

De la modélisation des indicateurs pour l'apprentissage à la capitalisation par les utilisateurs

Albane Gril^{1,2}, Valérie Renault², Madeth May¹, Sébastien George¹

¹ Le Mans Université, LIUM, F-72000 Le Mans, France

² Le Mans Université, CREN, F-72000 Le Mans, France

{albane.gril,valerie.renault,madeth.may,sebastien.george}@univ-lemans.fr

Abstract. Les indicateurs pour l'apprentissage, comme données apportant du sens dans le cadre de la formation, sont aujourd'hui utilisés dans une majorité des EIAH. Or, entre les importantes ressources nécessaires à leurs conceptions et les difficultés d'adoption par les utilisateurs, il peut être difficile de conserver leurs pertinences dans le temps. C'est à cette question que s'intéressent nos travaux. La capitalisation des indicateurs est ici proposée comme résultant de l'interaction des utilisateurs avec les indicateurs tout au long du cycle de vie de ces derniers. Cela nécessite tout d'abord de modéliser les indicateurs comme des entités capables d'une évolution selon l'usage qui en est fait. De plus, cette approche a ses propres défis d'adoption, car les utilisateurs, particulièrement les non-experts, ne sont pas forcément à l'aise avec ces notions abstraites. C'est pourquoi nous avons apporté un découpage par scénarios d'utilisations résultant d'interactions guidées des utilisateurs avec des indicateurs. Cette proposition est implémentée dans un prototype informatisé afin de permettre une expérimentation concrète par les utilisateurs.

Keywords: learning analytics · indicateur · capitalisation.

Abstract. Indicators for learning, as data providing meaning in the context of learning, are currently used in a majority of TEL systems. However, between the important resources required for their design and the difficulties of adoption by users, it can be difficult to maintain their relevance over time. This is the issue that our work addresses. The capitalization of indicators is presented here as a result of the interaction of users with indicators throughout their life cycle. This requires that indicators be modeled as entities capable of evolving according to their use over time. Moreover, this approach has its own adoption challenges, as users, especially non-experts, are not necessarily comfortable with these abstract notions. This is why we have provided a breakdown by usage scenarios resulting from guided interactions of users and indicators. This proposal is implemented in a computerized prototype in order to allow a concrete artifact experimentation by the users.

Keywords: learning analytics · data indicator · capitalization.

1 Introduction

L'utilisation d'indicateurs d'apprentissage dans le cadre de tableaux de bord intégrés à des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) est une pratique courante : de nombreuses études [1, 19] ont montré leur impact positif sur l'apprentissage. Dans le cadre du projet écrit+ pour l'amélioration des compétences du français écrit des étudiants à l'université, la plateforme de formation et de certification dédiée génère de nombreuses traces. Elles sont actuellement peu exploitées, mais ont le potentiel de proposer aux étudiants comme aux enseignants des indicateurs pertinents sur les apprentissages.

Notons que la notion d'"indicateur d'apprentissage", tel que nous l'entendons, est une terminologie simplifiée des "indicateurs dans le contexte de l'apprentissage". Dans ce contexte, les indicateurs regroupent aussi bien des informations sur l'avancement dans un cours telles que la qualité de rédaction d'un étudiant, que le comportement de l'étudiant dans un environnement informatique tel que la fréquence de ses connexions. L'intégration de nouveaux indicateurs à un environnement d'apprentissage est complexe et coûteuse [3].

Nous considérons, dans cet article, l'intégralité du cycle de vie de l'indicateur, de sa conception impliquant les utilisateurs à différents niveaux, à son évolution dans le temps. Nous nous interrogeons sur comment permettre aux indicateurs d'évoluer dans le temps au gré des usages des utilisateurs et de la multiplicité des contextes ? L'objectif de notre travail est de proposer une approche dite de capitalisation des indicateurs d'apprentissage, c'est-à-dire mettant en avant le processus d'amélioration continue des indicateurs en favorisant les interactions des utilisateurs avec ces derniers.

