



HAL
open science

Capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage humain : modèle et étude des interactions avec les utilisateurs

Albane Gril

► **To cite this version:**

Albane Gril. Capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage humain : modèle et étude des interactions avec les utilisateurs. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Le Mans Université, 2023. Français. NNT : 2023LEMA1027 . tel-04352589

HAL Id: tel-04352589

<https://theses.hal.science/tel-04352589v1>

Submitted on 19 Dec 2023

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.

THÈSE DE DOCTORAT

LE MANS UNIVERSITÉ
Sous le seau de
LA COMUE ANGERS-LE MANS

ÉCOLE DOCTORALE N° 641
*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*
Spécialité : *Informatique*

Par

Albane GRIL

**Capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage humain :
modèle et étude des interactions avec les utilisateurs**

Thèse présentée et soutenue au Mans, le 30/11/2023
Unité de recherche : Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans (LIUM)
Centre de Recherche en Éducation de Nantes (CREN)

Thèse N° : 2023LEMA1027

Rapporteurs avant soutenance :

Christine MICHEL Professeure, Université de Poitiers - TECHNÉ
Christophe KOLSKI Professeur, Université Polytechnique Hauts-de-France - LAMIH

Composition du Jury :

Président :	Élise LAVOUÉ	Professeure, Université Jean Moulin Lyon 3 - LIRIS
Examineurs :	Christine MICHEL	Professeure, Université de Poitiers - TECHNÉ
	Christophe KOLSKI	Professeur, Université Polytechnique Hauts-de-France - LAMIH
	Élise LAVOUÉ	Professeure, Université Jean Moulin Lyon 3 - LIRIS
	Jean-Charles MARTY	Maître de conférences, Université de Savoie Mont-Blanc
Dir. de thèse :	Sébastien GEORGE	Professeur, Le Mans Université - LIUM
Encadrants :	Valérie RENAULT	Maître de conférences, Le Mans Université - CREN
	Madeth MAY	Maître de conférences, Le Mans Université - LIUM

REMERCIEMENTS

Cette thèse arrivant à sa fin, quelques remerciements sont de rigueur. Car ce travail n'a, bien entendu, été possible que grâce au soutien de tous au long des trois dernières années. Commençons donc par remercier celle qui, avant même la thèse elle-même, a rendu ce choix possible, Catherine qui en plus de son inspiration comme enseignante, a su m'orienter vers ce travail, merci du conseil ;). Merci également à mon comité de suivi, Claudine Piau-Toffolon et Jean-Charles Marty pour leur précieux conseils tout au long de la thèse. Merci également aux rapporteurs Christophe Kolski et Christine Michel, et examinateurs Élise Lavoué et Jean-Charles Marty pour leurs retours encourageants pour la suite.

J'ai eu la chance d'un super encadrement, merci Sébastien d'avoir été là pour donner des directions et soutenir mon travail, merci Madeth d'avoir fait l'encadrement de cette thèse en continuant à me supporter encore 3 ans après l'ensim, et Valérie ton soutien dans l'encadrement mais aussi dans tout le travail que nous avons pu faire ensemble est ce qui a donné le plus de sens à ces dernières années. Pour avoir nourri ma motivation, calmé mon stress et corrigé mes erreurs avec une patience infinie, je te remercie d'avoir fait partie de ce travail et de l'avoir rendu possible.

Parmi ceux qui ont pris une place active dans mon travail, il y a bien sûr Sandrine, qui en plus d'être un lien essentiel avec le projet écrit a été un soutien tout au long du travail, apportant un regard extérieur bien nécessaire. Pour le projet écrit ce sont également bien d'autres personnes que je remercie pour leur implication, leur intérêt dans mon travail et leur confiance, notamment bien sûr Alexandra et Carole.

Dans ce travail il y a eu en effet besoin de personnes impliquées, et d'autant plus tous les participants aux expérimentations que je ne détaillerais pas (55 personnes c'est beaucoup!!) mais à qui je dois d'avoir rendu cette recherche possible grâce au temps qu'ils m'ont prêté pour leur parler longuement d'indicateurs :).

Parmi ceux qui ont été sollicités dans mes questionnements, à Jane je dois une mention particulière, entre deux découvertes linguistiques, elle a trouvé le temps d'apporter des conseils et un soutien toujours plein de bonne humeur, nos conversations font toujours du bien et ramène le sourire, merci !!

D'ailleurs la bonne ambiance du labo est probablement ce qui a fait passer ces dernières années le plus vite, des délires, mais aussi plein de questions très sérieuses bien sûr. Tout d'abord les co-bureau. Thibault le jeune, ou Thibault dino, pro du js mais aussi de tous ces faits randoms de culture gé, puré je comprends toujours pas comment tu te souviens d'autant de trucs! Martin, le bureau serait bien silencieux sans toi, tes percu sont toujours les bienvenues, et je te dois pas mal de debug et scripts que tu règles en 2min à chaque fois ^^ . Simon que j'ai harcelé de questions plus tordues les unes que les autres de linguistiques, merci de les avoir supportés avec toute cette patience.

Notre bureau voisin n'est pas en reste. Valentin, quasi un co-bureau, merci de m'avoir laissé exploiter de tes talents tikz mais souviens-toi : "A figure tikz a day to keep the PhD fareaway"! Théo tu seras toujours un VAC Alt pour moi, même quand tu seras docteur dsl :). Thibault l'ancien, en plus de mes questions tordues de clustering, merci pour tes idées de recettes, j'espère que ces expérimentations continueront dans la bonne voie!

Ah la la des collègues, doctorants, mais pas que, j'en oublie mais merci à tous pour les conversations et les rires quotidiens.

Pour les lavallois, j'ai pu compter sur Bérénice, Sebastian et Ibtissem pour avoir été là lors des conf entre autres, dommage qu'on ait été à une ville de distance, mais on se recroisera forcément :) D'ailleurs pour des personnes à recroiser plus souvent, il y a tous les autres d'EIAH, doctorant pas encore, bientôt ou déjà, merci pour vos rires et soutiens et bon courage à vous, n'oubliez pas : "*Praxéologie Ho Ha!*", que le Sobriétisme gagne!

À ma famille, toujours et encore en soutien, du début à la fin en passant par une relecture intégrale, répétée et minutieuse, de ce manuscrit notamment, merci à tous et merci maman : s'il y a des fautes dans cette partie, c'est qu'elle n'aura pas relu, et du coup, je vais garder mon excès de virgule x)!

Il me manque encore tellement de personnes à remercier, mais je dois forcément remercier Manuella pour ses conversations, ses conseils mais également illustrations toujours pertinents et bienveillants. Pour un soutien moral sans failles, merci à tous les compagnons et bénévoles de l'épicerie et de la ZIN (la team du samedi avec Marie-Pierre et José, c'est le meilleur déstressant, merci pour les rires). Les amis tous présents, ensimiens, khâgneuses ou compagnons de jdr, qui ont tous rendu cette période plus facile (je vais pas citer de noms, la liste serait un peu longue).

Et il manque toujours des remerciements, désolé pour les oublis et merci à tous pour ces trois années, mais bon, c'est que le début, on va continuer à se croiser, pour rigoler, discuter ou des fois bosser un peu.

SOMMAIRE

Liste des tableaux	11
Liste des figures	11
Glossaire	15
INTRODUCTION	17
1 Contexte	18
1.1 Positionnement de nos travaux dans le projet écri+	18
1.2 Évolution des indicateurs dans les EIAH et les <i>Learning Analytics</i> .	20
1.3 Constats autour des indicateurs	22
2 Proposition d'un processus de capitalisation	23
2.1 Pourquoi capitaliser les indicateurs dans l'apprentissage?	23
2.2 Problématique et questions de recherche	24
2.3 Démarche générale de notre travail	26
3 Plan de la thèse	27
I DÉFINITION DE LA CAPITALISATION	29
1 Définition de la capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage au travers d'une étude de la littérature	31
1.1 Indicateurs dans le contexte de l'apprentissage	32
1.1.1 EIAH et <i>Learning Analytics</i>	32
1.1.2 Acteurs de l'apprentissage et besoins d'observations	33
1.1.3 Données et traces numériques d'apprentissage	35
1.2 Proposition d'une approche de la capitalisation	36
1.2.1 Place de la capitalisation dans le cycle de vie des indicateurs	36
1.2.2 Quelles caractéristiques pour la capitalisation?	38
1.3 Étude comparative	42

1.3.1	Sélection d'approches de conception	43
1.3.2	Identification de critères pour la capitalisation	50
1.3.3	Comparaison des approches	53
1.4	Discussion sur une approche de la capitalisation dans la littérature	55
1.4.1	Limites de la méthode et des propositions existantes	55
1.4.2	Perspectives et mise en place d'une démarche alternative	56
2	Observation des utilisateurs dans la capitalisation	59
2.1	Implication de l'utilisateur avec les indicateurs d'apprentissage	60
2.1.1	Méthodes impliquant l'utilisateur dans la conception des indicateurs	60
2.1.2	Questionnement sur l'usage de l'indicateur par l'utilisateur	66
2.1.3	Possibilités d'évolution de l'indicateur dans les usages	68
2.2	Positionnement de notre approche de capitalisation	71
2.3	Première expérimentation	72
2.3.1	Création d'une liste d'indicateurs	74
2.3.2	Création d'un protocole d'atelier sur les indicateurs pour l'appren- tissage	77
2.3.3	Mise en œuvre du protocole dans des ateliers	82
2.4	Définir la capitalisation des indicateurs par l'observation des utilisateurs . .	88
2.4.1	Qu'est-ce qu'est un indicateur pour l'apprentissage du point de vue de l'utilisateur?	89
2.4.2	Quelle place un utilisateur non expert peut-il et veut-il avoir dans le cycle de vie de l'indicateur?	89
II	CONTRIBUTIONS THÉORIQUES	92
3	Identification des interactions des utilisateurs avec les indicateurs pour la capitalisation	93
3.1	Pourquoi les interactions?	93
3.1.1	Qu'est-ce que les utilisateurs apportent au processus de capitalisa- tion?	93
3.1.2	Pourquoi se centrer sur les interactions des utilisateurs?	94
3.2	Quelles interactions?	94
3.2.1	Liste des interactions identifiées	95

3.2.2	Limites et Perspectives	95
3.3	Comment soutenir les interactions?	97
3.3.1	Accompagnement des utilisateurs dans le processus de capitalisation	97
3.3.2	Indicateurs comme objets numériques en interaction avec les utilisateurs	99
4	Proposition d'un modèle d'indicateur capitalisé	101
4.1	Considération pour la conception d'un modèle d'indicateur capitalisé . . .	101
4.2	Conception d'un indicateur capitalisé par rapport aux utilisateurs	102
4.2.1	L'objet Indicateur	103
4.2.2	L'objet Usage	104
4.2.3	Le rôle de l'utilisateur dans le modèle proposé	105
4.3	Mise en œuvre du modèle par la création d'un corpus d'indicateurs	107
4.3.1	Données initiales pour la réalisation du corpus	107
4.3.2	Conception des indicateurs pour le corpus	108
4.3.3	Réflexion vers une analyse des indicateurs extraits du corpus	111
4.4	Limites et Perspectives	112
III	INSTRUMENTATION	114
5	Prototypage d'un outil pour la capitalisation des indicateurs	115
5.1	Spécification pour la conception du prototype	115
5.1.1	Implémentation du modèle d'indicateur capitalisé pour son interaction avec l'utilisateur	116
5.1.2	Guidage et charge de travail des utilisateurs non experts	116
5.1.3	Choix techniques pour une application web asynchrone	117
5.2	Présentation des scénarios implémentés	118
5.3	Limites et perspectives du prototype	126
6	Analyse de la capitalisation par un prototype informatisé	129
6.1	Mise en place d'une expérimentation de la capitalisation dans POPCORN	129
6.2	Perception de l'indicateur dans le prototype	136
6.2.1	Analyse des retours utilisateurs	136
6.2.2	Indicateur comme objet numérique	137
6.3	Interactions réalisées dans le processus de capitalisation	138

6.3.1	Analyse des interactions réalisées	138
6.3.2	Questionnements sur l'instrumentation des interactions	140
6.4	Limites et perspectives de l'instrumentation	141
6.4.1	Proposition d'évolutions du prototype	141
6.4.2	Apport de l'instrumentation pour le processus de capitalisation . .	142
IV	DISCUSSION	144
7	Réflexions sur la mise en place d'un processus de capitalisation	145
7.1	Observation dans le temps du processus de capitalisation	145
7.1.1	Expérimentation sur plusieurs séances	145
7.1.2	Analyse des évolutions des besoins d'interactions dans le temps . .	149
7.2	Complémentarité des expérimentations menées	154
7.3	Démarche exploratoire pour la mesure de la capitalisation	155
7.3.1	Proposition d'une mesure	155
7.3.2	Méthode de mesure	156
7.3.3	Utilisation d'une mesure	158
CONCLUSION		161
1	Place de nos contributions dans la capitalisation	161
2	Perspectives	163
Bibliographie		169
Annexe		183
1	Annexe : Étude comparative	183
1.1	Critères de comparaison de la capitalisation	183
2	Annexes : Observation	185
2.1	Cartes Indicateurs	185
2.2	Fiche bilan	189
2.3	Script atelier pour la plénière du projet écrit+	190
2.4	Questionnaire satisfaction	193
3	Annexes : Interactions	195
3.1	Liste des interactions identifiées	195
3.2	Catégories de l'analyse thématique de verbatims	197

4	Annexe : Modélisation	197
4.1	Réflexion vers une analyse des indicateurs extraits du corpus	197
5	Annexes : Prototype	203
5.1	Page d'accueil texte	203
5.2	Page d'édition du profil	204
6	Annexes : Analyse POPCORN	204
6.1	Fiche bilan	204
6.2	Capture d'écran du logiciel d'eye tracking	205
6.3	User Experience Questionnaire	205
6.4	Script expérimentation POPCORN	206
6.5	Traces d'interactions collectées	207
7	Annexe : Réflexions	209
7.1	Fiche test itératif	209

LISTE DES TABLEAUX

1.1	Comparaison de formalismes et d'implémentations pour la capitalisation des indicateurs.	54
2.1	Récapitulatif des itérations de l'atelier.	82
2.2	Scores des indicateurs par profils d'utilisateur et <i>Moy</i> comme moyenne générale des scores	84
6.1	Récapitulatif des itérations du test utilisateur.	135
7.1	Récapitulatif des itérations de l'expérimentation itérative de capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage.	148
7.2	Récapitulatif et comparaison des expérimentations menées dans la thèse. .	155
3	Récapitulatif des données collectées dans le cadre de nos travaux.	164
4	Observations et verbatims catégorisés dans l'analyse thématique (<i>Expé1</i>). .	198

LISTE DES FIGURES

1	Capture d'écran d'un extrait de la page <i>Compétences</i> de la plateforme <i>écri+tests</i>	19
2	Cycle de vie des objets numériques interagissant dans les <i>Learning Analytics</i> . 21	
3	Proposition de définition de l'Indicateur comme à l'intersection de trois dimensions.	25
4	Représentation schématique du plan de thèse.	28
1.1	Processus de conception des indicateurs pour l'apprentissage.	31
1.2	Définition de la capitalisation <i>via</i> quatre concepts clés.	40
1.3	Capture extraite de l'interface de DDART.	48
1.4	Capture extraite de l'interface d'analyse de AAT.	49
1.5	Critères identifiés pour la capitalisation	52
2.1	Illustration des étapes de définition et d'expérimentation de la capitalisation des indicateurs exposés de ce chapitre.	59
2.2	Proposition de croisement des méthodologies et des concepts abordés dans cette section.	60
2.3	Illustration simplifiée et généralisée de l'approche par Instrument d'interaction de BEAUDOUIN-LAFON (2023)	64
2.4	La capitalisation, une approche transversale du cycle de vie de l'indicateur, où l'utilisateur est central.	71
2.5	Positionnement de l'utilisateur dans la capitalisation.	72
2.6	Exemple d'une <i>Carte Indicateur</i>	76
2.7	Mise en place d'un atelier impliquant des utilisateurs hétérogènes et non experts dans 5 activités autour des indicateurs.	78
2.8	Montage de photos de productions lors des ateliers de l' <i>Expé 1</i>	83
3.1	Classification par scénarios d'action des interactions identifiées à partir de l'analyse thématique de la transcription des verbatims et des observations. 96	
4.1	Comment l'indicateur est-il capitalisé par l'usage?	102

4.2	Proposition de modélisation d'un indicateur capitalisé centré sur ses usages.	103
4.3	Proposition des substrats composant l'indicateur pour ses interactions avec les utilisateurs.	106
4.4	Exemple de modélisation d'un indicateur : Niveau d'avancement et deux cas d' <i>Usage</i> liés.	109
4.5	Exemple de modélisation d'un indicateur capitalisé : Évolution de l'engagement dans le temps et deux cas d' <i>Usage</i> liés.	109
4.6	<i>Clustering</i> d'indicateurs par <i>embedding</i> de verbatims avec un <i>Hiérarchique Agglomerative Clustering</i>	112
5.1	Formalisation d'un changement d'état des entités lors de la capitalisation. .	116
5.2	Schéma de présentation de la capitalisation dans <i>POPCORN</i> en page d'accueil.	118
5.3	Capture d'écran des trois parcours proposés aux utilisateurs sur la page d'accueil de <i>POPCORN</i>	120
5.4	Capture d'écran de la page de la bibliothèque <i>POPCORN</i>	122
5.5	Capture d'écran de la page Tableau de Bord de <i>POPCORN</i>	123
5.6	Capture d'écran du parcours d'appropriation tel que scénarisé dans <i>POPCORN</i>	124
5.7	Capture d'écran de l'interface d'évaluation d'un usage d'indicateur dans <i>POPCORN</i>	126
6.1	Architecture de <i>POPCORN</i> pour la captation des interactions et des productions de la capitalisation.	129
6.2	Parcours théorique de capitalisation dans <i>POPCORN</i> lors de l' <i>Expé 2</i> . . .	131
6.3	Protocole du test utilisateur de <i>POPCORN</i>	132
6.4	Exemple d'un extrait d'interaction captée dans la page Bibliothèque de <i>POPCORN</i>	134
6.5	Carte thermique des interactions du parcours expérimenté en <i>Expé 2</i>	139
7.1	Exemples d'indicateurs pour un étudiant utilisant la plateforme <i>écri+tests</i> , itération <i>p3-e2</i>	150
7.2	Exemples d'un indicateur sur un échantillon de 3 étudiants d'un même groupe de TP, itération <i>p3-e3</i>	151

7.3	Exemple d'un indicateur en tableau pour un même groupe de TP, en itération <i>p3-e4</i>	151
7.4	Proposition d'extension du parcours de capitalisation dans le cadre de l' <i>Expé 3</i>	152
7.5	Interactions entre tous les acteurs de la capitalisation et tâches directionnelles.	153
7.6	Ébauche de représentation en graphe d'un calcul de capitalisation par les usages de l'indicateur.	158
7	Représentation schématique des perspectives.	165

GLOSSAIRE

CCU *Conception Centrée Utilisateur*

CP *Conception Participative*

.....

EDM *Educational Data Mining*

EIAH *Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain*

Eye tracking : technique visant à étudier le regard face à une situation.

.....

Framework : infrastructure logicielle

.....

IHM *Interactions Human-Machine* est un domaine s'intéressant à la conception et au développement de systèmes interactifs en prenant en compte ses impacts sociétaux et éthiques

Interface Graphique : désigne la manière dont est présenté un logiciel à l'écran pour l'utilisateur

.....

LA *Learning Analytics*

LMU *Le Mans Université*

.....

MOOC *Massive Open Online Course*

.....

PIA écrit+ *Programme Investissement Avenir écrit+*

PIR *Patron d'Indicateur Réutilisable*

POPCORN *Prototype fOr Peoples Capitalisation Of leaRning iNdicators* est la preuve de concept développée dans notre travail

.....

