

Evaluation des performances d'outils multimedia pour les apprentissages à l'école élémentaire

Extraits pour la préparation de la réunion du 29 janvier 2004

Alex Esbelin
IUFM d'Auvergne et
Laboratoire de Logique, Algorithmique et Informatique
de l'Université de Clermont 1, IUT d'Aubière

Résumé

Ce travail définit une typologie de produits multimédia, fondée sur l'organisation du graphe du logiciel, dans la façon dont il autorise des actions aux élèves et les prend en compte. Afin d'évaluer la pertinence de cette typologie pour l'élaboration d'un concept *d'efficacité pédagogique*, les premiers résultats d'un dispositif expérimental sont analysés. Ils montrent que le processus d'apprentissage déclenché par l'utilisation d'un type de logiciel dépend de son adéquation avec la position cognitive de l'élève (répartie suivant trois catégories : construction de connaissances, reconnaissance de savoirs, amélioration des performances) vis à vis de la notion concernée. Cette adéquation conditionne son adhésion au processus d'apprentissage, condition nécessaire de son aboutissement.

1. Le cadre théorique

Le cadre théorique est celui de l'Equipe de Recherche sur les Mathématiques à l'Ecole Elémentaire (ERMEL) de l'INRP. Il distingue trois aspects de l'apprentissage :

a) la construction de connaissances : les connaissances sont « subjectives, liées à l'expérience individuelle, imprégnées de conceptions personnelles et à ce titre difficilement transmissibles » (ERMEL CM1 p17) ; je souligne que la construction de connaissances est essentiellement développée par des interactions entre élève et milieu, y compris dans une relation magistrale.

b) la reconnaissance de savoirs : le savoir est le résultat de l'application aux connaissances « d'un processus d'objectivation, d'une construction théorique nécessitant un cadre formel et un langage approprié, qui permet le détachement de l'expérience personnelle » ; remarquons le rôle central ici d'un intercesseur entre l'expérience personnelle et le savoir social.

c) l'amélioration des performances : cette amélioration va rendre les savoirs opérationnels dans la résolution de problèmes auxquels ils sont adaptés, mais aussi permettre leur utilisation comme des outils dans des connaissances plus complexes (dans un sens chimique) ; à ce titre, la construction de ces connaissances plus complexes est d'autant moins difficile que les savoirs - outils utilisés sont d'autant plus maîtrisés.

2. Une typologie de logiciels

.....

2. type de tâches confiées aux élèves :

- (1) observer / écouter
- (2) choisir dans une liste un ou plusieurs objets à associer à un objet donné suivant des contraintes
- (3) ranger une famille d'objets suivant des critères préétablis
- (4) construire un objet satisfaisant des contraintes induisant la mise en œuvre d'une compétence

3. modalités d'actions des élèves :

- (10) aucune
- (11) déclencher des scénarii multimédia à observer / écouter
- (12) observer et reproduire
- (21) un seul choix autorisé

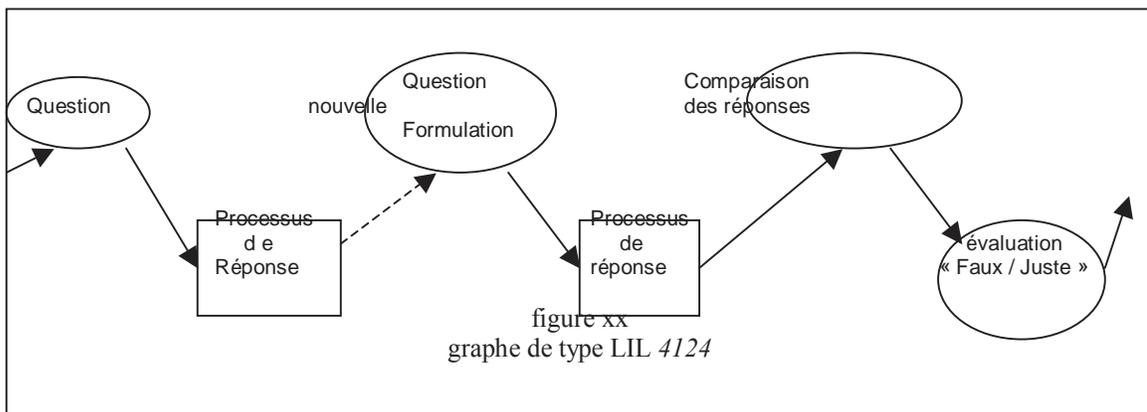
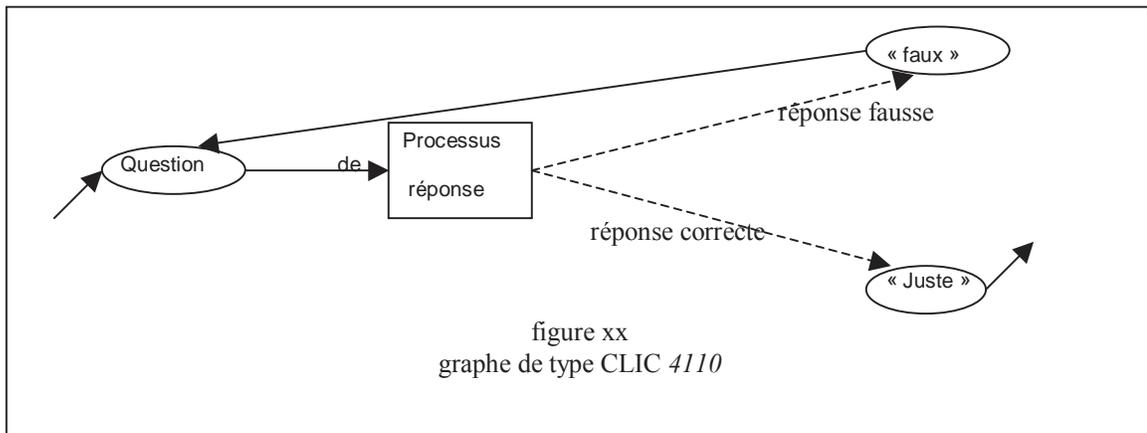
- (22) plusieurs choix autorisés.
- (31) pointer et déplacer les objets à ranger dans des zones prédéfinies
- (41) construire un objet de savoir satisfaisant des contraintes induisant la mise en œuvre d'une compétence