Pour cela, plusieurs étapes clés ont déjà été effectuées. Tout d'abord, un recueil de besoins sur les interactions, que peuvent et veulent avoir nos utilisateurs cibles, a été réalisé. Cela a conduit à la constitution d'un corpus initial d'indicateurs, puis à la proposition d'une modélisation informatique des entités mises en jeu lors de la capitalisation, détaillée en section 3. De plus, nous avons pu préciser les interactions entre les entités et les utilisateurs pour permettre la capitalisation. Ces contributions théoriques ont ensuite été implémentées dans un prototype, sous forme d'application web, présenté en section 4 afin d'avoir des retours utilisateur sur le processus complet proposé, dont la première itération est discutée en section 5. L'expérimentation de ce prototype permet la validation de notre approche de capitalisation, mais aussi d'avancer avec les participants à la construction d'un outil pour instrumenter la capitalisation. L'analyse de ces retours va permettre une seconde phase de prototypage, pour affiner les interactions proposées et l'accompagnement des différents utilisateurs-acteurs. Nous allons exposer les enjeux, notre démarche et nos propositions initiales sur la capitalisation d'indicateurs dans la première section.

2 La capitalisation des indicateurs d'apprentissage

2.1 Défis techniques

La capitalisation répond tout d'abord à des défis techniques inhérents aux indicateurs d'apprentissage. Ils sont définis comme des observables signifiants [11, 13] sur le plan pédagogique, et témoignant de la qualité de l'interaction, de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH. Ils sont calculés ou établis à partir de traces récoltées dans les EIAH.

L'utilité des indicateurs, ainsi que leur grande diversité, est avérée dans le cadre des apprentissages [1, 19]. En effet, les données utilisées, leurs analyses et leurs paramètres varient en fonction du contexte et de l'objectif de l'indicateur, influençant sa conception. De même, la visualisation a un impact important sur la compréhension et l'usage d'un indicateur [20]. Ce processus de conception est très peu généralisable et reproductible, notamment à cause de la diversité des contextes d'apprentissage. Un indicateur n'est à priori pas conçu pour être diffusé et modifié par les utilisateurs. Pourtant, les besoins des utilisateurs peuvent changer au cours du temps et en fonction de leurs pratiques. Nous proposons donc que les indicateurs soient flexibles pour suivre ces évolutions.

Le processus de capitalisation des indicateurs prenant ainsi en compte leur possible évolution afin qu'ils conservent leur pertinence selon le contexte.

2.2 Défis humains

La conception des indicateurs d'apprentissage nécessite la collaboration de plusieurs expertises pour un résultat pertinent et fonctionnel [12]. En particulier, des notions d'analyse de données sont nécessaires, mais aussi d'expertise pédagogique.

Consulter les utilisateurs finaux des indicateurs, enseignants ou étudiants, pour un recueil de besoin initial est largement utilisé [7, 10, 15]. Or cette consultation est coûteuse en temps et en ressources, et donc souvent limitée à un cycle de conception initiale. Le côté ponctuel de certaines expérimentations laisse peu de temps aux utilisateurs pour s'approprier l'environnement et les indicateurs dans leurs pratiques d'enseignement et d'apprentissage. De même, l'absence d'expertise technique des utilisateurs est un défi lors d'un recueil de besoin [17]. Une fois un indicateur conçu au terme d'itérations de co-construction entre experts et utilisateurs, son adoption par la communauté n'est ni garantie ni nécessairement concordante par rapport à la diversité des pratiques réelles [2]. Les questions de dérive d'utilisation, d'accessibilité des données et autres préoccupations éthiques freinent également les utilisateurs dans leurs adoptions des indicateurs [16].

La diversité des expertises et des expériences individuelles complique la conception d'indicateurs adaptés aux besoins des individus. L'utilisateur doit donc pouvoir apporter à tout moment son point de vue sur l'indicateur, afin d'en assurer la pertinence pour son usage.

2.3 Définition d'une capitalisation par les utilisateurs

Sur l'intégralité du cycle de vie de l'indicateur, l'implication des utilisateurs finaux est un élément clé afin d'obtenir un indicateur pertinent et de faciliter son adoption. Cette implication des utilisateurs a une dimension temporelle importante dans l'évolution potentielle de l'usage d'un indicateur. Nous proposons donc de considérer la capitalisation comme une approche résultant de quatre actions de ces utilisateurs sur les indicateurs. Ces actions peuvent être associées à une scénarisation des interactions.

Cette proposition a été initiée par un état de l'art des approches de conception d'indicateurs dans la littérature [8] afin de prendre connaissance de l'existant en matière de solution de conception d'indicateurs. Cela a mis en lumière un manque de soutien et de solutions techniques adaptées aux utilisateurs non experts dans des actions de capitalisation d'indicateurs d'apprentissage.