SBR *Système à Base de Règles*

SBT *Système à Base de Traces*

SQL *Structured Query Language* est un langage de gestion de base de données relationnelles

.....

TBA *Tableau de Bord pour l'Apprentissage*

.....

UEQ *User Experience Questionnaire*

UTL *Usage Tracking Language*

INTRODUCTION

Nous sommes en 2024, à l'université d'Écrivon où Daniel est enseignant de français. Il dispense des cours de langues, de rédaction ou encore d'orthographe, à plusieurs groupes de Licence, dans des UFR différentes. Dans le cadre de ses cours, il utilise une plateforme, sur laquelle les étudiants peuvent s'entraîner sur un large éventail de thématiques liées à la langue française. Cet enseignant aimerait connaître tout au long de l'année, les difficultés de chaque groupe d'étudiants pour adapter ses cours et exercices en conséquence. Justement la plateforme propose un indicateur donnant le niveau de l'ensemble des étudiants d'une classe. Daniel propose donc à ses étudiants de s'entraîner dans des compétences spécifiques afin de suivre l'évolution des niveaux.

Vers la fin de l'année, voyant une baisse de motivation chez certains étudiants, il aimerait leur partager un récapitulatif de leur progrès sur la plateforme, leur montrant l'effet de leur effort.

Il en discute avec Catherine enseignante de mathématique de l'UFR de sciences, qui elle aussi trouve cette idée intéressante. Elle propose même de créer un indicateur de progrès, reposant non pas sur le niveau actuel mais sur la différence avec le niveau précédent. Cet indicateur de progrès pourrait alors être utilisé comme notation du module si les étudiants le souhaitent, se substituant à la note initiale.

Pour cela, il faudrait en revanche que les étudiants puissent également voir tout au long de l'année comment leurs deux indicateurs, de niveau et de progrès évoluent. Mais comment faire tout cela ? Adapter l'indicateur existant pour en créer un nouveau ? Le partager entre collègues et aux étudiants ? Catherine, justement, a entendu parler d'un travail de recherche sur la capitalisation des indicateurs dans l'apprentissage qui pourrait bien leur donner une solution !

- Extrait d'un futur utopique où la capitalisation des indicateurs par leurs utilisateurs rentrera dans les mœurs

1 Contexte

1.1 Positionnement de nos travaux dans le projet *écri+*

Les plateformes numériques sont devenues des outils indispensables pour les formations universitaires. Il y a en revanche peu de coordination entre les universités, afin de partager leurs pratiques, le contenu des cours et les outils mis à disposition des étudiants et des enseignants.

Notre travail est financé par le *projet PIA *écri+**¹, un projet *ANR* sur 10 ans, débuté en avril 2018 et impliquant 15 universités. Son objectif est d'améliorer et de développer les compétences rédactionnelles des étudiants à l'université, à travers la création d'une communauté de pratique de l'enseignement du français au sein des établissements partenaires. Les étudiants visés sont de tous niveaux et cursus confondus.

Ce projet a conduit à la création de nouvelles plateformes dédiées à la formation (*écri+tests*), à l'évaluation (*écri+éval*) et à la certification (*écri+certif*) des étudiants. Ces plateformes web sont des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, générant ainsi de nombreuses traces d'apprentissage. Ces traces sont des informations capturées lors d'une activité ou du déroulement de l'apprentissage sur les plateformes. Elles peuvent être autant des réponses aux questions que les connexions et navigations des utilisateurs. Toutes ces traces sont des données actuellement peu exploitées, bien que partiellement collectées et stockées. Le potentiel d'exploitation est cependant important et pourrait nous permettre d'offrir, aux étudiants, aux enseignants, aux ingénieurs, ou encore aux responsables de formation, à partir de ces traces, des indicateurs pertinents sur les apprentissages. Les trois plateformes sont liées dans leur utilisation et les données produites mises en commun dans une même base de données. Dans nos travaux, nous concentrerons notre attention sur *écri+tests*. La plateforme propose aux étudiants de s'autoévaluer sur 16 compétences de français écrit (cf. figure 1).

1. <https://ecriplus.fr>

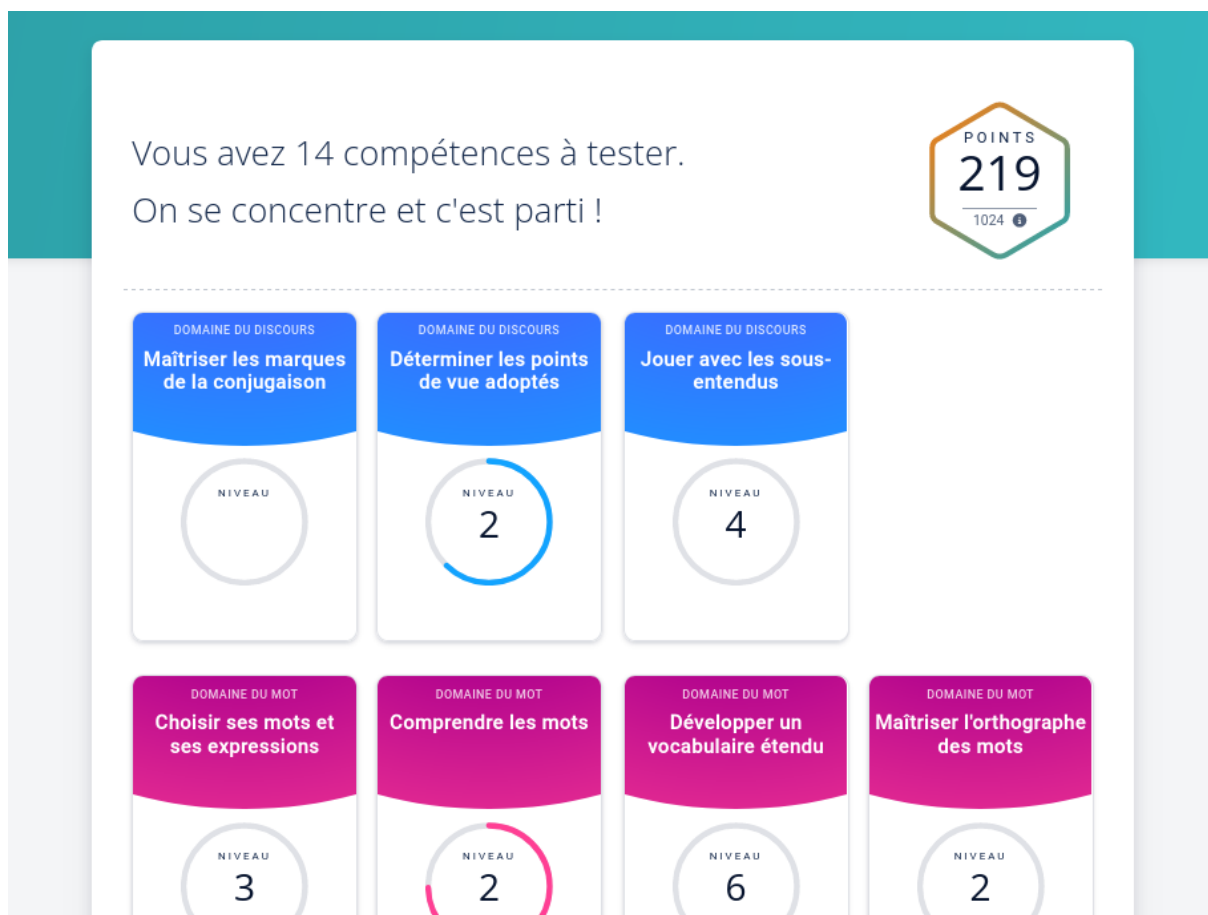


FIGURE 1 – Capture d'écran d'un extrait de la page *Compétences* de la plateforme *écri+tests* indiquant le niveau atteint par l'apprenant dans chacune des compétences testées.

La plateforme *écri+tests*, bien qu'uniquement dédiée à l'apprentissage du français écrit, reflète la grande diversité des pratiques d'enseignement existantes dans les quinze universités impliquées dans le projet. Les besoins en indicateurs sont donc tout aussi variés. De plus, la création de cette nouvelle plateforme et le travail effectué autour du *projet écri+* ont une influence directe sur les pratiques existantes, impliquant une évolution des besoins difficilement anticipable.

Une première collecte de besoins en indicateurs pour l'apprentissage a été entamée en 2020, dans le cadre de la conception de la plateforme. Outre qu'elle est loin d'être exhaustive, cette collecte a mis en évidence la difficulté à exprimer un besoin d'indicateurs, trop théoriques et peu intégrés dans les pratiques. Notre travail a consisté ainsi à mener une réflexion sur une solution plus pérenne, mettant à disposition des indicateurs pertinents

pour les acteurs de l'apprentissage, tenant compte de la diversité et de l'évolution des profils et des pratiques.

Le Mans Université est pilote de l'action 5 du PIA qui consiste à effectuer les analyses d'impact sur l'ensemble des acteurs impliqués. Cette étude est notamment menée grâce à la diffusion de questionnaires, à destination des étudiants et enseignants, sur leurs pratiques d'apprentissage et d'enseignement. Pour mesurer l'évolution et l'utilisation d'un nouvel outil, il est nécessaire de garder une flexibilité de l'analyse des pratiques pédagogiques au cours du temps. La plateforme *écri+tests* est un outil utilisé par tous les apprenants quels que soient leurs niveaux et leurs cursus. Nous proposons d'utiliser des indicateurs pour donner cette possibilité aux utilisateurs de suivre selon leurs propres pratiques.

Les indicateurs ont actuellement un processus de conception coûteux et un usage limité. À partir de ce constat, nous cherchons une solution plus pérenne, mettant à disposition des indicateurs pertinents pour les acteurs de l'apprentissage, tenant compte de la diversité et de l'évolution des profils et des pratiques de l'apprentissage.

Dans la suite de ce manuscrit, nous souhaitons donner une portée généralisable à notre travail, mais nous garderons un lien fort au *PIA écri+*, notamment au moyen d'encarts "Zoom projet écri+".

1.2 Évolution des indicateurs dans les EIAH et les *Learning Analytics*

Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) ont pris une place importante dans les pratiques pédagogiques. Appelés *Technology Enhanced Learning systems* en anglais, ils font référence à des outils de soutien à l'apprentissage, profitant de l'intégration toujours plus importante de la technologie dans le quotidien (CHERIGNY *et al.* 2020).

Ces outils ont la particularité de faciliter la création et la collecte de traces numériques, appelées alors traces d'apprentissage. La grande quantité de données générées a permis le développement de techniques d'analyse de l'apprentissage basées sur de gros volumes de données non structurées appelées *Educational Data Mining* (BAKER et SIEMENS 2014). Dans un second temps, autour des années 2010, la volonté de nouvelles formes d'analyse des données de l'apprentissage a émergé en profitant de la meilleure structuration des données (CHERIGNY *et al.* 2020). Les *Learning Analytics (LA)*, ou analytique de l'apprentissage en français, visent alors à comprendre et à améliorer l'apprentissage (SIEMENS

et LONG 2011) en allant toujours vers une prise de décision fondée sur les données elles-mêmes.

Couplés avec une augmentation des capacités de calcul disponibles, les indicateurs ont ainsi pris une place nouvelle dans le quotidien des acteurs de l'apprentissage.

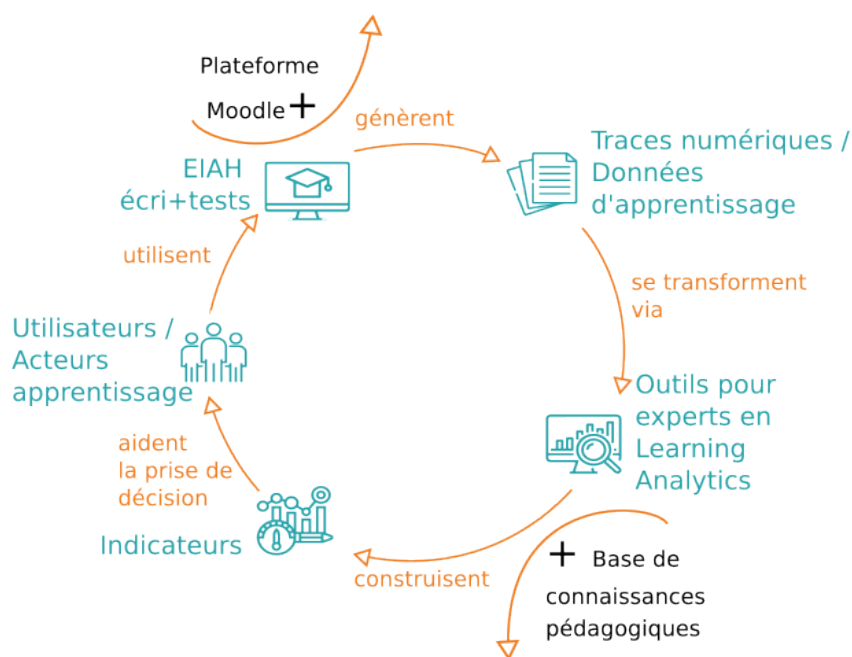


FIGURE 2 – Cycle de vie des objets numériques interagissant dans les *Learning Analytics*.

La figure 2 montre comment les utilisateurs des EIAH, autant les enseignants que les apprenants, génèrent des traces numériques au cours de leurs activités d'apprentissages. En étant collectées, elles peuvent être ensuite transformées, par des experts en analyse de données. Cette transformation permet d'ajouter du sens aux traces, en les analysant d'un point de vue pédagogique. Les indicateurs sont ainsi construits. Ils forment ce que nous appelons dans ce manuscrit des **objets numériques**, cette fois à destination des acteurs de l'apprentissage. Leur définition met en jeu des expertises autant en analyse de données qu'en pédagogie.

Alors qu'est-ce qu'un indicateur pour l'apprentissage ? Il est d'abord défini comme une variable ayant du sens, extraite de l'analyse des traces d'apprentissage. Il est ainsi abordé sous un angle d'ingénierie, étant le résultat d'une fonction mathématique dans les travaux de Angelique DIMITRAKOPOULOU (2004). Cela définit l'indicateur du point de vue de l'expert en analyse de donnée.

Puis, en répondant à des défis d'intégration des *LA* dans les pratiques pédagogiques, les

indicateurs ont évolué pour devenir un objet plus proche de l'utilisateur. Il a été démontré qu'ils améliorent l'apprentissage et sont des outils de prise de décision utiles pour tous acteurs, enseignants comme apprenants. Les indicateurs sont alors un objet central des *LA*.

"Les indicateurs d'apprentissage sont définis comme des observables signifiants sur le plan pédagogique, et témoignant de la qualité de l'interaction, de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH."
(IKSAL 2012)

Les indicateurs sont aujourd'hui présents dans une large majorité des *EIAH*, pour répondre à une diversité de besoins de leurs utilisateurs. En revanche, cette intégration pose de réels défis.

1.3 Constats autour des indicateurs

Les indicateurs ont à répondre à de nombreux défis, autant dans leur conception que leur usage. Ces deux parties de la vie de l'indicateur sont, dans les travaux existants, étudiées de façon séparée, où l'usage concerne son utilisateur, alors que la conception est le travail et point de vue de l'expert.

Lors de la création d'un indicateur, les concepteurs, des chercheurs ou encore des ingénieurs, vont commencer par consulter les utilisateurs. Les décisions ou les observations souhaitées par ces derniers sont ainsi collectées. Ce recueil des besoins pose des difficultés dans l'expression des besoins par les utilisateurs. Il leur est en effet difficile de se projeter et de formaliser leurs usages des indicateurs, encore peu adoptés dans les pratiques pédagogiques. Les concepteurs élaborent une proposition d'indicateurs, avec un processus de calcul fonctionnel, et leur visualisation. Cette proposition va ensuite être validée par les utilisateurs. Cette validation peut prendre plusieurs itérations entre concepteurs et utilisateurs. En effet, les données utilisées, leurs analyses et leurs paramètres varient en fonction du contexte autant pédagogique que technique. Cela rend le processus de conception extrêmement difficile à généraliser et à reproduire, et donc long et coûteux en ressources.

Pourtant, les besoins des utilisateurs changent au cours du temps et en fonction de leurs pratiques. Faire évoluer les indicateurs pour répondre aux besoins de ces nouvelles pratiques demande de renouveler le processus de conception. De nouveau, il faut impliquer

des experts en analyse de données comme en pédagogie et les utilisateurs dans plusieurs itérations.

De plus, l'adoption d'un indicateur par la communauté n'est pas garantie, malgré l'implication de ses membres. En effet, les nombreux indicateurs existants ne sont pas nécessairement concordants avec la diversité des pratiques réelles (KALIISA *et al.* 2022). Un sentiment d'inadéquation des indicateurs proposés persiste, des difficultés de lecture et d'interprétation peuvent en effet être dissuasives. Les questions de dérive d'utilisation, d'accessibilité des données et autres préoccupations éthiques freinent également les utilisateurs dans leur adoption des indicateurs.

Nous choisissons de lier les défis autant de conception que d'usage des indicateurs dans notre travail. Leur processus de capitalisation considère alors les indicateurs dans l'intégralité de leur cycle de vie.

2 Proposition d'un processus de capitalisation

2.1 Pourquoi capitaliser les indicateurs dans l'apprentissage ?

Avec l'avènement des indicateurs dans l'apprentissage, de nombreux travaux ont été menés pour en concevoir dans une diversité de contextes, répondant à une multitude de besoins (VERBERT *et al.* 2020). Ils sont en revanche attachés à un contexte précis, avec peu de possibilité d'évoluer avec les pratiques des utilisateurs (LAFORCADE *et al.* 2009).

La capitalisation des indicateurs est pour nous la conservation et la multiplication de leur pertinence dans le temps, au travers de leur usage. Il faut pour cela que les indicateurs soient flexibles pour suivre ces évolutions.

Un **indicateur** est **pertinent** par la qualité de l'information figurée, le service rendu pour répondre à un besoin ou rendre service à un acteur, dans le temps.

La diversité des expertises et des expériences individuelles des utilisateurs est alors une richesse que la capitalisation vise à exploiter. L'utilisateur apporte son point de vue, afin d'en assurer la pertinence. Par sa pertinence, nous désignons son adéquation à un besoin et contexte spécifique à l'utilisateur.

Nous visons également à redonner du contrôle aux utilisateurs sur leurs données, en leur octroyant un rôle plus direct dans la manière dont elles sont utilisées. Nous voulons ainsi que l'utilisateur ait la capacité d'action sur l'indicateur, pour qu'il soit le chef

d'orchestre de ce nouveau processus. L'utilisateur choisit un indicateur pertinent pour sa pratique. Il peut demander l'assistance d'un expert pour une consultation en visualisation ou en analyse pédagogique. L'utilisateur peut également s'appuyer sur sa communauté, sur l'expérience co-construite, profitant de situations similaires déjà rencontrées ou de choix déjà validés par l'usage.

Nous voulons donc changer le rapport entre utilisateur et indicateur pour construire un nouveau processus de capitalisation.

2.2 Problématique et questions de recherche

Notre objectif est de renforcer la capacité des indicateurs à rester pertinents dans le temps et à permettre une plus grande diversité des profils de leurs utilisateurs. La pertinence implique que les indicateurs apportent des informations à leurs utilisateurs qui soient en lien avec leurs besoins réels, leur facilitant la prise de décision et le passage à l'action.

Une proposition utilisant les principes de la capitalisation appliquée aux indicateurs permet de se rapprocher d'une solution accessible aux utilisateurs de l'EIAH, et ce, sans nécessiter de compétences avancées en informatique. La capitalisation permet donc une nouvelle approche plus globale du cycle de vie des indicateurs.

Là où l'enrichissement des indicateurs est actuellement le travail des experts, notre **hypothèse** est que cette capitalisation se fait par leurs utilisateurs : les acteurs de l'apprentissage. Nous cherchons alors à instrumenter les utilisateurs afin de leur permettre de prendre pleinement part à ce processus de capitalisation.

