

# PROJET PÉPITE ET LINGOT

## DES LOGICIELS POUR FACILITER LA RÉGULATION PAR LES ENSEIGNANTS DES APPRENTISSAGES EN ALGÈBRE

Dans cet article nous présentons une partie d'un travail en cours dans le cadre du projet de Lingot, projet pluridisciplinaire qui vise à concevoir des logiciels pour aider les enseignants à réguler les apprentissages en algèbre. Loin de penser que les logiciels vont peu à peu remplacer les profs nous pensons que la recherche sur les TICE peut fournir aux enseignants des outils performants qui les assistent dans les nouvelles tâches de plus en plus complexes qui leurs sont confiées : gestion de l'hétérogénéité des classes, de l'aide individualisée aux élèves, de « l'enseignement sur mesure ». Notre projet se caractérise par **une méthodologie de recherche visant à articuler très étroitement études de terrain et travaux théoriques dans plusieurs disciplines**. Après avoir présenté succinctement nos hypothèses de travail et, sur des exemples, l'analyse didactique fondatrice du projet, nous décrivons les différents axes du projet et un logiciel, "Pépité", qui a pour objectif d'aider les enseignants à diagnostiquer les compétences de leurs élèves en algèbre élémentaire. Ce logiciel est téléchargeable gratuitement à l'adresse : <http://pepите.univ-lemans.fr>. Pour terminer nous évoquons notre travail actuel et ses perspectives.

L'objectif du projet Lingot est de concevoir des logiciels qui secondent des enseignants dans la régulation des apprentissages en algèbre, c'est-à-dire de concevoir des outils qui leur permettent de prendre en compte la diversité cognitive de leurs élèves afin de gérer à la fois leur classe et les apprentissages individuels. Nous avons choisi l'algèbre car c'est le verrou d'accès à l'enseignement scientifique et, à notre sens, un verrou que peu d'élèves arrivent à ouvrir. Notre projet repose sur l'hypothèse que les réponses des élèves à un ensemble de problèmes bien choisis révèlent des cohérences dans leurs raisonnements. La compréhension de ces cohérences devrait aider les enseignants à réguler les situations d'apprentissage. Dans notre approche, les réponses des élèves ne sont pas analysées seulement en terme d'erreurs ou d'absence de savoir (ou de savoir-faire) mais comme des indicateurs de conceptions plus générales qui témoignent du développement de leur pensée algébrique mais qui, parfois, font obstacle à l'apprentissage. Détecter ces cohérences est une tâche très difficile pour laquelle les enseignants ne sont pas formés et pour laquelle, surtout, ils ne sont pas « outillés ». De nombreux enseignants ont mis au point des grilles de compétences qu'ils gèrent à la main pour suivre individuellement la progression de leurs élèves. Mais la lourdeur de cette gestion manuelle rend cette pratique difficile à maintenir dans le temps. Nous faisons l'hypothèse que des logiciels pourraient « outiller » ou « instrumenter » l'activité des enseignants. D'une part, ils permettraient de rendre ces pratiques « d'enseignement sur mesure » écologiquement viables et, d'autre part, ils permettraient de diffuser dans le corps enseignant les résultats de recherche, tant au plan français qu'international, qui mettent en évidence des obstacles et des leviers pour l'apprentissage de l'algèbre.

Le fondement didactique du projet est un modèle multidimensionnel de la compétence en algèbre élémentaire mis au point pour étudier l'enseignement dispensé en fin de collège ou début de lycée [Grugeon 1995]. Les différentes compétences (adéquates ou non) qu'un élève a construites sont mises en relation avec les compétences attendues par l'institution. Ceci permet d'obtenir un « profil de l'élève en algèbre » qui met en évidence les difficultés des élèves mais aussi des leviers pour l'apprentissage. A partir de ces analyses, l'équipe du projet Lingot construit des situations d'apprentissage permettant de présenter de nouveaux concepts ou de faire évoluer les conceptions des élèves vers les compétences attendues. Le point clé est de permettre

au professeur de mettre en œuvre, dans sa classe, des stratégies d'apprentissage différenciées ce qui est très important, spécialement pour des élèves en difficulté en algèbre. **La métaphore est de rechercher dans le fonctionnement des élèves les granules de connaissances (« les pépites ») sur lesquels s'appuyer pour leur permettre de construire des connaissances nouvelles (« les lingots »).**

Mirage ou miracle ? Ni l'un ni l'autre, mais un projet de recherche pluridisciplinaire qui n'est pas encore abouti, dont les premiers résultats sont très prometteurs et qui pose encore aux chercheurs de nombreuses questions. La présentation détaillée de l'analyse didactique qui fonde le projet et du logiciel Pépite qui met en œuvre cette analyse sort du cadre de cet article<sup>1</sup>. Attardons nous d'abord sur des exemples pour mieux comprendre la démarche adoptée. Puis nous survolerons l'ensemble du projet, les réalisations, les évaluations, les travaux en cours et les questions de recherche non encore résolues.

