

Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources destinées aux enseignants de mathématiques

Jean-Philippe Georget
jean-philippe.georget@orleans-tours.iufm.fr
DIDIREM, Université de Paris 7, France

Résumé :

Les concepts d'utilité, d'utilisabilité, d'adaptabilité, d'acceptabilité et d'évaluation empirique et par inspection, utilisés dans l'étude ergonomique des environnements informatiques pour l'apprentissage humain sont présentés et adaptés à l'analyse et la conception de ressources pour des enseignants. Une utilisation de ces concepts est proposée à l'aide d'une ressource consacrée à une activité de recherche et de preuve entre pairs issue d'une expérimentation menée dans l'enseignement primaire.

Introduction

Comment concevoir et proposer des ressources aux enseignants de mathématiques ? Comment tenir compte des différences entre la variété des pratiques existantes au sein d'une communauté d'enseignants et les pratiques visées par ces ressources ? Notre contribution propose de montrer l'intérêt de l'approche ergonomique des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) pour analyser et concevoir des ressources à destination des enseignants de mathématiques. Nous illustrerons notre propos en nous appuyant sur une expérimentation menée dans le cadre de notre thèse. Celle-ci visait à concevoir et étudier les moyens de favoriser la pratique d'activités de recherche et de débats entre pairs dans des classes de l'enseignement primaire. Ce travail s'appuie largement sur la théorie des communautés de pratique, aspect que nous avons développé dans (Georget, 2006, à paraître). La présente contribution est, elle, centrée sur des concepts issus du champ de l'ergonomie des EIAH que nous avons aussi utilisés. Nous présenterons ces concepts dans une première partie puis nous présenterons ensuite brièvement le contexte de notre travail de thèse. Enfin, nous illustrerons plus précisément notre propos à l'aide d'une ressource consacré à une activité de recherche, le problème *Golf*.

Concepts de l'ergonomie des EIAH et premières applications à l'analyse et à la conception de ressources

Nous présentons maintenant les concepts d'utilité, d'utilisabilité, d'adaptabilité et d'acceptabilité couramment utilisés dans l'étude ergonomique des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) et que nous proposons d'utiliser pour analyser et concevoir des ressources à destination des enseignants de mathématiques.

Voici comment (Tricot et al., 2003) définit l'utilité d'un EIAH :

L'évaluation de l'utilité relève du domaine général de la pédagogie, des didactiques, et plus généralement de l'évaluation telle qu'elle est habituellement conçue en enseignement et en formation. Il s'agit d'évaluer s'il y a bien adéquation entre l'objectif d'apprentissage défini par l'enseignant (ou le concepteur) et l'atteinte de cet objectif (ibid., p. 393).

L'évaluation de l'utilité d'un EIAH, et plus largement d'une ressource, consiste donc à

évaluer son adéquation par rapport aux souhaits des auteurs, au cahier des charges. Quant à l'utilisabilité d'un EIAH :

[elle] désigne la possibilité d'utiliser l'EIAH : sa maniabilité. L'utilisabilité d'un EIAH se joue au niveau de son interface (sa cohérence, sa lisibilité, la façon dont elle représente les actions possibles, etc.), de sa navigation (la cohérence, la simplicité, l'exhaustivité des déplacements possibles, etc.) et de sa cohérence avec l'objectif et le scénario didactiques. Elle est aussi fonction de l'adéquation entre les objectifs du concepteur et ceux de l'utilisateur (ibid., p. 393).

L'utilisabilité d'une ressource pourrait s'évaluer en étudiant ses possibilités d'utilisation et sa capacité à présenter clairement des activités à mener en classe. L'évaluation de l'utilisabilité comprend aussi un critère qui nous semble particulièrement important pour l'étude des ressources à destination des enseignants, celui de l'adaptabilité. Dans le contexte des sites Web, Bastien et al. (1998) le définissent ainsi : « *l'adaptabilité d'un système concerne sa capacité à réagir selon le contexte, et selon les besoins et préférences des utilisateurs. Deux sous-critères participent au critère Adaptabilité : Flexibilité et Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur* ». Les auteurs précisent que :

Le critère Flexibilité concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour personnaliser l'interface afin de rendre compte de leurs stratégies ou habitudes de travail et des exigences de la tâche. Le critère Flexibilité correspond aussi aux différentes possibilités qu'ont les utilisateurs pour atteindre un objectif donné. Il s'agit, en d'autres termes, de la capacité de l'interface à s'adapter à des actions variées des utilisateurs. [...] Le critère Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur concerne les moyens mis en oeuvre pour respecter le niveau d'expérience de l'utilisateur (ibid.).