La première action est l'*appropriation*, un concept souvent utilisé en sciences humaines et dans le domaine de l'IHM (Interaction Humain-Machine) [18]. Elle permet aux utilisateurs d'appréhender et de personnaliser les indicateurs sans nécessiter l'intervention d'experts. L'action de *réutilisation* implique que les indicateurs fonctionnent de la même manière dans un contexte similaire et peuvent ainsi être utilisés à nouveau sans altération. L'action d'*adaptation* nécessite la modification des indicateurs afin de les modifier pour une meilleure adéquation à un autre contexte ou de répondre à des besoins similaires. Enfin, l'action de *partage* permet aux utilisateurs d'accéder aux indicateurs capitalisés et de les diffuser au sein d'une communauté de pratique avec des retours constructifs.

Les quatre actions sont liées à l'usage qui est fait de l'indicateur. Nous proposons ainsi dans la partie suivante un modèle prenant en compte cet usage.

3 Modélisation des indicateurs pour leurs interactions avec les utilisateurs

Notre problématique est de rendre capitalisé et capitalisable tout indicateur d'apprentissage. Il est donc essentiel que sa conception permette à la fois une généralisation pour favoriser son utilisation et sa réutilisation, mais aussi une spécification permettant son appropriation.

De nombreux travaux portant sur la définition, puis la modélisation des indicateurs ont été réalisés au cours des dernières années, notamment avec l'augmentation conséquente de leur utilisation. Parmi tous ces travaux, nous relevons particulièrement ceux de Dimitrakopoulou [6] définissant un indicateur comme une variable, au sens mathématique, à laquelle est attribuée une série de caractéristiques, incluant des informations de contexte et d'utilisation. Diagne [5] propose une carte d'identité qui inclut le contexte de l'indicateur pour en définir le besoin auquel il répond, dans le but de faciliter la réutilisation. UTL (*Usage Tracking Language*) proposé par Iksal [11] est un méta-langage XML complet qui permet la modélisation des entités composant les indicateurs et facilite la phase d'expression des besoins en l'intégrant au modèle. Enfin, Lebis *et al.* [14] élaborent un processus narratif de conception du processus d'analyse de traces,

afin de faciliter les expressions par les concepteurs et ainsi leur capitalisation. Tous ces travaux soulignent l'importance d'une définition claire de l'indicateur pour en permettre la capitalisation. Or l'indicateur n'y est pas considéré comme un objet défini et capitalisé directement par des utilisateurs. Notre intention est de commencer par modéliser ce qu'est un indicateur capitalisé. De quoi est-il constitué, quelles sont ses évolutions dans le temps, au cours des interactions avec les utilisateurs ? Nous allons maintenant détailler les deux entités qui sont proposées afin de mettre en avant la place centrale de l'utilisateur dans la définition et l'évolution de l'indicateur (voir Fig. 1) : l'objet *Indicateur* et l'objet *Usage*.

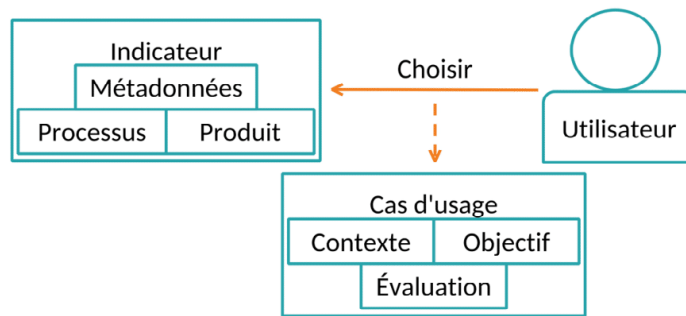


Fig. 1. Proposition de modélisation d'un indicateur capitalisé.

3.1 L'objet Indicateur

Cette modélisation se concentre sur les indicateurs et leurs capacités à évoluer au cours des utilisations. Le premier objet est donc l'Indicateur. Il est d'abord composé d'une partie de métadonnées telles qu'un titre, identité du concepteur, date de conception, ou encore une rapide description. Cette partie descriptive permet de garder des informations concernant la conception (où, quand, qui). Ces traces sont importantes pour la gestion des entités et des permissions lors de modifications d'indicateurs.

Il est ensuite constitué d'une partie nommée *Processus* qui a pour but de décrire le processus de conception de l'indicateur (comment), son analyse et les entités qui le constituent. La dernière partie est le *Produit*, qui est le résultat visible de l'indicateur (quoi). Il est conçu à partir de l'analyse décrite dans le processus. Les paramètres utilisés pour le calcul, et éventuellement des paramètres pour une visualisation de l'indicateur, peuvent aussi y être ajoutés.

