

Vers un Support à l'Entraide dans les Laboratoires Distants pour l'Apprentissage de l'Informatique

Rémi Venant^{1,2} and Julien Broisin²

¹ Le Mans Université
LIUM - EA 4023, Le Mans Université
72085 Le Mans, Cedex 9, France
`remi.venant@univ-lemans.fr`

² Université Toulouse III Paul Sabatier
Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)
Toulouse, France
`{remi.venant,julien.broisin}@irit.fr`

Résumé L'entraide, pressentie pour influencer positivement l'apprentissage, est une composante importante des travaux pratiques. Alors que plusieurs études confirment l'hypothèse selon laquelle les comportements de recherche et d'offre d'aide peuvent améliorer l'expérience d'apprentissage, les laboratoires virtuels et distants n'offrent pas encore un support suffisant pour permettre ces interactions sociales. En s'appuyant sur un ensemble de critères extraits de la littérature existante, nous avons conçu un système de gestion de l'entraide et l'avons implémenté dans Lab4CE, un environnement de laboratoires distants pour l'apprentissage de l'Informatique. Les premiers résultats de deux expérimentations révèlent une tendance chez les apprenants à ne pas s'aider spontanément, ainsi qu'une augmentation de la confiance dans les aides qu'ils apportent à leurs pairs lorsqu'un enseignant est présent sur la plateforme.

1 Introduction

Les laboratoires virtuels et distants (VRL, *Virtual and Remote Laboratories*), sont un support à l'apprentissage exploratoire [4], une théorie fondée sur le constructivisme et qui s'appuie sur les pratiques sociales en tant qu'éléments fondamentaux du processus d'apprentissage. Bien que l'entraide soit un phénomène commun en contexte présentiel et considérée comme une compétence importante d'auto-régulation [7,14], les étudiants n'utilisent pas fréquemment les fonctionnalités d'aide d'un EIAH lorsque l'aide est fournie par le système lui-même (ex. : tuteurs intelligents) [14], et de nouveaux patrons de conception pour aider les apprenants à devenir de meilleurs chercheurs d'aide doivent être trouvés [1,5]. Toutefois, seuls quelques VRL supportent aujourd'hui des formes sociales de l'apprentissage (ex. : collaboration ou coopération) [6]. Nous explorons donc dans cette article comment un laboratoire distant peut supporter le processus d'entraide, incluant à la fois la recherche et l'offre d'aide.

Nous proposons ici **(i)** la spécification d’un ensemble de critères à respecter pour un laboratoire définis d’après la littérature scientifique existante, **(ii)** la conception et l’implémentation d’un système de gestion de l’entraide pour les apprenants et enseignants au sein de Lab4CE, notre plateforme pour l’apprentissage de l’Informatique, et **(iii)** l’évaluation de ce système par deux expérimentations réalisées en contexte d’apprentissage réel.

2 État de l’Art

L’aide dans des contextes sociaux tels que celui de la classe a été au cœur de nombreuses études en Sciences Humaines et Sociales. La plupart des travaux que nous avons étudiés se concentrent exclusivement sur la recherche d’aide, à la différence de l’offre d’aide, deux activités mobilisant des compétences aussi bien propres au domaine d’apprentissage que métacognitives et d’auto-régulation [9]. Une définition de référence de la recherche d’aide est celle de Nelson-Le Gall [7,8], qui a proposé un modèle de processus la décrivant en 5 étapes : **(i)** prendre conscience d’un besoin d’aide, **(ii)** décider de rechercher de l’aide, **(iii)** identifier des sources d’aide potentielles, **(iv)** mettre en place une stratégie pour obtenir l’aide, et **(v)** évaluer l’aide obtenue.

Pour réaliser chacune de ces étapes, les apprenants peuvent bénéficier du support du Numérique. Fournir une “*self-awareness*” (i.e., conscience de son propre apprentissage) aide à identifier ses propres difficultés [1] et peut faciliter la prise de conscience quant au besoin d’aide. Toutefois, un apprenant peut être amené à éviter de chercher de l’aide, notamment par peur d’être perçu comme incompetent [12]. Cette perception est considérée comme liée à la représentation que se fait l’apprenant de la classe, perçue comme un groupe focalisé sur la performance individuelle [2]. Ainsi, fournir à celui-ci une conscience sociale de l’ensemble des demandes d’aide effectuées par ses pairs peut lui éviter d’avoir une telle représentation [11]. D’autre part, l’aide à la demande (i.e., à l’initiative de l’apprenant) semble être plus efficace que lorsque celle-ci est automatiquement fournie par le système [14,10]. Faciliter cet engagement social est donc une fonctionnalité qui peut être supportée par l’environnement d’apprentissage. Pour identifier des sources d’aide potentielles (i.e. des utilisateurs à même de fournir l’aide), l’étudiant peut opter pour différentes stratégies, comme effectuer une demande à un pair en particulier ou à l’ensemble de la classe. Ici aussi, le système peut fournir des informations utiles pour réaliser cette étape du processus, tel que la présence sociale [13]. Enfin, l’environnement devrait également faciliter l’étape d’évaluation, non seulement pour permettre à l’apprenant de réfléchir sur l’aide apportée ou reçue, mais également pour permettre au système d’utiliser a posteriori ces évaluations, comme par exemple pour permettre la recommandation de pairs face à une difficulté rencontrée.