Il est pertinent de permettre à l'enseignant de personnaliser les ressources qu'on lui propose, de les adapter à sa propre pratique. L'usage des technologies informatiques semble davantage adapté à cet objectif que le support papier. Par exemple, il est possible de ne faire apparaître qu'une ressource réduite dans un premier temps, de proposer des développements dans un second temps, de permettre la création d'un document composite à partir d'autres pré-existants. Encore faut-il qu'un artefact facilite cette composition. D'autre part, un enseignant, dès lors qu'il utilisera plusieurs fois une ressource pourra souhaiter, par exemple, marquer les problèmes déjà faits, ajouter diverses remarques ou notes le concernant, voire partager certaines de ces informations avec d'autres enseignants. Si les ressources considérées visent des changements de pratique, on peut alors s'étonner si celles-ci évoluent peu alors que l'expérience de l'enseignant, elle, change au cours de ses premières expérimentations. Autrement dit, elle ne prendrait alors pas en compte l'expérience de l'utilisateur.

Enfin, Tricot et al. (op. cit.) définit l'acceptabilité comme :

[...] la valeur de la représentation mentale (attitudes, opinions, etc. plus ou moins positives) à propos d'un EIAH, de son utilité et de son utilisabilité. Cette représentation mentale peut être individuelle ou collective. La valeur de cette représentation conditionnerait la décision d'utilisation de l'EIAH. L'acceptabilité peut être sensible à des facteurs très divers comme la culture et les valeurs des utilisateurs, leurs affects, leur motivation, l'organisation sociales et les pratiques dans lesquelles s'insère plus ou moins bien l'EIAH (ibid., p. 393).

L'évaluation de l'acceptabilité consiste en quelque sorte à étudier si un individu utilisateur trouve un intérêt dans un EIAH ou une ressource du point de vue de son utilité et de son

utilisabilité. En proposant des ressources à des enseignants, le chercheur se positionne souvent en tant qu'auteur. Même s'il souhaite collaborer avec des enseignants pour concevoir ces ressources, on se doute que les souhaits du chercheur et des enseignants risquent d'être bien différents. Le chercheur souhaitera, par exemple, des ressources relativement en adéquation avec les résultats des recherches sur l'enseignement des mathématiques voire même ses propres conceptions de ce que doivent être ces ressources. Les enseignants souhaiteront plutôt des ressources rapidement et facilement exploitables pour préparer la classe. Les différentes attentes risquent donc d'être inconciliables. Le chercheur, connaissant le décalage entre des pratiques qu'il veut promouvoir et les pratiques existantes voudra détailler les tenants et les aboutissants alors même que l'enseignant souhaitera, lui, limiter la quantité du texte pour s'approprier la ressource plus rapidement et, peut-être, plus facilement. C'est le paradoxe de la complétude d'une ressource : trop complète, c'est son acceptabilité qui est remise en cause, trop incomplète, c'est son utilité qui risque de l'être.

Dans (Tricot et al., op. cit.), les auteurs questionnent les relations qui existent entre les différentes dimensions utilité, utilisabilité et acceptabilité. Ces relations peuvent être des relations de dépendance et d'indépendance. Voyons un exemple adapté à l'utilisation que nous faisons des concepts d'utilité et d'acceptabilité. Une ressource peut être acceptée par des enseignants car perçue comme utile par les enseignants. La ressource devient alors effectivement utile, c'est qu'elle remplit les objectifs de ces concepteurs. Néanmoins, il est aussi possible qu'elle soit acceptée et ne pas être utile. C'est le cas, par exemple, si l'information présentée dans la ressource est mal interprétée par les enseignants ou bien si elle n'est pas pertinente pour l'utilisation prévue par les concepteurs. Une ressource peut aussi être utile et ne pas être acceptée par les enseignants. C'est le cas, par exemple, si la pratique qu'elle préconise est trop éloignée des pratiques traditionnelles ou bien si l'information est difficilement interprétable par les enseignants ce qui conduit au rejet de la ressource. L'étude ergonomique peut notamment s'appuyer en partie sur la description des tâches (Rogalski, 2000) et évaluer si elle est adéquate pour les enseignants qui la consultent. Pour que les enseignants utilisent des ressources, il faut qu'elles soient adaptées à leur usage. Pour faciliter la transformation d'objectifs d'apprentissage des élèves en propositions de séances concrètes (Robert, 2001, p. 63), il faut donc que les ressources, dans leur forme et leur contenu, le permettent. Nous pensons qu'il faut que les ressources destinées aux enseignants élargissent l'espace de liberté des enseignants (Robert et Rogalski, 2002) et non le réduisent.