Problématique

Comment concevoir un processus instrumenté de capitalisation des indicateurs facilitant leur co-construction et adoption par leurs utilisateurs finaux ?

Avec l'utilisateur comme moteur de la capitalisation, nous séparons notre travail en deux axes de recherches.

Question de recherche 1 (QR1)

Comment les utilisateurs perçoivent-ils les indicateurs pour l'apprentissage ?

Nous avons vu que le concept d'indicateur a évolué du résultat d'une analyse à un outil de prise de décision au service de l'apprentissage. En questionnant la mise en place de la capitalisation de l'indicateur, nous choisissons d'ajouter la dimension d'objet numérique comme faisant partie de l'indicateur dans les *LA* (cf. figure 3).

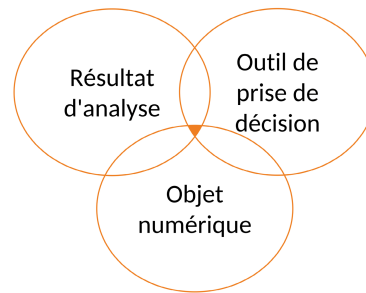


FIGURE 3 – Proposition de définition de l'Indicateur comme à l'intersection de trois dimensions.

Il faut alors s'interroger sur la définition d'un indicateur pour l'apprentissage, et *a fortiori* un indicateur capitalisé. Le point de vue de l'utilisateur est ensuite essentiel pour approcher notre question de l'indicateur et de la capitalisation.

Qu'est ce qu'un indicateur capitalisé par et pour un utilisateur ?

Comment modéliser cet indicateur capitalisé pour le processus de capitalisation ?

La seconde question se concentre davantage sur le processus de capitalisation lui-même, et ainsi sur les interactions que peuvent avoir les utilisateurs avec les indicateurs.

Question de recherche 2 (QR2)

Comment les utilisateurs prennent-ils une place centrale dans le processus de capitalisation ?

La conception d'un processus de capitalisation **par** et **pour** les utilisateurs demande de reconsidérer leur rôle dans le cycle de vie de l'indicateur. D'un simple consultant ou porteur de besoins, il devient le chef d'orchestre de ce nouveau processus. Ce nouveau rôle de l'utilisateur est loin de celui attribué dans les processus existants dans la littérature. Il nous faut alors questionner de quelle façon peut-il, d'une façon non contraignante, prendre part au processus de capitalisation.

Quelles sont les interactions nécessaires à la capitalisation ?

Comment instrumenter ces interactions pour soutenir et pérenniser la capitalisation ?

Comment rendre la capitalisation par l'utilisateur non contraignante ?

L'instrumentation de ce processus de capitalisation devient alors nécessaire pour donner aux utilisateurs les moyens d'y prendre part. La dimension numérique des indicateurs nous amène à la conception d'un outil informatique pour leurs capitalisations.

Ces deux questions de recherche (QR1 et QR2) se retrouveront en filigrane dans la thèse, abordées de différents points de vue, pour la construction d'une approche de capitalisation par et pour les utilisateurs.

2.3 Démarche générale de notre travail

Sur l'intégralité du cycle de vie de l'indicateur, l'implication des utilisateurs est un élément clé pour obtenir un indicateur pertinent et faciliter son adoption. En plaçant l'utilisateur comme le moteur principal de l'approche de capitalisation, nous mettons également ses spécificités, besoins et contraintes au cœur de la conception de notre approche.

La construction de l'approche, centrée sur les utilisateurs, priorise donc les méthodes de consultation et de conception participative. Cela s'est traduit par plusieurs séries de consultations et tests utilisateurs qui nous ont permis de valider nos hypothèses à chaque étape de notre travail. Nous avons également utilisé ce lien avec les utilisateurs pour inclure dans le questionnement des préoccupations de respect de la vie privée, de l'utilisation des données personnelles et d'accès aux données qui sont, selon nous, des points essentiels à aborder avec les utilisateurs et les acteurs en général des *Learning Analytics*.

Le cadre du projet écrit fait de ses membres et acteurs nos cibles principales, incluant à la fois les enseignants et les étudiants impactés. Un recentrage sur les enseignants s'est fait au cours du processus de consultation des utilisateurs pour une question de disponibilité des participants et d'évolution du projet (les étudiants étant encore peu impliqués de façon directe dans le projet). Pour autant, l'approche de capitalisation présentée dans ces travaux a vocation à s'adresser à tous les acteurs de l'apprentissage. Cette visée de généralisation de la démarche reste présente au cours de nos travaux.

La démarche exploratoire de notre travail nous amène enfin à une validation théorique nécessitant des métriques nouvelles pour l'approche de capitalisation proposée.

3 Plan de la thèse

Le plan du manuscrit de thèse ici présenté est directement lié à notre démarche d'implication des utilisateurs.

Le chapitre 1 établit une première définition de la capitalisation des indicateurs dans l'apprentissage à la suite d'un état de l'art de la littérature et une comparaison des solutions de conception des indicateurs.

De cette première définition issue de la littérature, nous avons choisi d'en valider les résultats au travers d'une consultation et observation des utilisateurs finaux, cible de notre proposition de capitalisation. Le chapitre 2 de cette thèse propose donc la mise en place d'une expérimentation faisant interagir des utilisateurs non experts avec des indicateurs pour l'apprentissage. Cette première expérimentation a permis de confirmer l'importance de la place et du regard de l'utilisateur dans la capitalisation des indicateurs.

Cette observation nous a également mené à deux contributions théoriques détaillées dans les deux chapitres suivants. Tout d'abord, le chapitre 3 décrit l'identification des interactions nécessaires pour un utilisateur non expert pour réaliser la capitalisation des indicateurs. Cette étape permet de proposer une approche théorique sur l'accompagnement à la capitalisation au travers de sa scénarisation, dans une première contribution. La seconde contribution est, dans le chapitre 4, une proposition de modélisation des indicateurs pour leur capitalisation par les utilisateurs.

Ces deux contributions sont ensuite implémentées dans un prototype instrumentant la capitalisation nommé *POPCORN*. Ce dernier sera présenté dans le chapitre 5. Des tests utilisateurs pour analyser comment les utilisateurs capitalisent *via* ce prototype sont détaillés dans le chapitre 6.

Le chapitre 7 pose une discussion sur les contributions de la thèse et pointe autant les limites que les accomplissements. La démarche et les réalisations sont discutées afin de proposer une évaluation de notre approche de la capitalisation dans son ensemble.

Le chapitre de conclusion permet, outre un retour sur les principales contributions, de mettre en avant les perspectives des travaux présentés.

La figure 4 ci-dessous met en évidence les liens entre les différents chapitres de la présente thèse afin d'en faciliter la lecture.

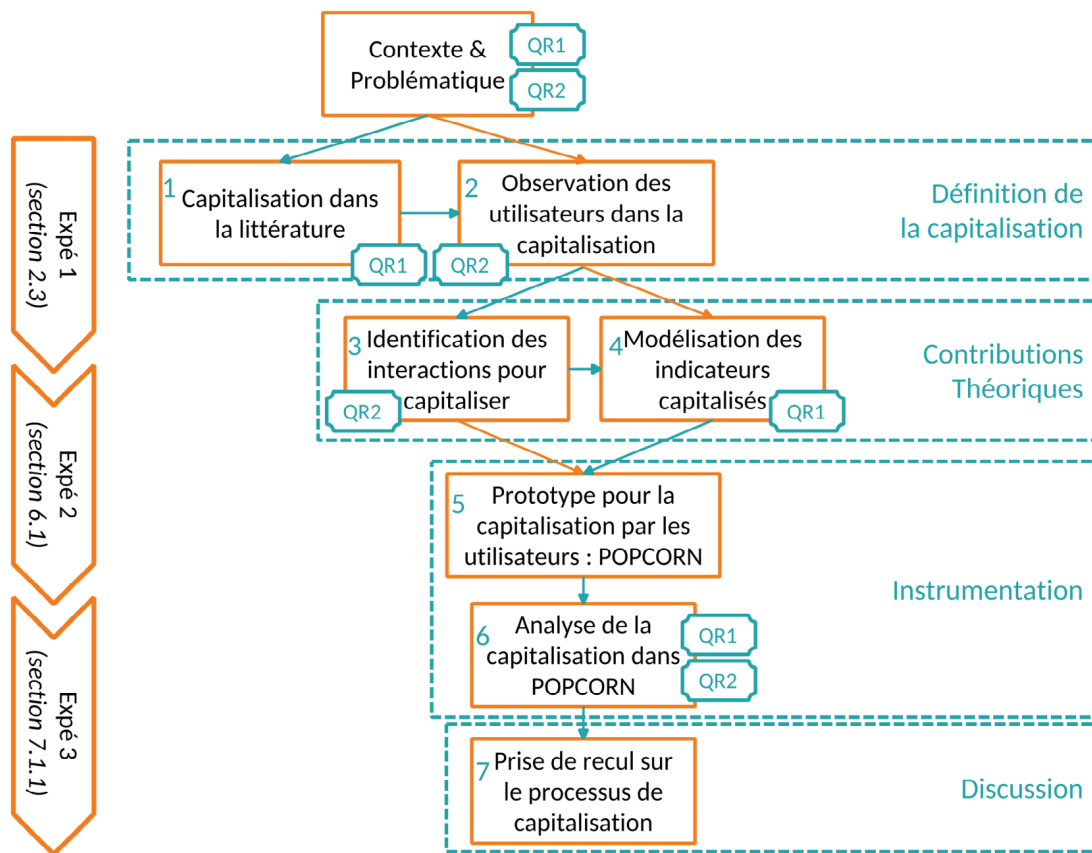


FIGURE 4 – Représentation schématique du plan de thèse. Les flèches bleues montrent l'enchaînement des chapitres dans le manuscrit. Les boîtes en pointillés montrent les parties regroupant les chapitres. Les trois flèches à gauche montrent l'enchaînement des trois expérimentations menées dans notre travail.

PREMIÈRE PARTIE

DÉFINITION DE LA CAPITALISATION

DÉFINITION DE LA CAPITALISATION AU TRAVERS D'UNE ÉTUDE DE LA LITTÉRATURE

Ce chapitre propose une étude du concept d'indicateur pour sa capitalisation, au travers de la littérature. Nous commencerons pour cela par détailler comment les indicateurs sont définis et conçus dans les travaux existants. La figure 1.1 propose une vision synthétique de ce processus et de la terminologie employée, synthétisant les éléments abordés en section 1.1. Nous élaborerons ensuite une définition de la capitalisation pour ces indicateurs, afin d'en proposer l'observation dans les approches de conception d'indicateurs existantes. Nous placerons ainsi notre travail dans la conception d'une approche de capitalisation.

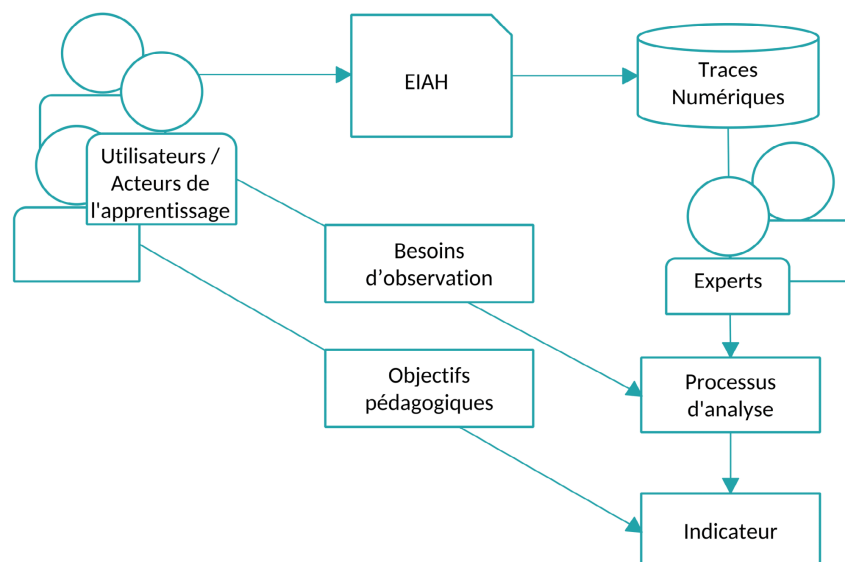


FIGURE 1.1 – Processus de conception des indicateurs pour l'apprentissage. Ce schéma résume les termes et concepts abordés dans la section 1.1.

1.1 Indicateurs dans le contexte de l'apprentissage

Nous avons vu, en section 1.2 du chapitre d'introduction, la définition d'un indicateur pour l'apprentissage comme un observable signifiant, dans les travaux d'IKSAL (2012). Cette définition fait écho à la notion d'"*actionable insight*" détaillée dans les travaux JØRNØ et GYNTHNER (2018). Dans le cadre spécifique de l'apprentissage, les indicateurs sont donc plus que des données présentées de façon compréhensible. Ils sont des informations qui ont un sens. Ce sens existe dans un contexte précis, c'est-à-dire pour un utilisateur, dans une situation pédagogique et/ou d'apprentissage, avec l'utilisation d'un certain nombre de ressources et outils, notamment informatiques.

La notion d'"indicateur d'apprentissage" ou d'"indicateur pour l'apprentissage", telle 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, tel 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.

"Un indicateur est un observable signifiant sur le plan pédagogique, calculé ou établi à l'aide d'observés, et témoignant de la qualité de l'interaction, de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH. Il est défini en fonction d'un objectif d'observation et motivé par un objectif pédagogique." IKSAL (2012)

Nous considérons que les indicateurs ne sont pas limités au résultat d'une transformation de données brutes. Ils sont une représentation riche dédiée à la prise de décision, voire au passage à l'action, de tous les acteurs de l'apprentissage.

1.1.1 EIAH et *Learning Analytics*

Un EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) est un outil informatique conçu pour le support d'un apprentissage. Avec la démocratisation de ce type d'outil dans l'enseignement, tous domaines et niveaux confondus, s'est posée la question de l'analyse de l'apprentissage à une échelle relative au *Big Data* (BAKER et SIEMENS 2014). Les *Learning Analytics* proposent d'utiliser les données collectées pour comprendre et optimiser l'apprentissage ainsi que les outils numériques avec lesquels il se déroule (CLOW 2012; SIEMENS et LONG 2011).

Ces indicateurs sont majoritairement conçus dans le contexte technologique et pédagogique particulier d'un EIAH précis. Les données utilisées étant issues de l'outil, elles sont dépendantes des fonctionnalités implémentées (cf. figure 1.1).

Certains EIAH peuvent être spécialisés dans un domaine, voire un type d'apprentissage. *LAB4CE* propose par exemple un laboratoire à distance pour l'apprentissage de l'informatique (BROISIN *et al.* 2017). Cet environnement s'adresse autant aux enseignants qu'aux apprenants, dans le cas contraignant du distanciel. L'utilisation des *Learning Analytics* y est particulièrement opportune, mais a, par la même occasion, de nombreuses contraintes d'architecture à prendre en compte.

Moodle est le cas au contraire d'un EIAH paramétrable pour tout type d'apprentissage et combine un ensemble important de ressources et de domaines (GOGAN *et al.* 2015). Il est utilisé comme système de gestion de l'apprentissage par de nombreux établissements. Ils profitent de son système *open source* pour créer une instance locale, personnalisée pour leurs besoins. De nombreux travaux proposent ainsi la création de modules complémentaires, notamment pour enrichir l'utilisation des *Learning Analytics* avec cette plateforme (DJOUAD 2011 ; MAZZA et BOTTURI 2007).

Dans chacun de ces exemples, l'outil permet de soutenir l'apprentissage, en facilitant le lien entre ces acteurs, enseignants, apprenants, ingénieurs pédagogiques, etc.

Zoom projet écri+

Dans le cadre du PIA écri+, une plateforme nommée *écri+tests* est mise à disposition des apprenants pour l'auto-évaluation formative de leur français écrit, en vue d'une certification. Une seconde plateforme web, nommée *écri+éval* permet aux enseignants de suivre leurs étudiants en formation et de les évaluer. Dans les deux cas, ce sont des EIAH. Des traces d'apprentissage sont générées par ces plateformes, ouvrant des possibilités de mise en place des *Learning Analytics*.

1.1.2 Acteurs de l'apprentissage et besoins d'observations

Les indicateurs pour l'apprentissage s'adressent à tous les acteurs de l'apprentissage, l'apprenant, l'enseignant, mais aussi l'ingénieur pédagogique, ou encore le responsable de formation, pour favoriser l'apprentissage.

Chacun de ces profils a différents besoins en indicateurs (CORBI et SOLANS 2014 ; ELIAS 2011 ; INVENTADO et SCUPELLI 2017 ; MICHEL *et al.* 2017). Un étudiant peut avoir besoin de savoir quelles sont les prochaines révisions qu'il doit faire alors qu'un enseignant peut vouloir jauger de l'avancée d'un groupe et identifier des élèves ayant besoin d'aide. Quant au responsable de formation, il peut vouloir suivre si les résultats des différentes années sont constants ou si une restructuration de la maquette de cours est nécessaire.

Nous désignons ainsi les acteurs de l'apprentissage comme les utilisateurs des indicateurs. Ils ont les utilisateurs dits finaux, à la différence des experts, qui sont eux impliqués dans la conception de l'indicateur, mais pas dans son usage.

Les informations auxquelles ces utilisateurs veulent accéder sont appelées "*besoins d'observations*" (LAFORCADE *et al.* 2009). Elles sont rendues disponibles et compréhensibles au travers d'indicateurs. Les besoins peuvent en revanche évoluer au cours du temps. Ces besoins sont à différencier de l'objectif pédagogique, qui est l'action réalisée ou la décision prise grâce à cette observation. DABBEBI *et al.* (2019) ont défini l'objectif d'un indicateur comme le type de décision prise à l'aide des informations fournies ; il peut s'agir de planification, d'évaluation, d'évolution, de remédiation ou même de suivi.

Zoom projet écrit+

Les acteurs du projet écrit+, les enseignants, les ingénieurs, les pilotes du projet, ou encore les étudiants, ont chacun leurs propres besoins d'observations. L'utilisation d'indicateurs, ou même des *Learning Analytics*, n'est pas homogène, en raison de la diversité des pratiques pédagogiques. À la diversité et la complexité d'identification de ces besoins d'observation s'ajoute donc l'introduction d'un outil, l'indicateur, nouveau pour beaucoup. Dans la plateforme *écrit+tests*, un certain nombre d'informations, comme le nombre de points collectés par l'apprenant, ou encore le niveau atteint par compétence, est rendu disponible.

Les indicateurs sont une réponse à des besoins d'observations (de l'apprentissage) par différents acteurs. Nous allons maintenant nous interroger sur la nature de ces observations réalisées.

1.1.3 Données et traces numériques d'apprentissage

Les indicateurs sont des informations produites, dans les *Learning Analytics*, utilisant des données sur l'apprentissage récoltées dans les EIAH au moyen de traces (cf. figure 1.1). La trace est définie par IKSAL (2012) comme "le résultat d'une observation ou d'une production enregistrée dans un vecteur de collecte particulier à un instant précis, elle est composée d'un ensemble de descripteurs reflétant l'activité des individus observés".

La phase de collecte de ces traces peut prendre de nombreuses formes en raison de la diversité des activités d'apprentissage et des outils actuellement disponibles. Plusieurs travaux cherchent à stocker et à structurer de manière cohérente les traces ainsi récoltées. Ces traces numériques représentent l'activité d'un utilisateur dans un environnement informatique. Les traces d'apprentissage concernent les activités d'un apprenant, mais aussi tout autre acteur de l'apprentissage, dans un EIAH (SETTOUTI *et al.* 2007). Ces activités peuvent être autant les actions que l'utilisateur réalise sur l'environnement, un clic sur une ressource, que ses productions ou encore des réponses à un QCM. Un autre type d'information sur l'apprentissage correspond aux données qualitatives renseignées directement par l'utilisateur dans certains environnements, tels que des réponses libres à des questionnaires (CHERIGNY *et al.* 2020; MICHEL *et al.* 2017).