## 1 Exemples

Un logiciel destiné à être utilisé dans les classes vise au moins deux catégories d'utilisateurs : les élèves et les enseignants. Commençons par les élèves : voici les réponses proposées par plusieurs élèves de troisième à un même exercice et la façon dont elles sont analysées par le logiciel Pépite actuellement opérationnel et téléchargeable gratuitement sur le site du projet [site Pépite]. Nous présentons ensuite un scénario de conception (c'est-à-dire les utilisations que nous envisageons) pour les logiciels sur lesquels nous travaillons.

### 1.1 Côté élève

La figure 1 montre l'écran de l'exercice du prestidigitateur et les réponses de Laurent à cet exercice. Nous présentons dans le tableau 1, les réponses de 4 élèves et le diagnostic effectué automatiquement par le logiciel Pépite.

Énoncé			
Un prestidigitateur est sûr de lui en réalisant le tour suivant. Il dit à un joueur : " Tu penses un nombre, tu ajoutes 8, tu multiplies par 3, tu retranches 4, tu ajoutes ton nombre, tu divises par 4, tu ajoutes 2, tu soustrais ton nombre : tu as trouvé 7 ".			
L'affirmation est-elle vraie ? Justifie ta réponse.			
Khemarak	Nicolas	Karine	Laurent
Soit 5 un nombre $((5+8) \times 3 - 4 + 5) / 4 + 2 - 5 = 7$ ? $((13) \times 3 - 4 + 5) / 4 + 2 - 5 = 7$ ? $(39 - 4 + 5) / 4 + 2 - 5 = 7$ ? $10 + 2 - 5 = 7$ ? $10 - 3 = 7$ ? $7 = 7$ ? Oui donc cela marche	$3 + 8 = 11$ $11 \times 3 = 33$ $33 - 4 = 29$ $29 + 3 = 32$ $32 / 4 = 8$ $8 + 2 = 10$ $10 - 3 = 7$	$x + 8 = 8x$ $8x$ $3 \times 8x = 24 + 3x = 27x$ $27x - 4 = 23x$ $23x + x = 24x$ $24x / 4 = 6x$ $6x + 2 = 8x$ $8x - x = 7$	$= [(x+8) \times 3 - 4 + x] / 4 + 2 - x$ $= (3x + 24 - 4 + x) / 4 + 2 - x$ $= 4x + 20 / 4 + 2 - x$ $= x + 5 + 2 - x$ $= 7$
<i>Preuve par l'exemple</i>	<i>Preuve par l'exemple</i>	<i>démarche formel scolaire</i>	<i>preuve algébrique</i>
<i>expression globale parenthésée</i>	<i>expression partielle</i>	<i>expression partielle enchaînée en succession d'opérations</i>	<i>expression globale parenthésée</i>

<sup>1</sup> Les lecteurs intéressés peuvent se référer à la bibliographie et aux articles accessibles sur le site du projet [site Pépite]

écritures correctes	écritures correctes	= annonce un résultat identification incorrect de + et × (assemble les termes) $x + a \rightarrow x a$ $a x \pm b \rightarrow (a \pm b) x$ $a x - x \rightarrow a - 1$	erreur de parenthèse avec mémoire de l'énoncé
---------------------	---------------------	---	---

Tableau 1 : réponses de 4 élèves à l'exercice du prestidigitateur et leur analyse par le logiciel

Pépité ne construit pas un bilan sur un seul exercice mais sur un ensemble d'exercices représentatif de la compétence algébrique à ce niveau scolaire. Cependant on peut émettre l'hypothèse que :