Selon (Tricot et al., op. cit.), l'utilisation des concepts présentés plus haut peut intervenir dans deux types d'évaluation :

L'évaluation par inspection et l'évaluation empirique. L'évaluation par inspection est réalisée par un « expert » qui applique de façon plus ou moins explicite des critères d'évaluation. Par exemple, un ergonomiste va réaliser une évaluation par inspection de l'utilisabilité d'un site Web présentant des cartes géographiques, un spécialiste de didactique des mathématiques va réaliser l'évaluation d'un Tuteur Intelligent pour l'enseignement des mathématiques au CP. L'évaluation empirique, quant à elle, consiste à interpréter les performances des usagers, à qui l'on prescrit une tâche, et plus généralement à interpréter leurs comportements, attitudes, opinions (ibid., p. 392).

Les auteurs ajoutent qu'ils admettent que :

[...] ces deux types d'évaluations sont strictement distincts et complémentaires.

L'évaluation empirique permet de repérer rapidement les erreurs grossières et de diagnostiquer « pourquoi » tel ou tel aspect de l'EIAH est défaillant. L'évaluation empirique permet de voir moins rapidement l'ensemble des erreurs mineurs et majeurs, et de diagnostiquer ce qui ne va pas dans l'EIAH, sans nécessairement en expliquer les raisons (ibid., p. 392).

En didactique des mathématiques, l'évaluation par inspection (resp. empirique) des ressources présente donc des similitudes avec leur analyse a priori (resp. a posteriori). Ces similitudes sont favorables à l'utilisation des concepts de l'ergonomie dans les recherches sur l'enseignement des mathématiques et particulièrement celles consacrées aux ressources des enseignants.

Dans notre présentation, nous avons vu que des concepts d'ergonomie des EIAH permettaient d'adresser des questions relativement générales sur l'analyse et la conception des ressources à destination des enseignants et notamment ceux de mathématiques. Voyons maintenant plus précisément l'usage que l'on peut faire de ces concepts avec un exemple de ressource destinée à des enseignants de mathématiques de l'école primaire.

Ergonomie de ressources à destination d'enseignants de mathématiques de l'école primaire

Contexte de l'expérimentation et approche de la question des ressources

Jusqu'en juin 2008, les programmes français de l'école primaire demandaient explicitement aux enseignants de proposer des activités de recherche à leurs élèves et notamment des activités de recherche ayant pour objectif principal de permettre aux élèves de travailler leur capacité à résoudre des problèmes nouveaux et à échanger entre pairs sur les résultats obtenus. Ces activités portaient alors le nom de *problèmes pour chercher*. Cependant, si elles peuvent exister dans les programmes récents, elles existent beaucoup plus rarement dans les pratiques des enseignants. Pour l'expliquer, nous avons déjà évoqué (Georget, 2006, 2007) l'accompagnement nécessaire à l'instauration de nouvelles pratiques de classe. Ici, nous allons nous concentrer sur des problématiques concernant les ressources documentaires des enseignants. En effet, on sait déjà que celles-ci proposent généralement peu d'activités de recherche (Coppé et Houdement, 2002).

À l'aide des concepts de l'ergonomie, nous allons montrer qu'elles le font aussi souvent de manière inappropriée en analysant un exemple de ressource issue de notre expérimentation. Dans le contexte présenté, comment alors présenter une activité à un enseignant qui ne pratique pas d'activités de recherche et de preuve entre pairs avec ces élèves ? Comment favoriser son adoption ? Comment aussi favoriser une « bonne » pratique c'est à dire une pratique qui, par exemple, ne transforme pas cette activité en simple exercice d'application ?