À partir du modèle de référence décrit ci-dessus, nous avons défini six critères qu’un VRL doit respecter pour supporter la recherche et l’offre d’aide : **(i)** le support à l’aide à la demande, **(ii)** le suivi des demandes et offres d’aide, **(iii)** la liberté pour l’apprenant de choisir la (les) source(s) d’aide, **(iv)** la possibi-

lité pour l'apprenant d'identifier un pair comme source d'aide potentielle, (v) le support à la communication synchrone pour la réalisation de l'aide, et (vi) le partage d'artefacts numériques. Le suivi des demandes d'aide (critère ii) consiste à fournir aux apprenants les requêtes d'aide formulées par leurs pairs. Dans le contexte d'un épisode d'aide synchrone au sein d'un VRL, l'apprenant aidé et celui aidant doivent pouvoir communiquer en temps réel (critère v), mais également pouvoir percevoir les actions de chacun sur les ressources du TP (critère vi).

3 Support de l'Aide dans Lab4CE

3.1 Lab4CE

Lab4CE, acronyme de “*Laboratory for Computer Education*”, est un environnement web qui permet la création de laboratoires distants pour l'apprentissage de l'Informatique [3]. Lab4CE a été conçu pour s'affranchir des limites spatiales des travaux pratiques (TP) et des restrictions de sécurité sur les machines mises à disposition par l'institution. L'environnement fournit à chaque apprenant un ensemble de machines, routeurs et commutateurs virtuels nécessaires pour la réalisation d'une activité pratique donnée, accessible en tout lieu et en toute heure sans limitation d'usage. Les fonctionnalités offertes aux apprenants et aux enseignants incluent la communication textuelle en temps réel, la collaboration à la demande (i.e., des apprenants peuvent travailler ensemble sur les mêmes machines et observer les actions menées par leurs pairs sur celles-ci), et des outils de *learning analytics* pour l'*awareness* personnelle et sociale (i.e., les apprenants peuvent comparer les actions qu'ils réalisent par rapport à celles menées par leurs pairs) et pour la visualisation et l'analyse en profondeur des sessions de travail effectuées. Dans l'objectif d'assister les utilisateurs à la demande et l'offre d'aide, nous avons exploité et adapté les fonctionnalités existantes et implémenté un système de gestion de l'entraide.

3.2 Système de Gestion de l'Entraide

Pendant des sessions de travail pratique, le système de gestion de l'entraide permet à l'apprenant d'envoyer des requêtes d'aide aux autres utilisateurs, de suivre les requêtes d'aide en attente, et d'agir sur celles-ci. Illustrées par les Figures 1a et 1b, les vues et fonctionnalités proposées par le composant sont différentes selon le rôle de l'utilisateur (apprenant ou enseignant).

Déjà présent dans Lab4CE, l'outil de comparaison sociale permet aux apprenants de comparer leur performance [3] pendant la réalisation du TP ; ces derniers bénéficient donc d'un moyen de prise de conscience sur leur besoin d'aide. Avec le composant de gestion de l'entraide, ils peuvent demander de l'aide (1 sur la Fig. 1a) en renseignant un formulaire simple (Fig. 2) incluant le nom de l'exercice ou de la tâche sur lequel ils travaillent, une description brève de la difficulté rencontrée, et le type de requête. Une requête collective est envoyée à toute la classe, tandis qu'une requête individuelle est envoyée à un pair ou à

