

L'UTILISATION DE LA MICRO-INFORMATIQUE EN EDUCATION PHYSIQUE : La croisée des chemins

Gil DENIS

1. INTRODUCTION

Longtemps abordé en termes conflictuels, le mariage de l'informatique et de l'Education Physique et Sportive (EPS) a su, aujourd'hui, trouver des bases où la raison l'emporte sur la passion. Son histoire, malgré sa jeunesse, porte déjà les marques d'une volonté d'adapter un outil éminemment intellectuel à la spécificité d'une discipline dont l'essence même, le corps, semble mal s'en accommoder [DENIS 91] [DENIS 92] [DUPUIS 92]. S'échappant des schémas traditionnels de l'EAO, l'informatique appliquée à l'EPS a tout naturellement développé une problématique propre essentiellement fondée sur la manipulation directe de l'outil informatique par l'enseignant en temps différé, ou indirecte par l'enseigné en temps réel. Rares sont les applications dont la vocation est de participer directement à l'action pédagogique en cours « sur le terrain » [CALMET 91] [GJURASEVIC 91] [MORENO & HIPHAINE 91].

Malgré cette spécificité, les formes qu'ont revêtues et que revêtent actuellement les applications informatiques pour l'EPS suivent des voies parallèles avec celles construites par et pour les autres disciplines. C'est ainsi que nous pouvons repérer trois phases significatives : la phase « gestion », la phase « tableur » et la phase « EIAO »¹. Notre propos cherche à mettre en évidence la rupture qu'entraîne l'avènement de la dernière phase dont la méthodologie est liée à l'intelligence artificielle.

Dans ce qui suit, nous allons tout d'abord retracer l'évolution de ce que nous pouvons nommer le « mouvement informatique et EPS ». Dans un deuxième temps, nous aborderons l'impact de l'introduction des concepts et des outils de l'intelligence artificielle. Enfin, nous tenterons de comprendre en quoi cette introduction peut amener des

1. EIAO : Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur.

bouleversements dans les connaissances manipulées au sein du champ des Activités Physiques et Sportives.

2. DE LA PHASE « GESTION » A LA PHASE « TABLEUR »

L'informatique appliquée au champ des Activités Physiques et Sportives commence tout naturellement par l'aide à la résolution de problèmes de gestion. Calculer des moyennes, transformer des performances en notes, établir des bulletins trimestriels furent donc les premières applications des passionnés de micro-ordinateurs. Paradoxalement, ce type d'application qui présente bien peu de spécificité par rapport à notre discipline, est, pour une bonne part, redevable des bouleversements engendrés par le contrôle en cours de formation des épreuves d'EPS du baccalauréat. La complexité du système d'évaluation stimule alors bon nombre de programmeurs.

Bien sûr, la gestion des notes n'est pas le seul domaine d'investigation. On peut noter pêle-mêle des applications permettant de gérer financièrement une association sportive, la gestion d'un cross d'établissement (on se rapportera à ce propos aux travaux de Alain MOREAUX [MOREAUX 85]), etc.

Les caractéristiques des agents impliqués dans cette première étape permettent également de mieux comprendre les débuts du phénomène « Informatique et EPS ». Passionnés d'informatique mais enseignants avant tout, ces programmeurs développent des produits pour régler des problèmes ponctuels liés aux difficultés « du terrain ». Ecrits pour fonctionner sur un ordinateur spécifique, ils sont généralement dotés d'une interface rustique que seuls les initiés peuvent aborder. La commercialisation de ces logiciels n'est donc pas encore à l'ordre du jour.

Mais la conjoncture est favorable pour que le phénomène « Informatique et EPS » grandisse. L'EAO fait officiellement son entrée dans les établissements scolaires à grand renfort de stages. De plus, la disparité du matériel, frein extrêmement puissant au développement informatique, s'efface devant la standardisation liée aux matériels dits « compatibles IBM PC ».