- Khemarak n'est pas encore entré dans une démarche d'utilisation de l'algèbre pour prouver (puisqu'il utilise un exemple) ; cependant sa maîtrise des calculs numériques et sa façon d'appréhender de façon globale l'expression numérique et de la transformer par équivalence est un levier d'apprentissage qui devrait lui permettre d'entrer rapidement dans une démarche algébrique. Il faudrait vérifier sur d'autres exercices du test, mais il semble qu'il serait intéressant de le faire travailler avec le logiciel CIME que nous développons. Celui-ci reprend un logiciel développé par des chercheuses de l'Université de Montréal [site GRICEA]. Ce logiciel fait travailler les élèves sur la mise en équation en leur faisant « boucher des trous » dans un texte de problème en français ou dans sa représentation sous forme d'équations.
- Nicolas utilise lui aussi une preuve par l'exemple et maîtrise ces calculs simples. Par contre il utilise une démarche arithmétique en indiquant une suite de calculs où le signe égal « annonce » un résultat. Là encore il faudrait vérifier sur d'autres exercices, mais il semble nécessaire de le faire travailler sur les différentes écritures d'un même nombre. Par exemple avec la calculatrice défectueuse logiciel aussi développé par l'équipe de l'université de Montréal.
- Karine<sup>2</sup>, bien qu'elle utilise la lettre x, sa résolution est classée : justification par le formel scolaire car elle utilise des règles fausses bien connues des enseignants et des chercheurs en didactique. Par cette expression nous désignons les élèves pour qui les mathématiques c'est appliquer des règles vides de sens. Ce type d'élèves (nous disons les élèves de cette classe de profils) rencontre beaucoup de difficultés. Pour les faire progresser il ne suffit pas de leur répéter les règles correctes. Un long travail est nécessaire, d'une part pour déstabiliser les règles incorrectes, d'autre part pour donner du sens à l'usage des lettres, par exemple, en leur proposant de résoudre des exercices où l'algèbre est un outil de généralisation et de preuve ou des exercices où l'égalité est un symbole d'équivalence et non une annonce de résultat.
- Laurent est bien rentré dans une démarche algébrique et son raisonnement prouve qu'il sait traiter des expressions équivalentes. Comme beaucoup d'élèves à ce niveau (3<sup>o</sup>) il ne maîtrise pas encore parfaitement l'utilisation de parenthèses mais il garde le sens des opérations. L'utilisation d'un logiciel comme Aplusix développé par des chercheurs de Grenoble [site Aplusix] lui sera certainement profitable.

## 1.2Côté enseignant

Une méthode de conception utilisée depuis quelques années pour centrer les projets

<sup>2</sup> rassurez vous quelques années après elle a eu son bac (tertiaire pas scientifique mais quand même) !

sur les besoins des utilisateurs et leur activité consiste à mettre au point des scénarios. Ces scénarios ont également l'avantage de permettre de mieux faire comprendre les objectifs du logiciel développé. Dans le cadre de notre projet ces scénarios ont été établis au sein de l'équipe après de nombreuses observations d'enseignants en classe ou en formation. Ils constituent une compilation des analyses et des observations que nous avons menées. Nous présentons un scénario d'utilisation envisagée pour plusieurs logiciels que nous concevons ou bien qui sont conçus par d'autres.

### Scénario Clémence :

Avant de commencer sa première séquence d'algèbre avec sa classe de troisième, Clémence veut savoir où en sont ses élèves et jusqu'où sont allés ses collègues de 4<sup>e</sup>. Elle fait passer à ses élèves un test avec Pépité en le paramétrant pour un début de troisième<sup>3</sup>. Le logiciel lui permet d'imprimer un bilan individuel pour chaque élève mais également un bilan global mettant en évidence trois classes d'élèves et lui proposant une liste de compétences à leur faire travailler. Pour les trois classes d'élèves, le logiciel conseille de travailler sur la « reconnaissance d'expressions algébriques » (i.e. repérer les opérations et les opérands qui les constituent). Elle décide de travailler cette compétence avec un des logiciels Portrait-Robot ou Aile<sup>4</sup> : Portrait-Robot permet de deviner une expression algébrique dans une liste d'expressions en posant des questions sur les opérateurs, Aile permet d'associer une expression algébrique à son expression en français. De plus, elle veut différencier les exercices proposés aux élèves en jouant sur les expressions algébriques<sup>5</sup>. Elle va constituer des groupes d'élèves en fonction de leurs profils de compétence en algèbre pour organiser la différenciation.

Après avoir fait ce diagnostic elle utilise le logiciel Appicare<sup>6</sup> pour définir les groupes et préparer les sessions pour chacun des groupes. Pendant la séance de travaux dirigés, les élèves se connectent au site, font les exercices qui leur sont proposés. Le logiciel met à jour l'historique de leur travail et prépare un bilan pour leur professeur. L'enseignante consulte rapidement le bilan pour chacun des élèves et s'attarde sur le bilan de la classe pour préparer la synthèse qu'elle fera en cours le lendemain.