Comment modéliser ces traces de natures différentes pour les utiliser comme des objets informatiques? Dans SETTOUTI *et al.* (2009), les traces modélisées (*m-trace*) sont considérées comme l'association entre une collection d'événements temporellement situés et un modèle explicite de cette collection. Ce formalisme permet des transformations, des requêtes et même le calcul des indicateurs tout en manipulant des données hétérogènes provenant de sources multiples.

En revanche, dans *UTL (Usage Tracking Language)* (CHOQUET et IKSAL 2007), une trace n'est pas nécessairement située temporellement, mais résulte d'une transformation décrite. Le langage fait en effet une distinction claire entre les différentes étapes de transformation. Dans *UTL*, un *observable* est la spécification d'une observation, alors qu'un *observé* est le résultat d'une observation. De même, une *trace (brute)* est directement générée par un EIAH sans transformation, et une *donnée (brute)* est l'information extraite de cette trace.

Chaque proposition offre un modèle pertinent pour soutenir un type de données défini. Le modèle choisi influence ensuite significativement la manière dont ces données peuvent être traitées et analysées. De cette analyse résultent les indicateurs pour l'apprentissage.

Zoom projet écri+

Les traces d'apprentissage du projet concernent, dans notre travail, les données stockées dans la base de données *SQL* de production, utilisée par les trois plateformes du projet *écri+tests*, *écri+éval* et *écri+certif*. Cette base de données fonctionnelle regroupe autant les résultats des étudiants que leurs réponses aux questions et leurs horaires de réponses ou encore les campagnes auxquelles ils ont participé.

Nous pouvons en revanche ajouter des données plus qualitatives récoltées lors de différentes enquêtes du projet comme des données intéressantes pour l'analyse de l'apprentissage.

Apprentissage dans écri+		Traces numériques	
Nb étudiants certifiés	3415	Nb comptes <i>écri+tests</i>	19286
Nb enseignants écri+ LMU	17	Phrases de verbatims Q1-21	6285
Nb campagne certification	33	Nb de tables SQL	43
Nb d'enquêtes proposées	2	Réponses enquête Q1-21	3312

1.2 Proposition d'une approche de la capitalisation

1.2.1 Place de la capitalisation dans le cycle de vie des indicateurs

Les travaux cherchant à répondre aux défis de conception d'indicateurs pertinents mettent l'accent sur les défis techniques, entre collecte de données hétérogènes, calculabilité ou encore génération dynamique (IKSAL 2012 ; Ji 2015). Les indicateurs sont généralement conçus par des analystes à partir d'un examen des données disponibles. La collecte et le formatage initial des traces d'activité sont automatisés dans la plupart des systèmes (MURATET *et al.* 2016 ; NGOC *et al.* 2012). Toutefois, ces étapes exigent une réflexion sur les données nécessaires en tant qu'"ingrédient" des indicateurs. Ce processus rend l'intégration de nouveaux indicateurs dans un environnement d'apprentissage complexe et coûteux (HOFFMANN *et al.* 2022 ; MARTINEZ-MALDONADO *et al.* 2015). Il implique aussi les acteurs de l'apprentissage à travers de multiples itérations de conception, pour parvenir à un résultat pertinent. Le contexte et l'objectif de l'indicateur influencent en

effet grandement sa conception. Sa visualisation a également un impact significatif sur la compréhension et l'interprétation par les utilisateurs (SEDRAKYAN *et al.* 2019).

Dans ces questionnements techniques, l'indicateur n'est que peu évoqué comme un objet répondant à un besoin réel des utilisateurs. Dans les travaux de JØRNØ et GYNTHNER (2018) et VERBERT *et al.* (2020), une importance forte est donnée à l'utilisation de l'information fournie par l'indicateur. Nous avons vu les besoins d'observations comme un élément essentiel de la définition de l'indicateur (section 1.1.2). Les besoins évoluent cependant dans le temps et en fonction des pratiques (OLIVER-QUELENNEC *et al.* 2022; OLIVER-QUELENNEC *et al.* 2023). La question de l'évolution de ces indicateurs au cours de leurs usages est centrale dans notre travail. L'approche proposée ne peut donc plus se limiter au cycle de conception des indicateurs.

Problématique

Comment permettre aux indicateurs d'évoluer dans le temps au gré des usages des utilisateurs et de la multiplicité des contextes ?

Nous présentons donc un processus de capitalisation comme une approche des indicateurs permettant leur évolution constante, afin qu'ils conservent leur pertinence dans les contextes d'apprentissage.

Proposition

La capitalisation des indicateurs repose sur la mise en place d'un processus d'enrichissement continue des indicateurs existants pour conserver leur pertinence dans le temps et les usages.

La première étape de notre travail de conception d'une approche de capitalisation consiste à nous positionner parmi les approches existantes de conceptions et d'usage des indicateurs.

Nous avons vu les différents éléments constituant leur cycle de vie. Nous proposons ensuite de détailler différentes approches d'ingénierie associées pour faire une comparaison de formalismes et implémentations pour la conception des indicateurs, du point de vue des défis de capitalisation. Cette étape nous permet d'identifier les éléments ayant besoin d'un support plus spécifique. Elle précise également la place de la capitalisation dans les approches existantes.

1.2.2 Quelles caractéristiques pour la capitalisation ?

Définir la capitalisation des indicateurs nous mène à prendre une définition d'abord générale, puis regarder les notions utilisées dans des approches similaires pour construire un modèle cohérent. Ainsi, dans le domaine de la finance, aussi appelé capitalisation boursière : l' "*Addition de bénéfiques ayant pour but d'augmenter un capital*" (FERNANDO 2022), amène l'idée d'augmenter la valeur d'un objet en investissant sur ce dernier. L'objet en question est ici l'*Indicateur*. Dans le *Larousse*, capitaliser est défini comme : "*Accumuler quelque chose pour en tirer profit ensuite*". Il y a donc la notion d'ajout de valeur dans le temps et les usages.

Au-delà des objets matériels, la capitalisation peut se faire sur la connaissance, notamment en entreprise. "*Capitaliser les connaissances de l'entreprise c'est considérer les connaissances utilisées et produites par l'entreprise comme un ensemble de richesses constituant un capital, et en tirer des intérêts contribuant à augmenter la valeur de ce capital*" selon GRUNDSTEIN *et al.* (2002). Ils identifient également les défis de repérer, actualiser, valoriser, préserver et manager ces connaissances comme autant de facettes de la capitalisation. Les connaissances sont considérées comme un ensemble hétérogène dont la collecte peut, dans les bonnes circonstances, apporter de nouvelles connaissances précieuses aux individus comme au groupe. Les indicateurs ont cette même nature hétérogène et intangible, appelant à une formalisation, pour être capitalisés.

Dans la définition des concepts des *LA* de ELIAS (2011), les processus de Sélection, Capture, Agrégation et Rapport, Prédiction, Utilisation, Raffinement et Partage, sont rassemblés dans un cycle de plusieurs phases : Collecte d'information, Traitement de l'information, Application des connaissances ainsi que Partage.

Cette définition porte une importance accrue aux traces, inhérentes au domaine des *LA*. La place de l'utilisation des données et de la production d'information à partir de ces dernières, nous permet de distinguer la place potentielle de l'indicateur comme objet indépendant dans ce cycle.

SINDRE *et al.* (1995) proposent une approche d'ingénierie pour la réutilisation de (composants) logiciels pertinente dans notre étude. Il propose de décomposer le développement "For-Reuse" en trois activités, la *ré-ingénierie* à partir de l'existant sous la forme d'éléments utilisables (l'analyse du domaine, la conception), la *qualification* pour spécifier et contrôler la qualité de l'élément réutilisable et la *classification* pour l'indexation efficace de l'élément.

Il décompose également le développement "With-Reuse" en trois activités, la *recherche*

d'un élément pertinent à réutiliser, l'*évaluation* de la pertinence de l'élément à réutiliser et l'*adaptation* de l'élément pour sa réutilisation dans un nouveau contexte.

Cette approche ingénierie de la conception favorisant l'utilisation d'éléments existants, dans ce cas de code ou de composants, par rapport à une conception "de zéro" est moins coûteuse dans les pratiques habituelles. Il considère les deux mécanismes de conception **pour** la réutilisation et de conception **avec** la réutilisation comme ayant leurs caractéristiques et leurs enjeux propres. Concevoir un indicateur de façon à favoriser sa réutilisation future est aussi essentiel que réutiliser des éléments dans la conception de nouveaux indicateurs.

En se centrant cette fois sur les processus d'analyse de traces et non les indicateurs, LEBIS (2019) propose une définition de la capitalisation au travers d'un enchaînement de six propriétés liées entre elles : la répétabilité, la répliquabilité, la compréhension, la réutilisation, l'ouverture et l'adaptation.

L'approche veut permettre une abstraction au contexte technique et pédagogique dans l'expression des processus d'analyse pour faciliter leur capitalisation. En travaillant sur l'indépendance technique d'un point de vue de l'analyste lors de l'expression des concepts, il montre une approche où la place de l'humain vient remplacer la complexité technique. Nous avons, dans le cas des indicateurs, une contrainte du contexte tout aussi forte. Ce contexte est concentré à un niveau différent de celui des outils d'analyse, car l'indicateur n'est pas un objet à destination d'experts en analyse de données. Les utilisateurs ont une place majeure dans la manipulation des indicateurs et apportent par la même occasion une complexité à leur conception, leur usage et leur évolution.

Pour finir, le domaine relativement récemment théorisé des *Open Sciences* propose des principes intéressants relatifs au partage de données. Entre autres, la notion de *FAIR Data* (WILKINSON *et al.* 2019) désigne les quatre principes de : *Findable* (facile à trouver), *Accessible*, *Interoperable* et *Reusable*.

Dans le cadre de la capitalisation des indicateurs, ouvrir l'utilisation des indicateurs à l'ensemble d'une communauté est intéressant pour permettre l'évolution et la prise en compte des contextes. Ces quatre principes sont des lignes directrices pour la mise en place d'une politique globale d'ouverture des données pour une meilleure dissémination de la science. Les indicateurs, comme résultant d'un processus de conception multi-acteurs et permis par la collecte de données, sont particulièrement concernés par la mise en place de ces principes.

Quels concepts peuvent se retrouver dans l'approche de capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage ?

Nous avons donc mis en avant des concepts qui, ensemble, permettent de capitaliser les indicateurs. Ils sont indispensables pour rendre les indicateurs pérennes dans le temps, en les faisant évoluer et conserver leur pertinence par rapport aux besoins des utilisateurs (cf. figure 1.2).

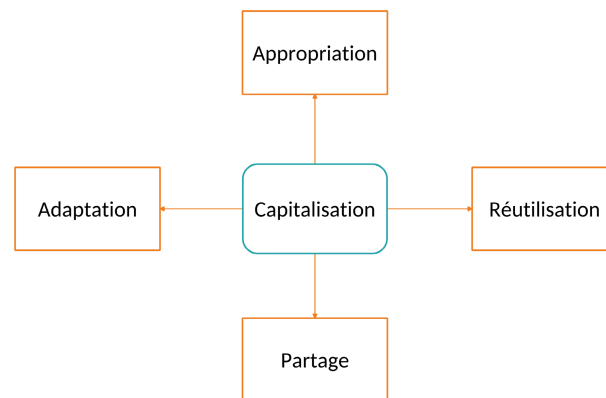


FIGURE 1.2 – Définition de la capitalisation *via* quatre concepts clés.

D'abord, pourquoi avons-nous proposé une approche non cyclique, c'est-à-dire ne donnant pas un ordre entre les concepts ? En effet, la plupart des approches présentées, et notamment la définition de la capitalisation des processus d'analyse de LEBIS (2019), mettent en avant une notion de cycle dans le processus. Nous souhaitons cependant considérer ces concepts de la capitalisation de façon indépendante. Cette indépendance conçoit chaque concept comme une possibilité et non une obligation. Cette autonomie des concepts nous amène également à définir la capitalisation comme une approche impliquant plusieurs acteurs de façon asynchrone, abordée dans le chapitre suivant.

Appropriation L'appropriation est un concept souvent utilisé en sciences humaines et dans le domaine de l'IHM (*Interactions Human-Machine*) (CARTON *et al.* 2006 ; OLLAGNIER-BELDAME 2010). Pour s'approprier des indicateurs, les utilisateurs peuvent les comprendre et les personnaliser. Les utilisateurs reprennent le contrôle des informations mises à leur disposition, tous peuvent ainsi utiliser le système sans avoir besoin de compétences techniques.

Par exemple (GRIL *et al.* 2022b), pour un enseignant, s'approprier l'indicateur "Niveau de

progression" pourrait consister à se demander à quel niveau correspond son propre cours, et à modifier le nombre de niveaux affichés en conséquence.

Réutilisation La possibilité de réutilisation implique que les indicateurs fonctionnent de la même manière dans un contexte similaire et peuvent donc être réutilisés sans modification. Tout indicateur créé doit pouvoir être utilisé dans le système sans perdre de sa valeur au fil du temps.

Par exemple, si un étudiant a trouvé un indicateur conçu pour le type de cours qu'il suit, lui et tous ses camarades de classe peuvent en faire un usage personnel.

Partage Le partage permet aux utilisateurs d'accéder aux indicateurs (capitalisés) et de les diffuser au sein d'une communauté de pratique avec un retour constructif. La capitalisation se fait ainsi également entre utilisateurs, pouvant partager des indicateurs et des actions sur ceux-ci. Il est donc nécessaire de gérer l'accès et le partage des indicateurs capitalisés au sein du système (SOLIMAN *et al.* 2021).

Une fois qu'un étudiant a mis au point un indicateur qu'il utilise pour évaluer sa progression dans un cours, il peut choisir de le rendre public, ou simplement de l'envoyer à ses camarades de classe pour qu'ils l'utilisent à leur tour. La seconde option lui donnera accès à toutes les spécifications du contexte et de l'environnement qu'il choisit. En étant public, il sera considéré comme un nouvel indicateur que toute autre personne pourra utiliser sur la base de l'illustration de l'expérience de l'étudiant. Cette expérience partagée peut susciter un plus grand intérêt pour les indicateurs et guider les nouveaux utilisateurs dans leurs choix.

Adaptation L'adaptation, telle que nous l'entendons, nécessite la modification des indicateurs afin de les rendre plus adaptés à un autre contexte ou de répondre à d'autres besoins (OPPERMANN et RASHER 1997 ; WILSON et SCOTT 2017). Le système doit fournir un soutien solide pour étendre l'utilisation d'un indicateur.

Si l'indicateur "Taux d'assiduité" utilise l'inscription d'un étudiant à un cours et l'utilisation d'au moins une ressource, il se peut que cela ne soit pas suffisant pour certains enseignants. L'un d'entre eux peut donc modifier cet indicateur pour qu'il indique, pour chaque session du cours, le pourcentage d'étudiants utilisant chaque ressource dédiée. L'indicateur créé n'est plus le même, il a été adapté à partir de l'indicateur précédent.

Nous avons ainsi choisi de définir la capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage

en quatre concepts clés. Nous allons à présent voir comment ces concepts ont été envisagés dans les approches existantes au travers d'une étude de la littérature.

Zoom projet écrit+

La mise en place de la capitalisation des indicateurs d'apprentissage dans le cadre du projet écrit+ fait partie de l'étude d'impact analysant de nouvelles pratiques. Ces pratiques font émerger des besoins et questionnements nouveaux, en constante évolution par l'émulation apportée par le projet. La capitalisation des indicateurs a donc pour vocation de capter, favoriser et mettre en avant ce que le projet écrit+ met en place.

1.3 Étude comparative : Comment considérer la capitalisation dans des approches de conception d'indicateur ?

Notre travail de conception d'une approche de capitalisation demande de commencer par identifier comment celle-ci a été abordée dans les approches existantes. Nous avons pour cela choisi de regrouper des formalismes d'indicateurs pour l'apprentissage ainsi que des outils les implémentant pour la conception des indicateurs. Formalismes et implémentations ont ainsi des niveaux d'abstraction différents dans le processus de conception. Il est en revanche pertinent de regarder comment les indicateurs sont conçus et modélisés pour identifier leurs possibilités d'enrichissement.

Nous posons d'abord la question de critères à utiliser dans cette étude. Nous devons en effet considérer la diversité des éléments à observer et l'absence de référentiel existant.

Question 1

Comment observer l'instrumentation de la capitalisation dans les approches de conception des indicateurs ?

Nous voulons ainsi faire ressortir des éléments présents dans les approches comparées et ceux qui manquent encore à l'instrumentation de la capitalisation.

Question 2

Est-ce que les approches existantes des indicateurs sont suffisantes pour permettre leur capitalisation par les utilisateurs ?

Nous allons commencer par sélectionner et décrire des approches, proches de nos objectifs de capitalisation des indicateurs. Puis nous proposerons des critères pour la capitalisation afin de comparer les approches sélectionnées.

1.3.1 Sélection d'approches de conception

Des approches et des outils de conception d'indicateurs décrits dans différents travaux de recherche ont été sélectionnés. Le point de départ a été une étude de l'état de l'art réalisée dans *CHERIGNY et al. (2020)*, complétée par des recherches complémentaires. Une fois cette première liste d'outils établie, nous avons choisi ceux se rapprochant le plus de l'enjeu de capitalisation, en distinguant les formalismes de diverses natures et les implémentations tangibles.

Les approches sélectionnées sont pertinentes dans le contexte spécifique du *projet écri+*. Cela nous permet de limiter notre sélection, car de nombreux outils sont conçus exclusivement pour l'analyse des interactions entre apprenants, ou encore pour les séances de laboratoire et les travaux pratiques. De même, certains travaux spécialisés sur des interfaces matérielles innovantes (tablettes, tables interactives, lunettes de réalité virtuelle, etc.) ont été écartés. Enfin, nous avons considéré l'adéquation aux objectifs du processus de capitalisation tout en choisissant de couvrir des approches diverses.

Formalisation des indicateurs pour l'apprentissage

Un formalisme conditionne les actions qui pourront être faites sur l'objet, ses évolutions et ses relations avec d'autres objets (*LY et al. 2023*).

Ainsi, une modélisation possible des indicateurs se base sur le principe des **Systemes à Base de Règles** de *SCHAUER (1991)*, reproduisant les mécanismes cognitifs d'un expert dans un domaine particulier. Ils reposent sur des faits et des règles, stockés dans des bases modifiables. Les règles sont composées des conditions comme événements déclencheurs et des actions décrivant les opérations. Ce système permet d'être flexible dans l'ajout et la modification des différentes entités de la base de connaissance. Couplé à un moteur

d'inférence, le système peut créer de nouvelles connaissances à partir de celles existantes dans la base de connaissance. Les traces et les indicateurs sont tous les deux alors des faits (GENDRON *et al.* 2012), et les indicateurs résultent de l'exécution des règles. Ces règles doivent être créées en amont par des experts selon les besoins prédéfinis.

D'autres systèmes développés ensuite se basent également sur un principe à base de règles, mais héritent alors des mêmes problématiques.

Les **Systemes à Base de Traces**, *SBT*, SETTOUTI *et al.* (2009) considèrent les traces comme une séquence temporelle d'événements observés accompagnée d'un modèle (*m-trace* pour trace modélisée) explicite de cette collection d'événements. Cette modélisation permet de manipuler et de fusionner des traces bien que venant de différentes sources. Par manipulation sont comprises des transformations de trois types : sélection, réécriture de motifs et fusion temporelle. En transformant les traces brutes, de nouvelles traces, abstraites de l'environnement d'origine, peuvent être ainsi créées. Un indicateur est, dans ce formalisme, considéré comme une trace, et résulte purement de la manipulation de traces, brutes ou non. Nous avons, encore une fois, une définition de l'indicateur comme le résultat d'un processus d'analyse de traces collectées au préalable. Les indicateurs ne sont alors pas mis en avant dans ce type de système.

