HAL
open science

Ingénierie d'un EIAH doté d'étayages adaptatifs

Anne Lejeune, Catherine Bonnat, Viviane Guéraud, Patricia Marzin-Janvier

To cite this version:

Anne Lejeune, Catherine Bonnat, Viviane Guéraud, Patricia Marzin-Janvier. Ingénierie d'un EIAH doté d'étayages adaptatifs. 9ème edition de la conference EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)„ Jun 2019, Paris, France. hal-02182758

HAL Id: hal-02182758

https://hal.science/hal-02182758v1

Submitted on 13 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ingénierie d'un EIAH doté d'étayages adaptatifs

Anne Lejeune[1], Catherine Bonnat[1], Viviane Guéraud[1], Patricia Marzin-Janvier[2,1]

[1]Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG, F-38000 Grenoble France
anne.lejeune, catherine.bonnat, viviane.gueraud @univ-grenoble-alpes.fr
[2]Univ. Brest, Univ. Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France
patricia.marzin-janvier@espe-bretagne.fr

Résumé. Le projet DIABOLO[1] a confronté des didacticiens et des informaticiens au défi de concevoir et expérimenter, en un an, un EIAH doté de rétroactions dépendant du diagnostic des difficultés rencontrées par les élèves. La tâche d'apprentissage, au programme de SVT au lycée en France, concerne l'étude d'un métabolisme fermentaire. Elle avait fait l'objet d'une modélisation didactique qu'il s'agissait de transposer informatiquement afin d'analyser l'impact des étayages proposés. Nous explorons les solutions d'ingénierie susceptibles de satisfaire le cahier des charges puis présentons l'EIAH conçu.

Mots-clés. Ingénierie des EIAH, diagnostic, étayage, traces

Abstract. DIABOLO project has confronted didactic and computer scientists with the challenge of designing catand testing, within a year, an EIAH providing dynamic feedback when student's difficulties are diagnosed. The learning task, part of the SVT program in French high school, is centred on the study of a fermentative metabolism. It had been modelled by didactic scientists and was to be computationally transposed in order to evaluate the feedbacks' impact. We browse engineering solutions that may satisfy the specifications and then present the resulting EIAH.

Keywords. EIAH design, diagnostic, scaffolding, traces

1 Introduction

DIABOLO (projet EMERGENCE 2018), a été le cadre du croisement de nos travaux en didactique des sciences et en ingénierie des EIAH pour concevoir et expérimenter - *sur un an* - un EIAH fondé sur une modélisation didactique préalable.

L'activité d'apprentissage concerne la conception d'un protocole sur le métabolisme fermentaire, étudié en SVT au lycée (B.O. spécial n° 8 du 13 octobre 2011). Dans des travaux de thèse préalables au projet Diabolo, Bonnat [1] a effectué la modélisation didactique de la tâche et des connaissances en jeu, en prenant pour cadre le modèle T4TEL [2] - extension de l'approche praxéologique [3]. S'intéressant aux difficultés méthodologiques et épistémologiques rencontrées par les élèves dans l'écriture d'un protocole [4] [5], Bonnat a étudié les étayages pouvant être mis en

1 DIAgnostic des connaissances en Biologie fondé sur une mOdéLisation didactique et infOrmatique - Projet EMERGENCE 2018

place dans un EIAH pour y remédier. Elle a ainsi catégorisé ces difficultés en fonction des concepts auxquels elles se rapportaient, qu'ils soient objet d'apprentissage au lycée (concepts OA), ou qu'ils ne le soient pas (concepts NOA). Conformément au modèle proposé par Croset et Chaachoua [6], elle a ensuite modélisé les techniques erronées, potentiellement sources des erreurs tenaces relatives aux concepts OA. Puis elle a défini les rétroactions à fournir suite au diagnostic de ces erreurs et a classé ces rétroactions par niveaux, caractérisés par le type (question ou information) et la nature (technique ou technologie) du message délivré à l'apprenant.

Donner suite à ces travaux de thèse, nécessitait de disposer d'un EIAH transposant informatiquement tous les volets de la modélisation didactique. Cet EIAH devait générer des données permettant de répondre à la question de recherche : *Quel est l'impact sur les protocoles conçus par les élèves, de l'étayage dynamique de leurs erreurs relatives à des concepts OA ?* Cet EIAH devait également disposer de mécanismes de diagnostic automatique et être suffisamment flexible pour que les étayages mis en place puissent être adaptés suite à l'analyse des données recueillies.

Dans la section suivante, nous confrontons les propriétés requises par le cahier des charges, aux solutions informatiques permettant de les satisfaire. Puis nous présentons l'architecture et les composants de l'EIAH développé.