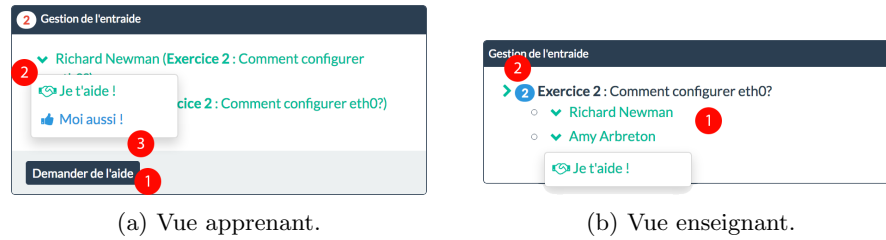


FIGURE 1: Gestion de l'entraide.

un enseignant particulier. Lorsque le choix se porte sur une requête individuelle, une partie de l'outil de comparaison sociale est reportée sur le formulaire pour faciliter le choix de l'apprenant dans sa source d'aide. Les étudiants peuvent également demander de l'aide anonymement, dans l'objectif d'inciter à la pratique ceux qui pourraient être enclins à éviter la recherche d'aide due à leur perception de la classe, comme expliqué dans la section précédente.

Figure 2 shows a form titled 'Demander de l'aide'. It has two input fields: 'Exercice *' with the value 'exercice 1' and 'Description *' with the value 'Je ne sais pas quel option utiliser pour lister les fich'. Below these are three radio button options: 'Demande anonyme', 'Demander à tout le monde', and 'Demander à un utilisateur particulier' (which is selected). At the bottom, there are three radio button options for user selection: 'Sharon N.', 'Stuart K.', and 'Amy A.'. At the very bottom, there are two buttons: 'Annuler' (red) and 'Valider' (green).

FIGURE 2: Formulaire de création d'une requête d'aide.

Le composant trie les requêtes d'aide en attente selon le rôle de l'utilisateur. Pour un étudiant (2 sur la Fig. 1a), un premier groupe de requêtes concerne celles qui lui sont envoyées personnellement (i.e., requête individuelles, marquées d'une icône d'alerte), et un second concerne les requêtes collectives. Dans chaque groupe de requêtes en attente, celles-ci sont triées de la plus ancienne à la plus récente. Pour un enseignant (2 sur la Fig. 1b), les requêtes sont regroupées par leur nom d'exercice et leur description pour faciliter la détection d'une difficulté rencontrée par plusieurs apprenants, qui pourrait nécessiter alors une interven-

tion à l'ensemble de la classe. Lorsqu'un utilisateur prend en charge une requête ("Je t'aide!" sur les Fig. 1a et 1b), la requête est retirée du composant de gestion de l'ensemble des interfaces des utilisateurs connectés. Aussi, un apprenant peut demander une aide identique à une demande collective en attente en cliquant sur l'option "Moi aussi!". Dans ce cas de figure, une requête collective contenant le même nom d'exercice et la même description est générée et envoyée. Apprenants comme enseignants peuvent décider de refuser la prise en charge d'une demande d'aide individuelle, ce qui a pour effet d'annuler la requête et d'en notifier son auteur. À tout moment, un auteur d'une requête en attente peut annuler celle-ci.

3.3 Régulation de l'Aide

Afin de limiter des comportements indésirables qui pourraient survenir, 4 règles de régulation ont été implantées au sein du système. Pour éviter la tentation de s'appuyer systématiquement sur les autres, un apprenant ne peut demander qu'une aide à la fois. Pour éviter le risque de diminution de l'attention, un apprenant ne peut seulement être aidé que par une seule personne à la fois, tandis qu'un apprenant en train d'aider un pair ne peut pas être choisi pour l'envoi d'une requête d'aide individuelle. Enfin, pour réduire le risque d'abandon du système après l'envoi de trop nombreuses requêtes restées sans réponse, les requêtes collectives ou celles individuelles envoyées à un apprenant qui n'ont toujours pas été prises en charge passé une certaine période (configurable au sein de la plateforme) sont automatiquement transformées en requêtes individuelles vers un enseignant (si au moins un enseignant est connecté à la plateforme).

3.4 Épisode d'Aide et Évaluation de l'Aide

Un fois qu'un utilisateur B a pris en charge la requête d'un apprenant A , B peut voir en temps réel ce que A réalise sur ses machines. B peut alors aider A à travers le système de messagerie instantanée. Pour éviter le risque d'aide exécutive (i.e., fournir directement la solution), B ne peut pas agir directement sur les machines de A .

La fin de l'épisode d'aide peut être à l'initiative de A ou de B , à n'importe quel moment. Le système notifie alors chacun des utilisateurs et leur demande d'évaluer rapidement l'épisode passé. B indique s'il semble satisfait de l'aide qu'il a apportée, tandis que A indique si l'épisode d'aide lui a été utile. Cette évaluation est configurable dans Lab4CE par une mesure booléenne (avis positif/négatif), ou par une échelle de Lickert graduée de 1 à 4.