Alors très vite, une autre dimension s'ouvre. Elle marque l'introduction de l'informatique dans des problèmes directement pédagogiques. Utilisant les capacités de calcul des ordinateurs, les logiciels produits alors permettent de traiter quantitativement des

données provenant de l'évaluation ou encore de calculer les charges de travail. Le logiciel « VOLLEY » [BRIENNE 82] est révélateur à cet égard. Écoutons son concepteur le présenter lors du colloque national de Paris en 1982 : « Il s'agit ici, d'utiliser l'outil informatique, dont la diffusion semble inéluctable, en vue d'un gain de temps dans le dépouillement d'observations faites sur le terrain, en situation de jeu » [BRIENNE 85]. Le logiciel recueille les données de l'observation (les données sont codées) et en fait un traitement statistique : % de services réussis, % de mobilité, etc. Patrick DUPUIS décline également le thème de l'évaluation des sports collectifs : « L'objectif de "mon travail" est donc de créer un outil d'observation. Celui-ci permettrait de remplacer la grille d'observation en papier par une feuille "électronique" offrant de grands avantages : plus grande rapidité de transcription, codage des paramètres à observer, plus grande fiabilité de la transcription, archivage rapide des données, exploitation immédiate des données » [DUPUIS 85].

Des applications permettant le calcul de la charge de travail font également leur apparition. L'objectif visé est alors d'individualiser le travail foncier d'un élève en confiant à un ordinateur tous les calculs nécessaires à l'opérationnalisation d'un objectif. Des logiciels comme « Entraînement Aérobic Assisté par Ordinateur » [LADAUGE 88] ou « Préparation Physique Assistée par Ordinateur » [DENIS 89] sont capables de déterminer très exactement le niveau optimum de travail en endurance d'un individu en fonction d'un objectif donné, à partir d'un simple test de mesure indirecte de la vitesse maximale aérobic.

L'ordinateur n'est plus seulement une machine à tirer des listes d'élèves. Son but est de permettre une plus grande pertinence pédagogique en tentant de tirer des informations d'un grand nombre de données ou en individualisant le travail des élèves. Mais fondamentalement, le principe majeur qui guide les applications informatiques à ce moment est celui du « tableur ». Il s'agit avant tout de recueillir des données, de les passer au crible d'équations de traitement et de restituer un résultat que l'enseignant devra interpréter.

En somme, l'ordinateur n'a fait que relayer la calculette. Mais en apportant un confort d'utilisation plus grand aussi bien au niveau de la saisie des informations que dans leur restitution, et en augmentant très significativement les capacités de programmation, l'ordinateur a vulgarisé des pratiques existantes. Les travaux menés par Jean Pierre CLEUZIOU sont révélateurs à cet égard [CLEUZIOU 84]. Pourtant très performant, le modèle de notation sur la base d'une évaluation

statistique fonctionnant sur une calculette programmable n'a pu être réellement exploité que lorsqu'il a été implanté sur un micro-ordinateur. Des logiciels comme NOMOGRAM [THIVENT 92a] ou SIMEVAL [THIVENT 92b], véritables simulateurs de systèmes de notation, montrent que le recours à l'outil informatique a permis une réelle exploitation ... de connaissances développées depuis plus de dix ans.

Cette conception du « tableur » a encore de beaux jours devant elle tant les besoins sont nombreux.

3. LA PHASE « EIAO »

Mais cette vision de l'informatique capable, uniquement, de faire mieux et plus vite des opérations de calcul nous semble aujourd'hui éminemment restrictive. C'est en effet se priver des capacités de manipulation symbolique actuellement développées sur les ordinateurs. C'est aussi ignorer tout l'apport de l'informatique dans la résolution « intelligente » de problèmes. Le passage du concept d'Enseignement Assisté par Ordinateur à celui d'Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur marque un tournant aussi bien dans les problématiques traitées par les logiciels que dans la place même de l'informatique.