2 Ingénierie de l'EIAH produit

2.1 Propriétés requises et solutions envisageables

Transposition informatique de la modélisation didactique préalable. Selon la modélisation didactique préalable, la tâche d'apprentissage visée est constituée de 4 phases consécutives : (1) prise de connaissance du métabolisme étudié, (2) collecte du matériel expérimental, (3) conception du protocole et (4) étude de la réaction résultant de l'exécution (simulée) du protocole. Chaque phase fait référence à la conception expérimentale en laboratoire et pour chacune, les connaissances en jeu et le protocole « expert » ont été spécifiés, de même que les erreurs les plus fréquentes et les étayages susceptibles d'y remédier.

La modélisation didactique de l'activité cible convient tout à fait à sa *transposition informatique* dans une simulation pédagogique [7], [8].

Cependant, intégrer dans une simulation pédagogique les mécanismes nécessaires à la génération et à l'enregistrement des données permettant d'analyser l'efficience des étayages, susciterait des développements lourds. De plus, l'adaptation ultérieure de ces étayages nécessiterait sa réingénierie.

Disposer de données pertinentes sur l'activité de l'apprenant. Bien que l'utilisation du numérique génère automatiquement de nombreuses données, il est pour nous fondamental de décider, dès la conception d'un EIAH, ce qu'il convient de tracer et quand il faut le faire, ainsi que de spécifier les informations qui doivent être enregistrées pour que les traces générées soient porteuses de sens. Ne pas consentir à cet effort revient à laisser libre cours à l'interprétation abusive de ces données.

Plusieurs, dont Iksal [9], partagent ce point de vue. Dans le cadre du projet DIABOLO, pour que les chercheurs en didactique des sciences puissent analyser l'impact des étayages des erreurs relatives aux concepts OA, ils devaient disposer de données caractérisant le contexte de chaque étayage : le matériel rassemblé et le protocole conçu par l'élève ; ils devaient aussi disposer de données caractérisant l'activité de l'élève après étayage : documentation consultée, évolution du protocole, modification du matériel rassemblé. Un inventaire des informations à recueillir au fil de l'activité de l'élève devait ainsi être mené en amont du développement de l'EIAH.

Flexibilité. La *flexibilité* est une des premières qualités d'un EIAH construit selon une approche Learning Design [10]. Cette approche conduit à définir un objet informatique - que nous appelons « scénario » [11] - ayant la vocation d'être partageable et surtout *adaptable* sans nécessiter la réingénierie de l'EIAH. Le scénario modélise et structure l'unité d'apprentissage : il détermine et organise l'accès aux ressources pédagogiques mises à la disposition des utilisateurs, il contrôle les productions des apprenants tout au long de l'activité proposée et modélise les notifications (conseils ou feedbacks) pouvant leur être adressées en retour de ces productions. Notifier l'apprenant suite à ses productions relève de mécanismes de *diagnostic en temps réel*.

En conséquence, suivre une approche Learning Design présente l'avantage de pouvoir distinguer clairement à partir de la modélisation pédagogique préalable :

- ce qui relève des qualités attendues d'une simulation pédagogique dédiée à la tâche cible conformément à l'analyse didactique qui en a été faite ;
- ce qui doit pouvoir être facilement adaptable, soit l'étayage des erreurs relatives aux concepts OA, afin que l'EIAH conçu remplisse à terme sa mission de remédiation de ces erreurs.

Faire cette distinction revient (1) à considérer la simulation comme une ressource pédagogique mise à disposition de l'élève par le scénario de l'EIAH et, (2) à déléguer au scénario la modélisation des rétroactions délivrées à l'élève quand il fait une erreur relative à un concept OA lors de ses interactions avec la simulation. Cela suppose de fait, que le scénario connaisse les variables de la simulation permettant de caractériser son état au fil des interactions de l'élève.

2.2 Architecture et composants de l'EIAH construit

Nous avons appliqué les solutions étudiées dans la section précédente en utilisant les outils logiciels dont nous disposions et en concentrant l'effort de développement sur la production d'une simulation pédagogique dédiée à la tâche cible. La figure 1 décrit l'architecture et les composants de l'EIAH proposé.

SimDiabolo : simulation implémentant la modélisation didactique à l'exception des étayages relatifs aux concepts OA. SimDiabolo propose l'étude de la fermentation alcoolique des levures (*consommation de glucose, production d'alcool et de dioxyde de carbone - réaction dépendante de la teneur du milieu en dioxygène et de sa température*). Elle est composée de 5 « pages » : une page d'accueil, les 4 autres

représentant les phases de l'activité (cf. 2.1). L'élève peut naviguer d'une page à l'autre. Les étayages directement proposés par SimDiabolo sont des étayages fixes tels que la mise à disposition de documents ressources (quelle que soit la page active) et la liste des actions disponibles pour construire le protocole, assortie du contrôle de saisie de leurs paramètres, ainsi que des rétroactions dynamiques délivrées suite au choix inapproprié d'un microorganisme, dispositif ou réactif (concepts NOA).

