

Lundi 28 août 1989

Conférence : "Didactique de l'informatique et acquisition de la programmation"

par Janine ROGALSKI

C.N.R.S. PARIS V, GR Didactique, PARIS

1. La situation des recherches en didactique de l'informatique (D.I).

L'enseignement de l'informatique intéresse des communautés différant par leurs intérêts et leur position par rapport à la didactique, comme approche scientifique des systèmes de formation.

Les psychologues (incontournables !) ont travaillé sur les acquisitions et les fonctionnements en programmation avec deux perspectives distinctes :

- les éléments de programmation sont des objets d'acquisition, parmi d'autres, et à leur propos sont étudiés des problèmes cognitifs généraux
- la programmation est une activité professionnelle, dont les psychologues, formés à l'informatique, étudient les caractéristiques cognitives, et recherchent les compétences et conditions d'efficience, dans le cadre général de l'ergonomie cognitive.

Les informaticiens et les enseignants en informatique manifestent intérêt et/ou demande de connaissances sur les processus d'enseignement. Toutefois, la pression des multiples tâches sur les informaticiens, la difficulté à faire le "pas de côté", entravent le développement de la recherche en D.I.

Il y a prise de conscience des besoins au niveau de la "noosphère", mais un éparpillement du temps et des hommes. La pression vers l'E.A.O. , et plus particulièrement les "tuteurs intelligents", est supérieure à celle vers la D.I. (enjeux économiques "visibles").

Les enseignants de mathématiques sont pour certains également enseignants d'informatique (option des lycées, classes préparatoires aux grandes écoles) ; ils sont également concernés par l'informatique et la programmation comme outils permettant une opérationnalisation nouvelle de notions mathématiques.

Les didacticiens, issus de communautés de didactique des mathématiques et/ou de psychologie en vivent les pressions propres, et n'ont pas réussi à intégrer à l'activité de recherches en didactique une masse critique d'informaticiens et d'enseignants d'informatique. Une des conséquences ou marques extérieures est l'absence de lieu international d'échanges scientifiques en D.I. dans une certaine continuité.

2. La didactique de l'informatique discipline autonome.

A propos de quels types de situations d'enseignement de l'informatique peut-on se poser des problèmes de didactique ? Où cela prend-il du sens de travailler la D.I. ? Le survol des multiples perspectives d'enseignement de l'informatique oriente la réponse à ces questions, sans trancher.

L'informatique éducative, stricto sensu, est bien représentée par le "*Logo project*" : l'outil informatique (dont la programmation) apparaît comme un moyen de développer d'autres acquisitions, des compétences diverses, générales des élèves. L'enseignement n'est pas tourné vers l'appropriation de contenus informatiques précis.

L'information "outil" d'acquis disciplinaires spécifiques est utilisée en mathématiques pour opérationnaliser des concepts de façon différente. La programmation en Prolog opérationnalise des concepts de logique, celle en Logo des concepts de géométrie "*intrinsèque*" etc... La proximité conceptuelle des objets en jeu ouvre la question des acquisitions "*parallèles*" en informatique.

L'informatique comme technologie (objet) est le parent pauvre des études en France : orientation didactique et formations peu structurées au collège, peu d'échos didactiques sur l'enseignement dans les lycées techniques (programmation d'automates, informatique en section F). Quelques travaux considèrent cependant le long terme de cet enseignement : à Gênes en Italie, au Mans en France avec M. VIVET sur la programmation (LOGO) de robots.

L'alphabétisation informatique ("*objet*" et "*outil*") est aujourd'hui structurée dans les lycées en France en tant que discipline scolaire (optionnelle) : il existe des programmes nationaux, des enseignants identifiés, des manuels, une épreuve au bac. L'enjeu est de faire acquérir aux élèves des concepts informatiques (en particulier, mais pas seulement, en programmation) et de leur permettre de se construire des représentations de l'informatique compatibles avec l'activité professionnelle informatique et l'utilisation de l'informatique comme citoyen.