## 2 Le projet Lingot

Le projet Lingot est un projet pluridisciplinaire regroupant des chercheurs (informaticiens, didacticiens des mathématiques, psychologues ergonomes) et des enseignants de mathématiques et des formateurs d'enseignants. Ce projet est co-financé par les différents laboratoires et équipes auxquels appartiennent les participants<sup>7</sup>, par le Ministère de la Recherche dans le cadre du programme Cognitique, école et sciences cognitives (appel d'offres 2002) et par la région Picardie (pôle régional de recherche en nouvelles technologies éducatives, 2002).

Trois axes principaux sont abordés dans le projet de Lingot :

- le diagnostic des compétences des élèves,
- la conception de situations d'apprentissage adaptées aux profils cognitifs des élèves,
- l'instrumentation de l'activité des enseignants.

---

<sup>3</sup> Ceci n'est pas encore possible dans la version actuelle de Pépité qui n'est disponible que pour le niveau fin de troisième début seconde.

<sup>4</sup> Logiciels que notre équipe développe en ce moment au sein du projet.

<sup>5</sup> Les élèves réalisent le même exercice mais avec des expressions différentes (par leur nature et par la structure des expressions algébriques, aides adaptées, etc.) : la différenciation est réalisée par le logiciel en fonction des caractéristiques des élèves (nature et structure des expressions algébriques, aides adaptées, etc.)

<sup>6</sup> Logiciel aussi en cours de développement.

<sup>7</sup> Le laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM, Le Mans), le Centre de Recherche en Informatique de l'Université Paris 5 (CRIP5), l'équipe de Recherche en Didactique des Disciplines (Didirem, Université Paris7), Laboratoire Cognition & Activités Finalisées (C&AF, Université Paris8-CNRS), équipe STICE (IUFM de Créteil), IUFM d'Amiens, Équipe SASO (Université de Picardie Jules Verne, à Amiens).

## 2.1 Diagnostic des compétences des élèves

Cet axe constitue le projet Pépite. L'idée de départ du projet était de tenter d'automatiser (au moins partiellement) un outil de diagnostic papier-crayon construit par des chercheurs en didactique de l'équipe DIDIREM [Grugeon 95, Grugeon 2000]. Par rapport aux logiciels d'évaluation traditionnels, cet outil a deux caractéristiques principales. D'une part il met en oeuvre une recherche en didactique qui permet de donner une description qualitative des compétences des élèves et ne se réduit pas à une analyse en terme de réussite/échec ou de listes d'erreurs. D'autre part, si l'analyse de réponses porte en partie sur des questions fermées (QCM) elle traite un grand nombre de réponses à des questions ouvertes. Le travail de thèse de S. Jean [Jean 2000] a permis d'automatiser en partie le diagnostic et de concevoir un premier prototype logiciel Pépite. Nous l'avons ensuite expérimenté en classe et en formation [Delozanne et al. 2002] puis D. Prévité l'a complété [Prévité 2002] pour fiabiliser le diagnostic automatique en particulier sur l'exercice du prestidigitateur qui nous a servi à illustrer notre travail. Ce logiciel est formé de trois modules :

- un module de travail pour l'élève appelé **PépiTest**. Il propose aux élèves une série de 22 exercices tests et recueille leurs réponses (Cf. Figure 1),
- un module de diagnostic **PépiDiag**. Il analyse automatiquement une grande partie des réponses exercice par exercice,
- un module de travail pour l'enseignant **PépiProf**. Dans ce module les enseignants peuvent compléter, vérifier, corriger le diagnostic établi par le logiciel (Cf. Figure 2). Ils ont la possibilité d'avoir une vue globale ou détaillée (exercice par exercices) du diagnostic et aussi d'analyser les réponses des élèves compétence par compétence (Figure 3, 4, 5).

## 2.2 Situations d'apprentissage adaptées aux profils cognitifs des élèves

En expérimentant le premier prototype de Pépite nous avons obtenu un corpus de deux cents productions d'élèves. Une analyse statistique et didactique de ces données a été menée avec pour objectif de déterminer des classes de profils cognitifs. Les chercheurs en didactique travaillent à définir des stratégies adaptées à chaque classe de profils pour faire évoluer les élèves de cette classe. Au niveau informatique, nous cherchons à concevoir des logiciels afin d'instrumenter ces stratégies. Par exemple nous avons conçu un prototype appelé Amico [Rasseneur et al. 2002] dans lequel plusieurs types de **compagnons virtuels** peuvent interagir avec les élèves afin de les aider à s'engager dans un niveau de rationalité plus élevé en justifiant l'équivalence de deux expressions algébriques. Nous travaillons également sur les logiciels Aile, Cime et Portait-Robot que nous avons déjà mentionnés.