4. initiatives dans le choix des modalités d'actions :

- (--0) impossibilité de faire une proposition inadéquate
- (--1) intervention du logiciel dans la satisfaction des contraintes induisant une aide à la mise en œuvre de la compétence attendue.
- (--2) pas d'intervention du logiciel dans la satisfaction des contraintes induisant une aide à la mise en œuvre de la compétence attendue.

5. réactions du logiciel aux réponses

- (---0) Pas de sanction de la réponse.
- (---1) Sanction de la réponse : l'élève reçoit une information limitée à *juste / faux*
- (---2) Correction de la réponse : l'élève reçoit une information limitée à *juste / faux* et le logiciel donne la réponse correcte sans information sur la (les) procédures qui permette(nt) de l'obtenir et sans mise en œuvre d'une procédure qui permette de savoir pourquoi cette réponse est correcte.
- (---3) (In)validation de la réponse : le logiciel montre l'(in)adéquation de la réponse fournie avec la question (*rappelons que la validation est la vérification par une procédure considérée connue d'une production réalisée suivant la procédure en cours d'apprentissage*) sans donner la réponse correcte.
- (---4) (In)validation et correction de la réponse : le logiciel montre l'(in)adéquation de la réponse fournie avec la question puis donne la réponse correcte.



L'hypothèse de travail

L'hypothèse de travail est que certaines catégories de produits multimedia sont plus adaptés à certains de ces aspects de l'apprentissage. Plus précisément, l'organisation du graphe du logiciel, dans la façon dont il autorise des actions aux élèves et les prend en compte, est l'élément essentiel dans cette adéquation.

.....
Une hypothèse est que les logiciels de type LIL, dans l'organisation desquels se trouve une partie importante des caractéristiques des situations a-didactiques, devraient être associés à des acquisitions supérieures.

Le dispositif expérimental :

Le principe du dispositif expérimental est la mesure de la différence de l'évolution des performances dans l'utilisation de différents logiciels :

a) les performances sont de deux types :

les performances générales mesurées par la proportion des réponses justes.

les performances aux réponses justes obtenues par la mesure des temps des réponses justes, plus précisément elles sont supposées être proportionnelles à l'accroissement du temps de la réponse par rapport au temps de réponse moyen à des questions élémentaires (voir détails plus bas) ;

b) l'évolution des performances est déterminée comme la différence entre les performances à un pré-test et à un post-test ;

c) la différence de l'évolution entre deux groupes d'élèves soumis à deux dispositifs différents est la différence entre les moyennes des évolutions pour les élèves de chacun de ces groupes.

On y ajoute le suivi du parcours dans graphe du logiciel ; dans la version prototype décrite ci-dessous, les logiciels testés ont un graphe simple, dans lesquels les seules variantes de parcours sont déterminées par la véracité des réponses.

Conclusion (provisoire) :

L'analyse des résultats fournis par la mise en œuvre du protocole d'évaluation font apparaître d'abord qu'il n'y a pas de supériorité universelle d'une catégorie sur les autres. On constate que toutes les catégories de logiciels testées peuvent, suivant les élèves, conduire à une adhésion de certains au processus d'apprentissage, mais aussi à une défection qui se manifeste soit par l'abandon du travail, soit par une utilisation aléatoire des moyens d'actions.

