

ENSEIGNEMENT À DISTANCE Minitel et corrigé personnalisé

Anissa BENALI

I - OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Les activités de recherche et de développement dans le domaine de l'enseignement à distance au sein du Conservatoire National des arts et métiers (CNAM), ont donné lieu à un certain nombre de réalisations. C'est l'une de ces réalisations qui fait l'objet de cette communication.

Cette réalisation grandeur nature sur un nombre important d'étudiants, fait suite à l'examen d'initiation à l'informatique générale du CNAM. Son objectif est de permettre à tout élève d'accéder au serveur [SHAKAR 91]¹, à l'aide d'un terminal minitel pour prendre connaissance de ses résultats et de ses propres erreurs. Jusqu'à ce jour les élèves avaient connaissance du corrigé type dont l'intérêt pédagogique est limité. En effet, il ne précise pas aux étudiants ce qui est erroné dans leurs réponses mais il leur indique simplement ce qu'il fallait faire : méthodes utilisées et résultats.

Il sera alors difficile à l'élève, qui a utilisé une démarche différente de celle du corrigé-type, de trouver ses erreurs notamment celles dues à un mauvais raisonnement.

Considérons le cas d'un enseignement *présentiel* et particulièrement celui d'une séance d'exercices dirigés où l'enseignant suit en *général* l'activité de chaque élève. Il est alors capable de suivre sa démarche et lui dire de façon précise et au moment où il le juge utile ce qui est incorrect dans sa démarche. A aucun moment, il n'imposera sa méthode à l'élève, sauf si ce dernier n'a aucune connaissance sur le sujet traité. Ainsi, les élèves qui ont utilisé une démarche complètement différente de celle de l'enseignant, seront capables de trouver leur propres erreurs.

1. Un serveur pédagogique a été développé à titre expérimental, il est consultable à distance dans le cadre du système Télétex français (utilisation des terminaux minitel).

Après un examen, les choses se déroulent à peu près de la même manière, puisque l'enseignant reçoit chaque étudiant et commente avec lui sa copie.

Cette tâche devient impossible, dès que le nombre d'élèves est trop important. D'où l'idée de l'utilisation d'un corrigé personnalisé. Nous voulons en quelque sorte que le corrigé personnalisé reproduise en différé une séance de travaux dirigés. C'est-à-dire à partir des réponses données par l'élève, il est capable dans la plupart des cas de retrouver sa démarche, de l'analyser et de lui indiquer ses erreurs.

La motivation de l'élève paraît alors plus grande car il ne se consacre qu'à la compréhension de ses seules erreurs. De plus il est capable de faire le lien entre le corrigé-type et ses propres réponses.

Avant de présenter la méthode du corrigé personnalisé, il semble nécessaire de présenter l'examen qui a donné lieu à cette correction automatique.

II - PRÉSENTATION DE L'EXAMEN

L'examen concerne le cours d'initiation à l'informatique générale du CNAM qui existe depuis au moins une vingtaine d'années.

L'examen est constitué de deux parties, notées chacune sur dix points :

- 1- La première partie formée de trente (30) questions à choix multiple qui portent sur l'ensemble du cours et dont l'objectif est le contrôle des connaissances acquises. Etant donné, le nombre très important des inscriptions à cette demi-valeur, cette partie a toujours été corrigée de façon automatique. Les réponses des élèves sont saisies et la note attribuée est déduite de la formule :

[(nombre de réponses correctes - 10) * 0,5] qui a été établie de façon à supprimer les réponses au hasard. En vingt ans d'enseignement, il n'y a eu que trois élèves qui ont obtenu les trente réponses justes...

- 2- La deuxième, notée également sur dix points, est formée de plusieurs exercices dont l'objectif est de vérifier le savoir faire ou le savoir utiliser des connaissances acquises car il faut rappeler que cet enseignement est à caractère professionnel. Il est évident que pour cette partie, la correction des copies est indispensable (2 488 copies corrigées en 1983-1984)

III - LE CORRIGÉ PERSONNALISÉ

L'examen étant composé de deux parties, une partie questions à choix multiple (QCM) et une partie exercices, le corrigé personnalisé sera également présenté en deux parties.