Une première approche de cette question invite, par exemple, à préciser un certain nombre de choses à propos de l'intérêt et de la pratique de ces activités. On peut, par exemple, le faire en intégrant cette activité dans un ensemble plus vaste d'activités du même type. Dans les deux cas, on voit rapidement que la quantité de texte à consulter par l'enseignant va rapidement augmenter ce qui risque de nuire fortement à l'acceptabilité de la ressource. On l'a vu, d'une certaine manière, l'information tue l'information.

Une deuxième approche peut proposer de s'appuyer sur une communauté d'enseignants ou une

communauté plus large afin que les grandes lignes de ce type d'activités puissent y être discutées de manière plus souples avec l'enseignant qui souhaite s'initier à la pratique d'activités de recherche et de débats entre pairs avec ces élèves. La nécessité de lire une grande quantité d'information se réduit ce qui est susceptible d'augmenter l'acceptabilité de la ressource. Le partage potentiel d'informations entre enseignants peut aussi accroître l'utilisabilité de la ressource puisque des usages différents de la même ressource peuvent être évoqués. Réticent, on peut reprocher à cette approche son côté aléatoire, puisqu'elle est basée sur des interactions difficilement contrôlables. On peut même imaginer que l'utilité des ressources risque d'être mise à mal puisque des usages « parasites » non souhaités risquent de se développer. Pour notre part, nous considérons que les interactions entre enseignants et les usages « parasites » sont les révélateurs même de l'utilité de la ressource, autrement dit ils sont les critères d'une évaluation empirique et non des défauts de cette deuxième approche.

La troisième approche que nous avons retenue pour notre expérimentation est médiane entre les deux précédentes. Elle consiste à la fois à proposer un ensemble de ressources relativement satisfaisantes ou complètes du point de vue d'une évaluation par inspection et à s'appuyer sur une communauté afin de faciliter leur adoption. L'exemple que nous avons choisi pour illustrer plus précisément notre discours est celui d'une ressource consacré spécifiquement au problème *Golf* (ERMEL CE2, 1999).

Exemple de la ressource *Golf*

Dans le problème *Golf*, il s'agit d'additionner des multiples de deux nombres donnés (par exemple 3 et 8) pour retrouver un nombre cible donné lui aussi (par exemple 41). Il s'agit alors de trouver toutes les manières possibles d'obtenir le nombre cible (deux solutions dans l'exemple proposé). À l'école primaire, ce problème permet principalement de travailler la démarche de recherche en mathématiques. Il demande notamment de trouver une méthode pour s'assurer de l'exhaustivité des solutions et avant tout de convaincre les pairs que cette méthode est efficace.

Voyons maintenant la ressource que nous avons imaginée pour présenter le problème *Golf*, c'est à dire sans évoquer de généralités sur les activités de recherche et de débats entre pairs. Dans notre expérimentation, cette ressource était présentée sur un site Web mais nous allons voir que les concepts de l'ergonomie utilisés sont aussi mobilisables pour une ressource présentée sur support papier. La ressource se compose de quatre rubriques qui s'intitulent présentation, exemples, solutions et preuves, éléments de recherches et de débats possibles. Nous les reproduisons et les présentons ci-après afin de la soumettre à la critique des participants au groupe *Technologie et enjeux de développement, formation à distance, ressources numériques, plate-forme, multimédia*.

Présentation

Le problème

Le problème consiste à atteindre un nombre à partir de multiples de deux autres nombres

Un exemple

Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.

On trouve par exemple $2 \times 4 + 3 \times 5 = 23$.

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CE2.

Le texte de la présentation est conçu pour être rapide à consulter et l'exemple donné vise à

favoriser la compréhension du problème général. L'énoncé du problème n'est pas forcément adapté aux élèves, il s'adresse à l'enseignant en supposant qu'il est le plus à même d'en proposer une ou des versions adaptées aux élèves. Par ce moyen, nous prenons en compte l'adaptabilité de cette ressource. La référence bibliographique permet à l'enseignant d'accéder, indirectement, à d'autres informations ce qui accroît l'ergonomie de la ressource notamment du point de vue de la prise en compte de l'expérience de l'utilisateur.