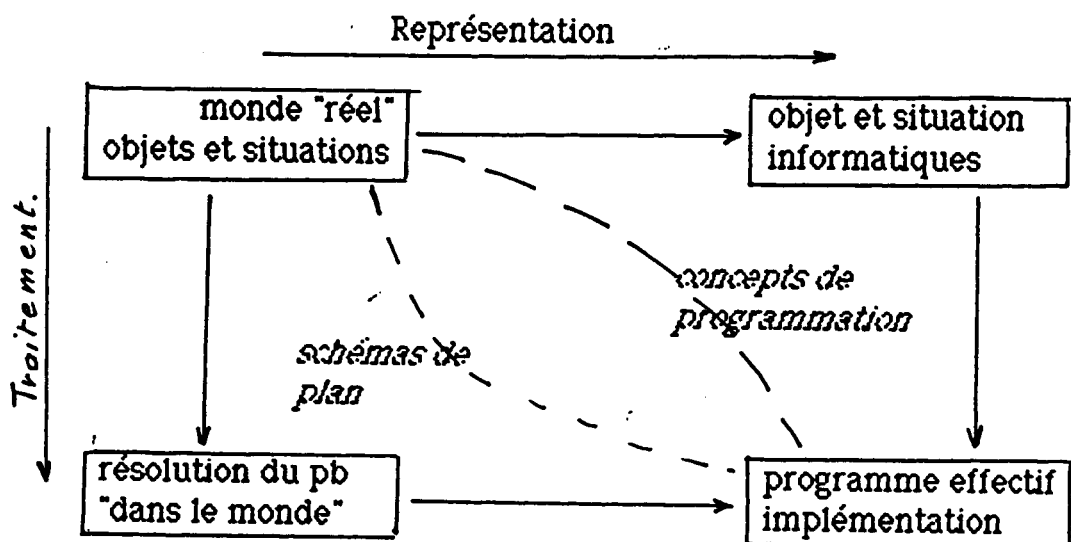
L'initiation pré-professionnelle informatique concerne les formations techniques au lycée, et surtout celles du premier cycle universitaire scientifique. Elle vise à la fois des acquis en informatique, et la maîtrise d'un outil pour travailler dans les domaines d'engagement professionnel ultérieur (mathématiques, sciences physiques, gestion, ...).

La formation professionnelle a deux visées : produire des concepts, des méthodes, des outils informatiques nouveaux, former à l'utilisation de l'informatique pour résoudre des problèmes professionnels particuliers (production, gestion, information, ...). Les attentes sont différentes en ce qui concerne les acquis conceptuels.

Les travaux en D.I. ont jusqu'à présent été centrés essentiellement sur l'alphabétisation et ont concerné la programmation de façon dominante.

Le schéma suivant met en évidence les deux dimensions majeures dans un problème de programmation : la représentation et le traitement (de données).

Du problème dans le monde au texte implémentable du programme :



Deux voies contrastées sont possibles pour passer d'un problème "dans le monde" à un texte de programme implémentable sur un dispositif informatique donné :

- l'une de type procédural dominant commence par le traitement "dans le monde" (en classes préparatoires il va s'agir d'un problème mathématique, dont on apprend la résolution mathématique que l'on va transcrire en Pascal),
- l'autre de type relationnel dominant qui peut être illustrée par l'utilisation de Prolog ou de langages "orientés-objets" (Smalltalk...) et est centrée sur la représentation des objets et situations.

L'essentiel des recherches concernent les questions de traitement (cf. les recherches sur l'enseignement des structures de contrôle).

L'exigence de réalisation effective (sur un matériel et dans un temps donnés) est une des spécificités majeures de l'informatique. Elle conduit à étudier les acquisitions sur les trois niveaux non indépendants qui interviennent dans l'implémentation d'un programme :

- . le matériel (hardware),
- . le système d'exploitation, dont les fonctions (et la représentation chez l'élève) sont liées à la dimension temporelle de l'exécution,
- . les langages de programmation et les progiciels dont les fonctions et l'usage sont centrés sur la dimension logique de la structuration.

Il faut relever que les enseignants de mathématiques sous-estiment les problèmes liés à la dimension temporelle de l'exécution et privilégient les aspects logiques dans la résolution du problème de programmation. Pourtant une connaissance et une représentation adéquates des fonctions et des caractéristiques du dispositif informatique sont de plus en plus nécessaires dans une perspective professionnelle.

3. Approches et acquis autour de la didactique de l'informatique.

Les travaux de recherche de D.I., autour de la D.I. (centrés sur l'informatique-outil d'acquisition), en psychologie, ont concerné essentiellement l'alphabétisation, avec l'acquisition de notions de base en programmation ; la dominante porte sur la structuration logique (planification, structures de contrôle). L'étude de situations didactiques tient une place mineure dans les travaux publiés en D.I. (les rapports de Rouchier et al. sont en ce sens relativement isolés).

Dans les présentations de problèmes ou de solutions pédagogiques à des questions d'enseignement (l'approche spontanée dans une communauté enseignante) deux approches sont en discussion :

- l'une, qu'on pourrait appeler orientée par les concepts, enseigne des notions de base (variables, structures de contrôle,...) en les liant à des problèmes types et procède ensuite par composition et élargissement de schémas. (Elle est dominante dans l'alphabétisation),

- l'autre, qu'on peut appeler orientée par les problèmes, part de la décomposition (méthodique ?) de problèmes du "monde réel" pour aller vers les concepts de la programmation (on la trouve plutôt en formation professionnelle) ("*Méthode pour l'épreuve d'informatique en Mathématiques Supérieures et Mathématiques Spéciales*" de G. Doweck et B. Fauchet est un manuel représentatif de la première approche ; "*Premières leçons de programmation*" de J. Arsac, de la seconde approche).