DIAGNE (2009) propose un **Patron d'Indicateur Réutilisable** (*PIR*), une sorte de carte d'identité pour chaque indicateur. Cette identité comprend des métadonnées expliquant les conditions de réutilisation de l'indicateur, notamment le contexte de l'indicateur, et une description, conduisant à la définition de la situation d'apprentissage liée. L'indicateur lui-même est une formule dont les données d'entrée et de sortie sont spécifiées. L'objectif principal de cette mise en forme est de faciliter la réutilisation des indicateurs, en se basant sur le principe des *design pattern* (GAMMA *et al.* 1993). Il permet de définir le besoin auquel l'indicateur répond afin de faciliter sa réutilisation, en mettant en avant la nécessité d'un indicateur d'avoir été manipulé avec succès dans une situation réelle pour être réutilisé. Cette modélisation de l'indicateur est complétée par une mise en relation des indicateurs, avec des patrons liés entre eux. Cela, avec une prise en compte détaillée du contexte pédagogique, permet d'avoir une vision globale de ce qu'est l'indicateur pour le réutiliser.

UTL (*Usage Tracking Language*) proposé par CHOQUET et IKSAL (2007) et IKSAL (2012) est un méta-langage XML complet permettant la modélisation des traces jusqu'aux indicateurs. Les auteurs se concentrent sur une approche d'ingénierie, avec une sémantique structurée prenant en compte chaque élément. UTL utilise un modèle similaire pour tous

les types de données, en fonction de trois facettes : la facette *Defining* identifie les besoins d'observation ; la facette *Getting* décrit les moyens d'observation pour mettre en œuvre l'acquisition des données ; et la facette *Using* définit l'utilisation des données une fois calculées. La prise en compte de la phase d'expression du besoin et un fort attachement aux situations pédagogiques facilitent la compréhension de l'utilisation de l'indicateur par les utilisateurs. En revanche, le langage tel quel est vaste et plus adapté à un public expert. L'utilisation du modèle n'est pas évidente pour un utilisateur, ayant comme rôle de remplir les informations demandées.

Le **Cadre Ontologique Narratif**, nommé *CAPTEN-ATOM*, de LEBIS *et al.* (2018) est utilisé pour capitaliser les processus d'analyse des traces d'apprentissage d'une manière dite narrative. En effet, au-delà des contraintes techniques des processus d'analyse, se trouvent les besoins de compréhension pour leur réutilisation. Cette approche met l'accent sur la question de l'intelligibilité par la machine, mais aussi par l'humain, des différents aspects de l'analyse, tels que l'objectif, le contexte d'apprentissage ou la configuration des opérations. Pour les auteurs, passer par le langage naturel permet, au travers d'une sémantique compréhensible par tous les acteurs et d'une ontologie structurante, de "*raconter l'histoire de la mise en œuvre de l'analyse dans des codes prédéfinis*". Ce cadre n'est pas destiné à la conception des indicateurs directement, mais à faciliter l'expression par les concepteurs de la complexité de l'analyse des traces. L'ontologie proposée, bien que s'adressant à tous types de profils, reproduit cependant un mécanisme de logique particulièrement tourné vers les experts. Ce sont eux qui expriment des processus d'analyse de façon narrative.

Chacune de ces approches modélise l'indicateur pour sa conception dans un système informatique. Elles apportent un formalisme en fonction de la modélisation d'éléments intermédiaires comme les traces. Ainsi, chacune de ces solutions est fonctionnelle d'un point de vue ingénierie, tel que perçu par les experts, pour la conception et le calcul de l'indicateur. Ce processus de conception demande à être instrumenté pour favoriser la création d'indicateurs.

Instrumentation du processus de conception des indicateurs

L'instrumentation du processus de conception des indicateurs est une étape nécessaire à la facilitation du travail de conception. Comme défini par BÉGUIN et RABARDEL (2000) et issu de la théorie de l'activité, un instrument est un dispositif technique au travers duquel l'utilisateur réalise une interaction. Nous voulons à présent explorer des propositions

d'instrumentation comme médiateur entre indicateur et concepteur, voire utilisateur. En effet, une partie des propositions de formalismes vues dans la section précédente ont ensuite été utilisées dans des outils de conception.

Ainsi, les systèmes à base de règles ont été mis en œuvre dans **GINDIC** (*Generator of INDICators*) par GENDRON *et al.* (2012). Les concepteurs peuvent utiliser cet outil pour définir les indicateurs, les opérations effectuées sur les traces et leur visualisation. Le SBT choisi est *Drools* et permet de tester toutes les combinaisons possibles de faits dans une stratégie dite "axée sur les données" avant une application des règles pour résoudre les conflits. Pour utiliser ces indicateurs possibles identifiés, une interface fait le lien entre *GINDIC* et *CollaborativeECM*, une plate-forme collaborative autour de documents partagés. Les traces utilisées sont collectées dans cette plate-forme et directement fournies à *GINDIC*. L'outil guide les concepteurs dans les étapes de conception : *Définition, Construction, Contextualisation et Visualisation*. Bien que donnant des étapes et une interface logicielle structurant le processus de conception, *GINDIC* s'adresse à des utilisateurs experts en proposant de renseigner des informations détaillées et complètes sur l'indicateur. La contextualisation proposée reste technique, notamment avec les informations d'accès à l'indicateur nécessaire pour sa diffusion. Elle ne propose pas d'ajouter un contexte pédagogique sur l'utilisation en contexte réel. La réutilisation est réfléchie sur les principes de SINDRE *et al.* (2003) pour la ré-ingénierie des logiciels (détaillé en section 1.2). La classification des indicateurs, mais aussi leurs évaluations, sont entre autres des informations utilisées dans ce processus. L'instrumentation de la réutilisation, notamment comme une alternative à une conception sans indicateur initial, est également proposée par *GINDIC*. Il est à souligner que la réutilisation modifie l'approche du concepteur. L'accompagnement proposé par l'outil reste limité dans l'intégration de cette approche, freinant son utilisation par les concepteurs.

SBT-IM, *Système à Base de Traces pour le calcul des Indicateurs dans Moodle*, proposé par DJOUAD (2011) utilise le principe de trace modélisé présenté par SETTOUTI *et al.* (2009) évoqué en section 1.1.3. Le système propose donc de gérer, transformer et visualiser les traces ainsi modélisées de façon explicite. L'outil commence par collecter des traces, puis réalise des transformations sur ces dernières (vers des traces abstraites m-traces) pour aller enfin vers un niveau de calcul d'indicateurs sur ces traces transformées. Cette approche rend générique l'analyse avec l'étape initiale d'abstraction de la plateforme d'origine lors de la transformation des traces. Cette approche est très orientée vers les données, où l'indicateur est d'abord le résultat d'une manipulation des traces récoltées et

rendues plus abstraites. Ainsi, le logiciel est complet en termes de manipulation de traces, mais limité dans la manipulation de l'indicateur.

Un second *TBS* est **DDART**, pour *Dynamic Dashboard Based on Activity and Reporting Traces* de MICHEL *et al.* (2017) et notamment développé dans la thèse de JI (2015). Cet outil permet la constitution d'un tableau de bord dynamique basé sur des traces d'activité et des rapports sous la forme d'un plug-in Moodle. Les apprenants peuvent créer des indicateurs personnalisables liés à leurs activités (cf. figure 1.3). Ils doivent pour cela passer par la spécification des différents éléments à utiliser, les traces, ainsi que les opérations. L'interface graphique associée à ces étapes est complète et conçue de façon ergonomique. Les différents éléments proposés sont dépendants du contexte de Moodle, dans les entités, types de données et type de calculs proposés. La dernière étape est la configuration de la visualisation de l'indicateur calculé, rendue intuitive avec un résultat dynamique et facilement modifiable. La paramétrisation du "scope de visualisation" entre public et privé permet également le partage dans un groupe de travail. L'attention particulière portée sur l'utilisabilité et l'intuitivité de l'interface proposée s'explique notamment par le public visé : les apprenants. En effet, cet outil a pour ambition de donner le contrôle aux utilisateurs de Moodle sur la conception de leurs propres indicateurs. Cette approche nécessite ainsi une simplification des étapes de conception pouvant être davantage guidées pour une prise en main plus facile.

L'outil **EM-AGIIR** (*Environnement Multi-AGent de supervIsion à base d'Indicateurs Réutilisés*) (DAVID *et al.* 2005 ; DIAGNE 2009) propose une implémentation du *Patron d'Indicateur Réutilisable*. L'implémentation de l'outil de réutilisation des indicateurs se base sur une équivalence entre les trois phases de conception Sélection, Analyse et Visualisation avec le paradigme *Modèle-Vue-Contrôleur* (REENSKAUG 1979 ; REENSKAUG 2003). L'architecture multi-agents choisie permet de garder une flexibilité dans l'évolution des fonctionnalités de la plateforme en plus de l'indépendance de l'indicateur par rapport à l'environnement. Ainsi, les agents *Base de données* et *Requête* pour la phase de sélection correspondent à la partie *Contrôleur*. L'agent de visualisation *IHM* est utilisé pour communiquer avec l'interface en correspondant à la partie *Vue*. Le *Modèle* est lui incarné par l'agent *Indicateur* lors de la phase d'analyse. L'outil propose également la possibilité d'agréger des indicateurs du catalogue constitué afin d'obtenir des macro-indicateurs à l'aide de l'Agent *Compositeur*. Cette option peut être considérée comme une autre forme de réutilisation des indicateurs. En revanche, seule la phase d'analyse est considérée comme réutilisable. L'outil est à destination à la fois d'un profil "*Adapteur-Intégrateur*",

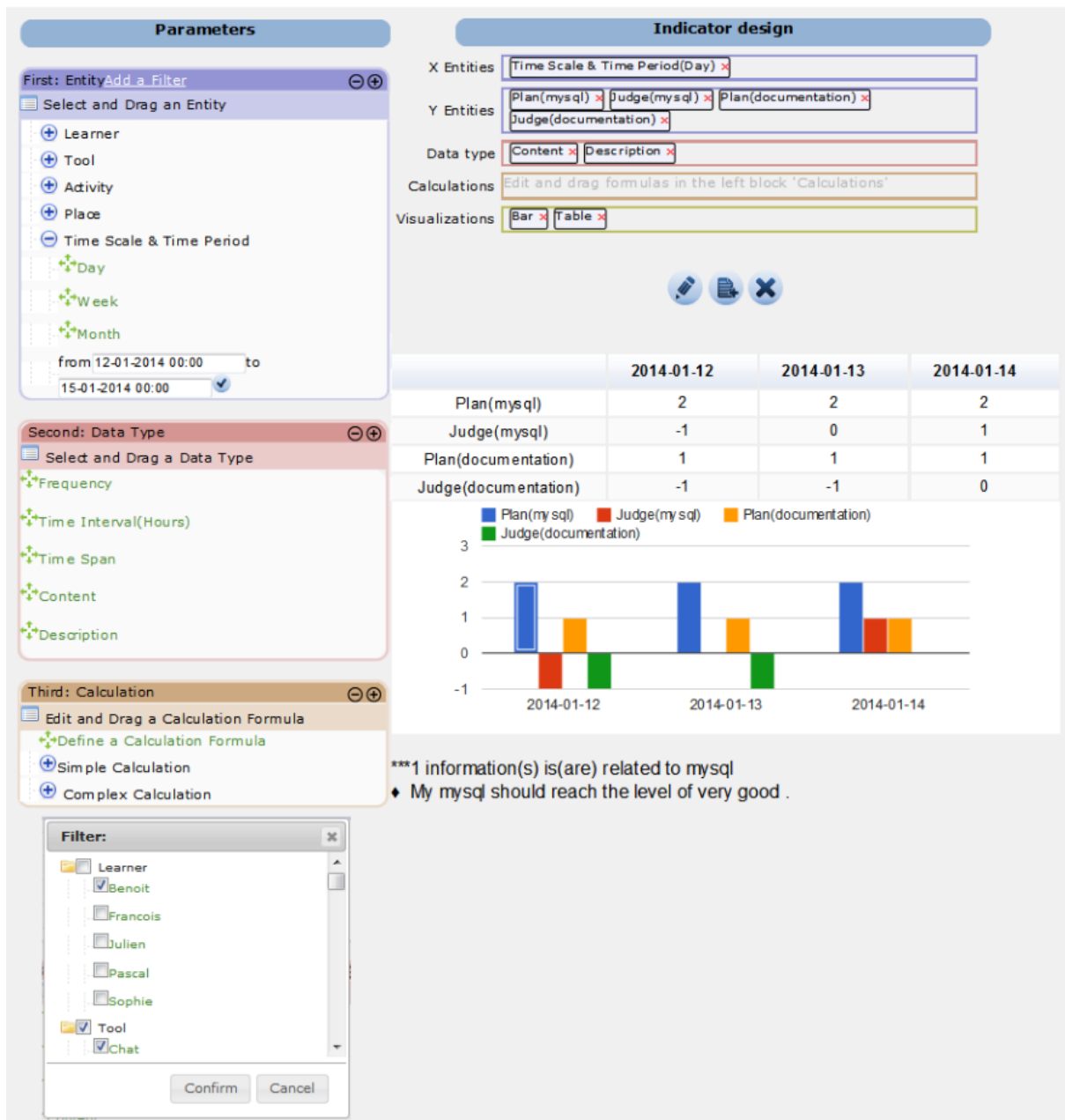


FIGURE 1.3 – Capture extraite de l'interface de DDART pour la création de l'indicateur "knowledge development", dans Ji (2015).

un expert informaticien à même de participer à la conception et la réutilisation d'indicateurs, et de "Tuteur" pouvant accéder aux indicateurs ainsi calculés. Un outil mettant en relation à la fois des experts et des utilisateurs est pertinent lors de la réutilisation. Cependant, il reste plus centré sur la partie d'ingénierie de calcul de l'indicateur que sur

son utilisation.

L' *Academic Analytics Tool* (AAT) a été développé dans le cadre du projet Moodle Analytics (GRAF *et al.* 2011 ; ROSS *et al.* 2017). *AAT* est un logiciel permettant aux enseignants et aux responsables de cours d'accéder aux données de comportement des étudiants dans les systèmes d'apprentissage et de les analyser. Le public visé est donc un peu différent, car il a une expertise pédagogique et une connaissance du cours observé. En leur donnant la possibilité d'accéder aux données et aux informations, les analyses réalisées peuvent aller plus loin que celles habituellement proposées. Il est possible de croiser des informations entre plusieurs cours et plusieurs niveaux (Licence, Master, etc.) pour une analyse à un niveau institutionnel. Le logiciel repose sur un framework de types d'objets d'apprentissage avec lesquels ils interagissent pour s'orienter vers l'analyse de l'activité des étudiants dans les cours. *AAT* guide les utilisateurs dans la spécification de l'expérience qu'ils veulent mener, rassemblés dans un *Profil*, avec l'aide d'une interface graphique (cf. figure 1.4). Cet outil ne propose pas directement la construction d'indicateurs pour l'apprentissage, mais la sélection de données peut y être assimilée.

The screenshot shows the AAT - Academic Analytics Tool interface. At the top, there is a navigation bar with links for Admin, Home, Report Issue, Usage Guide, and Logout. The main header reads "AAT - Academic Analytics Tool".

On the left side, there is a "Help" section with the following text:

To begin an Analysis, choose a single value or a column as a result. An example single value analysis is the COUNT of Active Students in your selected set of courses combined. The output would be a number, i.e., 562.

An example column result is the COUNT of Active Students in each of the courses in your DataSet. The output would be table with a row for each course and the total number of students in that course.

COUNT gives the total number of entries, while SUM adds all of the values in the column. AVG produces an average of the results in a column, while MIN and MAX provide just the lowest or highest value in a column.

COUNT can be performed on any Attribute, SUM and AVG only work on numeric data, and MIN/MAX work for numeric data or dates.

The main content area is titled "Step 2: Building the Analysis" and contains the following configuration options:

- Three "Back" buttons: "Back to Pattern list", "Back to wizard Home", and "Back to choose Pattern".
- Question: "What type of analysis do you wish to perform?"
 - Analysis with one value as result (single value)
 - Analysis with one column as result (table of values)
- Question: "I would like to see the"
 - COUNT
 - SUM
 - AVG
 - MIN
 - MAX
- Question: "of"
 - quiz grade (dropdown menu)
- Question: "I would like to refer to this result as:"
 - Average quiz grade (text input)
- Question: "Analysis Name (*)"
 - Average ANTH quiz grade (50 chars max)
- Question: "Analysis Description"
 - The average quiz grades for students in current ANTH courses. (200 chars max)
- Question: "Analysis usable by others?"
 -
- Buttons: "Perform Analysis" and "Save Analysis"

At the bottom, there is a copyright notice: © copyright Athabasca University 2010 - 2015.

FIGURE 1.4 – Capture extraite de l'interface d'analyse de AAT, dans ROSS *et al.* (2016).

Comme nous le montrons dans cette section 1.3.1, de nombreux outils ont été ainsi créés pour instrumenter la conception d'indicateurs. Il existe d'autres outils répondant toujours à ces problématiques, que nous ne détaillerons pas (BOUHINEAU *et al.* 2013; CHAABOUNI *et al.* 2015; DOLLINGER *et al.* 2019). Certains se basent sur des formalismes pour la définition d'indicateur, d'autres calculent le résultat d'une analyse de traces d'apprentissage.

Nous montrons également que les indicateurs tels que conçus dans les processus actuels présentent des défis importants. Tout d'abord, un indicateur est conçu comme une réponse à un besoin d'observation et n'est alors pas transposable à un nouveau besoin. La réutilisation et le partage des indicateurs sont des pratiques de conception encore peu diffusées. L'attention des travaux sur les indicateurs est principalement axée sur le processus de conception de l'indicateur sans qu'il soit fortement lié à son produit final, un outil numérique de prise de décision pédagogique (VAN LEEUWEN 2019). Cela rend difficile de reprendre ceux existants pour les enrichir. Enfin, les processus de conception actuels manquent de flexibilité pour l'implication des utilisateurs, qui reste encore limitée, nous verrons ce point plus en détail au chapitre 2.

Zoom projet *écri+*

L'utilisation de *Metabase*, outil de gestion de base de données, pour la création de requêtes *SQL* et la génération de Tableau de Bord (interface regroupant des indicateurs) permet d'accéder à la base de données produite par les différentes plateformes d'*écri+*. L'outil *Metabase* est pensé pour son interface ergonomique et l'efficacité d'une exploration des données. Il est en revanche utilisé principalement pour des experts en analyse de données et n'est pas conçu pour l'analyse de l'apprentissage. Les indicateurs créés peuvent être partagés aux enseignants et étudiants à la discrétion des concepteurs.

1.3.2 Identification de critères pour la capitalisation

Nous proposons ainsi d'utiliser les concepts clés définis en figure 1.2 comme grille de lecture pour analyser les différentes approches et outils présentés. Ces derniers ne sont pas initialement conçus dans un objectif de capitalisation, et les comparer demande un cadre commun à notre approche. En effet, la capitalisation d'indicateurs n'est pas le point

d'étude central dans les travaux existants en *LA* (ALOWAYR et BADIO 2014; BASAK *et al.* 2016; CHERIGNY *et al.* 2020; CHOQUET et IKSAL 2007; CORBI et SOLANS 2014; DE CROON *et al.* 2021; Angélique DIMITRAKOPOULOU 2004; Angélique DIMITRAKOPOULOU et BRUILLARD 2006; RODRIGUEZ-TRIANA *et al.* 2017).

Pour les comparer dans le cadre de nos travaux, nous regardons de plus près comment chaque approche, formalisme et implémentation, fournit des outils favorisant les concepts identifiés en figure 1.2. Pour chacun de ces concepts, nous listons ainsi une série de propriétés techniques, comme critères pouvant conduire à la capitalisation des indicateurs (cf. figure 1.5).