La rubrique suivante vise à fournir des exemples d'instanciation du problème pour mener cette activité qui sont autant d'options pour l'enseignant pour la proposer dans sa classe.

Exemples

Exemple 1

Atteindre 41 avec 8 et 3

Il y a plusieurs solutions (2 exactement) :

$$- 4 \times 8 + 3 \times 3$$

$$- 8 \times 8 + 11 \times 3$$

Exemple 2

Atteindre 97 avec 8 et 3

Ici le nombre de solutions est plus grand :

$$- 11 \times 8 + 3 \times 3$$

$$- 8 \times 8 + 11 \times 3$$

$$- 5 \times 8 + 19 \times 3$$

$$- 2 \times 8 + 27 \times 3$$

On peut demander aux élèves de chercher le plus de solutions.

Exemple 3

Atteindre 92 avec 5 et 3

Les solutions :

$$- 16 \times 5 + 4 \times 3$$

$$- 13 \times 5 + 9 \times 3$$

$$- 10 \times 5 + 14 \times 3$$

$$- 7 \times 5 + 19 \times 3$$

$$- 4 \times 5 + 24 \times 3$$

$$- 1 \times 5 + 29 \times 3$$

On peut demander aux élèves de prouver qu'ils obtiennent toutes les solutions.

Exemple 4

Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.

Les solutions :

$$- 2 \times 4 + 3 \times 5 = 23$$

$$- 2 \times 9 + 1 \times 5 = 23$$

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CE2.

On voit qu'avec les exemples, une progression possible est suggérée mais l'enseignant est laissé libre de choisir le ou les exemples qu'il peut utiliser. La présentation suggère aussi qu'il peut en choisir d'autres ce qui accroît l'adaptabilité de la ressource.

Solutions et preuves

Prenons l'exemple « Atteindre 41 avec 8 et 3 », ce problème revient à chercher deux nombres entiers x et y qui vérifient l'équation à deux inconnues : $3x + 8y = 41$

Pour trouver la ou les solutions, on peut tester successivement des valeurs de x et déduire la valeur d' y (ou l'inverse). Par exemple, on essaye successivement $x=0, 1, 2,$ etc. et on cherche l'éventuelle valeur de y correspondante.

Inversement, si on commence par choisir des valeurs de y , on peut voir plus rapidement si le complément à 41 est un multiple de 3 ou non. En effet, il y a moins de multiples de 8 inférieurs à 41 que de multiples de 3.

Essais

y	$8y$	compl. à 41	x (si possible)
0	0	41	-
1	8	33	11
2	16	25	-
3	24	7	-
4	32	9	3
5	40	1	-

On peut aussi utiliser l'égalité $y=(41-3x)/8$. En remplaçant x par la valeur choisie, on peut calculer directement y . L'utilisation d'un logiciel de type tableur facilite le listage des solutions avec cette formule. Il suffit de ne garder que les solutions entières.

Sacrifiant la généralité d'une preuve, son explication est ici basée sur un exemple. L'objectif est de faciliter sa compréhension sachant que la formation mathématique des enseignants est limitée du fait de cursus universitaires variés. Le lecteur voit ici mieux ce que nous entendions plus haut par « relativement satisfaisantes ou complètes du point de vue d'une évaluation par inspection ». Plusieurs formulations ou cadres sont proposés : texte, tableau, algébrique et numérique, même si cette dernière option est ici seulement évoquée au lieu d'être opérationnalisée (par exemple avec un lien vers un fichier de tableur).

Enfin, la dernière rubrique vise à favoriser le repérage d'éléments intéressants au cours d'une mise en oeuvre effective. Pour cela, elle donne de brèves indications sur certains points d'intérêts de déroulements possibles en classe.

Éléments de recherches et de débats possibles

Selon les cas envisagés, il n'y a pas le même nombre de solutions. Les élèves, sans forcément les trouver toutes dans un premier temps, peuvent en trouver au moins quelques-unes. Ceci peut permettre d'envisager la question de l'exhaustivité des solutions après une première phase de familiarisation.