III-1 Correction personnalisée des QCM :

En ce qui concerne la première partie, elle s'est toujours faite de façon automatique car à partir des réponses données par l'élève aux trente questions à choix multiple et qui sont saisies, un programme de correction automatique, en déduit le nombre de réponses correctes parmi les trente et applique la formule présentée précédemment pour attribuer une note à l'élève.

Pour que la correction de cette partie soit personnalisée, chaque réponse donnée par l'élève, est traitée et commentée par le système de correction personnalisée qui lui indique la bonne réponse dans le cas où la sienne est erronée, ou lui précise la démarche à suivre dans le cas où il n'a pas répondu à la question.

Les trois cas possibles, sont illustrés à travers les exemples ci-après :

(1) Cas où l'élève donne une réponse fausse à une question à choix multiple

Écran 1

A la question :

Quelle est la longueur minimale du mot, de longueur fixe, nécessaire pour codifier, en binaire pur, les 36538 communes de France ?

Réponse 1 : 05

Réponse 2 : 15

Réponse 3 : 16

Réponse 4 : 17

Vous avez donné la réponse 1

tapez

suite

Écran 2**Votre réponse est fausse**

Elle correspond à la longueur du mot en codification décimale. Il faut utiliser la formule de l'assignation sémantique d'un langage binaire. On sait que la longueur minimale est la valeur entière x , égale à la plus petite puissance de 2 supérieure ou égale à la capacité de l'ensemble à représenter :

Ici, on a : $2^{x-1} < 36536 \leq 2^x$

donc : $x = 16$

La bonne réponse était la 3.

(2) Cas où l'élève ne répond à la question (non réponse)**Écran 1****A la question :**

Quelle est la longueur minimale du mot, de longueur fixe, nécessaire pour codifier, en binaire pur, les 36538 communes de France ?

Réponse 1 : 05

Réponse 2 : 15

Réponse 3 : 16

Réponse 4 : 17

Vous n'avez pas répondu

tapez

suite

Écran 2

Il faut utiliser la formule de l'assignation sémantique d'un langage binaire. On sait que la longueur minimale est la valeur entière x , égale à la plus petite puissance de 2 supérieure ou égale à la capacité de l'ensemble à représenter :

Ici, on a : $2^{x-1} < 36536 \leq 2^x$

donc : $x = 16$

La bonne réponse était la 3.

(3) Cas où l'élève donne la bonne réponse**Écran 1****A la question :**

Quelle est la longueur minimale du mot, de longueur fixe, nécessaire pour codifier, en binaire pur, les 36538 communes de France ?

Réponse 1 : 05

Réponse 2 : 15

Réponse 3 : 16

Réponse 4 : 17

Vous avez donné la réponse 3

tapez

suite

Écran 2**Votre réponse est JUSTE.**

Il faut utiliser la formule de l'assignation sémantique d'un langage binaire.

Ici, on a : $2^{x-1} < 36536 \Rightarrow 2^x$

donc : $x = 16$

La bonne réponse est bien la 3.

Il est évident que le traitement des réponses aux questions à choix multiple est simple, puisque les réponses proposées pour chaque question sont connues à l'avance.

III-2 CORRECTION PERSONNALISÉE DE LA PARTIE EXERCICES :

En ce qui concerne cette partie, les copies sont corrigées suivant une méthode particulière, qui permet de reproduire pour chaque exercice traité les démarches utilisées par l'élève. L'ordinateur pourra ensuite analyser ces démarches en indiquant à l'élève ce qui est erroné.

La méthode consiste à établir une liste ordonnée de tests (pointeurs pédagogiques) que nous pouvons schématiser à l'aide d'une arborescence (voir Figure 3), puisque le cheminement d'un exercice peut être vu d'une façon arborescente.

Chaque noeud de cette arborescence représente un test qui sera caractérisé par un code d'identification. Il y aura autant d'arborescences que d'exercices ou problèmes .