Ces deux dernières parties sont complémentaires et essentielles à la définition d'un indicateur capitalisé. Elles correspondent à ce qui est conservé et considéré comme un objet capitalisé. Un indicateur doit donc être calculé au moins une fois pour être capitalisé. Par calculer, nous entendons ici que le processus d'analyse est utilisé sur des traces réelles afin d'obtenir un résultat exploitable et visualisable. Un indicateur calculé est ensuite celui choisi par un nouvel utilisateur pour son usage, et non un processus d'analyse de données seul. Cette

étape de calcul est indépendante de l'utilisateur et nécessite un moteur de calcul d'indicateurs. Ce moteur n'étant pas l'objet du présent article. La capitalisation d'indicateurs suppose l'existence d'une base d'indicateurs capitalisés initiale. Cette base sert ainsi de point de départ aux utilisateurs. La figure 2 illustre l'utilisation du modèle. L'*Indicateur* y est capitalisé, dans le sens calculable et calculé. Or l'évolution des besoins auquel il répond et les contextes dans lesquels il s'inscrit n'est possible que si l'usage de l'indicateur peut être démultiplié pour un même indicateur capitalisé.

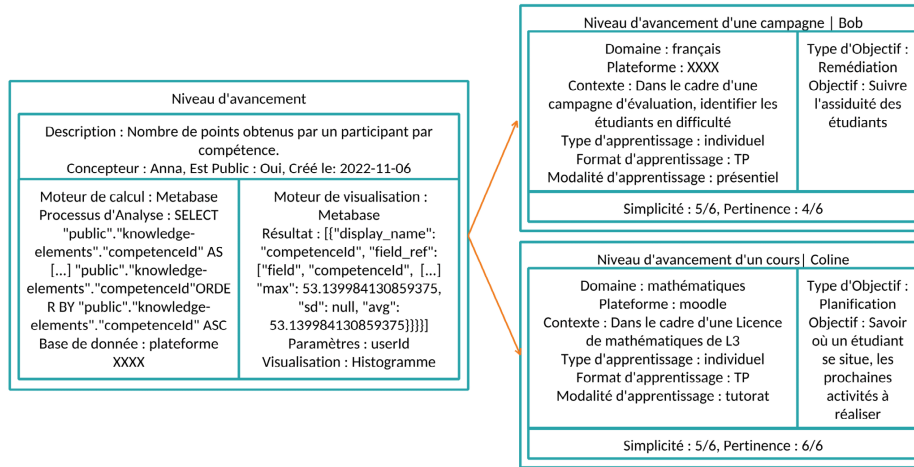


Fig. 2. Exemple d'utilisation de la modélisation d'un indicateur capitalisé : niveau d'avancement et deux instances d'Usages de cet indicateur.

3.2 L'objet Usage

L'ajout de l'objet *Usage* donne la possibilité d'avoir une infinité d'*Usage* pour un même *Indicateur*, favorise la diversification des interprétations et prend en compte la variabilité des utilisateurs essentielle à la capitalisation. Cette entité fait ainsi le lien entre l'utilisateur et l'indicateur. Choisir un *Indicateur* crée l'entité *Usage*, unique à un utilisateur et indépendant de l'*Usage* d'un autre avec le même *Indicateur*. Il est ainsi possible pour l'utilisateur d'interagir avec l'*Indicateur* sans l'altérer et en ajoutant des informations qui sont propres à son usage personnel.

L'*Usage* de l'indicateur d'apprentissage possède un *contexte* pédagogique déterminé par l'utilisateur. Il donne un cadre précis à l'indicateur, permettant son appropriation dans l'usage nouvellement créé. L'accumulation des contextes proposés guide les prochains utilisateurs dans le choix d'un indicateur pertinent. L'*Usage* est également lié à un *objectif* tel que défini par Dabbedi *et al.* [4], c'est-à-dire le type de décision prise à l'aide de l'information fournie par l'indicateur. Ainsi un même *Indicateur* peut avoir une grande diversité d'interprétation, d'objectif, sans nécessiter une duplication de l'entité. Enfin, l'entité recueille l'*évaluation* de l'usage de l'*Indicateur* lié. Cette évaluation, en partie renseignée

directement par l'utilisateur, est une information précieuse de la capitalisation. Elle permet une valorisation de l'expérience de l'utilisateur et une prise en compte de son avis.

Avec cette modélisation, nous mettons ainsi l'accent sur les actions de capitalisation que l'utilisateur peut avoir sur les deux entités présentées. Nous allons à présent explorer et implémenter les interactions permettant de réaliser ces actions.