.....
L'analyse en annexe [2] fait apparaître un fort investissement de l'élève dans la situation d'apprentissage : il (elle) semble être dans une phase de reconnaissance de savoirs et utilise une structure de type CLIC qui lui permet par de nombreux essais et adaptations, à mettre en place une méthode de gestion mentale des retenues dans la mise en œuvre d'un algorithme de multiplication déjà connu

.....
L'efficacité du logiciel dépend des trois éléments suivants :

a) sa catégorie dans la typologie, (voir section 2) ;

b) la position cognitive de l'élève vis à vis de l'apprentissage, (voir section 3)

c) l'investissement de l'élève dans la situation d'apprentissage.

Or le troisième élément, certainement le ressort essentiel de l'efficacité, est renforcé par l'adéquation de la catégorie du logiciel avec la position cognitive de l'élève vis à vis de l'apprentissage : on relève une adéquation maximale des logiciels de type LIL avec les élèves dont les connaissances sont en cours de construction, des logiciels de type CLIC avec les élèves en phase de reconnaissance des savoirs et d'amélioration des performances.

.....
Un élève pour lequel le concept en jeu est dans le domaine du savoir

utilise avec application le logiciel *clic 4110*

délaisse après quelques essais le logiciel *lil 4124*

Un élève pour lequel le concept en jeu est une connaissance susceptible d'accéder au statut de savoir

utilise avec intérêt le logiciel *lil 4124*

délaisse après quelques essais le logiciel *clic 4110*

Un élève pour lequel le concept en jeu n'est pas une connaissance

utilise avec intérêt le logiciel *lil 4124*

délaisse immédiatement le logiciel *clic 4110*

Annexe [1] Exemple de protocole

La connaissance considérée est une procédure de multiplication mentale d'un nombre à deux chiffres par un nombre à un chiffre. Dans la version Lil (4124) la technique de multiplication posée est utilisée comme procédure de validation.

Pré-test : les questions suivantes sont successivement posées aux élèves :

Calcule $3+4=$

Puis $4 \times 6=$; $7 \times 6=$; $58+6=$; $12 \times 5=$; $23 \times 8=$; $7 \times 33=$; $17 \times 9=$; $8 \times 32=$; $23 \times 8=$;

ils peuvent répondre en écrivant les nombres par utilisation des chiffres ; ces réponses ne sont prises en compte qu'après entrée par une touche identifiée par une gommette rouge ; jusqu'à l'entrée de la réponse, les élèves peuvent corriger en utilisant la touche « correction » usuelle.

Activités : les questions suivantes sont successivement posées aux élèves :

Calcule $12 \times 5=$

$23 \times 8=$; $24 \times 7=$; $7 \times 33=$; $8 \times 27=$; $17 \times 9=$; $36 \times 9=$; $8 \times 32=$; $7 \times 34=$; $23 \times 8=$;

Version lil (4124)

ils peuvent proposer une réponse suivant les modalités décrites ci-dessus ; le logiciel réécrit alors la question sous la forme d'une multiplication posée, avec la réponse proposée par l'élève :

```
12
x 5
----
60
```

Si la réponse proposée est juste, le logiciel l'annonce et passe à la question suivante.

```
12
x 5
----
61
```

Si la réponse proposée est fautive, le logiciel l'annonce et propose à l'élève de changer sa réponse dans l'écriture posée. L'élève dispose alors des mêmes outils que pour les réponses précédentes. Après entrée de la réponse :

Si la réponse proposée est juste, le logiciel l'annonce et passe à la question suivante.

Si la réponse proposée est fautive, le logiciel l'annonce et donne à l'élève la réponse juste.

Version clic (4110)

Les élèves peuvent proposer une réponse suivant les modalités décrites ci-dessus : tant que la réponse proposée est fautive, le logiciel garde la configuration

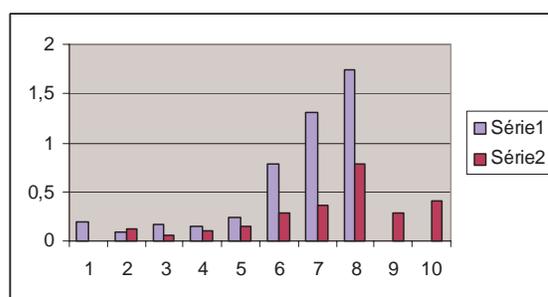
Calcule $12 \times 5=$.