La comparaison d'approches diverses dans leurs préoccupations et objectifs, bien que liée aux indicateurs, n'est pas évidente sur le plan purement théorique. En conséquence les critères formulés sont de bas niveau afin de se rapprocher des fonctionnalités et de faciliter le processus de validation. En effet, un concept abstrait est trop ouvert à l'interprétation pour être utilisé dans une approche comparative. Parallèlement, la formulation d'un ensemble de critères suffisamment génériques pour s'appliquer à différents types d'approches n'en est pas moins fastidieuse. Nous utilisons ci-après le terme "*entité*" comme référence autant à l'indicateur, qu'aux éléments le composant, tels que les traces ou encore les opérations réalisées lors de leurs analyses. La figure 1.5 présente une liste de tous les critères sélectionnés, classés selon les quatre concepts constituant la capitalisation. Le détail des critères se trouve en Annexe 1.1.

Ces critères sont classés entre les quatre concepts de notre approche de la capitalisation. Toutefois, la plupart de ces classifications peuvent être remises en question. Par exemple, la possibilité de rechercher et de filtrer des indicateurs peut permettre l'*Appropriation*, mais elle est aussi liée à des critères classés dans d'autres concepts. Pour effectuer une "Recherche parmi les entités existantes", il est nécessaire de disposer d'une liste de ces entités. Ce critère connexe "Liste des entités existantes" est placée dans la catégorie *Adaptation*. Par ailleurs, l'implémentation d'un formalisme permettant l'accès à des entités existantes ne dispose pas nécessairement d'une fonctionnalité de "Recherche parmi les indicateurs existants". De même, si le critère de "Filtrage des indicateurs" est mis en avant dans un outil, pour un formalisme cela signifie que les indicateurs ont des spécifications sur lesquelles ils peuvent être filtrés. Par conséquent, les "Catégorisation des entités" ou la "Description des entités" sont considérés comme des critères connexes sans être interdépendantes.

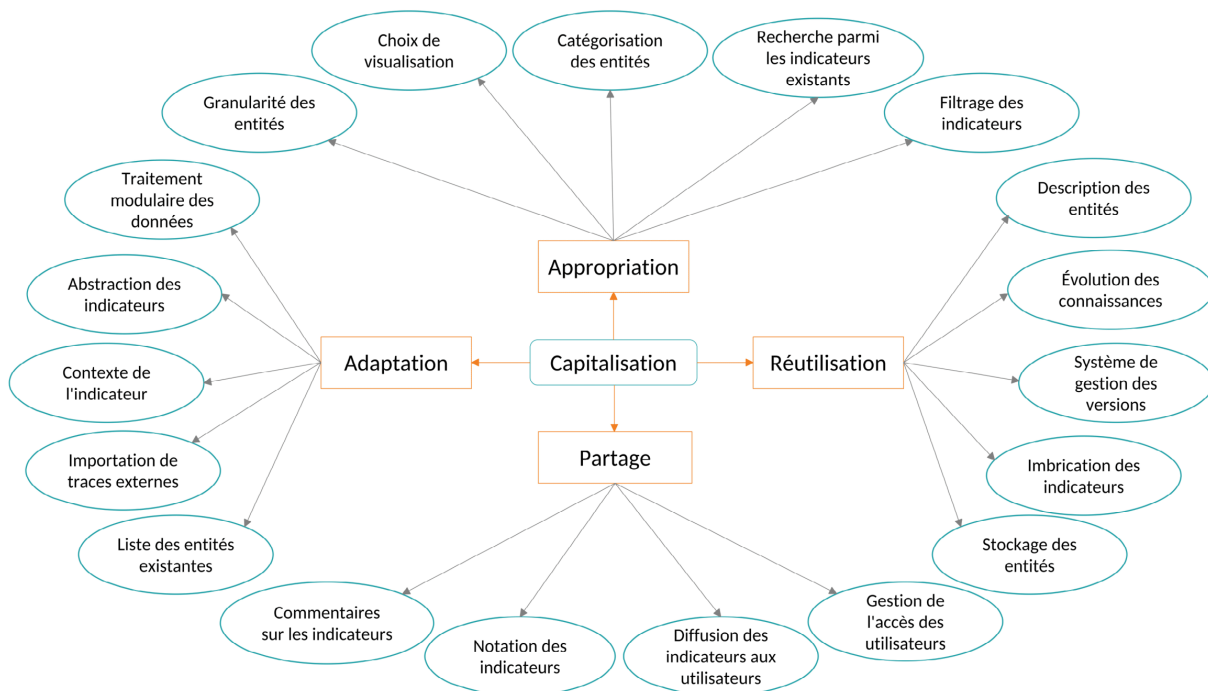


FIGURE 1.5 – Critères identifiés pour la capitalisation

Compte tenu de la relation entre certains critères, leur classification a été ajustée au cours des multiples itérations d'analyse de littérature décrite dans la partie suivante. Nous avons également cherché à formuler les critères de façon pertinente pour les divers contextes et abstractions comparés. Avec cette liste de critères techniques de la capitalisation, nous cherchons à expérimenter la manière dont le processus de conception des indicateurs répond aux exigences identifiées. La comparaison des solutions existantes à travers cette nouvelle perspective et la présente grille de critères nous permettra de consolider la définition de la capitalisation des indicateurs dans le contexte actuel.

Zoom projet écri+

Les membres du *projet écri+* ont été impliqués dans la sélection de ces critères au cours de consultations sur des sujets adjacents à la capitalisation. Nous avons pu ouvrir le sujet des *Learning Analytics* et des indicateurs pour l'apprentissage lors des premières réunions avec des membres du projet. Cela nous a permis de sonder de façon informelle les attentes des acteurs par rapport à ces notions, et nous avons pu discuter des critères présentés ici.

1.3.3 Comparaison des approches

Les résultats de notre étude comparative sont synthétisés dans le tableau 1.1. Notre proposition est basée sur quatre niveaux de validation de présence d'un critère par rapport à notre travail et de conformité à nos exigences en matière de capitalisation.

La présence de critères "non pertinents" est due à la comparaison d'objets de nature différente avec une grille de critères commune. La formulation des critères en tant que propriétés techniques est interprétée de manière différente si l'objet analysé est un formalisme théorique ou une mise en œuvre tangible. Par exemple, le "Choix de visualisation" correspond aux informations stockées pour un langage, à l'affichage géré pour une architecture, et aux visualisations réelles pour les outils implémentés. Dans certains cas, le critère ne s'applique pas au niveau d'abstraction, d'où l'utilisation de la mention "non pertinent".

Notre comparatif tient également compte de l'interconnexion des critères évoqués précédemment, bien qu'elle puisse être modifiée dans l'implémentation ; par exemple, aucun "Filtrage des indicateurs" n'est implémenté alors que la "Catégorisation des entités" est possible.

Nous pouvons, à l'aide de cette grille comparative, regarder plus précisément la capacité des approches actuelles à répondre aux besoins de capitalisation des indicateurs.

Le tableau 1.1 montre qu'un **Système Basé sur des Règles** n'offre aucun moyen spécifique de *catégoriser les entités*, alors que **GINDIC** inclut la dimension et la nature des indicateurs créés. De son côté, le **Patron Indicateur Réutilisable** fournit trois types : Cognitif, Social et Affectif, considérés comme une catégorisation. Si nous prenons un autre exemple, la "Gestion de l'accès des utilisateurs" peut sembler une fonctionnalité

TABLEAU 1.1 – Comparaison de formalismes et d’implémentations pour la capitalisation des indicateurs.

Formalismes		SBR		SBT			PIR		UTL2	CAPTEN		
			GINDIC		SBT-IM	DDART		EM-AGIIR			AAT	Course Insights
Adaptation	Partage	PV	NV	V	PV	PV	PV	PV	V	V	V	V
	utilisation	NV	V	NV	NV	V	NV	PV	NV	NP	NV	PV
	propriation	NV	V	PV	NV	V	V	V	V	V	V	NV
	Granularité des entités	V	V	PV	NV	NV	NP	V	NP	NP	V	V
	Choix de visualisation	NV	PV	PV	NV	NV	NP	NV	NP	NP	V	V
	Catégorisation des entités	PV	V	PV	PV	PV	V	V	V	V	V	PV
	Recherche parmi indicateurs existants	V	V	V	V	PV	NV	V	V	V	V	PV
	Filtrage des indicateurs	NV	PV	PV	NV	NV	NP	NV	NP	NP	V	V
	Description des entités	PV	V	PV	PV	PV	V	V	V	V	V	PV
	Evolution des connaissances	V	V	V	V	PV	NV	V	V	V	NV	PV
	Système de gestion des versions	V	PV	PV	NV	NV	PV	PV	V	NV	NV	NV
	Imbrication des indicateurs	V	V	PV	NV	NV	PV	NV	V	V	V	V
	Stockage des entités	V	V	V	V	V	NP	V	NP	NP	V	V
	Gestion accès utilisateurs	PV	V	PV	NV	NV	NV	V	NP	NP	V	PV
	Diffusion des indicateurs aux utilisateurs	NP	PV	NP	NV	PV	NP	NV	NP	NP	NV	NV
	Notation des indicateurs	NV	V	NV	NV	NV	NV	NV	NP	NP	NV	NV
Commentaires	NV	NV	PV	NV	NV	PV	PV	PV	PV	PV	NV	
Liste entités existantes	V	V	V	V	V	NP	V	NP	NP	V	V	
Import de traces externes	V	V	V	V	V	NP	PV	NP	NP	V	V	
Contexte de l’indicateur	PV	V	NV	NV	NV	V	V	V	V	PV	PV	
Abstraction des indicateurs	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	
Modularité de calcul	V	V	V	V	V	V	PV	V	V	V	PV	

Validé Partiellement Validé Non Validé Non Pertinent

Formalismes - Implémentations

SBR (*Systèmes à base de règles*) (SCHAUER 1991)

- **GINDIC** (*Generator of INDICators*) (GENDRON et al. 2012)

SBT (*Systèmes à base de traces*) (SETTOUTI et al. 2009)

- **SBT-IM** (*Système à Base de Traces pour le calcul des Indicateurs dans Moodle*) (DJOUAD 2011)

- **DDART** (*Dynamic Dashboard Based on Activity and Reporting Traces*) (JI 2015)

PIR (*Patron Indicateur Réutilisable*) (DIAGNE 2009)

- **EM-AGIIR** (*Environnement Multi-AGent de supervIsion à base d’Indicateurs Réutilisés*) (DIAGNE 2009)

UTL (*Usage Tracking Language*) (CHOQUET et IKSAL 2007)

CAPTEN-ONION (*Framework ontologique narratif*) (LEBIS et al. 2018)

- **AAT** (*Academic Analytics Tool*) (GRAF et al. 2011 ; ROSS et al. 2017)

- **Course Insights** (SHABANINEJAD et al. 2020)

naturelle pour un outil, quatre sur six l’ayant implémentée. Pour les formalismes, les **Systèmes à base de règles** et les **Systèmes à base de traces** sont considérés comme

validant partiellement la présence du critère en suggérant une architecture de système dans laquelle la propriété pourrait être facilement ajoutée. Cette préoccupation n'a pas été trouvée dans la documentation étudiée et n'est donc pas entièrement validée. Quant aux autres formalismes, leur nature est trop déconnectée d'une telle fonctionnalité pour être considérée comme pertinente. Une réflexion similaire a été menée pour chaque critère de la grille, en étudiant la documentation disponible.

Dans les critères proposés pour la capitalisation des indicateurs, certaines limites dans les solutions de conception peuvent être constatées. Il est intéressant de chercher une approche facilitant le partage des capacités des indicateurs existants sans perdre la flexibilité de leur conception. En effet, les critères d'appropriation et de partage des indicateurs sont les moins développés.

L'utilisabilité technique d'une approche, comme critère ergonomique, n'est pas directement incluse dans cette grille. Cependant, ce facteur important de l'adoption par les utilisateurs peut être partiellement évalué à travers les présents critères.

Une implémentation ne préserve pas nécessairement tous les critères techniques du formalisme correspondant. Certains critères ne semblent pas liés au formalisme utilisé par l'outil. Par exemple, la "Catégorisation des entités" est partiellement supportée par le formalisme d'un *Système à base de traces*, alors que parmi ses deux implémentations, *SBT-IM* n'en propose pas et *DDART* en propose. Cependant, le formalisme choisi a un impact clair sur la fonctionnalité implémentée.

Cette grille de critères est un outil précieux pour la suite de notre travail de conception d'une approche de capitalisation. Elle nous donne un premier guide et des critères de validation.

1.4 Discussion sur une approche de la capitalisation dans la littérature

1.4.1 Limites de la méthode et des propositions existantes

Dans l'ensemble, peu d'outils offrent une solution pour la capitalisation, du point de vue du système comme du point de vue de l'utilisateur. Néanmoins, chaque outil présente une solution ou une partie de solution aux défis soulignés en section 1.2.

Nous avons examiné les approches de conception d'indicateurs dans le domaine de l'analyse de l'apprentissage (*LA*), mais il semble pertinent d'étendre ce champ de re-

cherche à d'autres domaines où le contexte est tout aussi important. De même, au sein du domaine, nous avons conduit cette étude pour une sélection restreinte d'outils spécifiquement pertinents et pour lesquels nous avons accès aux fonctionnalités et aux choix techniques.

En conduisant cette étude d'un point de vue d'ingénierie, nous sommes restés dans des préoccupations proches des experts, en analyse de données et conception d'indicateurs. Dans le cas de la capitalisation, il y a cependant un acteur majeur : l'**utilisateur final**. Son implication est un élément clé d'un processus de capitalisation réussi. L'approche actuelle de la conception des indicateurs se concentre principalement sur la faisabilité et l'aspect ingénierie des indicateurs. Il manque la valeur ajoutée et l'expérience que l'utilisateur retire de l'utilisation d'un indicateur.

Si tous les critères identifiés sont vérifiés, cela n'est en aucun cas suffisant pour réaliser la capitalisation des indicateurs tant que ses acteurs n'y prennent pas part de façon active. Ainsi, la question n'est pas uniquement si ces critères permettent la capitalisation, mais si ces critères correspondent à un besoin réel des utilisateurs. En effet, si les concepteurs sont impliqués dans une partie du cycle de vie de l'indicateur, ce n'est pas à eux que ces mêmes indicateurs sont destinés.

1.4.2 Perspectives et mise en place d'une démarche alternative

Nous nous positionnons, dans ces travaux, spécifiquement sur le sujet de l'indicateur pour l'apprentissage. Au-delà des spécificités de ce domaine, l'indicateur est en lui-même un objet qu'il est peu commun d'aborder de façon indépendante. Car il n'est pas, de fait, indépendant. Cependant, au lieu de le lier d'un point de vue technique aux traces, à l'environnement numérique d'apprentissage ou encore de ne le voir que comme le résultat d'un processus d'analyse, nous lui donnons une valeur propre. En effet, la spécificité principale de l'indicateur est d'être cet objet tangible dans les mains de l'utilisateur. Il est tangible, mais multiforme, potentiellement changeant, comme les besoins auxquels il s'applique à répondre. Ainsi, au-delà de sa "chaîne de production" et de ses "matières premières" nous choisissons de considérer l'indicateur comme un objet dépendant de l'utilisateur, dans toute la complexité de ce dernier.

Qu'est-ce qu'est un indicateur pour l'apprentissage du point de vue de l'utilisateur ?

Ainsi l'indicateur comme *actionable insight* de JØRNØ et GYNTHNER (2018) met en avant cette place de l'appel à action, concrétisé par l'utilisateur lui-même. Cette action est, dans cette définition de JØRNØ et GYNTHNER, d'une nature pédagogique, pour favoriser l'apprentissage à l'aide de l'information recueillie. Nous considérons alors l'indicateur comme avant tout un objet sur lequel l'utilisateur va pouvoir avoir une action. Nous y ajoutons également la dimension numérique, propre aux indicateurs dans notre contexte (cf. section 2.2 du chapitre d'introduction). En effet, l'action de l'utilisateur est fortement conditionnée par le support numérique de l'indicateur.

Nous avons regardé dans ce chapitre comment chaque approche, formalisme ou implémentation, permet de réaliser la capitalisation, et ainsi de poser la question de la possibilité des utilisateurs d'interagir avec les indicateurs. Dans le but de soutenir l'apprentissage numérique, des outils ont été développés pour fournir aux utilisateurs une assistance dans l'accès et l'alimentation des ressources et des environnements d'apprentissage. La conception d'une approche de capitalisation demande en revanche de considérer le rôle de l'utilisateur de façon différente des approches observées jusqu'ici. Nous soulignons également que le cycle de vie de l'indicateur va au-delà de sa conception, il faut donc considérer le rôle de l'utilisateur dans son ensemble.

Quelle place un utilisateur non expert peut et souhaite-t-il avoir dans le cycle de vie de l'indicateur ?

La suite de notre travail se concentre ainsi sur la question de la place de l'utilisateur dans la capitalisation. Considérant cet utilisateur, enseignant comme étudiant, expert ou non, l'approche répond à un besoin réel. Elle doit donc être issue du point de vue et des enjeux propres aux utilisateurs, par rapport à l'apprentissage, aux *Learning Analytics* et surtout aux indicateurs.

Résumé du chapitre

Ce chapitre met en évidence, dans le cycle de vie de l'indicateur pour l'apprentissage, des enjeux autant liés aux coûts de sa conception qu'à l'évolution et la diversité des pratiques. En regardant les différentes approches de définition, modélisation et instrumentations de la conception, un travail important est réalisé dans la résolution de défis techniques de l'indicateur. En revanche, dans la question de l'évolution et de l'usage, les

utilisateurs de l'indicateur sont les plus concernés par la pertinence de l'indicateur dans leur contexte et leur besoin.

Nous proposons alors une approche de l'indicateur par un processus de capitalisation, c'est-à-dire permettant une amélioration continue de l'indicateur dans le temps et les pratiques. Nous argumentons, avec la construction d'une grille de critères pour la capitalisation, que les approches de la littérature sont limitées dans des préoccupations techniques de conception de l'indicateur. La capitalisation nécessite, elle, de revoir la place même de l'usage dans le processus de capitalisation.

Nous concluons ainsi que la conception de cette approche de capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage ne peut se faire qu'en considérant leurs utilisateurs comme centraux, en commençant par questionner la place qu'ils peuvent avoir dans le processus.

OBSERVATION DES UTILISATEURS DANS LA CAPITALISATION

Le chapitre précédent montre comment les indicateurs sont envisagés dans les travaux de recherches de la littérature. Nous nous positionnons maintenant d'un point de vue de l'utilisateur. Nous observons comment ce dernier appréhende les indicateurs pour l'apprentissage. Nous analysons ainsi la place que l'utilisateur peut avoir dans leurs processus de capitalisation. En effet, nous avons vu précédemment que l'implication de l'utilisateur dans leur conception apporte beaucoup à la pertinence et à l'adoption des indicateurs. Nous faisons ainsi l'hypothèse que l'utilisateur est le principal moteur d'évolution de l'indicateur et donc l'acteur central de la capitalisation.



FIGURE 2.1 – Illustration des étapes de définition et d'expérimentation de la capitalisation des indicateurs exposés de ce chapitre.

Pour cela, nous commencerons par recenser les pratiques et approches existantes impliquant l'utilisateur dans le cycle de vie de l'indicateur. Nous positionnerons ainsi notre approche de capitalisation comme considérant l'intégralité de ce cycle (cf. figure 2.1). Nous montrerons alors la nécessité d'une démarche de la capitalisation prenant en compte le point de vue de l'utilisateur. Au travers d'une expérimentation (*Expé 1*), nous identifierons les formes et les objets [substrat / instrument d'interaction] que l'utilisateur met en place dans la réalisation de la capitalisation. Cette expérimentation nous amènera à une première consultation directe des utilisateurs pour apporter une réponse aux questions soulevées en section 2.2 du chapitre d'introduction.

2.1 Implication de l'utilisateur avec les indicateurs d'apprentissage

Nous choisissons de considérer plusieurs concepts autour des indicateurs (cf. figure 2.2). En croisant plusieurs méthodes et domaines, nous cherchons à examiner quelle place les utilisateurs peuvent avoir dans le cycle de vie des indicateurs.