4 Implémentation des interactions dans un prototype informatique

4.1 Identification des interactions pour la capitalisation

Capitaliser les indicateurs d'apprentissage résulte de leurs interactions avec les utilisateurs. Nous avons mené une étude sur des processus de conception des indicateurs [8] permettant d'examiner le rapport des utilisateurs non experts avec les indicateurs. Notre proposition se positionne dans ce lien entre les utilisateurs et indicateurs. Elle a donc nécessité d'être testée auprès d'utilisateurs pour observer, dans une démarche exploratoire au cours de plusieurs activités proposées, leurs interactions avec les indicateurs [9]. Les 47 participants se sont portés volontaires au sein du projet *écri+* pour former 13 *focus groups* d'enseignants et étudiants. La notion d'indicateurs ne leur était pas forcément familière, mais ils ont pu les manipuler grâce aux tâches successives proposées et à l'interaction du groupe. Les actions ne se limitent pas à la conception de l'indicateur, mais se poursuivent dans l'utilisation qui en est faite. Il faut noter que ce n'est pas l'impact de l'indicateur ni son utilisation dans le cadre de l'apprentissage qui nous intéresse ici. L'efficacité de l'indicateur conçu par les utilisateurs n'est pas notre objet d'étude. Cette donnée est récoltée et proposée à l'utilisateur dans le cadre de l'accompagnement à la capitalisation, par exemple, comme critère de sélection d'un indicateur pour son usage.

C'est l'action combinée de plusieurs individus, voire de toute une communauté qui permet de capitaliser les indicateurs. La responsabilité ne reposant pas sur un seul individu, l'enjeu n'est plus d'avoir des utilisateurs fortement engagés dans le processus, mais plutôt que chacun puisse réaliser les actions qui lui sont pertinentes et avec lesquelles il se sent en confiance. Le partage d'expérience et ressenti permet une meilleure capitalisation en facilitant les interactions avec des indicateurs rendus plus concrets par la pratique et ainsi la création d'une communauté autour des indicateurs et leurs usages [21].

L'identification des interactions nécessaires aux utilisateurs pour capitaliser permet de proposer un système conçu pour la capitalisation.

4.2 Implémentation dans un prototype informatique

À partir du modèle d'indicateurs capitalisés présenté en partie 3, nous avons implémenté un prototype sous la forme d'une plateforme web. POPCORN (*Pro-*

prototype for People's Capitalisation Of learning Indicators), permettant aux utilisateurs d'expérimenter les interactions que nous avons identifiées pour la réalisation de la capitalisation d'indicateurs. Ce prototype vise dans un premier temps à proposer à des utilisateurs non experts, d'interagir avec des indicateurs d'apprentissage selon des modalités flexibles. Ci-après, nous présentons les différentes interactions implémentées regroupées dans les quatre actions de la capitalisation, à savoir la réutilisation, l'appropriation, l'adaptation et le partage.

Réutilisation Pour permettre la capitalisation, il faut commencer par rendre disponibles les indicateurs capitalisés dans le système. Pour cela, la fonctionnalité principale, et celle vers laquelle sont guidés les nouveaux utilisateurs, est d'explorer une bibliothèque d'indicateurs (voir Fig. 3). Ici les utilisateurs peuvent voir une description de tous les indicateurs existants, les informations qui leur sont liées et un aperçu des usages antérieurs. Il est possible de filtrer les indicateurs selon les différentes données typées qui leur sont attribuées, puis par recherche textuelle pour les champs libres, tels que le nom, la description et les commentaires.

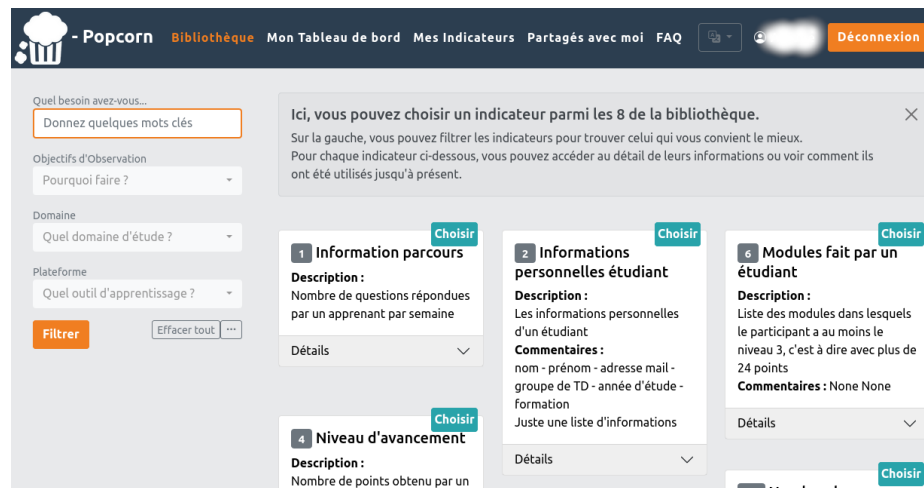


Fig. 3. Capture d'écran de la page Bibliothèque de POPCORN, proposant des indicateurs comme un point de départ à la capitalisation