Le concept de résolution « intelligente » de problèmes appelle quelques commentaires. Un tableau d'allure, une charge de travail, les notes des élèves, le traitement des données d'une évaluation de sports collectifs ne sont que des produits « froids » de l'ordinateur. Ils ne nécessitent aucune intelligence spéciale et sont le résultat d'opérations simples, parfaitement repérées. Ces opérations, ou algorithmes, se déroulent suivant un processus chronologique immuable. Ils ne peuvent donc prendre en compte que des problèmes pour lesquels des solutions, et le mode d'obtention de ces solutions, sont connus. Par exemple, aussi compliqué que soit le modèle de notation utilisé, il se résume à une suite d'opérations simples et ordonnées qui aboutit à un résultat attendu, pour peu que tous les éléments nécessaires soient présents.

Mais tous les problèmes ne sont pas modélisables sous la forme d'algorithmes. Une évaluation pédagogique, par exemple, ne suit pas une logique hiérarchisée, repérée et universelle. La raison en est simple. Le raisonnement humain peut prendre en compte l'incertain et se faire une opinion sans posséder avec certitude l'ensemble des facteurs. Or la démarche algorithmique suppose que toutes les incertitudes aient été préalablement levées de manière à ce que l'ordinateur ne se trouve pas

devant un choix qu'il sera incapable de résoudre. Ce modèle déterministe est donc inapte à prendre en compte des problèmes dont les algorithmes de résolution ne sont pas connus.

Si le principe du recours à l'intelligence humaine semble alors la seule alternative aux méthodes déterministes, sa mise en oeuvre ne va pas sans poser quelques problèmes. Il nous faut, en effet, passer d'un système axé sur des équations préalablement reconnues à un système capable de manier des concepts, des objets. En développant les notions de règles de production, de moteurs d'inférences, de schémas etc. l'intelligence artificielle a rendu possible les premières manipulations symboliques à partir de machines conçues pour fonctionner de manière séquentielle. Mieux qu'un nouveau style de programmation, c'est une nouvelle philosophie de l'informatique qui se dégage de ces nouvelles méthodologies, dépassant la simple consommation de connaissances pour aborder les notions de simulation du raisonnement humain.

4. LA REVOLUTION DES CONNAISSANCES

Le premier apport que l'on pourrait attribuer à cette démarche concerne l'utilisation de systèmes simulant le raisonnement d'expert dans une discipline donnée. Les systèmes experts [QUERE 91], puisqu'il s'agit d'eux, sont censés favoriser la prise de décision. Pris en tant que tels, ils suivent la même logique de consommation de la connaissance que les programmes traditionnels, et n'apportent donc pas cette nouveauté évoquée plus haut.

C'est donc sous l'angle de leur construction qu'il faut y trouver leur pertinence. Programmer le calcul d'une charge de travail offre certes un outil intéressant, mais ne fait pas progresser la connaissance dans ce domaine puisqu'il s'agit simplement de transcrire dans un langage particulier des équations parfaitement connues. Au contraire, dans le cas des systèmes exploitant la connaissance liée à l'expérience humaine, il s'agit de construire, au préalable, les lois qui seront injectées dans le programme. Puisque l'être humain se construit des modèles qui lui permettent d'appréhender une connaissance dont la qualité et la subtilité dépassent les capacités quantitatives de son cerveau, le véritable problème consistera donc à disséquer ces modèles pour en comprendre les lois. La notion d'expert a, ici, son importance. Si nous admettons la prédominance de la connaissance de l'être humain par rapport à des modèles théoriques et déterministes, nous devons également admettre que nous avons à faire à un type de savoir se situant sur un autre plan

que celui évoqué jusqu'à présent. En effet, l'être humain se forge son propre modèle de référence et l'affine en permanence dans la confrontation de ses acquis aux contraintes de la réalité, dès lors qu'il y a nécessité pour lui de résoudre un problème. Le savoir se transforme donc par intégration successive des informations dans la logique du système déjà construit. Ce que nous nommons le « feeling » ou l'intuition n'est jamais que l'expression de cette faculté à synthétiser un grand nombre d'informations, de manière à limiter l'emploi peu rapide et incertain du cerveau analytique. C'est la qualité de cette adaptation qui donne le qualificatif d'expert. Le haut niveau d'intégration du savoir, la pertinence des solutions construites par l'expert au fil de ses propres expérimentations garantissent la présence d'une connaissance cohérente et opératoire mise en évidence au moyen de transfert d'expertise.