Au fur et à mesure que l'enseignant corrige une copie, il coche les cases d'une grille de correction (voir annexe A pour un exemple de grille) par rapport à la série de tests. L'identification des cases et des tests se fait de la même manière. Ainsi la case A correspond au test A et elle ne sera cochée que si la valeur du test A est vraie (réponse oui).

Le résultat de cette démarche est un vecteur (voir annexe B pour un exemple) où chaque élément représente un test pour lequel la valeur est vraie. En d'autres termes, seules les cases cochées seront saisies.

Le vecteur représente un cheminement à l'intérieur de l'arborescence qui correspond à un cheminement de la pensée, c'est à dire au raisonnement ou à la démarche suivie par l'élève. Il y aura alors autant de vecteurs que de cheminements possibles.

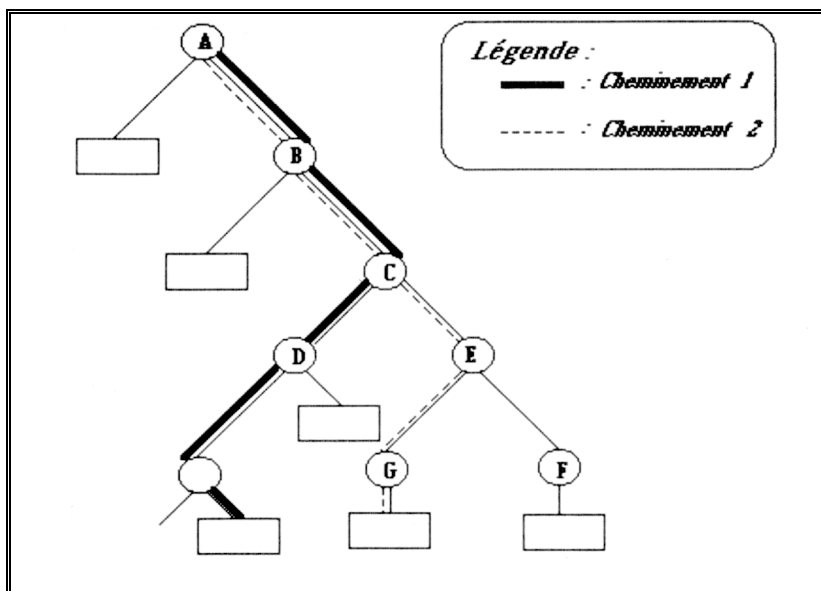


Figure 3 : Un exemple d'arborescence

Un des traitements de ce vecteur, qui correspond à l'analyse du cheminement de l'élève, permet de produire des explications individualisées sur chaque erreur commise. Le traitement se fait de façon automatique car c'est l'ordinateur qui analyse les vecteurs et qui génère les messages correspondants aux erreurs commises

Les pointeurs pédagogiques ou tests doivent être établis de façon précise, car en fonction du nombre de tests, une multitude de cheminements sont possibles à l'intérieur de l'arborescence et nous pouvons aboutir au phénomène d'explosion combinatoire.

Une connaissance parfaite du domaine ainsi qu'une maîtrise des erreurs dans ce domaine sont indispensables pour l'établissement d'une liste exhaustive et précise de pointeurs.

L'élaboration d'un corrigé personnalisé n'est pas chose facile à faire, il est le résultat d'un travail de longue haleine dans le domaine de la recherche des erreurs [Benali 90].

Pour pouvoir dire à un instant donné t et à un élève x , quelles sont les erreurs qu'ils a commises, il faut disposer des moyens nécessaires pour le faire.

Il ne s'agit pas seulement de recenser pour chaque notion ou concept l'ensemble des erreurs qui sont susceptibles de se produire mais

il faut également pouvoir les classer selon certains critères afin d'une part, faciliter leur diagnostic et d'autre part de les expliquer de façon précise.

Le système de diagnostic est en lui même difficile à réaliser, il doit être capable de cibler l'erreur. Quand l'erreur est élémentaire c'est-à-dire se produisant seule, elle est facilement décelable. A l'inverse, quand une erreur est composée, c'est-à-dire combinée avec d'autres erreurs, le diagnostic paraît plus délicat. D'où la nécessité de disposer d'une bonne analyse des erreurs (type, origine, enchaînement...).