## 2.3 Instrumentation de l'activité des enseignants.

L'objectif est de concevoir un logiciel destiné à aider les enseignants dans les nouvelles tâches qui leur sont confiées. Les fonctionnalités sur lesquelles nous travaillons visent à permettre aux enseignants de créer des tâches d'apprentissage ou de diagnostic pour leurs élèves ou bien d'en choisir dans une banque de données pour de créer un test de diagnostic afin de dresser des bilans de compétence de leurs élèves et suivre leur évolution ou bien afin de planifier des séquences d'apprentissage. Pour atteindre ces objectifs nous associons trois approches :

- L'organisation d'ateliers participatifs de conception afin de définir des scénarios d'utilisation et d'évaluer itérativement ces prototypes.
- L'analyse de l'activité des enseignants menée par des ergonomes de Paris 8.
- La mise au point de programmes de formation d'enseignants dans les IUFM de Créteil et d'Amines afin de développer leurs analyses de la diversité des profils cognitifs de leurs élèves en l'algèbre et de définir avec eux des séquences d'apprentissage adaptées à ces profils [site formation des enseignants utilisant

Pépite]. En retour, ces formations nous ont permis de mieux cerner l'activité diagnostique spontanée des enseignants et leurs besoins en la matière.

### 3 Leçons et questions

En ce qui concerne *l'activité des élèves*, le modèle de la compétence algébrique nous a permis d'implémenter un logiciel qui recueille des données permettant d'aider les enseignants à identifier les difficultés des élèves en l'algèbre. Même lorsque les enseignants ne connaissent pas le modèle didactique, la manière dont il a été mis en application dans le test et dans le module de codage de PepiProf est bien acceptée et utilisée. Les limitations de ce modèle viennent de ce qu'il est prédéfini et spécifique à un niveau d'étude (fin de collège). Ceci nous amène à travailler sur la modélisation d'exercices et des procédures de diagnostic en vue de définir des gabarits ou des patrons pour générer automatiquement des tests que les enseignants pourront paramétrer pour les adapter à la situation qui les intéresse.

Pour ce qui concerne *le système diagnostique*, nous avons montré qu'il était possible d'automatiser partiellement le diagnostic en mettant en application le modèle de diagnostic de Grugeon. Mais les expérimentations nous ont montré que si quelques enseignants veulent vérifier ou corriger le diagnostic automatique, la majorité d'entre eux souhaitent un **diagnostic complètement automatique et fiable**. Le logiciel actuel analyse les réponses aux questions fermées et les réponses sous forme d'expressions algébriques (par exemple les réponses à l'exercice du prestidigitateur sont analysées). Par contre les réponses en français et les réponses mélangeant français et expressions algébriques sont analysées de façon très sommaire. Nous travaillons avec une linguiste et un statisticien pour étudier jusqu'à quel point la prise en compte de méthodes linguistiques et/ou numériques permettraient de fiabiliser et d'étendre le diagnostic automatique.

Ce travail conduit en commun par des enseignants de mathématiques et des chercheurs de plusieurs disciplines a prouvé qu'il y a plusieurs méthodes pour diagnostiquer qui sont liées à l'utilisation que l'on veut faire du diagnostic. Est-il possible d'identifier plusieurs classes d'utilisations diagnostiques, et pour chaque classe un logiciel spécifique pour l'instrumenter ? Le modèle de compétences des élèves de Grugeon est-il assez robuste pour servir de fondement à tous ces logiciels ? En particulier, dans ce premier travail, nous nous sommes concentrés sur le transfert sur l'ordinateur des tâches papier-crayon. Comment modifier le modèle pour gérer des tâches algébriques sans équivalent dans le contexte papier-crayon ?

Nous travaillons sur ces questions, et plus spécialement :

- vers la définition de plusieurs scénarios de situations de diagnostic pour plusieurs types d'utilisateurs dans différents contextes,
- vers l'analyse automatique des réponses exprimées par l'élève dans ses propres mots,
- vers la modélisation des exercices et des méthodes diagnostiques afin de générer automatiquement des batteries d'exercices que les enseignants pourraient adapter aux différentes situations,
- vers la définition des classes de profils cognitifs et des stratégies d'enseignement reliées à chaque classe de profil,
- vers la conception de logiciels d'apprentissage visant à faire travailler une compétence donnée avec un parcours adapté à chaque profil d'élève ou à un groupe d'élèves
- vers l'étude d'un bilan de compétences à destination des élèves.