Appliqués à des experts de disciplines sportives, les transferts d'expertise réalisés à l'UFR STAPS de l'Université NANCY I [DENIS 88] [PAYEN 89] ont montré que la prise de décision pédagogique était entièrement fondée sur quelques indices opératoires et un certain nombre de règles permettant de manipuler ces indices et construire un diagnostic.

Les indices utilisés par les experts possèdent deux propriétés [DENIS 93] :

- d'une part, ils reposent sur les conceptions fondamentales qu'admettent ces experts vis-à-vis de leur matière. Ils représentent donc, sous une formalisation claire et précise, les fondements conceptuels de la didactique d'une activité.
- d'autre part, ils sont, soit la synthèse de micro-indices multiples mais convergents, soit l'opérationnalisation de signes non mesurables. Dans les deux cas, ils ont un but opératoire évident, soit limiter le nombre de signes à observer et à interpréter, soit rendre appréhendable un indice conceptuel.

Un indice est chargé d'une signification que l'expert a parfois mis plusieurs années à cerner. Par exemple, le logiciel d'aide à l'enseignement de la natation AQUAO [DENIS et Col, 90], utilise la distance réalisée en nage crawl lors d'un test de durée. Pour l'expert, cette mesure est représentative du niveau de maîtrise respiratoire. Un référentiel de comportement respiratoire est donc indexé à l'échelle des distances réalisées en crawl [PAYEN et DENIS 93].

La mise en évidence ainsi que la formalisation des indices et des règles qui les accompagnent nous permettent alors de construire une

connaissance pratique d'une activité. Ce faisant nous avons le sentiment de participer à la clarification d'un savoir qui se présente habituellement sous une forme floue et disparate. Tout dans les contraintes de l'informatique et les possibilités de l'Intelligence Artificielle se prête à cette émergence de modèles cohérents. L'ordinateur ne « lit pas entre les lignes », ni ne « comprend à demi-mot ». Ce fonctionnement spécifiquement humain, où le non-dit règne en maître, est à l'origine de nombreuses incompréhensions entre l'émetteur et le récepteur. L'enseignant, bien que professionnellement prévenu, ne sait pas forcément éviter le piège de l'évidence non explicite tant ses règles de fonctionnement sont différentes de celles de ses élèves. Le discours humain utilise toujours des raccourcis fondés sur l'idée qu'une partie de la connaissance manipulée est partagée par ceux qui écoutent. Le piège est alors de croire que certains faits sont tellement évidents qu'ils n'ont pas besoin d'être explicités.

L'ordinateur ne peut pas fonctionner de cette manière. La connaissance dont il rend compte lorsqu'il simule les modèles humains ne supporte pas l'à-peu-près, car aucune histoire n'est inscrite dans ses circuits électroniques. Chaque fait, chaque liaison entre les faits doivent être formellement explicités sous peine d'une dysfonction du modèle. Loin de considérer ce mode opératoire comme une lourdeur capable d'amuser les seuls informaticiens, il faut, au contraire, y voir la faculté de tester la validité de nos constructions. L'intelligence artificielle nous enseigne la rigueur des raisonnements. L'informatique nous impose la clarté de nos modes de fonctionnement. Le mariage de cette science et de cette méthodologie nous invite à reconsidérer le formalisme du savoir que nous devons transmettre. Faire savoir notre savoir-faire nécessite un décorticage de nos connaissances sous la forme de règles rendant compte très explicitement des concepts et des objets que nous manipulons, ainsi que les liens que nous tissons entre eux.

