

Expérimentations (2002-2003)

Dans cette page, nous présentons les diverses expérimentations réalisées à partir de l'année 2002 .

Nous tenons à remercier pour leur collaboration les élèves de terminale du lycée Carnot, madame Claire Cazes, maître de conférences en didactique des mathématiques à l'université Paris 6, madame Mireille Lagarrigue, PRAG à l'UFR de psychologie de l'université Paris 5, monsieur Olivier HU, docteur en informatique, les étudiants en préparation au CAPES de mathématiques à l'université Paris 6, les étudiants en MIAS2 option mathématiques discrètes de l'université Paris6, monsieur Jean-Pierre Spagnol, professeur de mathématiques au lycée Félix Faure à Beauvais (60) et ses élèves de terminale S.

1. Printemps 2002

Nous avons fait trois types d'expérimentations en parallèle. Pour chacune des expérimentations la machine présentée est la machine "[Construction-ensemble](#)" pourvue d'une dizaine d'exercices. La liste des exercices est ordonnée par ordre de difficulté croissante.

Conditions d'expérimentation

Le manuel de présentation est disponible en ligne mais aussi sous forme papier. En ligne les pages sont accessibles de façon contextuelle par la commande "?". Dans toutes les expérimentations la machine a été proposée comme un outil de résolution de problèmes de dénombrement. Nous avons demandé aux expérimentateurs d'exprimer à haute voix toutes leurs pensées. L'expérimentation proprement dite a porté sur cette machine, mais les expérimentateurs ont pu voir et utiliser deux autres machines : la machine "Construction-liste" et la machine "Construction-association".

Public cible : des élèves de terminale du lycée Carnot

Nous avons procédé à deux expérimentations différentes. Le premier groupe de trois élèves, n'avait pas abordé les dénombrements. Ils se sont tout de suite lancés dans l'utilisation de l'interface. Ils ont considéré cela comme un jeu de découverte et ont eu beaucoup d'échanges entre eux. Ils n'ont pratiquement pas utilisé l'aide. Ils se sont pris au jeu et ont résolu tous les exercices alors que nous pensions qu'ils n'en résoudraient que quelques-uns. Les élèves ont demandé à faire d'autres exercices correspondants à d'autres classes d'exercices. C'est à ce moment là qu'on leur a montré les autres machines. Ces élèves sont arrivés pour le cours en sachant résoudre les exercices de la classe correspondant à la machine "Construction-ensemble" et en ayant une idée de la façon de résoudre les exercices des autres classes. Le deuxième groupe de trois a travaillé avec la machine après avoir eu cinq heures d'exercices de dénombrement, sans véritable "cours" en classe. Bien que ce soient des élèves moins attirés par les mathématiques ils ont été plus rapides et ont eu le même plaisir à résoudre les exercices.

Dans les deux groupes, les élèves ont commencé par se focaliser sur la valeur numérique à obtenir, puis se sont intéressés à la démonstration que la machine les conduisait à faire. Dans les derniers exercices ils ne s'intéressaient plus à cette valeur numérique mais se focalisaient sur la définition des différentes étapes de la démonstration.

Public cible : les experts du domaine

Les professeurs de mathématiques enseignant les dénombrements ont eu plus de mal que les élèves à suivre la méthode induite par les machines. En effet leur enseignement n'aboutit pas à l'utilisation systématique de cette méthode. Cela les a obligés à changer leur façon de raisonner. Pour les premiers problèmes de la liste, ils auraient volontiers donné le nombre résultat directement sans en donner une justification. Pour les problèmes plus délicats de la même classe, ils ont apprécié le fait de devoir justifier chaque étape.

Validation des interfaces par un ergonome

Le but de cette expérimentation était de valider l'interface du point de vue ergonomique. L'ergonome a commencé par tester systématiquement le comportement de l'interface sans s'occuper de dénombrement. Puis finalement s'est pris au jeu et s'est forcé à résoudre.

Conclusion

Les trois types d'expérimentateurs ont apprécié l'apparence de l'interface machine "Construction-ensemble" et le fait que cette même apparence se retrouve dans les autres machines. Cela permet d'appréhender les concepts sous-jacents. Ils ont réalisé l'intérêt de la méthode car cela leur a permis de résoudre des exercices dont la solution n'était pas évidente. Ils ont résolu tous les exercices dans l'ordre de la liste, ce qui ne leur était pas imposé. Ils ont tous apprécié la progression qui leur a permis au départ de se familiariser avec l'outil et ensuite de se concentrer sur les difficultés des problèmes.

2. Septembre 2002

Les expérimentations du printemps 2002 nous ont permis de préparer pour le mois de septembre une expérimentation en situation avec les étudiants en préparation au CAPES de mathématiques à l'université Paris 6.