### 4 Conclusion

Dans cet article nous avons présenté les grandes lignes du projet Lingot que nous

avons mis sur pied. Nous avons voulu à partir d'un exemple, celui de la régulation des apprentissages en algèbre, montrer la complexité des problèmes posés par l'intégration dans les pratiques enseignantes de logiciels instrumentant l'activité des enseignants. Nous avons montré les avancées que le projet pépite nous a permis d'effectuer. Enfin nous avons évoquer les questions de recherche que nous posons actuellement et la manière de les aborder. En conclusion, nous pensons que le principal point fort de notre projet est la mise sur pied d'une **équipe vraiment pluridisciplinaire regroupant informaticiens, didacticiens, ergonomes, linguiste et statisticien mais aussi des enseignants et des formateurs d'enseignants**. Le second point fort est la méthodologie employée qui consiste à **articuler travail théorique, mise en œuvre informatique par la conception et la réalisation de prototypes et enfin études de terrains** s'appuyant sur ces prototypes.

Elisabeth Delozanne <sup>1</sup>, Brigitte Grugeon <sup>2,3</sup>,

<sup>1</sup>CRIP5, Université René Descartes, 45-46 rue des Saint-Pères, 75006 Paris

<sup>2</sup>DIDIREM - Paris VII, 2, Place Jussieu, 75 251 PARIS Cedex 05

<sup>3</sup>IUFM d'Amiens 49, boulevard de Châteaudun 80044 AMIENS Cedex

[elisabeth.delozanne@math-info.univ-paris5.fr](mailto:elisabeth.delozanne@math-info.univ-paris5.fr)

[brigitte.grugeon@amiens.iufm.fr](mailto:brigitte.grugeon@amiens.iufm.fr)

## Références

- [Artigue et al 1998] M.Artigue, J.B Lagrange., Instrumentation et écologie didactique de calculatrices complexes: Eléments d'analyse à partir d'une expérimentation en classe de première S, Actes du colloque « calculatrices géométriques et symboliques » IREM de Montpellier, mai 1998
- [Artigue et al 2001] M. Artigue, T. Assude, B. Grugeon, A. Lenfant, Teaching and Learning Algebra : approaching complexity trough complementary perspectives, In H. Chick, K. Stacey, J. Vincent, J. Vincent (Eds), The future of the Teaching and Learning of Algebra, Proceedings of 12 th ICMI Study Conference, The University of Melbourne, Australia, December 9-14, 2001, 21-32.
- [Delozanne et al. 2002a], E. Delozanne, B.Grugeon , M. Artigue, J. Rogalski, Modélisation et mise en œuvre d'environnements informatiques pour la régulation de l'apprentissage, le cas de l'algèbre avec le projet LINGOT, Réponse à l'appel à Projet Cognitique 2002, École et sciences cognitives: Les apprentissages et leurs dysfonctionnements.
- [Delozanne et al 2002 b], É. Delozanne, B. Grugeon, P. Jacoboni, " Analyses de l'activité et IHM pour l'éducation ", In Proceedings of IHM'2002, International Conference Proceedings Series, ACM, 2002, Poitiers, France 25-32
- [Grugeon, 1995] B.Grugeon, *Étude des rapports institutionnels et des rapports personnels des élèves à l'algèbre élémentaire dans la transition entre deux cycles d'enseignement : BEP et Première G*, Thèse de doctorat, Université Paris 7, 1995.
- [Grugeon 2000] Brigitte Grugeon, L'algèbre au lycée et au collège, Actes des journées de formation de formateurs. Boisseron, 4-5 juin 1999. Publication de l'IREM, université de Montpellier II, 2000
- [Jean 2000] S. Jean, PEPITE : un système d'assistance au diagnostic de compétences, thèse de doctorat, Université du Maine, 2000.
- [Kieran et al. 1992] C. Kieran, The Learning and Teaching of School Algebra, Handbook of research on Mathematics Teaching and Learning, Douglas Grouws Ed. Macmillan publishing company, 1992
- [Prévit 2002] Vers un diagnostic de compétences inspectable par différents types d'utilisateurs, Mémoire de DEA Communication Homme-Machine et Ingénierie Éducative, Septembre 2002.
- [Rasseneur et al. 2002] D. Rasseneur, E. Delozanne, P. Jacoboni, B.Grugeon, Learning with virtual agents: Competition and Cooperation in AMICO, Proceedings of ITS'2002, Biarritz (France), 5-8 juin 2002. Cerri S., Gouardères G., Paraguaçu F. (eds.), Springer-Verlag, p. 61-70.