Sur cette page, et avec les informations disponibles, l'utilisateur peut choisir un *Indicateur*, et donc un *Usage* correspondant sera créé afin de permettre les interactions. L'utilisateur est ensuite dirigé vers un parcours d'appropriation.

Appropriation Une fois un indicateur choisi, l'utilisateur est invité à compléter des informations sur son objectif d'observation et son contexte pédagogique tels

que détaillés en partie 3.1, afin d'affiner sa compréhension de l'indicateur, et ainsi commencer l'appropriation de ce dernier (voir Fig. 4). Ces étapes amènent

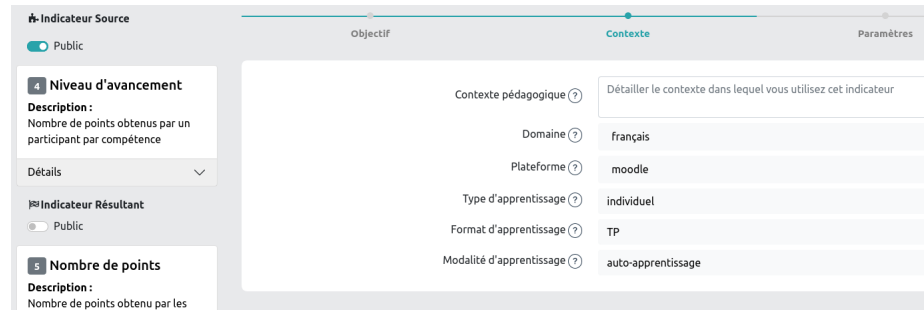


Fig. 4. Capture d'écran du parcours d'appropriation tel que scénarisé dans POPCORN

ment à un paramétrage nécessaire de l'indicateur pour son calcul pour l'usage de l'utilisateur. Ainsi, le processus d'analyse de l'indicateur est utilisé avec les données et les paramètres de l'utilisateur et le résultat conservé dans le cadre de son *Usage*. Il est également possible de modifier la visualisation de l'indicateur, en suivant ou non les recommandations du concepteur, sans que l'*Indicateur* en soit altéré.

Adaptation Les paramètres proposés ne sont pas toujours suffisants pour le besoin et contexte de l'utilisateur. Une étape d'adaptation peut alors être nécessaire. Plus technique, cette dernière est laissée au choix de l'utilisateur, le faire lui-même ou bien faire appel à un expert. Dans ce second scénario, notre objectif est de faciliter la communication entre l'utilisateur qui a un besoin et l'expert qui a des connaissances. L'interface alors proposée permet cette spécification de façon peu contraignante, mais complète, afin de minimiser les itérations. Lors de l'adaptation, toute proposition de modification du processus d'analyse de l'indicateur se fait à partir des informations déjà spécifiées, et non "de zéro". Cette modification, en impactant la partie *Processus* de l'*Indicateur*, et non plus son *Usage*, résulte en la création d'un nouvel indicateur, qui sera lié à l'usage de l'utilisateur ayant eu ce nouveau besoin.

Partage Un utilisateur peut également interagir avec d'autres, individus ou groupe, au travers des indicateurs qu'il a choisis. Le partage de l'indicateur correspond dans notre modèle à un partage de l'*Usage* d'un indicateur, et donc du contexte et de l'objectif personnalisé par l'utilisateur. Ainsi, un enseignant peut partager à ses collègues, comme à ses étudiants, son usage d'un indicateur. Le "receveur" pourra à son tour choisir l'indicateur tout en conservant les spécifications de l'usage de l'"envoyeur". Une autre interaction possible, bien que

moins directe, est l'évaluation. Elle a un double objectif, d'une part permettre un retour d'expérience aux prochains utilisateurs lors de leur choix, d'autre part avoir un critère de sélection plus automatique pour le système. Dans une version ultérieure, POPCORN pourra ainsi détecter, les indicateurs à "faible capitalisabilité", c'est-à-dire ne plaisant pas ou n'étant pas pertinents.