4 Résultats Préliminaires

Nous avons conduit deux expérimentations pour évaluer le système de gestion de l'entraide que nous avons conçu. Les résultats préliminaires de ces études reflétant l'usage du système sont exposés ici.

4.1 Protocoles Expérimentaux

Les deux expérimentations ont été réalisées à l'Université de Toulouse, dans un cours d'Informatique sur deux populations différentes. Ce cours est une introduction par la pratique à l'administration des systèmes et des réseaux. Les étudiants travaillant en dyades pendant les sessions en classe, nous avons observé ici les processus d'aide réalisés entre ces différentes dyades. Dans la première expérimentation (Exp. #1), 28 dyades d'étudiants de seconde année ont réalisé 3 sessions de 90 minutes chacune. Aucun enseignant n'était présent sur la plateforme Lab4CE, et les apprenants étaient complètement libres d'utiliser ou non le système de gestion de l'entraide. Au moment de l'expérimentation, le système n'offrait pas la possibilité aux apprenants de détailler le nom de l'exercice et de décrire le problème rencontré lors de l'envoi d'une requête d'aide.

Dans la seconde expérimentation (Exp. #2), un enseignant était connecté à Lab4CE, et 12 dyades d'étudiants ont réalisé 4 sessions de 90 minutes chacune pour réaliser les travaux pratiques demandés. L'enseignant a informé les étudiants en amont de l'expérimentation que l'utilisation du système d'entraide pouvait leur apporter un bonus de 2 points sur leur note d'évaluation du TP (sur un maximum de 20). L'enseignant n'a toutefois pas spécifié de quantité attendue d'interactions. Dans cette expérimentation, toutes les fonctionnalités du système d'entraide présentées précédemment étaient disponibles.

4.2 Résultats et Discussion

TABLE 1: Résultats expérimentaux.

Indicateur	Exp. #1	Exp. #2
Moy. du nb. de demandes d'aide par session	13,00	35,25
Moy. du nb. de demandes d'aide par session et par dyade	0,47	2,94
Moy. du nb. d'aides fournies par session	4,33	23,25
Moy. du nb. d'aides fournies par apprenants, session et dyade	0,15	1,15
% d'aides fournies par rapport aux demandes d'aide	33%	66%
% aides fournies par apprenants par rap. au total d'aides fournies	100%	59%
% d'aides fournies par des apprenants par rap. aux demandes	33%	39%
% évaluations positives de la part des aidés	46%	69%
% évaluations positives de la part des aidants	23%	60%

Les résultats des deux expérimentations sont fournis à la Table 1. Pour permettre une analyse commune des deux expérimentations, les indicateurs sont soit des ratios, soit des moyennes calculées par session de travail au moins, les sessions étant de même durée à chaque fois. Une première observation est l'usage presque inexistant de l'entraide dans Exp. #1. : le nombre moyen de requêtes par dyade et par session est de 0,47 tandis que celui des prises en charge par dyade et par session et de 0,15 seulement. Comme l'a remarqué Renkl

[10], il semble que les apprenants n'utilisent que rarement le système d'aide par eux-même. La source de motivation introduite dans Exp. #2 semble augmenter considérablement l'utilisation du système d'entraide. Puisque aucun enseignant n'était disponible pendant Exp. #1, le pourcentage d'aides fournies par des apprenants par rapport au total d'aides fournies est de 100%. Alors que pour Exp. #2, le pourcentage d'aides fournies est deux fois plus grand que pour Exp. #1, 41% des aides fournies l'ont été par l'enseignant. D'autre part, nous observons des résultats similaires entre les deux expérimentations concernant le pourcentage d'aides fournies par les apprenants par rapport à l'ensemble des demandes. Il semble donc que le facteur de motivation introduit dans Exp. #2 encourage les apprenants à chercher de l'aide, mais n'est pas suffisant pour améliorer leur prise en charge par les apprenants.

Nous pouvons également remarquer que les évaluations des épisodes d'aide entre apprenants ont augmenté dans Exp. #2. En dessous de 50% pour Exp. #1, les pourcentages d'évaluations positives des apprenants aidés comme de eux aidant sont au dessus de 60%. Cette augmentation, peut s'expliquer par la présence d'un enseignant sur la plateforme qui pourrait augmenter la confiance des apprenants souhaitant fournir leur aide. Cette hypothèse est renforcée par les retours de l'enseignant suite à l'expérimentation, qui a expliqué que plusieurs apprenants lui avaient demandé de confirmer leurs explications lorsque ces derniers étaient en train d'aider un pair.