## Sitographie

[site Pépité] <http://pepите.univ-lemans.fr>

[site formation des enseignants utilisant Pépité] <http://maths.creteil.iufm.fr/>. (formation continue)

[site Gricea] <http://www.gricea.umontreal.ca/secondaire/maths/>

[site Aplusix] <http://aplusix.imag.fr/>

## Annexes

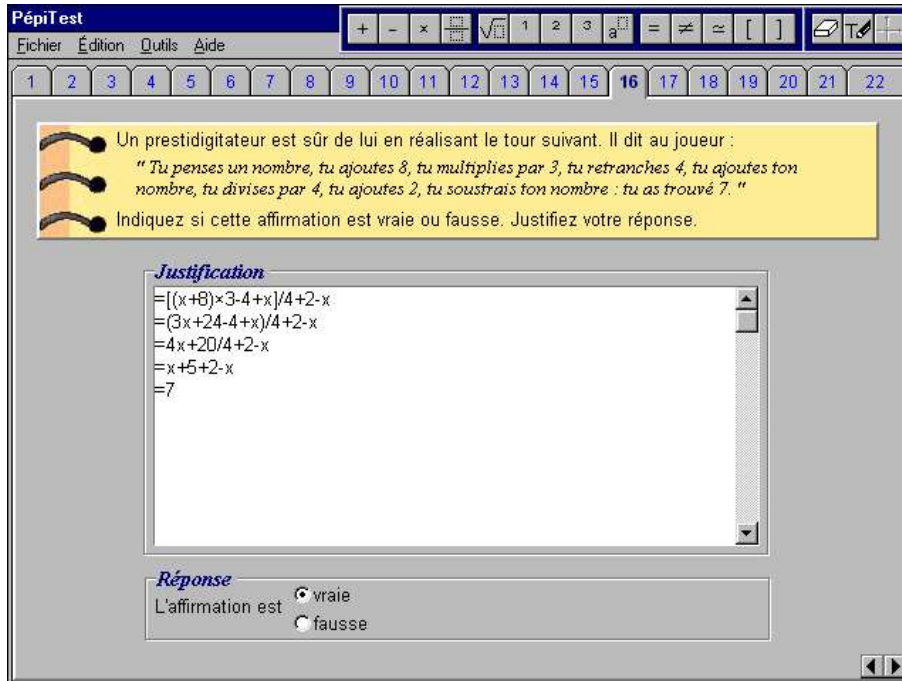


Figure 1 : Les réponses de Laurent à un exercice de PèpiTest



Afficher le diagnostic de Pépite

*Exercice n°16*

← Question précédente    Aller à la question...    Question suivante →

Fermer

---

**Exercice 16**

Un prestidigitateur est sûr de lui en réalisant le tour suivant. Il dit au joueur :  
 " Tu penses un nombre, tu ajoutes 8, tu multiplies par 3, tu retranches 4, tu ajoutes ton nombre, tu divises par 4, tu ajoutes 2, tu soustrais ton nombre : tu as trouvé 7. "  
 Indiquez si cette affirmation est vraie ou fausse. Justifiez votre réponse.

*Réponse de Lauren PINEL*

Vrai

*Justifications / calculs*

$$= [(x+8) \times 3 - 4 + x] / 4 + 2 - x$$

$$= (3x + 24 - 4 + x) / 4 + 2 - x$$

$$= 4x + 20 / 4 + 2 - x$$

$$= x + 5 + 2 - x$$


---

**Diagnostic**

Traitements    Utilisation des lettres    **Calcul algébrique**    Conversion    Type de justification    Connaissances num.

- Utilisation correcte des règles de transformation
- Maîtrise technique fragile
- Utilisation incorrecte des règles de transformation, mais identification correcte du rôle des opérateurs + et ×
  - Utilisation inadaptée des parenthèses qui conduit à un résultat correct
  - Utilisation inadaptée des parenthèses qui conduit à un résultat incorrect
  - Utilisation de règles de transformation fausses identifiées
  - Erreurs de signes au cours d'un calcul
- Identification incorrecte du rôle des opérateurs + et ×
  - Les règles de transformation utilisées linéarisent les expressions

Figure 2: PepiProf, l'interface de codage de l'enseignant

Fichier    Diagnostic    Options    Aide

Taux de réussite et traitements maîtrisés    Modes de fonctionnement    Diagramme d'articulation entre les différents cadres    Résumé du profil

33%
  49%
  %
  16%

Absence de réponse     Traitement correct     Traitement correct partiel ou non attendu     Traitement incorrect

**Pour les 67% de questions traitées, le taux de réussite est de 76%**

	Taux de réussite	Traitements maîtrisés
<b>Exercices techniques</b>		
Exercices mettant en œuvre l'application de procédures algébriques ou numériques.	<b>70</b> %	– Effectuer des calculs numériques <b>41</b> % – Manipuler des expressions
<b>Exercices de mathématisation</b>		
Exercices mettant en œuvre la modélisation, la mise en équation, la recherche d'une propriété, la traduction algébrique.	<b>40</b> %	– Traduire algébriquement des situations <b>31</b> % – Utiliser l'outil algébrique pour prouver.
<b>Exercices de reconnaissance</b>		
Exercices mettant en œuvre la reconnaissance d'une expression dans deux registres ou dans un même registre.	<b>86</b> %	– Interpréter des expressions numériques – Interpréter des expressions algébriques <b>62</b> % – Interpréter des expressions algébriques en articulation avec d'autres registres

Correspond aux traitements suivants : développer, factoriser, résoudre des équations...