Rigueur imposée, certes, mais rigueur nécessaire puisque l'ordinateur met en évidence les failles de nos discours. Rigueur salutaire, même si, en élaborant les modèles représentatifs du fonctionnement de l'expert, nous figeons une connaissance qui est fondamentalement dynamique. C'est l'effet pervers de ces systèmes, qui en tentant de représenter l'organisation du savoir afin de mieux le partager, simplifient le discours et abandonnent les détails jugés superflus. C'est peut-être le prix à payer pour plus de clarté et de cohérence dans nos contenus didactiques. C'est certainement le fait d'une

pauvreté méthodologique quant à nos capacités actuelles à extraire et à formaliser le savoir.

5. CONCLUSION

La réalité de l'enseignement de l'Education Physique et Sportive n'a pas permis une exploitation de l'outil informatique dans les conditions et les principes fondant l'EAO. Le développement d'applications, d'abord dans le domaine de la gestion, puis dans celui du pédagogique, peut donc être présenté comme une tentative (réussie ?) d'adaptation aux spécificités de cette discipline. Toutefois, il semble que nous assistons à l'émergence d'une deuxième voie utilisant les principes de l'intelligence artificielle.

Suite attendue d'une évolution logique ou véritable rupture dans le type de connaissances manipulées, il est certes trop tôt pour le dire. Il est toutefois indéniable que l'informatique participe dorénavant à un processus qui dépasse la simple consommation d'informations pour éclairer l'organisation même de la connaissance. En cela elle privilégie la pertinence de la construction du savoir. « Il ne suffit pas d'accumuler des connaissances (de les apprendre par coeur par exemple)... », mais il « faut également se forger un mode d'utilisation, une batterie d'heuristiques qui guident l'apprenant dans la plupart des situations » [GRANDBASTIEN 86] [GRANDBASTIEN 90].

L'informatique appliquée aux Activités Physiques et Sportives ne peut plus alors être seulement perçue comme la simple mise en oeuvre d'outils facilitant le travail de l'enseignant ou favorisant la transmission du message pédagogique vers l'enseigné. Elle est vecteur d'investigation sur la connaissance qui fonde la didactique de notre discipline.

Gil DENIS

Laboratoire d'Analyses Diversifiées des Activités Physiques & Sportives
(LADAPS)

Services d'Etudes et de Recherches en Informatique Appliquée aux APS
(SERIA)

Université de NANCY I (UFR STAPS)

Le LADAPS est un laboratoire composé de différentes équipes utilisant des méthodologies diversifiées pour interroger le champ des Activités Physiques et Sportives. Le travail présenté ici est issu de l'équipe « Informatique, formalisation et modélisation des APS ».

Le SERIA a pour buts de favoriser le recours aux techniques de l'informatique dans la formation des étudiants de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et

Techniques des Activités Physiques et Sportives, et de participer au développement d'applications spécifiques à ce milieu.

BIBLIOGRAPHIE ET LOGICIELS CITES

[BRIENNE 82]

BRIENNE Pierre. *Logiciel VOLLEY*. Commercialisation assurée par l'auteur.

[BRIENNE 85]

BRIENNE Pierre. « Utilisation de l'outil informatique pour l'appréciation du niveau de jeu d'équipe pratiquant le volley-ball en milieu scolaire ». *Colloque national « apport de l'informatique à l'EPS »*. Paris, Imprimerie nationale, p. 65-69, 1985.

[CALMET 91]

CALMET Michel. *Enseignement assisté par ordinateur en judo. Proposition d'un programme d'EAO. Utilisation de nouvelles technologies dans la formation*. Mémoire en vue de l'obtention du brevet d'état 3, 1991.

[CLEUZIOU 84]

CLEUZIOU Jean Pierre. *Notation et rénovation en éducation physique et sportive*. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP. Paris, INSEP, 1984.

[LADAUGE 88]

LADAUGE Patrick. « Logiciel EAAO - Entraînement à l'Endurance Assisté par Ordinateur ». Paris, *Revue EPS*, 1988.

[DENIS 88]

DENIS Gil. *De la formalisation des connaissances en natation sportive à la construction d'un outil d'aide à la décision pédagogique par ordinateur*. Mémoire de DEA en Sciences et Techniques des APS, Université de Nancy I, Novembre 1988.