5 Conclusion

Dans le contexte de l'apprentissage exploratoire, les processus relatifs à l'entraide sont des facteurs clés de l'engagement que les environnements de laboratoires virtuels et distants devraient supporter. En s'appuyant sur un modèle de référence issu de la littérature scientifique à ce sujet, nous avons défini un ensemble de critères à respecter dans ces environnements pour instrumenter les comportements de demande et d'offre d'aide, et avons intégré par la suite un système de gestion de l'entraide dans Lab4CE, notre VRL pour l'apprentissage pratique de l'Informatique. Deux expérimentations ont montré que les apprenants ne semblent pas s'entraider naturellement lorsqu'ils sont libres de le faire. Lorsque des apprenants sont stimulés, l'augmentation apparaît à la fois dans la demande et l'offre d'aide. Enfin, l'évaluation positive des aides reçues ou fournies entre apprenants semble augmenter avec la présence d'un enseignant sur la plateforme.

Nous devons toutefois confirmer l'impact d'un tel système sur l'apprentissage. Nous envisageons également plusieurs perspectives à moyen et long termes. Nous prévoyons d'intégrer des fonctionnalités "intelligentes" au sein du système de gestion de l'entraide. Comme plusieurs études montrent l'impact de différents facteurs liés à l'apprenant sur la recherche d'aide, nous intégrerons un profil d'apprenant pour permettre la recommandation de pairs et inviter des apprenants spécifiques à prendre en charge des requêtes d'aide correspondant à leur profil. Enfin, nous avons remarqué un manque de définition formelle et de spécification

du processus d'offre d'aide, à la fois dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales et en Informatique, qu'il conviendrait de combler. Ceci permettrait d'augmenter notre compréhension des facteurs de motivation chez les apprenants, et permettrait à plus long terme d'améliorer leur engagement dans un processus d'aide à un pair.

Références

1. Alevan, V., Koedinger, K.R. : Investigations into help seeking and learning with a cognitive tutor. In : Papers of the AIED-2001 workshop on help provision and help seeking in interactive learning environments. pp. 47–58 (2001)
2. Arbretton, A. : Student goal orientation and help-seeking strategy use. (1998)
3. Broisin, J., Venant, R., Vidal, P. : Lab4CE : a Remote Laboratory for Computer Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* **25**(4), 154–180 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0079-3>, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01530319>
4. De Jong, T., Linn, M.C., Zacharia, Z.C. : Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science* **340**(6130), 305–308 (2013)
5. Gräsel, C., Fischer, F., Mandl, H. : The use of additional information in problem-oriented learning environments. *Learning Environments Research* **3**(3), 287–305 (2000)
6. Gravier, C., Fayolle, J., Bayard, B., Ates, M., Lardon, J. : State of the art about remote laboratories paradigms-foundations of ongoing mutations. *International Journal of Online Engineering* **4**(1) (2008)
7. Nelson-Le Gall, S. : Help-seeking : An understudied problem-solving skill in children. *Developmental review* **1**(3), 224–246 (1981)
8. Newman, R.S. : Adaptive help seeking : A strategy of self-regulated learning. In : *Self-regulation of Learning and Performance : Issues and Educational Applications*, pp. 283–301. Lawrence Erlbaum Associates, Inc (1994)
9. Puustinen, M. : Help-seeking behavior in a problem-solving situation : Development of self-regulation. *European Journal of Psychology of education* **13**(2), 271–282 (1998)
10. Renkl, A. : Worked-out examples : Instructional explanations support learning by self-explanations. *Learning and instruction* **12**(5), 529–556 (2002)
11. Ryan, A.M., Pintrich, P.R. : Achievement and social motivational influences on help seeking in the classroom. In : Karabenick, S.A. (ed.) *Strategic help seeking : Implications for learning and teaching*, pp. 117–139. Lawrence Erlbaum Associates Publishers (1998)
12. Ryan, A.M., Pintrich, P.R., Midgley, C. : Avoiding seeking help in the classroom : Who and why? *Educational Psychology Review* **13**(2), 93–114 (2001)
13. Swan, K., Shih, L.F. : On the nature and development of social presence in on-line course discussions. *Journal of Asynchronous learning networks* **9**(3), 115–136 (2005)
14. Wood, H., Wood, D. : Help seeking, learning and contingent tutoring. *Computers & Education* **33**(2), 153–169 (1999)