Figure 3 : Description quantitative du profil cognitif de Laurent



Figure 4 : Description qualitative du profil cognitif de Laurent

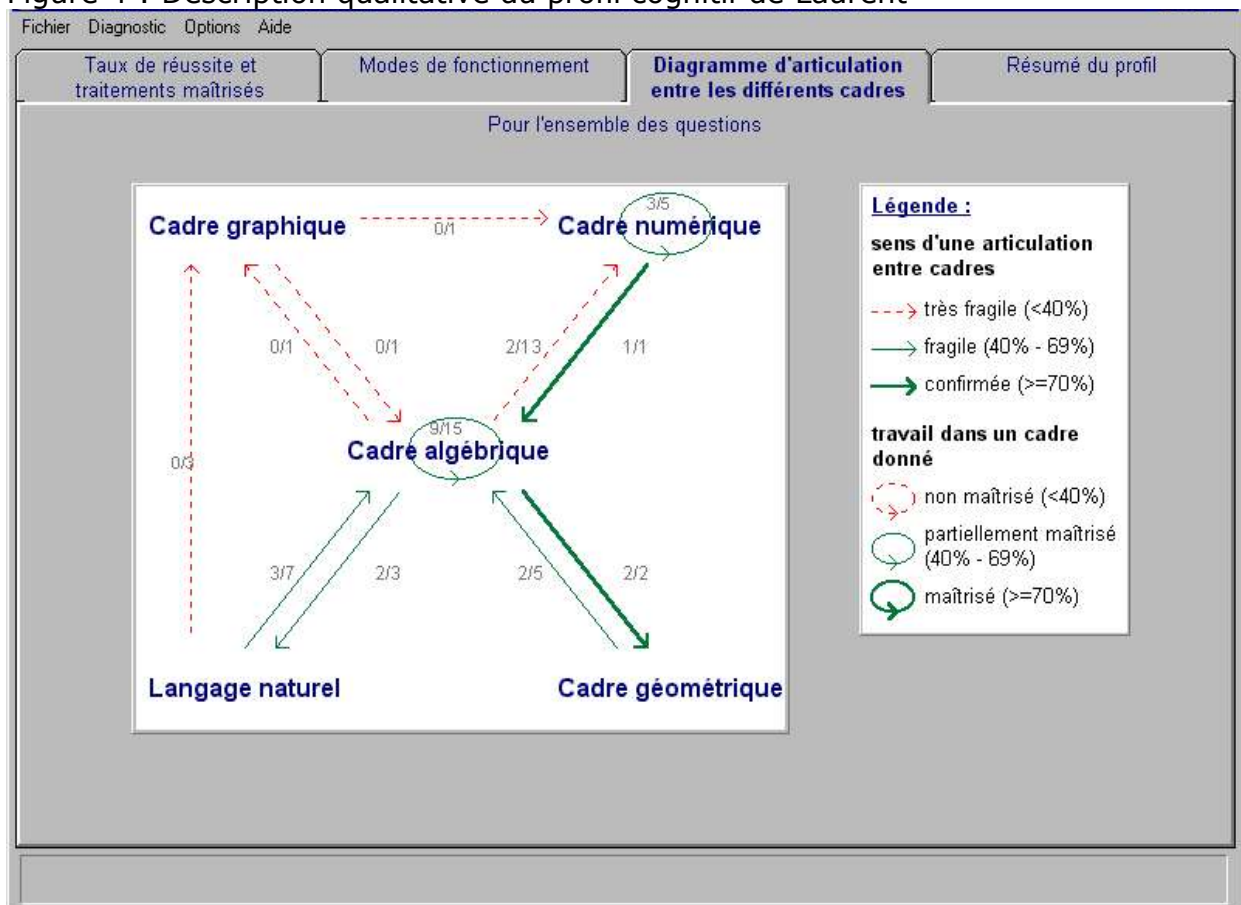


Figure 5 : Le profil cognitif de Laurent et le diagramme d'articulation entre les différents cadres