5 Expérimentation du prototype par les utilisateurs

Nous avons analysé le prototype réalisé pour vérifier qu'il remplit les objectifs fixés lors de sa conception. Comment valider notre approche de capitalisation par les interactions ? Le prototype réalisé nous donne un support permettant d'établir un protocole pour expérimenter la capitalisation par les utilisateurs.

5.1 Protocole de test utilisateur

Dans le cadre de la mise en place de test utilisateur, nous avons réduit le contexte du prototype par rapport au projet écrit auquel il est lié. Ainsi, les indicateurs proposés par le prototype viennent directement des *focus group* mentionné en section 4.1. De même, les 7 participants au test du prototype sont en priorité des membres, aux profils majoritairement enseignants, de ce même projet. Ces enseignants sont, bien que peu habitués à la manipulation d'indicateurs, relativement expérimentés dans les pratiques pédagogiques. Le format choisi pour le test utilisateur est celui d'entretien individuel scénarisé incluant une manipulation du prototype POPCORN présenté dans la section précédente. L'expérimentation permet la collecte d'informations sous plusieurs formats, notes, enregistrements et traces d'activités, dans le cadre d'une démarche exploratoire. De plus, l'expérimentation permet de créer des *Usages* propres à chaque participant pour les *Indicateurs* choisis.

5.2 Objectif de l'expérimentation

L'objectif d'un test impliquant des utilisateurs non experts est d'analyser leur utilisation et leur intérêt pour le système d'accompagnement vers la capitalisation. Le but est d'observer si les actions réalisées par les utilisateurs vont dans le sens d'une capitalisation de qualité, et si les interactions proposées leur semblent naturelles. Les critères caractérisant cette *qualité* de la capitalisation sont un point que nous travaillons actuellement. Nous tiendrons compte de l'analyse de la production de l'utilisateur, mais aussi des interactions, collectées à l'aide des sondes d'activités placées dans le prototype, et enfin de l'évolution de l'indicateur et de ces usages dans le temps. Ce dernier élément n'est actuellement pas récolté dans le cadre d'une expérimentation limitée dans le temps.

5.3 Premières itérations du test utilisateurs & perspectives

À la suite des premières itérations du test utilisateurs, plusieurs observations peuvent déjà être soulignées, bien que nécessitant une validation ultérieure :

- La complexité perçue des interactions est faible, telle qu'observée au travers des verbatims récoltés. Il faut en revanche noter que le prototype n'implémente pas encore un certain nombre d'interactions plus complexes (comme une partie du paramétrage).
- La partie visualisation des indicateurs n'a pas été détaillée dans cet article, très appréciée des utilisateurs, c'est une fonctionnalité nécessaire dans l'accompagnement à la capitalisation.
- À l'instar des choix faits dans le cadre du test, il nous semble pertinent de garder une instance spécialisée pour un EIAH, où une communauté de pratique pourra s'emparer des indicateurs et des fonctionnalités proposés par POPCORN.
- Une nouvelle version de la proposition de modélisation peut être complétée avec des mécanismes supplémentaires d'interactions entre les entités, comme la combinaison de plusieurs indicateurs.
- Pour guider les utilisateurs de façon plus efficace, l'automatisation d'une partie des tâches, est une fonctionnalité qui nécessite une base structurée d'indicateurs capitalisés et des informations sur les interactions des utilisateurs pour la capitalisation. Les expérimentations ont montré que les participants sont demandeurs de ce type d'accompagnement.

6 Conclusion

L'utilisation d'indicateurs d'apprentissage dans le cadre des EIAH est à destination des acteurs de l'apprentissage dont la diversité et l'évolution constante des pratiques sont peu compatibles avec la complexité de conception d'indicateurs pertinents. La proposition d'une approche de capitalisation amène à une valorisation de l'implication des utilisateurs. Leurs interactions avec les indicateurs permettent de faire évoluer ces derniers au cours des usages. Cette approche nécessite tout d'abord une modélisation des indicateurs capitalisés, incluant la multiplicité des usages par les utilisateurs. Une fois les entités créées, nous avons implémenté les interactions permettant aux utilisateurs de capitaliser les indicateurs. La réalisation d'un premier prototype sous forme de plateforme web permet d'observer les utilisateurs dans des situations de capitalisation des indicateurs et de se diriger vers un meilleur accompagnement des différentes interactions identifiées. Cette démarche exploratoire de l'accompagnement à la capitalisation est prometteuse dans son accueil par les utilisateurs. Les tests initialement mis en place vont permettre de planifier les prochaines évolutions, notamment pour mettre les utilisateurs non experts en confiance tout en répondant aux besoins techniques de la capitalisation.