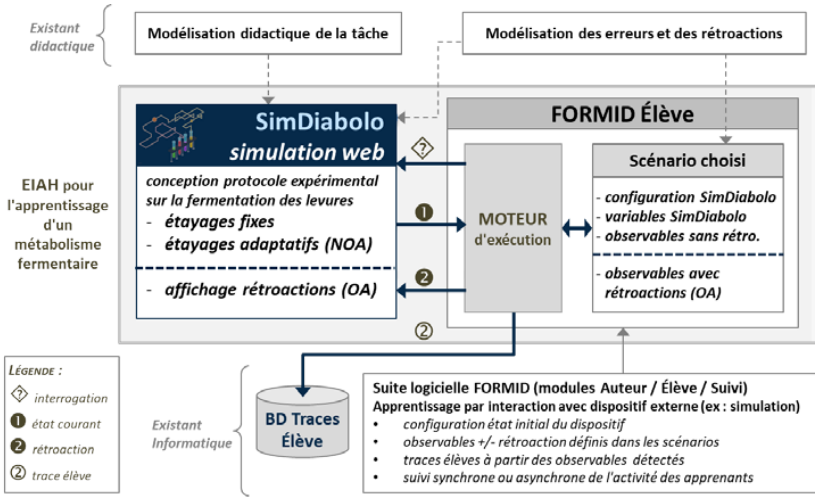

Fig. 1. Architecture de l'EIAH (cadre central) et apports de l'existant (haut et bas)

FORMID-Élève - diagnostic, étayages d'erreurs sur concepts OA, génération et enregistrement des traces élève. La suite logicielle FORMID [12], [13], est dédiée à la *scénarisation*, à l'*exécution* et au *suivi* de situations d'apprentissages en ligne ; elle relève des principes du Learning Design [9] par le fait que la mise en œuvre de ces situations est orchestrée par un scénario exécutable. Chaque scénario choisit un dispositif externe avec lequel l'élève interagira (ici : SimDiabolo), importe la liste de ses variables et configure son état initial (ici : solutions, verrerie, autres matériels disponibles). Il définit également des observables [14] sur des états particuliers de la simulation que le moteur d'exécution de FORMID-Élève vérifiera (mécanisme *observable/observé*). Un observable peut être associé à une rétroaction délivrée à l'élève en cas de détection et est caractérisé par son intention [15].

Au fil de l'activité de l'élève, le moteur d'exécution de FORMID-Élève interroge l'état de SimDiabolo, lequel est représenté par les valeurs des variables importées dans le scénario (*page active, dernier document ressource ouvert, matériel rassemblé, actions du protocole, solutions créées*). Si cet état satisfait la condition de détection d'un observable, l'éventuelle rétroaction qui y est associée est fournie à SimDiabolo pour affichage. Chaque fois qu'un observable est détecté ou n'est plus détecté, une trace élève est générée et enregistrée en base de données. Les traces générées comportent les informations suivantes : *instant du recueil (h/mn/s/ms) / identifiants de*

la session, du groupe d'élèves, de l'élève à l'origine de la trace / identifiant de l'observable / début ou fin de détection / état du dispositif externe.

Scénarios FORMID. Nous avons transposé dans des scénarios FORMID la modélisation didactique des rétroactions relatives aux erreurs portant sur des concepts OA, en définissant des observables sur les états de SimDiabolo représentatifs de ces erreurs. Selon la modélisation didactique, des rétroactions de différents niveaux peuvent étayer une même erreur sur un concept OA (cf. section 1). Pour faciliter l'analyse de l'impact de ces rétroactions, nous avons décidé de définir 4 scénarios, chacun implémentant un niveau différent. Hormis cette distinction, chaque scénario détermine la même configuration de SimDiabolo ; chacun définit également les mêmes observables sur les interactions de l'élève avec SimDiabolo afin que les traces générées puissent rendre compte aussi bien du comportement de l'élève que de ses erreurs, quels que soient les concepts sur lesquels elles portent (cf. Tableau 1).

L'EIAH a ainsi été décliné en 4 « versions » ne différant l'une de l'autre que par le type et la nature du message délivré en cas d'erreur relative à un concept OA.