Il n'y a pas de recherche empirique sur la construction de connaissances en informatique dépendant de deux types d'approches, mais quelques articles orientés plutôt vers l'ergonomie cognitive.

Des bilans (orientés "Psycho"), des résultats et des questions en cours peuvent être trouvés dans les références bibliographiques non exhaustives :

- "*Informatique*" C.R.D.P. Poitiers MEN éditeur. (Echanges entre enseignants de l'option info.).
- "*Psychologie française*" (revue de la Société Française de Psycho) .
 "*Les langages informatiques dans l'enseignement*", vol. 32.4, 1987.
- "*Le travail humain*" : Psychologie ergonomique de la programmation informatique, 51, 4, 1988.
- "*Psychology of programming*" (J.M. HOC, T. GREEN, R. SAMURCAY, D. GILMORE Eds) Academic Press, à paraître.
- Actes du Colloque Francophone sur la D.I. , Paris, 1-2-3 sept. 1988,
 EPI, 13, rue du Jura 75013 Paris.
- R.D.M. spécial LOGO, vol. 8.1.2.
- Actes du Colloque Franco-Allemand de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique (C. LABORDE Ed.) "*La Pensée Sauvage*".
- ROUCHIER et al. (Rapports et textes en publication).
- Articles dans diverses revues (ESM, J.E.P.E., T.S.I, etc ...) et actes de congrès (P.M.E., LOGO,...).

La question soulevée plus haut (schémas ou méthodes) est assez profondément liée à la détermination d'un savoir à enseigner (et à l'étude du savoir enseigné effectif) ; en informatique deux processus possibles de transposition didactique doivent à l'évidence être considérés :

- transposition des pratiques professionnelles d'élaboration (et de suivi) de programmes et systèmes informatiques
- transposition d'une organisation conceptuelle de la discipline "*informatique*".

Dans le premier cas l'élaboration d'un "*savoir savant*", référence pour le savoir à enseigner, se fait par un processus de modélisation et de formalisation des activités de programmation, dans le second par un processus de théorisation et d'axiomatisation des "*objets*" manipulés par l'informatique.

Un "*plan-type*" pour le cycle de vie d'un logiciel élaboré comme "*outil pour l'enseignement à de futurs professionnels*" (I.U.T. ; doc. A.F.C.I.Q.) et les objectifs (extraits des programmes de l'option informatique) de l'alphabétisation en second cycle des lycées donnent 2 exemples de transposition centrée sur les problèmes.

4. Les évolutions et les questions de didactique qui pourraient être posées.

Les recherches sur l'alphabétisation comme celles sur les premières acquisitions considérées du point de vue de la psychologie cognitives semblent marquer le pas. Leur place semble diminuer dans les congrès scientifiques sur la formation (P.M.E., E.A.R.L.I.). On peut s'attendre à un certain regain avec l'intérêt tourné vers Prolog ou Smalltalk perçus comme moyens de contourner les obstacles rencontrés dans l'enseignement.

En ergonomie cognitive, l'orientation se porte sur les moyens (aides et formation) de l'efficacité professionnelle sur les gros programmes, prenant en compte également le caractère collectif de l'activité professionnelle.

Sur un plan proprement didactique - que n'aborderont ni les psychologues ni les enseignants tournés vers l'ingénierie - des questions se posent :

- étude didactique de l'évolution historique de l'enseignement de l'informatique, des transformations en relation avec les exigences d'une noosphère qui doit intégrer le monde professionnel,
- étude "*en temps réel*" des processus de transposition didactique, dans une période où les pratiques ne sont pas encore figées dans le système éducatif,
- impact sur la transposition didactique des représentations qu'ont le système d'enseignement, la noosphère, les enseignants, sur la "*nature*" d'un problème en informatique et sur les caractères d'un programme (suite de calculs, fonction, relation),
- comparaison de processus didactiques en mathématiques et en informatique, étudiant les effets des différences de situation : existence d'une relation enseignants-université institutionnellement reconnue par la noosphère ; lieux institutionnels d'interaction et de formation des enseignants ; cahier des charges pour l'option exigeant l'existence d'équipes pluridisciplinaires...

Une question fondamentale ouverte est la pertinence des concepts et méthodes élaborés en didactique des mathématiques pour développer la recherche en didactique de l'informatique. Une autre question est celle de l'imbrication de questions de didactique des mathématiques et de didactique de l'informatique : dans les problématiques de preuve et de validation ; dans la définition de situations didactiques co-construisant connaissance en mathématiques et informatique (programmation outil pour les mathématiques par exemple) ; dans l'étude des rapports entre les deux systèmes de modélisation qu'offrent respectivement mathématiques et informatique, considérées toutes deux comme "*sciences pour l'action*" (LEBESQUE) avec des propriétés opératoires distinctes...