Nous avons ainsi, à partir du corpus d'erreurs répertoriées, constitué une base de connaissances erronées que nous avons utilisée pour mettre au point la méthode produisant le corrigé personnalisé.

Ce travail n'a évidemment d'intérêt que s'il concerne de gros effectifs car l'enseignant qui a une classe de trente élèves pourra lors d'un examen quelconque faire l'effort de préciser sur chaque copie, ce qui est erroné dans les réponses données, que ce soit du point de vue calculs, raisonnement ou autres. Mais ce travail devient impossible dès que le nombre d'élèves excède la cinquantaine.

Il paraît alors intéressant d'appliquer la méthode du corrigé personnalisé lors de l'épreuve du baccalauréat. Ainsi, les étudiants ayant échoué à l'examen et qui ne sont en général jamais satisfaits des notes qui leur sont attribuées, pourront accéder à leur corrigé personnalisé qui ne concernera que leurs propres erreurs. Dans ce cas, il est évident que cette méthode n'est pas facile à mettre en oeuvre, puisqu'elle nécessite une bonne maîtrise du diagnostic, de l'analyse, de la compréhension et de l'explication des erreurs pour chaque matière (non théorique). Cette maîtrise ne peut être que le résultat d'une longue expérience dans le domaine de l'enseignement.

L'idée du diagnostic et de l'utilisation des connaissances erronées dans des objectifs très divers, n'est pas nouvelle. En effet au niveau des tuteurs intelligents [Nicaud 88] et particulièrement ceux qui ont traité cette question, chacun avec des caractéristiques propres, nous pouvons citer :

- BUGGY [Burton 82] : est un jeu conçu pour la formation des maîtres qui repose sur une banque de connaissances sur les erreurs produites par les élèves dans le domaine de la soustraction,
- GEOMETRY TUTOR [ANDERSON 85] : est un tuteur en géométrie , dont l'objectif est d'aider l'élève à la découverte de règles mathématiques. Il analyse le raisonnement de l'élève. Grâce

à son catalogue de démarches erronées, il est capable de trouver les erreurs les plus fréquentes.

- HESSER [TCHEEKO 90] : est un didacticiel d'apprentissage du diagnostic d'erreurs en langage machine. Il utilise également une banque d'erreurs .

La démarche de diagnostic, que nous avons proposée pour élaborer le corrigé personnalisé est différente de celle des systèmes précédemment cités parce que les éléments du diagnostic se font de façon manuelle, puisque c'est le correcteur qui coche les grilles de correction et le diagnostic , proprement dit, est déterminé par le traitement informatique (analyse et traitement des tests) qui n'intervient qu'une fois les codes des cases cochées sont saisis et soumis au serveur. Ensuite le diagnostic implique le ou les messages qui composent le corrigé personnalisé.

La méthode du corrigé personnalisé, n'a évidemment d'intérêt que dans le domaine particulier de la correction automatique et que si l'on doit transiter obligatoirement par la correction des copies, qui ne doit pas constituer un inconvénient, car elle se fait de façon très rapide.

La méthode que nous avons décrit se rapproche beaucoup de la démarche de l'intelligence artificielle en ce qui concerne les méta-règles de contrôle et de conduite des traitements. Les méta-règles sont des règles permettant de gérer des connaissances de nature très diverses.

Dans notre cas, le corpus d'erreurs que nous avons répertorié représente les connaissances erronées et la liste des pointeurs représente les méta-règles, à partir desquelles la reconstitution des cheminements des élèves est possible. L'analyse de ces cheminements est réalisée à l'aide d'un ensemble de règles de traitement différentes des méta-règles précédemment citées.

IV - CONCLUSION

Actuellement, le système de correction personnalisée, traite de façon indépendante la partie formée de questions à choix multiple (QCM) et celle formée par les exercices. Les QCM sont également analysées indépendamment les unes des autres.

Un prolongement possible de cette correction, serait alors de créer le lien entre les QCM de même type, en fonction des erreurs commises à chacune de ces questions. Le corrigé serait encore plus performant, si un autre lien est créé entre les QCM et les exercices de même type...