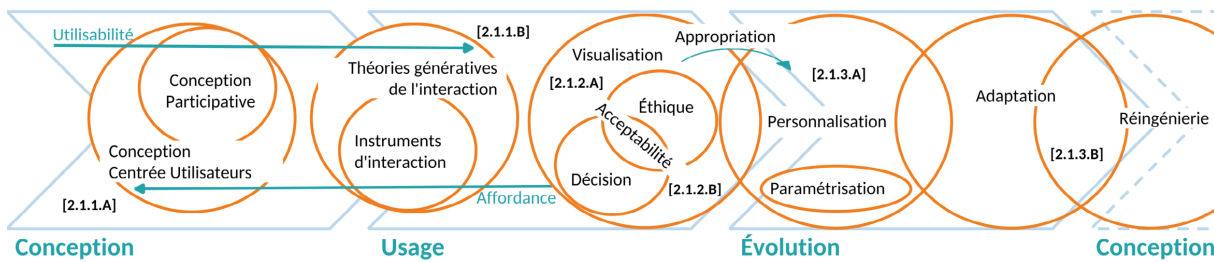


FIGURE 2.2 – Proposition de croisement des méthodologies et des concepts abordés dans cette section.

2.1.1 Méthodes impliquant l'utilisateur dans la conception des indicateurs

Impliquer les utilisateurs dans le processus de conception des indicateurs pour l'apprentissage est une pratique aujourd'hui reconnue parmi les chercheurs comme un moyen de créer un résultat pertinent par rapport à leurs besoins. Au-delà du fait de consulter les utilisateurs, la question de comment et quand les impliquer reste un chantier important (DOLLINGER *et al.* 2019 ; MARTINEZ-MALDONADO *et al.* 2015).

Conception Centrée Utilisateur en EIAH

La **Conception Centrée Utilisateur** (CCU) est un processus de conception basé sur une compréhension explicite des utilisateurs, de leurs tâches et de leurs environnements (LALLEMAND et GRONIER 2018).

La CCU s'est imposée dans les pratiques et dans le monde industriel dès 1999 avec une norme ISO (ISO 9241-210 :2019). Cette dernière propose de définir les principes puis de spécifier des exigences et des recommandations. Son bénéfice pour l'utilisabilité des produits ainsi créés est largement avéré (GUFFROY 2017). L'utilisabilité y est définie comme « le degré selon lequel un produit peut être utilisé par des utilisateurs identifiés

pour atteindre des buts définis, avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié. ».

Pour cela, les utilisateurs sont impliqués tout au long du développement du produit. Cette conception est guidée par des phases d'évaluation centrées sur les utilisateurs. Le processus est également itératif : il nécessite des allers-retours entre les différentes phases de la conception, pour prendre en compte les retours des utilisateurs.

Ainsi, dans le cadre de la CCU d'indicateurs pour l'apprentissage, les utilisateurs finaux, enseignants ou étudiants, peuvent être impliqués lors de plusieurs phases.

Dans leur travail, MARTINEZ-MALDONADO *et al.* (2015) proposent un processus de conception dans les EIAH rythmé par quatre étapes d'évaluation par les utilisateurs. La première étape est une identification du problème, aussi appelée recueil de besoins, pour établir le contexte et les pratiques existantes. Viennent ensuite les étapes de prototypage à basse fidélité et de prototypage à plus haute fidélité permettant d'améliorer les propositions à chaque itération. Les études pilotes et enfin l'étape de déploiement pour une utilisation en classe permettent des évaluations en conditions réelles et une validation de la conformité du résultat par rapport au besoin identifié.

Zoom projet *écri+*

Lors de la conception des plateformes, des indicateurs ont été créés à destination des enseignants. Ils apportent des informations résumant les productions de cohortes d'étudiants sur la plateforme *écri+tests*. Ces indicateurs disponibles n'ont en revanche pas fait l'objet d'une consultation des enseignants participant au projet.

L'ensemble du processus de conception est toutefois coûteux en termes de temps et de ressources. Il peut donc se limiter à la phase d'analyse des besoins. C'est par exemple le cas pour les indicateurs initialement disponibles sur les plateformes web du *projet écri+*. En outre, la nature *ad hoc* de certaines expériences laisse peu de temps aux utilisateurs pour se familiariser avec l'environnement et intégrer les indicateurs dans leurs pratiques d'apprentissage. De même, le manque d'expertise des utilisateurs constitue un défi lors de la collecte des besoins. Ils butent souvent sur les aspects techniques et les opportunités disponibles (LEEuwEN *et al.* 2017 ; MICHEL *et al.* 2017). Ainsi, la CCU est essentielle pour la conception d'indicateurs, bien qu'amenant de nombreux défis. Parmi eux, la question se pose de savoir comment impliquer les utilisateurs dans cette démarche de conception ?

Des méthodes de conception visant à répondre à ces défis ont été proposées, telle que la conception participative.

La **Conception Participative** (CP), aussi appelée co-construction, désigne la consultation directe des utilisateurs dans le processus de conception d'un système (CARROLL 1996).

DOLLINGER *et al.* (2019) présentent la manière dont ils comblent avec succès le fossé entre les chercheurs et les enseignants avec le développement d'un système d'engagement dans les relations avec les étudiants (SRES). Ils utilisent pour cela la CP dans un contexte complexe des *Learning Analytics*.

GILLIOT *et al.* (2018) se rapprochent encore davantage de notre question de la conception des indicateurs en utilisant la CP dans la conception de TBA (Tableau de Bord pour l'Apprentissage). Ils pointent l'usage peu fréquent de la CP dans les *Learning Analytics*. Ils ont en effet "*démontré la difficulté de la part des utilisateurs de se projeter dans une expression de besoins par rapport à des pratiques non encore stabilisées*". Ainsi, leur solution repose sur une instrumentation de cette co-construction au travers de *PaDLAD* (SADALLAH *et al.* 2022), puis *e-PADDLE* (OLIVER-QUELENNEC 2020) en version numérique. Leur approche identifie cinq dimensions du *Qui*, *Pourquoi*, *Quoi*, *Comment* et *Quand*, traduites dans un espace de conception participatif outillé pour leur définition. Le processus proposé accompagne ainsi les utilisateurs à la construction d'un TBA qui les assistera dans une prise de décision. Cette décision est le départ du processus proposé par *PaDLAD*. Il est donc d'abord demandé aux participants quelle(s) décision(s) le TBA qu'ils créent va leur permettre de prendre. Ce point d'ancrage initial facilite l'expression du besoin des participants. Le choix de supports tangibles, sous forme de cartes, favorise la collaboration et la création chez les participants.

PaDLAD est un outil utilisé dans le but d'obtenir des retours concrets des utilisateurs pour la conception de tableaux de bords. Une tension résulte entre le besoin de capter des informations utilisables de la part des chercheurs et les participants n'ayant pas cette perspective à long terme sur leurs pratiques. PERSON *et al.* (2021) observent cette déconnexion lors de la consultation des enseignants avec *PaDLAD*. Le Tableau de Bord pour l'Apprentissage est un objet encore peu connu et peu utilisé dans les pratiques pédagogiques des enseignants. Cette contrainte est transférée, voire exacerbée avec le concept d'indicateurs pour l'apprentissage.

KNIBBE (2016) souligne de plus la dimension d'apprentissage des participants lors de

ce type de conception. La mise en place de cette approche de CP implique les utilisateurs avec les enjeux de l'outil, en leur donnant peu à peu la possibilité de se les approprier. Il est pour cela important de réaliser cette conception sur le long terme, un processus d'apprentissage pouvant alors se mettre en place.

Nous voyons dans cette appropriation l'illustration de notre hypothèse des utilisateurs comme un moteur d'évolution. De la même façon que l'évolution de la solution peut modifier les pratiques des utilisateurs, c'est au travers de leur appropriation de la solution que de nouveaux besoins émergent. Cet élément est central dans notre hypothèse comme souligné en début de chapitre.

La CCU et plus précisément la CP revoit le rôle de l'utilisateur pour le placer en "acteur présent tout au long du cycle de conception" (COTTIER et CHOQUET 2005). Les actions qui lui sont attribuées, sont finalement principalement celles de consultant et d'évaluateur, lors de la conception.

Notre approche de capitalisation des indicateurs nécessite d'impliquer les utilisateurs davantage dans le cycle de vie des indicateurs. L'inadéquation de l'implication et de l'expertise des utilisateurs avec les solutions actuelles est une limite importante. Elle nous pousse à envisager une approche de capitalisation qui reconsidère la relation entre l'utilisateur et l'indicateur. Nous allons à présent voir cette relation lors de l'usage des indicateurs.

Zoom projet écrit

Impliquer des chercheurs mais aussi des enseignants et des étudiants dans la co-construction du projet fait partie intégrante de la démarche d'*écri+*. Des ateliers d'information, de sensibilisation mais aussi de co-conception ont été réalisés. Ils restent principalement dans le cadre des pratiques pédagogiques de l'enseignement du français. Nous avons cependant eu l'occasion de proposer des ateliers orientés sur des questions informatiques telles que les indicateurs.

Affordance des objets numériques en IHM

Dans le domaine de l'IHM (*Interaction Humain-Machine*), les interactions des utilisateurs avec la technologie sont dynamiques et évoluent avec les pratiques, les expériences

et les spécificités des utilisateurs. BEAUDOUIN-LAFON *et al.* (2021) avancent que les théories, méthodes et outils des IHM permettent d'intégrer ces dynamiques, à la fois pour identifier de nouvelles idées de conception et pour créer de nouveaux artefacts, prenant en compte les changements de l'interaction au fil du temps.

BEAUDOUIN-LAFON présente une approche dans le cadre des **théories génératives de l'interaction** (BEAUDOUIN-LAFON *et al.* 2021) en proposant de baser la conception de nouveaux artefacts numériques sur les **Instruments d'interactions**. Nous proposons d'interpréter cette théorie au regard de nos besoins. Nous en faisons une illustration généralisée en figure 2.3, puis nous détaillons les deux éléments principaux, les instruments d'interactions et les substrats numériques.

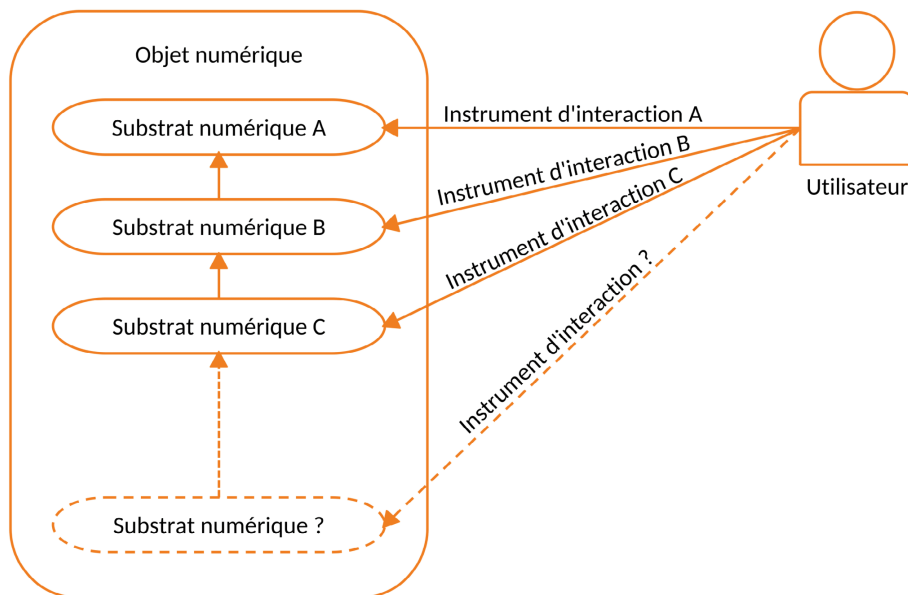


FIGURE 2.3 – Illustration simplifiée et généralisée de l'approche par Instrument d'interaction de BEAUDOUIN-LAFON (2023)

Instrument d'interaction Les instruments d'interaction sont issus de l'observation de la médiation de l'interaction au travers d'outils dans le monde réel. En transposant ce concept de médiation de l'interaction dans le monde digital, la mise en valeur de ces médiateurs peut se faire au travers de l'étude des Instruments d'Interactions.

Substrats numériques BEAUDOUIN-LAFON (2023) et RENOM *et al.* (2022) construisent ainsi la notion de *substrat*, comme constituant un objet numérique en couches avec lequel les utilisateurs peuvent avoir des interactions. Ce travail vise à accroître l'accessibilité des

objets en ligne, de sorte que la possibilité d'action perçue par le sujet, pour un objet, soit plus naturelle.

La notion d'**affordance** comme *les possibilités d'action d'un objet relativement au sujet* (J. J. GIBSON 1977 ; J. J. GIBSON 2014) fait dépendre ces actions des propriétés de l'objet. Les possibilités perçues sont ici celles d'actions sur un objet numérique. Ainsi, la caractéristique d'un objet ou d'un environnement suggère son mode d'usage à l'utilisateur. L'étude de l'*affordance* vise à prolonger les notions de flexibilité et extensibilité de ces objets numériques.

Exemples illustrant la notion d'*affordance* :

Parmi les objets du quotidien, regardons une chaise. La forme plate de son siège suggère que l'on peut s'y asseoir, et son dossier que l'on peut y être confortablement appuyé. Son poids, relativement lourd, suggère, lui, que la chaise peut être utilisée pour caler une porte, exemple inspiré de BEAUDOUIN-LAFON (2023).

Le rôle d'*affordance* peut également être vu dans la popularisation des magasins d'applications, tel que le *PlayStore* d'Android ou l'*AppleStore* de l'*iPad*. Notamment, l'arrivée de l'*iPad* en 2010 a engendré la création de nombreuses applications. La tablette tactile suggère ainsi de nouveaux usages, pouvant être ajoutés par les utilisateurs eux-mêmes dans le catalogue.

Notre approche des indicateurs se positionne dans une démarche exploratoire de l'interaction entre les utilisateurs et les indicateurs comme objet numérique. La place de l'action de l'utilisateur, mais surtout la nature de cette action, est encore un élément peu exploré dans les *EIAH*. Nous nous approchons de la capitalisation des indicateurs en rendant essentielle leur interaction avec l'utilisateur.

Pour aller explorer la place de l'utilisateur, il nous est nécessaire de sortir du domaine des *Learning Analytics* et même des *EIAH* en empruntant des approches théoriques aux IHM, voire l'ergonomie des interfaces. L'ergonomie considère notamment les enjeux d'applications dans leur ensemble, là où nous nous plaçons sur un seul élément parmi d'autres : l'indicateur. Cet **objet numérique** est alors à une échelle "micro" par rapport à l'outil informatique dans son ensemble. Nous plaçons notre approche non pas au niveau d'une application, mais au niveau de l'indicateur. Nous utilisons ainsi des termes proches de

ces domaines, mais nécessitant une réappropriation pour le cadre de nos travaux sur la capitalisation des indicateurs.

En partant de ce besoin d’approfondir le rapport utilisateur/indicateur, nous choisissons de regarder de plus près son *affordance* perçue par l’utilisateur.

2.1.2 Questionnement sur l’usage de l’indicateur par l’utilisateur

L’utilisateur est, comme son nom l’indique, celui qui utilise l’indicateur une fois conçu. Il est donc un acteur indéniable lors de son usage. Le rapport de l’utilisateur à l’indicateur se trouve alors principalement dans cette étape du cycle de vie de l’indicateur. La **visualisation** de l’indicateur amène, dans la définition d’*actionnable insight* vue en section 1.1, l’utilisateur à une prise de **décision**. Cette dernière a une place importante dans l’usage de l’indicateur. Elle est utilisée comme point de départ notamment par *PadLAD* vu en section 2.1.1, mais qui n’est pas forcément évidente à partir d’un indicateur.

Visualisation et Décision

Une fois des indicateurs conçus, après des itérations de co-construction entre experts et utilisateurs, ils peuvent être proposés aux utilisateurs concernés sous la forme d’un Tableau de Bord pour l’Apprentissage (TBA) (MATCHA *et al.* 2019; VERBERT *et al.* 2013). Ce dernier est habituellement créé dans un contexte pédagogique précis. Il regroupe ainsi plusieurs indicateurs dans un ensemble cohérent et un objectif précis (GILLIOT *et al.* 2018).

Par exemple, pendant un cours, de manière synchrone, les apprenants peuvent utiliser un TBA dédié pour suivre leurs progrès dans le scénario pédagogique prévu. *LAB4CE* de BROISIN *et al.* (2017) permet ainsi aux étudiants de voir en temps réel le travail réalisé au moyen d’un code couleur. Cela leur permet un auto-suivi de leur performance sur la session, sur l’ensemble des sessions et de se positionner par rapport aux autres étudiants.

De manière asynchrone, les enseignants peuvent également évaluer l’utilisation des ressources et les productions des étudiants dans un cours. C’est ce que propose BUECKLE et BÖRNER (2017) avec une visualisation matricielle en *heat map* proposé par MAZZA et BOTTURI (2007), permettant de regrouper une grande quantité de données. Leur TBA regroupe pour un même MOOC l’engagement et les performances des étudiants par groupe et individuel.

Ces travaux proposent de visualiser des informations dans un contexte pédagogique et numérique déterminé et statique. Les formes de visualisation proposées influencent l'utilisation résultant dans ce contexte.

Le manque de flexibilité et transparence de ces tableaux de bord peut être pointé. Ils sont conçus sur mesure par rapport à un besoin observé, mais sont donnés tels quels à de nombreux utilisateurs aux perspectives et points de vue différents. A. GIBSON et MARTINEZ-MALDONADO (2017) soulignent que le passage de l'information fournie à une prise de décision n'est pas un mécanisme évident ni suffisamment supporté par les interfaces proposées aujourd'hui. Ils vont plus loin en suggérant que la représentation n'est pas seule à influencer le sens. La nature même de l'information est à considérer dans la construction du sens. Cette information est contrainte à un niveau antérieur à l'interface, tel que les traces collectées, les modèles utilisés ou encore les choix d'analyses.

L'utilisation de l'indicateur est donc contrainte par des choix dépassant fortement la zone habituelle d'action de l'utilisateur. Ce manque de contrôle de l'indicateur pose un défi réel dans leur adoption par les acteurs de l'apprentissage.

Acceptabilité, Éthique et Transparence

Pour chaque indicateur proposé aux acteurs de l'apprentissage, son adoption par une communauté n'est ni garantie ni nécessairement cohérente avec la diversité des pratiques réelles (BASAK *et al.* 2016 ; KALIISA *et al.* 2022). Les questions d'utilisation abusive, d'accessibilité des données et d'autres préoccupations **éthiques** entravent également l'adoption des indicateurs par les utilisateurs (DRACHSLER et GRELLER 2016 ; HOEL *et al.* 2017 ; MAY *et al.* 2016 ; SUN *et al.* 2019).

De nombreux exemples de retours des concepteurs/chercheurs montrent l'importance de ces questions pour les acteurs de l'apprentissage. MICHOS *et al.* (2020) ont conduit deux séries de session de conception participative avec des enseignants. Ils observent que *"dans les deux cas, l'une des principales préoccupations était la protection de la vie privée des étudiants et les conséquences à long terme de la collecte et de l'analyse des données"*.

CHERIGNY *et al.* (2020) y dédient une large partie de leur rapport sur l'analyse des apprentissages avec le numérique. Les *Learning Analytics* y sont discutés au prisme du respect de la vie privée, mais aussi de la santé et des impacts sociaux. Les enjeux soulevés sont des préoccupations actuelles de la recherche, mais aussi des questions de politique publique.

La transparence des données, mais aussi de l'usage fait de l'indicateur, est une com-

posante forte de l'acceptabilité de l'indicateur. Cette transparence se traduit par l'encouragement d'un partage entre concepteur et utilisateur, mais aussi entre utilisateurs.