Cadre de l'étude :

Cette expérimentation a été réalisée dans le cadre de [l'UTES \(Usage des technologies éducatives en sciences\)](#) grâce à l'aimable autorisation de madame Nicole Bernard, sa directrice. Nous remercions tout particulièrement madame Claire Cazes avec laquelle nous avons préparé cette expérimentation.

Les étudiants :

Il s'agit de quarante huit étudiants volontaires du CAPES de maths répartis en quatre séances de deux heures. Tous sauf un ont fait des dénombrements, beaucoup en ont fait plusieurs fois dans leur cursus. Ils ont travaillé seul ou en binôme à leur choix.

Les exercices :

Ce sont des exercices pris dans des livres de terminale ou créés pour présenter des situations particulières d'apprentissage. Ils sont énoncés en langage naturel et la formulation des contraintes à vérifier peut être cachée.

Le protocole

Le questionnaire

Des résultats

Les résultats du questionnaire ont été dépouillés grâce au [logiciel Questel](#) développé par Yannick Parchemal, maître de conférences à l'université Paris 5.

Vous pouvez consulter [les résultats chiffrés](#). Les réponses libres nous sont utiles pour faire évoluer les machines.

Conclusion

Le bilan de cette expérience est très positif. Plusieurs étudiants nous ont dit qu'ils aimeraient utiliser ce logiciel pour leurs futurs élèves car ils ont apprécié la méthode de résolution utilisée et la structuration imposée par le logiciel : "La méthode donne un cheminement très clair du raisonnement", "elle est bien car elle aide à structurer le raisonnement", "elle permet de comprendre son cheminement de pensée", "elle oblige à décortiquer le problème et à comprendre la nécessité de passer par des étapes".

Certains étudiants ont remarqué que le logiciel permet d'exprimer différentes solutions possibles pour un exercice, les étudiants peuvent donc exprimer leur propre solution "les différents raisonnements valables pour arriver à la solution peuvent être explicités".

La détection des erreurs et leur signalement ont aidé les étudiants et ils ont apprécié de pouvoir localiser leurs erreurs "message d'erreurs qui permettent de savoir où le raisonnement est faux", "les erreurs sont signalées immédiatement".

L'ergonomie du logiciel (du point de vue de l'utilisation) est conforme à ce que nous attendions. Les étudiants ont accès aux bons outils au bon moment, ils l'ont utilisé sans s'en rendre compte "simplicité d'utilisation", "très naturel".

3. Février-Mars 2003

Cadre de l'étude

Cette expérimentation a été réalisée dans le cadre du DEUG MIAS 2ème année option maths discrètes avec 12 étudiants volontaires. Ces étudiants ont très peu de dénombrements au programme. Ils ont travaillé à un par machine

Protocole de l'expérimentation

Il n'y a pas eu de présentation du logiciel. Les étudiants ont d'abord eu à résoudre un exercice papier crayon pour lequel il était demandé de rédiger la solution en justifiant les résultats. Il s'agissait de l'exercice : "Avec un jeu de 32 cartes, combien peut-on former de mains de 5 cartes contenant exactement 2 coeurs et exactement 2 piques ?". Ce préalable a pour but de remettre en tête la façon de résoudre.

Ensuite les étudiants étaient invités à utiliser la machine ConstructionEnsemble pour résoudre le même exercice puis 2 autres à leur choix. Enfin ils devaient utiliser la machine ConstructionListe pour résoudre au moins 1 exercice.

Un questionnaire leur était ensuite distribué pour recueillir leurs impressions.

[Voir questionnaire](#)

Bilan

Les étudiants étaient contents de leur séance et plusieurs ont demandé à ce que le logiciel soit mis en libre-service ou accessible depuis internet. [Les résultats du questionnaire sont visibles ici.](#)

4. Avril 2003

Cadre de l'étude

Cette expérimentation a eu lieu dans le cadre réel d'un cours de terminale S. Nous remercions Jean-Pierre Spagnol professeur de mathématiques au lycée Félix Faure de Beauvais (60) de nous avoir permis de tester ce logiciel en situation réelle.

Les élèves ont eu un premier cours consacré aux arrangements, permutations et combinaisons, puis ils ont eu des TP en demi-groupes sur le logiciel. Les 4 machines : constructionEnsemble, constructionListe, constructionEnsembleParCas et constructionListeparCas leur ont été proposées. Un questionnaire leur a ensuite été distribué.

Bilan

Les élèves ont été très intéressés et ont apprécié d'avoir une telle séance. La séance était un peu courte pour pouvoir réaliser tout ce qu'ils auraient voulu faire.

Nous avons utilisé les nouvelles possibilités du logiciel, l'enregistrement automatique des scripts (enregistrement de toutes les actions et entrées de l'élève) qui permettent ensuite de "rejouer" les sessions faites par les élèves. Ainsi nous pouvons suivre tous les chemins utilisés par les élèves et voir les erreurs commises.

Le dépouillement des questionnaires et de ces sessions est en cours.