Acknowledgements Notre travail est mené dans le cadre du projet PIA écri+ (n° ANR-17-NCUN- 0015) <<http://ecriplus.fr/>>.

References

1. Alowayr, A., Badii, A.: Review of monitoring tools for e-learning platforms. IJCSIT (2014)

2. Basak, S.K., Wotto, M., Bélanger, P.: A framework on the critical success factors of e-learning implementation in higher education: A review of the literature. *International journal of educational and pedagogical sciences* **10**(7), 2409–2414 (2016)
3. Cherigny, F., El Kechai, H., Iksal, S., Lefevre, M., Labarthe, H., Luengo, V.: L'analytique des apprentissages avec le numérique groupes thématiques de la direction du numérique pour l'éducation (dne-tn2). Direction du numérique pour l'éducation (2020)
4. Dabbebi, I., Gilliot, J.M., Iksal, S.: User centered approach for learning analytics dashboard generation. In: *CSEDU*. vol. 2, pp. 260–267 (2019)
5. Diagne, F.: Instrumentation de la supervision par la réutilisation d'indicateurs: Modèles et Architecture. Ph.D. thesis, Université Joseph-Fourier-Grenoble I (2009)
6. Dimitrakopoulou, A.: State of the art on interaction and collaboration analysis (2004)
7. Dollinger, M., Liu, D., Arthars, N., Lodge, J.M.: Working together in learning analytics towards the co-creation of value. *Journal of Learning Analytics* **6**(2), 10–26 (2019)
8. Gril, A., May, M., Renault, V., George, S.: A comparative analysis of approaches to design and capitalize data indicators. In: *Open and Inclusive Educational Practice in the Digital World*, pp. 135–151. Springer (2022)
9. Gril, A., Renault, V., May, M., George, S.: Learning indicator capitalization: Protocol for needs gathering and user-centered design. pp. 71–73. *IEEE* (2022)
10. Hoffmann, C., Mandran, N., d'Ham, C., Rebaudo, S., Haddouche, M.A.: Development of actionable insights for regulating students' collaborative writing of scientific texts. In: *EC-TEL*. pp. 534–541. Springer (2022)
11. Iksal, S.: Ingénierie de l'observation basée sur la prescription en EIAH. Ph.D. thesis, Université du Maine (2012)
12. Inventado, P.S., Scupelli, P.: An online learning collaboratory to address multidisciplinary learning challenges at scale. *IxD&A* **33**, 11–32 (2017)
13. Jørnø, R.L., Gynther, K.: What constitutes an 'actionable insight' in learning analytics? *Journal of Learning Analytics* **5**(3), 198–221 (2018)
14. Lebis, A., Lefevre, M., Luengo, V., Guin, N.: Capitalisation of analysis processes: Enabling reproducibility, openness and adaptability thanks to narration. In: *LAK*. pp. 245–254 (2018)
15. Martinez-Maldonado, R., Pardo, A., Mirriahi, N., Yacef, K., Kay, J., Clayphan, A.: Latux: An iterative workflow for designing, validating, and deploying learning analytics visualizations. *Journal of Learning Analytics* **2**(3), 9–39 (2015)
16. May, M., Iksal, S., Usener, C.A.: The side effect of learning analytics: An empirical study on e-learning technologies and user privacy. In: *International Conference on Computer Supported Education*. pp. 279–295. Springer (2016)
17. Michel, C., Lavoué, E., George, S., Ji, M.: Supporting awareness and self-regulation in project-based learning through personalised dashboards. *IJTEL* (2017)
18. Ollagnier-Beldame, M.: Foot-printing e-learners' activity: A first step to help their appropriation of the training system? *IJKM* **6**(3), 65–77 (2010)
19. Rodríguez-Triana, M.J., Prieto, L.P., Vozniuk, A., Boroujeni, M.S., Schwendimann, B.A., Holzer, A., Gillet, D.: Monitoring, awareness and reflection in blended technology enhanced learning: a systematic review. *IJTEL* **9**(2-3), 126–150 (2017)
20. Sedrakyán, G., Mannens, E., Verbert, K.: Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts. *Journal of Computer Languages* **50**, 19–38 (2019)
21. Soliman, D., Costa, S., Scardamalia, M.: Knowledge building in online mode: Insights and reflections. *Education Sciences* **11**(8), 425 (2021)