[DENIS 89]

DENIS Gil. *Logiciel PPAO - Préparation Physique Assistée par Ordinateur*. Paris, NEVES Electronique, 1989 (version 4, 1991).

[DENIS 91]

DENIS Gil. « L'informatique au service des enseignants d'Education Physique & Sportive. Emergence d'une nouvelle approche ». *Actes de l'Université d'été « Informatique et EPS » de Saint-Denis de la Réunion*, juillet 1991, p. 17-23, Ed : UFR STAPS NANCY, 1991.

[DENIS 92]

DENIS Gil. « Informatique et STAPS : introduire l'intelligence artificielle ». *Actes du premier colloque International « Outil Informatique : Application au sport et à l'EPS »* (OIASEP'92), Chatenay-Malabry, France, 26-27 Mai 1992.

[DENIS 93]

DENIS Gil. *Fondements Méthodologiques : les systèmes à quadrants didactiques*. Nancy : Presses Universitaires de Nancy, 1993.

[DENIS et Col 90]

DENIS Gil, PAYEN Michel et THIVENT Bernard. *Logiciel AQUAO*. Paris, NEVES Electronique, 1990.

[DUPUIS 85]

DUPUIS Patrick. « Utilisation d'un micro-ordinateur pour l'observation de sports collectifs lors de séances d'EPS ». *Colloque national « Apport de l'informatique à l'EPS »*, 1985, Paris, Imprimerie nationale, p. 41-48.

[DUPUIS 92]

DUPUIS Patrick. « Pour une typologie des applications informatiques en EPS ». *Actes du premier colloque International « Outil Informatique : Application au sport et à l'EPS »* (OIASEP'92), Chatenay-Malabry, France, 26-27 Mai 1992.

[GJURASEVIC 91]

GJURASEVIC Luc. « Le lièvre, la puce et la tortue. Etudes sur les variations d'allure ». *Actes de l'Université d'été « Informatique et EPS » de Saint-Denis de la Réunion*, juillet 1991, p. 65-67, Ed : UFR STAPS NANCY, 1991.

[GRANDBASTIEN 86]

GRANDBASTIEN Monique. « Evolution de l'informatique : du traitement des données à l'utilisation des connaissances ». *Actes du colloque Franco-Néerlandais de Royaumont : l'informatique dans les formations tertiaires*. Paris, Mai 1986. Ministère de l'Education Nationale.

[GRANDBASTIEN 90]

GRANDBASTIEN Monique. *Les technologies Nouvelles dans l'enseignement général et technique*. Paris, Collection des rapports de l'état, la documentation française, 1990.

[MOREAUX 85]

MOREAUX Alain. « Apport de l'informatique dans les compétitions d'athlétisme en milieu scolaire ». *Colloque national « Apport de l'informatique à l'EPS »*, 1995, Paris, Imprim. nationale, p. 85-88.

[MORENO & HIPHAINE 91]

MORENO Guy et HIPHAINE Alex. CLEPSYDRE, ... « Ça coule de source ». *Actes de l'Université d'été « Informatique et EPS » de Saint-Denis de la Réunion*, juillet 1991, p. 71-76, Ed : UFR STAPS NANCY, 1991.

[PAYEN 89]

PAYEN Michel. *Elaboration et validation d'un outil d'aide à la décision pédagogique à l'usage des enseignants d'EPS, en natation au baccalauréat*. Mémoire de DEA en Sciences et Techniques des APS, Université de Nancy I, 1989.

[PAYEN et DENIS 93]

PAYEN Michel, DENIS Gil. *La natation*. Nancy : Presses Universitaires de Nancy, 1993.

[QUERE 91]

QUERE Maryse et Col. *Systèmes experts et EAO*. Paris, Ed ORPHYS, 1991.

[THIVENT 92a]

Logiciel *NOMOGRAM*. Paris, NEVES Electronique, 1992.

[THIVENT 92b]

Logiciel *SIMEVAL*. Paris, NEVES Electronique, 1992.