Les élèves peuvent donc successivement aborder les aspects suivants :

- trouver une solution
- trouver le maximum de solutions
- trouver toutes les solutions

Une sorte de scénario global est donc présenté mais, là aussi, le choix est laissé à l'enseignant. Il pourra ainsi tenir compte de sa classe, de son expérience, du déroulement effectif de la ou des séances. De part sa conception, la ressource garantie son adaptabilité et son utilisabilité car elle prévoit, plus ou moins implicitement, qu'il y a plusieurs manières de l'utiliser. Elle prévoit notamment que, si la recherche exhaustive des solutions est un objectif possible de la mise en oeuvre de cette activité, il y a aussi d'autres moyens de l'exploiter. Autrement dit, il

n'y a pas un scénario unique et bien défini pour exploiter le problème *Golf*. Alors même qu'il serait tentant de préciser dans les détails plusieurs éléments pour que l'enseignant ne se « trompe » pas, nous avons aussi fait le choix de réduire la quantité d'information afin de faciliter l'adoption de cette ressource. Pour les détails, nous renvoyons ainsi l'enseignant à l'activité de la communauté de notre expérimentation.

La présentation des différentes rubriques de la ressource consacrée au problème *Golf* montre certains choix que nous avons faits dans le cadre de notre expérimentation. Ces choix visent à favoriser l'adoption de ce problème par les enseignants et à permettre une mise en œuvre exploitant au mieux le potentiel du problème pour permettre aux élèves de chercher et de débattre entre pairs. Pour cela, nous avons principalement mobilisé les concepts d'utilisabilité et d'adaptabilité dans une évaluation par inspection.

Conclusion

Dans un premier temps, nous avons présenté des concepts issus du domaine de recherche sur l'ergonomie des EIAH en cherchant à les généraliser dans le domaine des ressources proposés à des enseignants de mathématiques. Nous avons ainsi évoqué les concepts d'utilité, d'utilisabilité, d'acceptabilité, d'adaptabilité et d'évaluation empirique et par inspection. Cette présentation nous a déjà permis d'illustrer leur intérêt pour les recherches sur l'enseignement des mathématiques. Dans un second temps, nous les avons mobilisés pour l'étude d'une ressource consacrée au problème *Golf* ce qui nous a permis de montrer que leur intérêt ne se limitait pas à des considérations générales. Enfin et au-delà du contexte de notre expérimentation lié aux activités de recherche et de preuve entre pairs, nous pensons que les concepts présentés intéressent l'ensemble des ressources à destination des enseignements de mathématiques et d'autres disciplines.

Références

- Bastien, J. M. C., et al. (1998). *L'ergonomie des sites web*. Dans: éd. par Jean-Claude Le Moal et Bernard Hidoine. Chapitre rédigé dans le cadre du projet européen Commerce & Interactions (EP 22287). INRIA.
- Coppé, S., et Houdement, C. (2002). *Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire*. Dans: Grand N 69. 53–62.
- ERMEL (1999). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CE2*. Hatier.
- Georget, J-P. (2006). *Favoriser la pratique des activités de recherche dans les classes de cycle 3 de l'enseignement primaire : communauté de pratique, pratiques d'enseignants et échanges autour de ces pratiques*. Dans : Actes du colloque EMF 2006.
- Georget, J-P. (à paraître); *Qu'est-ce qu'un document dans l'enseignement des mathématiques ?* Atelier de l'école d'été de didactique des mathématiques 2007.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2008). *Horaires et programmes de l'enseignement de l'école primaire*, <ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2008/hs3/hs3.pdf>
- Robert, A. (2001). *Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant*. Dans: Recherches en didactique des mathématiques 21(1.2). 57–80.
- Robert, A., et Rogalski, J. (2002). *Le système complexe et cohérent des pratiques des*

enseignants demathématiques : une double approche. Dans: Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie 2(4). 505–528.

Rogalski, J. (2000). *Y a-t-il un pilote dans la classe ? Apport des concepts et méthodes de psychologie ergonomique pour l'analyse de l'activité de l'enseignant*. Dans: Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Équipe DIDIREM, Université Paris 7. 143–164.

Tricot, A., et al. (2003). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH*. Dans: Environnements informatiques pour l'apprentissage humain. ATIEF INRP. 391–402.

<http://hal.ccsd.cnrs.fr/docs/00/00/16/74/PDF/n036-80.pdf> (visité le 12/09/2008).