Tableau 1. Répartition des observables selon le moment de l'activité de l'élève

Page Active	Catégorie	Nombre d'observables
Page Introduction	*Comportement*	**4**
Page Matériel	*Comportement*	**15**
	Erreur sur concept NOA	**1**
Page Protocole	*Comportement*	**11**
	Erreur sur concept NOA	**13**
	Erreur sur concept OA	**17**
Page Expérience	*Comportement*	**11**

3 Bilan et perspectives

Courant novembre 2018, nous avons conduit des expérimentations dans des classes de SVT pour un effectif global de 90 élèves de seconde générale et 21 élèves de terminale scientifique. Chaque version de l'EIAH a été testée dans au moins deux lycées différents et nous avons recueilli un volume de traces conséquent (plus de 26 000 en seconde et environ 2 800 en terminale).

Les premiers résultats d'analyse des traces recueillies confirment que leur sémantique permet d'apprécier l'effet, sur les productions des élèves, des rétroactions dynamiques relatives aux concepts OA. D'autre part, l'activité des élèves pourra être analysée ultérieurement à d'autres fins en exploitant l'ensemble des observables que nous avons définis.

L'approche d'ingénierie que nous avons suivie rend possible l'évolution de l'EIAH proposé sans effort de réingénierie. Ainsi, prendre en compte la diversité des savoirs des élèves en leur délivrant des rétroactions progressives ou dégressives selon le diagnostic en temps réel de leurs difficultés, ne demandera que de définir de nouveaux scénarios.

Pour conclure, le projet DIABOLO a été le terrain d'échanges d'une grande richesse autant sur le plan scientifique que sur le plan humain. Il a aussi permis aux didacticiens de pouvoir mieux projeter la transposition informatique de l'analyse didactique d'une situation d'apprentissage et offert aux informaticiens l'occasion trop rare de penser l'ingénierie d'un EIAH sans s'éloigner de sa raison d'être.

Références

1. Bonnat, C. (2017). Étayage de l'activité expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolisme cellulaire en terminale scientifique. Thèse de doctorat, Université Grenoble-Alpes. Grenoble
2. Chaachoua, H. (2018). T4TEL un cadre de référence didactique pour la conception des EIAH. [éd.] J., Vendeira, C. Pilet. Séminaire ARDM, pp. 5-22.
3. Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. La Pensée Sauvage, Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 19, pp. 221-266.
4. Marzin-Janvier, P. (2013). Comment donner du sens aux activités expérimentales ? Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Joseph-Fourier, Grenoble I, France.
5. Quintana, C., Reiser, B., J., Davis, E., A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R., G., Kyza, E., Edelson, D., Soloway, E. (2004). A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry. Journal of the Learning Sciences, Vol. 13, pp. 337-386.
6. Croset, M-C., Chaachoua, H. (2016). Une réponse à la prise en compte de l'apprenant dans la TAD : la praxéologie personnelle. La Pensée Sauvage, Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol. 36, pp. 1-34.
7. De Jong, T., van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. Review of Educational Research, Vol 68(2), pp 179-202. https://doi.org/10.3102/00346543068002179
8. Thomas, R.C., Milligan, C.D. (2004), Putting Teachers in the Loop: Tools for Creating and Customising Simulations. Journal of Interactive Media in Education (Designing and Developing for the Disciplines Special Issue), Vol. 15, pp 1-22. ISSN:1365-893X.
9. Iksal, S. (2011). Tracks Analysis in Learning Systems: A Prescriptive Approach. International Journal for e-Learning Security, Vol. 1(1), pp. 3-9.
10. Koper, R. (2006). Current Research in Learning Design. Journal of Educational Technology & Society, Vol. 9(1), pp. 13-22.
11. Lejeune, A., Pernin, J.P. (2004), A taxonomy for scenario-based engineering, Proceedings of the IADIS International Conference, Lisbon, Portugal, pp. 249-256
12. Guéraud, V., Cagnat, J.M. (2006). Automatic semantic activity monitoring of distance learners guided by pedagogical scenarios. [éd.] Springer. 1st EC-TEL Conference, pp. 476-481
13. Guéraud, V., Lejeune, A., Adam, J.M. Dubois, M., Mandran, N. (2009). Flexible environment for supervising simulation-based learning situations. 14th AIED Conference, pp. 698-700.
14. Lejeune, A., Guéraud, V. (2012). Embedding observation means into the learning scenario: Authoring approach and environment for simulations-based learning. 12th IEEE ICALT Conference, pp. 273-275.
15. Lejeune, A., Guéraud, V., Mandran, N. (2016). Improving Usage of Learning Designs by Teachers: A Set of Concepts for Well-Defined Problem Resolution. 13th EC-TEL Conference, Vol. 9891/2016, pp. 404-409. LNCS.