettant de lire des images en noir et blanc ;

9 Titre, de mémoire, d'une recherche officielle du ministère de l'E.N. en France sur le sujet.

10 M. VIVET, *Tentative de définition de la Robotique Pédagogique* in Actes du 1e congrès international de robotique pédagogique, Le Mans, 1989.

remplacer cette cellule par un moteur permet d'en faire une fraiseuse à mousse, ou à polystyrène si l'on met une résistance chauffante. Mais cet objet est surtout valorisant une fois construit, pour le mathématicien, et la construction est complexe et longue ; ces deux objets complexes sont sans doute plus des récompenses et des preuves de réussites d'apprentissages préalables, et ils devraient donc plutôt apparaître comme l'aboutissement d'activités d'équipes après entraînement et découverte des éléments en jeu sur des *manip's* plus simples (P.A.E ?)

Cette réflexion générale a été corroborée par le - mauvais - résultat commercial initial, et la firme Fischer a lancé la conception par son laboratoire Fischertechnik de deux ensembles d'initiation, axés l'un sur l'aspect modélisation industrielle, l'autre sur l'aspect décomposition de l'objet-robot en éléments simples. Il y a donc tout de suite de la physique appliquée (thermistances, potentiomètres, mécanique, pneumatique, pour les robots, électronique pour l'interfaçage avec l'ordinateur) mais aussi convergence entre l'*analyse manipulatoire* que constitue la construction du modèle de robot et l'*analyse logique* du processus de gestion des entrées-sorties de l'ordinateur qui permettra à celui-ci de piloter le modèle et d'en faire un véritable modèle de robot. Les *briques Fischer* de même que les *briques Lego* sont assemblées et le logiciel de pilotage, s'il est écrit en Logo, est également constitué de *briques* logicielles que sont les procédures de base.

Outre cette première convergence entre l'approche Logo et l'approche *microrobots*, corroborée par le choix de plusieurs expérimentateurs européens de briques matérielles LEGO et de briques logicielles LOGO [11], il est frappant de constater que dans l'ensemble d'initiation ainsi conçu comme point d'entrée dans la gamme de produits présentés, parmi les montages intégrant les connaissances acquises par les expériences sur les éléments simples (un moteur, un capteur, une thermistance...), figure la fabrication d'une tortue de sol, et divers problèmes fins de programmation à son sujet (labyrinthe, recherche de chemins, code-barre, etc.).

Enfin, pour compléter la gamme de produits pédagogiques (Ensemble d'initiation Fischertechnik Computing et Computing Expérimental, PROFI, Bras robot manipulateur et Table traçante/ Scanographe [12]), un atelier complet en modèle réduit comportant 4

11 Ce qui constitue également la piste de travail de S. Papert et de son équipe sur le sujet.
12 par ordre de l'Académie des sciences, on ne dit plus Scanner...

machines-outils, dont deux équivalentes du point de vue de la flexibilité, et l'une pouvant être *en panne* et *réparable*, ainsi que leurs plans de travail et de stockage, un pont roulant de transport, permet l'abord des notions de flexibilité, de conduite de fabrication automatisée : c'est l'AFX de Fischertechnik ; un véritable atelier flexible incluant des machines outils pédagogiques, le S.P.F. [13] est également disponible. Ces produits sont chers, mais leur succès (commercial mais aussi pédagogique) confirme à nos yeux la validité du chemin de réflexion suivi. Ils constituent la garantie que la gamme que l'on commence à aborder en achetant une ou deux boîtes de base permettra à qui veut approfondir le sujet de continuer en réinvestissant sans difficultés ses acquis techniques. De toutes façons les expériences proposées dans les documentations d'accompagnement ne sont pas limitatives : seuls le temps et l'imagination peuvent vous faire défaut pour aller plus loin...

POUR BOUCLER LA BOUCLE, CONCLUSION PROVISOIRE

On conclura facilement, et avec la satisfaction d'avoir contourné habilement la querelle d'école qui a pu avoir lieu au sujet du *bon* langage informatique pour l'école, que l'important est dans ce type d'approche méthodique de problème, et qu'il convient donc d'appliquer ces idées à toute activité de pilotage microrobotique, même avec un autre langage : des développements à partir du GRAFCET sont ainsi disponibles autour des mêmes montages, les sous-programmes (équivalents des primitives du Logo) étant fournis avec une correspondance automatique entre la fonction réalisée (lecture capteur, action...) et le numéro de ligne Basic où il commence ; les ensembles Fischertechnik sont fournis aussi avec des programmes de pilotages préécrits en Basic suivant une structuration claire.

Ensuite, si l'on reste sur sa faim par rapport à la question « dois-je ou non les faire programmer ? » le logiciel d'initiation de base proposé par Fischertechnik pour sa *boîte* PROFI est entièrement graphique et basé sur la notion de diagramme logique de pilotage ; les seules actions a maîtriser sont l'utilisation de la souris comme instrument de dialogue, l'action de la touche de validation, le déroulement de menus, et elles laissent ainsi largement la place à l'activité de compréhension et de modélisation. Bien sûr cet outil (flowchart, diagramme logique de

[13] Voir les Actes précédemment cités, articles de M.Baudry et Y Schoefs. Système de Production Flexible et résultats pédagogiques (cf note 4).

processus *organigramme* ou *ordinogramme*) est suffisamment général pour permettre de décrire les processus de pilotage de tous les montages proposés dans la gamme, et de n'importe quel montage que vous auriez créé par vous-même.

Et enfin, si les réflexions présentées ici sont décalées et appliquées au champ pédagogique de la technologie au collège par exemple, elles mènent à des démarches du type résolution de problèmes que je vous laisse découvrir avec profit dans l'article de J. BRUNEAU dans les actes déjà cités. Et la recherche continue, puisqu'aussi bien la moisson a été jusqu'à présent profitable.

Paul DELANNOY
Professeur de mathématiques
Détaché à l'IUFM des Pays de Loire
LIUM, Le Mans Septembre 1991