Face à ce système de correction automatique, l'élève n'a aucune initiative, il consulte ses résultats tout en suivant les indications du serveur.

Comment peut-on alors faire participer l'élève, dans ce cadre précis du corrigé personnalisé ?

L'idée serait, de retraiter l'examen avec l'élève, à partir des réponses qu'il a données. C'est à dire, qu'il faut le placer dans un cadre d'enseignement assisté par ordinateur, en situation de résolution d'exercices. C'est vers ce nouvel objectif, que nos prochains travaux s'orienteront.

La méthode du corrigé personnalisé est actuellement expérimenté en grandeur réelle, car l'examen relatif au cours d'initiation à l'informatique générale a eu lieu le 8 février 1992. Il paraît alors intéressant de faire le constat et d'analyser les réactions des étudiants ayant effectivement consulté leurs résultats à distance. Cette analyse est possible, car le système a été réalisé de façon à conserver l'historique détaillé de toutes les interventions. L'étude et l'analyse de cet historique, ainsi que des réactions des étudiants fera probablement l'objet d'une prochaine communication.

Anissa BENALI

Assistante d'informatique au CNAM 292 rue Saint Martin
75141 Paris Cedex 03

V - BIBLIOGRAPHIE

- [ANDERSON 85] J.R. ANDERSON, C.F. BOYLE and G. YOST, « The geome_try Tutor ». In *proceedings of the Ninth International joint conference on artificial intelligence*, IJCAI, August 1985.
- [BENALI 90] Anissa BENALI, *Diagnostic, Analyse, et Explication des erreurs en codification*. Rapport interne. C.N.A.M. 1990.
- [BURTON 82] R. BURTON et J.S. BROWN, « Diagnosing bugs in a simple procedural skill ». In *intelligent tutoring systems*. Academic Press 1982.

- [DUMONT 89a] Bernard DUMONT, *Questionnements et interprétation des erreurs en mathématiques*. Thèse d'état ès science option : didactique des mathématiques , 20 janvier 1989.
- [DUMONT 89b] Bernard DUMONT, *Tuteurs intelligents VS systèmes pédagogiques à base de connaissances erronées : comment utiliser les erreurs produites par un apprenant*. Journées "EIAO" PRC-IA 18-19 décembre 1989. ENS de Cachan.
- [MOUSTA 90] J. MOUSTAFIADES, *Formation au diagnostic technique, l'apport de l'intelligence*, Masson 1990.
- [NAMIAN 87] Paul NAMIAN, « Projet d'autoformation à l'informatique. Dans public, contenus et média de l'enseignement à distance ». *Actes du séminaire CNED* 1987.
- [NICAUD 88] Jean-François NICAUD, Martial VIVET, « Les tuteurs intelligents_ : réalisations et tendances de recherche », *Technique et Science Informatiques*. Volume 7 n° 1, 1988.
- [SHAKAR 91] Réza SHAKARALIZADEH, *Etude et réalisation d'une messagerie pédagogique*. Rapport interne CNAM 1991.
- [TCHEEK 90] Lot TCHEEKO, *Didacticiel d'apprentissage du diagnostic d'erreurs en langage machine*. Thèse de doctorat de l'université Paris VI. Juin 1990.

ANNEXE A : GRILLE DE CORRECTION

<i>Exercice 1</i>	<i>Exercice 2</i>	<i>Exercice 3</i>
01	01	01
02	02	02
03	03	03
04	04	04
05	05	05
06	06	06
06	06	06
07	07	07
08	08	08
09	09	09
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
		16
		17
		18

ANNEXE B : EXTRAIT DE LA TABLE

N° ORDRE	RESULTATS			
251	D	Q	W	
252	E	O	V	
253	E	U	V	
254	N	Q	W	
255	G	O	V	
256	D	U	Z	
257	B			
258	E	Q	X	
259	E	Q	V	
260	A			
261	E	T	U	V
262	G	R	T	Z

N° ORDRE = Permet l'identification de l'élève ;

RESULTATS = Représente les réponses de l'élève