Post-test : pour son organisation, il est exactement le même que le pré-test, mais les questions sont les suivantes :

$5+3=$; $4 \times 6=$; $6 \times 8=$; $47+9=$; $12 \times 5=$; $24 \times 7=$; $8 \times 27=$; $36 \times 9=$; $7 \times 34=$; $23 \times 8=$;

Annexe [2]

CLIC (Ecole Romain Rolland CM1 7 avril 2003)



	Question	Pré-test Réponse 1	Temps	Question	Post-test Réponse 2	Temps
1	3+4=?	7	0.19627			
2	4x6=?	24	0.08631	4x6=?	24	0.11315
3	7x6=?	42	0.16605	6x8=?	48	0.06084
4	58+6=?	64	0.14345	47+9=?	56	0.09919
5	12x5=?	60	0.24323	12x5=?	60	0.14731
6	23x8=?	0	0.7862	24x7=?	168	0.27837
7	7x33=?	165	1.30076	8x27=?	216	0.35623
8	17x9=?	200	1.74522	36x9=?	314	0.77482
9	8x32=?	0	0.06783	7x34=?	238	0.29205
10	23x8=?	0	0.00313	23x8=?	184	0.4133

Etape 1: 4.75671

Etape 5: 2.56205

Le pré-test montre une réussite aux questions portant sur les tables de multiplication, ainsi qu'à l'opération simple 5×12 . En revanche, les réponses aux opérations avec retenues sont soit vides (réponses « 0 »), soit totalement erronées sans qu'il soit possible de trouver un algorithme conduisant à leur production.

A ces dernières questions, les réponses fournies au post-test sont toutes correctes, produites dans des délais très courts par rapports aux délais de production des réponses aux questions correspondantes du pré-test.

	Question	Rép. 1	Temps	Rép. 2	Temps	Rép. 3	Temps
5	5x12=?	60	0.30135				
10	8x23=?	148	0.8563	0	0.01755	184	1.41702
	7x24=?	0	0.01583	162	0.50926	0	0.01616
		168	0.06209				
7	33x7=?	221	0.35943	0	0.01363	212	0.07407
		0	0.00583	222	0.17969	0	0.00626
		122	0.0484	0	0.00473	223	0.22215
		0	0.00517	222	0.05579	0	0.00456
		123	0.16342	0	0.00842	231	0.19422
	27x8=?	226	0.37886	0	0.01072	221	0.09739
		0	0.00797	216	0.54114		
8	9x17=?	153	0.26972				
	9x36=?	274	0.79607	0	0.0053	324	0.35935
9	32x8=?	256	0.34257				
	34x7=?	228	0.2816	0	0.00494	238	0.32649
10	8x23=?	184	0.28635				

Etape 4: 8.43368

Le déroulement du travail laisse apparaître la mise en place par essais / erreur d'une technique de prise en compte mentale de la retenue dans la multiplication, sans qu'apparaissent clairement les étapes du processus y conduisant. On peut cependant faire l'hypothèse de la connaissance de la technique dans son utilisation avec papier / crayon, et celle de la mise en place d'une technique de gestion en mémoire de travail des réponses fournies par la mémoire à long terme concernant les tables de multiplication :

A propos de 7×24 : la mémoire à long terme fournit 14 et 28, le 2 du deuxième nombre est additionné correctement au 14, mais reste seul dans la mémoire de travail et est ensuite placé en unité.

Le graphique ci-dessous montre les temps de réponses à la question 33×7 . On peut faire l'hypothèse du déroulement suivant :

la première réponse, **lente**, nécessite le temps d'appel à la mémoire à long terme qui fournit 21 ; elle est incorrecte pour cause de mauvaise gestion de la technique en mémoire de travail ;

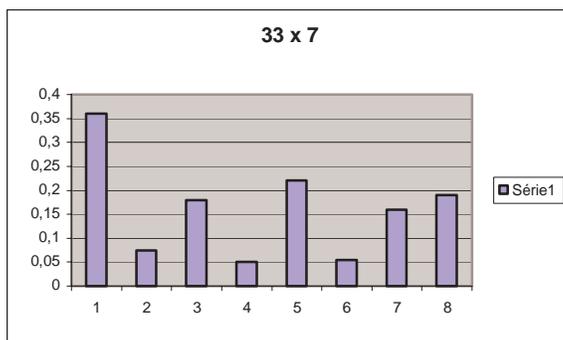
la deuxième réponse, **rapide**, est une adaptation de la première par permutation de l'ordre des chiffres ;

la troisième réponse, **lente**, fait suite à une nouvelle application, encore fautive, de la technique ;

la quatrième réponse, **rapide**, est une adaptation de la réponse précédente par introduction du chiffre 1 ;

les cinquième et sixième réponses reproduisent le processus des deux précédentes ;

les deux dernières débouchent sur une gestion correcte des retenues.



Les réponses aux questions suivantes montrent que la gestion des retenues est enfin mise en place et utilisée avec de plus en plus d'efficacité, comme l'illustre les temps de réponses aux sept questions ci-dessous.