Nous posons la question de l'impact de ces enjeux sur le rapport des utilisateurs aux indicateurs. VENKATESH et DAVIS (2000) montrent que l'**acceptabilité** des technologies repose sur la conscience que les personnes concernées ont des conséquences de l'utilisation du système, de la validité et de la pertinence des résultats obtenus et du niveau de transparence du modèle de données. DRACHSLER et GRELLER (2016) réfléchissent à ces enjeux dans le contexte spécifique des *LA*, où les difficultés de s'adresser sur ces points à un public hétérogène et non expert, constitué d'apprenants, d'enseignants, mais également de décideurs et de familles. Il propose en revanche des actions et points clairs d'orientation pour des *Learning Analytics* de confiance. Dans la mise en place de la capitalisation, l'impact de ces questions sur les utilisateurs est important. En leur redonnant le contrôle des indicateurs, nous pouvons également adresser ces enjeux éthiques. Nous proposons ainsi de faire des choix donnant aux utilisateurs accès au plus d'informations possible quelle que soit leur complexité, tout en sachant que cette ambition pose par ailleurs des questions de charge de travail.

2.1.3 Possibilités d'évolution de l'indicateur dans les usages

Les indicateurs sont des objets conçus pour être utilisés par de nombreux utilisateurs dans le temps. Nous avons vu, en section 1.1.2, que les besoins de ces utilisateurs évoluent au même titre que leurs pratiques pédagogiques. Il est donc nécessaire d'inclure dans le cycle de vie de l'indicateur son évolution. C'est ce besoin d'évoluer qui forme un cycle car si l'évolution nécessaire est suffisamment importante, l'indicateur rentre dans une nouvelle phase de conception, pouvant créer un nouvel indicateur. Quelle place a alors l'utilisateur dans l'évolution de l'indicateur ?

Personnalisation et Appropriation

Nous avons vu que les indicateurs sont le plus souvent prédéfinis et statiques lorsqu'ils sont finalement mis entre les mains des utilisateurs concernés (cf. section 2.1.2). Il est en revanche également admis que la diversité des utilisateurs nécessite une forme de **paramétrisation** voire **personnalisation** de ces indicateurs (ROBERTS *et al.* 2017).

Donner la possibilité de modifier un indicateur pour l'utilisation individuelle peut d'abord être vu comme un défi technique. MUSLIM *et al.* (2022) introduisent un système

dont l'architecture ouverte permet une plus grande flexibilité, à la fois de la plateforme, mais aussi des indicateurs proposés. Ils soulignent en revanche dans l'évaluation de cette approche le défi d'utilisabilité par des utilisateurs non experts en analyse de données. En effet, au-delà de proposer des fonctionnalités adéquates, se pose la question de la complexité de la tâche par rapport au public et la difficulté de la personnalisation visée.

La personnalisation, comme l'action d'individualiser l'indicateur, implique donc l'individu, l'utilisateur de l'indicateur. Comme vue en section 1.2, prenons l'exemple d'un indicateur intitulé *Niveau de progression*. Sa personnalisation par un enseignant, par exemple, peut impliquer de modifier ou renseigner des paramètres précis. L'utilisateur doit alors comprendre ce qu'est ce paramètre et à quoi il correspond dans son contexte. Il lui faut ensuite choisir une valeur, ici le nombre de niveaux dans son cours, et observer si la modification apportée lui convient. Ces étapes sont rarement supportées dans leur intégralité lors de la personnalisation. L'utilisateur doit donc effectuer en autonomie les différentes réflexions et choix. S'il veut aller plus loin et modifier le nom, le domaine, voire l'utilisation de l'indicateur, il faut à l'utilisateur des ressources et des outils disponibles pour ces modifications.

Cette étape de personnalisation peut devenir coûteuse en temps et en effort. Elle ne représente qu'une partie des actions réalisées par l'utilisateur, celle couramment la plus instrumentée, bien que souvent limitée à de la paramétrisation.

Qu'apporte la personnalisation à l'indicateur? La personnalisation d'un indicateur correspond alors, comme vue dans l'exemple précédent, à un processus d'appropriation. L'utilisateur fait différentes actions de réflexions, de mise en relation à son contexte, de rattachement à ses besoins, d'analyse, et de compréhension de l'indicateur. L'adoption par l'utilisateur se fait alors au travers de cette appropriation de l'indicateur.

Adaptation et Réingénierie

Les modifications de quelques paramètres offrent à l'utilisateur des possibilités trop limitées de personnalisation pour faire évoluer l'indicateur selon ses besoins.

Dans les solutions d'**adaptation**, il ne faut pas confondre l'approche des systèmes adaptatifs, où le système initie l'adaptation, aux systèmes adaptables, où l'utilisateur a cette fois-ci le contrôle (WILSON et SCOTT 2017). Nous nous intéressons alors à la possibilité d'un indicateur adaptable par son utilisateur. Cela implique non pas la seule personnalisation de l'indicateur, mais une modification plus complexe de l'indicateur, pour le faire répondre à un objectif ou contexte nouveau. L'indicateur alors résultant est une

adaptation de l'indicateur initial. Reprenons l'exemple du *Niveau de progression* vue dans la section précédente. L'enseignant n'est cette fois-ci pas satisfait de l'indicateur lors de son usage en Travaux Pratiques (TP). La progression est mesurée par l'avancée des leçons avec la validation de QCM, mais il lui faut à présent prendre en compte de nouveaux éléments pédagogiques par rapport à son contexte. Il modifie donc le processus d'analyse de l'indicateur pour prendre en compte dans la progression le rendu de rapports de TP par groupes d'étudiants. C'est une nouvelle donnée et une nouvelle analyse qui sont ajoutées. Un nouvel indicateur, pour un nouveau contexte, est alors créé.

Sans une expertise technique, réaliser cette adaptation est donc une action difficile. En plus de la complexité de la tâche, des questions éthiques, telles que l'accès aux données, sont rapidement abordées lors de ce type d'action par l'utilisateur. Aussi, il est rare que des systèmes ouvrent ce type d'action à tous les utilisateurs.

La **réingénierie** des indicateurs offre la possibilité de rendre l'indicateur pertinent dans un nouveau contexte (CHOQUET et IKSAL 2007). Elle retourne alors le contrôle de l'évolution de l'indicateur au concepteur expert, potentiellement au chercheur. La place de l'utilisateur dans ce processus revient alors à celui de consultant, dans la même mesure que le processus de conception de l'indicateur vu en section 2.1.1. CHOQUET et IKSAL (2007) proposent de réfléchir à un processus de réingénierie impliquant toujours la consultation de l'utilisateur. Le cycle de vie de l'indicateur retourne alors à l'étape de conception, tel que vue en section 2.1.1.

Nous avons pu voir dans cette section 2.1 que l'implication de l'utilisateur dans le cycle de vie de l'indicateur peut prendre de nombreuses formes. Elle est indéniablement importante pour la pertinence et l'adoption de l'indicateur. Nous constatons cependant le manque de contrôle donné à son utilisateur. En effet, à chaque étape les décisions et les choix sont généralement conduits par les concepteurs des indicateurs, les experts en *LA*, voire les architectes du système utilisé. Ces choix peuvent de plus impacter les possibilités d'action sur les indicateurs produits. Nous souhaitons permettre la capitalisation, c'est-à-dire l'amélioration continue des indicateurs existants. Pour cela, nous choisissons de mettre l'utilisateur au centre de cette approche. Nous voyons ce rôle de l'utilisateur de façon transversale et continue, tout au long de la vie de l'indicateur. L'utilisateur participe directement et indirectement à l'évolution de l'indicateur à chaque "contact" avec l'indicateur. La mise en place d'un processus de capitalisation nécessite alors de faciliter ces contacts et soutenir les évolutions de l'indicateur en conséquence.

2.2 Positionnement de notre approche de capitalisation



FIGURE 2.4 – La capitalisation, une approche transversale du cycle de vie de l’indicateur, où l’utilisateur est central.

La section 1.2 a permis d’établir une définition de la capitalisation au travers de quatre concepts clés : réutilisation, appropriation, adaptation et partage. Cette fois, nous ne voulons pas regarder le processus de capitalisation du point de vue de l’ingénierie d’un système et donc de ces contraintes/choix techniques. Nous voulons regarder la capitalisation du point de vue de l’utilisateur et de ces actions sur l’indicateur pour permettre la capitalisation. C’est au travers de ces actions que l’indicateur évolue.

Nous avons pu voir dans la section 2.1 comment l’implication de l’utilisateur prend une multitude de formes et d’impacts sur l’indicateur.

Les concepts proposés pour permettre la capitalisation de l’indicateur peuvent ainsi tous être considérés comme des actions et des choix d’actions réalisés par l’utilisateur de l’indicateur lui-même (cf. figure 2.5).

Ces actions sont donc directement liées au maintien de la pertinence des indicateurs pour les utilisateurs. L’un des enjeux premiers est la charge de la réalisation de l’ensemble de ces actions pour un utilisateur. En effet, il est difficile de faire reposer l’ensemble de la capitalisation sur la volonté ou encore la motivation des acteurs de l’apprentissage, dont la charge de travail est déjà importante (SURRY *et al.* 2002). Il est donc important de souligner que la capitalisation telle que présentée ici ne repose pas sur un individu, mais les actions collectives de l’ensemble d’une communauté. Il n’est en rien nécessaire, pour garder la pertinence des indicateurs, que tous les utilisateurs réalisent l’ensemble des actions. Chaque individu peut en revanche avoir son impact propre dans le processus sans avoir besoin de connaître les actions des autres. Ainsi chaque action, aussi simple qu’elle soit, a une importance pour la capitalisation des indicateurs.

Cependant, les utilisateurs concernés ne sont pas habitués à manipuler des concepts tels que les indicateurs, bien que la plupart des enseignants et des apprenants ont aujourd'hui été en contact avec eux (PERSON *et al.* 2021). Les indicateurs pour l'apprentissage comprennent un large éventail d'informations structurées. Ils sont rarement considérés par les utilisateurs comme plus que l'information qu'ils fournissent, et encore moins comme une entité sur laquelle agir (A. GIBSON et MARTINEZ-MALDONADO 2017). Par conséquent, pour considérer les utilisateurs comme les orchestrateurs du processus de capitalisation d'indicateurs, il faut penser l'indicateur comme un objet avec lequel l'utilisateur pourra interagir de façon logique. Il nous faut penser l'*affordance* de l'indicateur. Si les utilisateurs

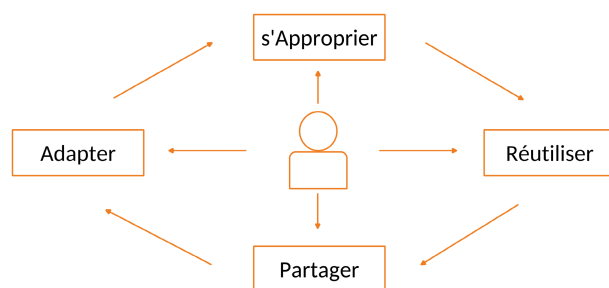


FIGURE 2.5 – Positionnement de l'utilisateur dans la capitalisation.

sont les acteurs de ce processus, ils doivent être également concepteurs dans le processus lui-même. L'étude de leurs rapports avec les indicateurs vise à mieux les intégrer dans la conception du processus de capitalisation mais aussi à instrumenter ce processus.

Dans le cadre des méthodes de CCU détaillées dans la section 2.1.1, notre travail de mise en place d'une approche de capitalisation doit se faire avec un lien direct aux besoins des utilisateurs. Notre démarche commence ainsi par la mise en place d'un protocole d'observation des utilisateurs.

Ce protocole a pour objectif une première validation de notre définition de la capitalisation et de l'implication que peuvent y avoir les utilisateurs.

2.3 Première expérimentation : quelles perceptions des indicateurs et quelles actions des utilisateurs lors de la capitalisation ?

L'indicateur est considéré comme un objet que les utilisateurs créent ou avec lequel ils interagissent. Le défi est de savoir à quel point cet objet est complexe à manipuler, en

particulier pour les utilisateurs non experts en analyse de données.

En s'appuyant sur des études précédentes (BÉGUIN et RABARDEL 2000 ; HOFFMANN *et al.* 2022 ; PAPAMITSIOU et ECONOMIDES 2014) explorant les besoins et pratiques existantes des utilisateurs, nous soulignons des défis importants sur la perception et la compréhension des indicateurs par les utilisateurs. Les questions posées s'orientent alors vers le lien entre indicateurs et utilisateurs pour la réalisation de la capitalisation.

Question 1

De quelle façon les utilisateurs perçoivent-ils les indicateurs avec lesquels ils ne sont pas familiers ?

Question 2

Quelles stratégies les utilisateurs mettent-ils en place pour réaliser les actions de capitalisation des indicateurs ?

Pour chercher à impliquer les utilisateurs dans un processus de capitalisation, il est d'abord nécessaire d'examiner comment la capitalisation peut s'inscrire dans les pratiques existantes.

Cependant, le recueil d'un besoin d'indicateurs est, comme le montrent des expérimentations précédentes (PERSON *et al.* 2021), fortement limité par la connaissance des participants de l'existant. Comment les utilisateurs peuvent-ils réfléchir aux interactions qu'ils souhaitent avoir avec des concepts potentiellement nouveaux ?

Pour y répondre, nous entamons la Conception Participative (CP) d'un processus de conception des indicateurs, avec une première phase exploratoire d'expression des besoins telle que proposée par MARTINEZ-MALDONADO *et al.* (2015). La CP fait également adhérer les utilisateurs à la capitalisation, les rendant acteurs de sa conception (DOLLINGER *et al.* 2019). Dans le protocole proposé ci-après, nous allons amener les participants à construire de manière collaborative des indicateurs d'apprentissage. Nous observerons ainsi, non pas le résultat de la conception, mais les objets mis en jeu lors des actions de capitalisation menées sur ces indicateurs. Nous entendons par objets à la fois les interactions produites lors de l'atelier et les concepts liés aux indicateurs manipulés par les participants.

En cernant la relation des utilisateurs du *projet écrit* avec les indicateurs, nous pouvons concevoir un processus de capitalisation d'indicateurs convenant à leurs pratiques.

2.3.1 Création d'une liste d'indicateurs

Pour la mise en situation de la capitalisation, nous avons commencé par la construction d'une liste d'indicateurs. Cette liste a un double objectif : créer une base initiale d'indicateurs pour la capitalisation et instrumenter le processus de conception participative.

Une base initiale de capitalisation : Les indicateurs

La capitalisation nécessite, au même titre que dans un cadre financier, un apport initial. Dans notre travail, nous voulons capitaliser des indicateurs d'apprentissage. Il faut donc des indicateurs initiaux pour commencer la capitalisation. Nous avons commencé par dresser une liste d'indicateurs pour l'apprentissage au travers d'une revue de littérature (DIAGNE 2009 ; Angelique DIMITRAKOPOULOU 2004 ; GENDRON *et al.* 2012).

Nous avons ensuite choisi de prendre des indicateurs suffisamment divers pour illustrer les nombreuses possibilités existantes. Pour cela, nous avons choisi des exemples représentatifs. C'est ainsi que 18 indicateurs distincts ont été sélectionnés (cf. tableau 2.2). Cette sélection implique une limitation dans la grande diversité de l'existant. Le choix de rester dans le contexte du projet, notamment avec des contraintes techniques et fonctionnelles, nous a permis d'en garder un nombre final restreint. En effet, dans la plateforme développée pour ce projet, les aspects collaboratifs par exemple, tels que les forums ou la construction de document en groupes, n'y sont pas présents pour le moment. Restreindre cette quantité nous permet une meilleure maniabilité des notions proposées tout en plaçant les participants à l'atelier comme des moteurs de proposition pour une éventuelle extension de cette liste, comme nous le verrons dans la section suivante.

Une fois cette liste réalisée, nous avons entrepris de ne conserver que les noms donnés aux indicateurs. Nous nous sommes ainsi assurés de conserver une diversité des formulations choisies, entre noms spécifiques et plus généraux, par exemple *Taux d'engagement par module* ainsi que *Évolution de l'engagement dans le temps*. Nous avons également des indicateurs de haut niveau (*Risque de décrochage*) et de bas niveau (*Temps de connexion*) tels que définis par Angelique DIMITRAKOPOULOU (2004). Cette diversité nous permet également de faire écho à un public qui peut avoir été précédemment en contact avec

différents termes et formulations, et donc plus à l'aise. Ce public visé par ces indicateurs recouvre l'ensemble des acteurs d'apprentissage. Ainsi, il y a le terme d'"indice" utilisé par exemple pour *Indice de Productivité*, comme le terme "degré" dans *Degré de Satisfaction*. Face à l'impossibilité d'un énoncé parfaitement généralisable, certains indicateurs sont en revanche formulés plus d'un point de vue enseignant, par exemple, la *Liste des étudiants inscrits au cours*. Les étudiants peuvent tout autant l'utiliser, tel quel, ou bien en modifiant sa formulation, par exemple comme *Liste des cours où l'étudiant est inscrit*.

Les indicateurs sélectionnés ont pour objectif d'être manipulés et capitalisés. Ils ont alors besoin de prendre une forme adéquate pour un atelier participatif.

Un instrument de conception participative : les cartes

Une méthode de conception participative doit être instrumentée pour être efficace, comme l'ont proposé SANDERS *et al.* (2010). Cette méthode est testée notamment par GILLIOT *et al.* (2018) avec *PadLAD* vue en section 2.1.2.

Ainsi, la liste précédemment décrite nous a permis de créer un ensemble de cartes tangibles dites *Cartes Indicateur* (cf. figure 2.6). Chaque indicateur est devenu une carte qui peut être facilement manipulée par les participants. Il leur est possible de discuter, critiquer et combiner plus intuitivement chaque proposition. En effet, les cartes se révèlent être un support de co-conception idéal en tant que conteneurs d'idées tangibles, déclencheurs de créativité et facilitateurs de collaboration (DABBEBI *et al.* 2019 ; LUCERO *et al.* 2016). La ludification possible de l'interaction avec les indicateurs par le biais de cartes rend également la tâche moins fastidieuse.

Afin d'être présentés aux participants, ces indicateurs sélectionnés ont reçu des titres volontairement ouverts à l'interprétation, comme vu précédemment. Notre liste ainsi formulée, est destinée à favoriser la réflexion personnelle puis les échanges entre les participants, tout en compensant l'absence de prérequis techniques et la diversité des profils. Pour guider l'interprétation, et donc l'appropriation des indicateurs, d'autres éléments ont été ajoutés.

Tout d'abord, une catégorie a été attribuée à l'indicateur. En nous appuyant sur le modèle *CAS* pour Cognitif, Activité et Social de DIAGNE (2008), et en considérant les dimensions (action, document, sociale et affective) attribués aux indicateurs par GENDRON (2010), nous avons défini quatre catégories Cognitif, Action, Social et Affectif. Cela nous permet d'élargir le cadre du modèle *CAS* tout en proposant des termes adaptés aux utilisateurs.

Le terme "Action" a ainsi été choisi à la place d'"Activité", après consultation des membres du *projet écrit*. Ces quatre catégories nous ont permis de recouvrir l'ensemble des indicateurs de la liste (cf. Annexe 2.1).

L'élément suivant sur la carte prend la forme de cinq étoiles "vides". Elles servent de système de notation dans le protocole détaillé dans la section suivante. Les 5 points attribuables lors du *focus groups* (MORGAN et KRUEGER 1993) par l'utilisateur nous donnent une métrique de l'utilité perçue à collecter sur chaque indicateur et servent également de vecteur de réflexion pour les participants. Pour guider la réflexion sur l'indicateur, lui sont associées des questions. Elles donnent une ouverture dans la carte en invitant les participants à donner leurs propres réponses. En effet, en l'absence d'une description attribuée, c'est à eux d'apporter leur propre interprétation à l'indicateur. Enfin, un identifiant est attribué pour faciliter la collecte de données. Les informations figurant sur notre *Carte Indicateur* ainsi conçue sont destinées à guider les participants vers l'expression de leur interprétation personnelle de l'indicateur représenté. L'ensemble des *cartes Indicateurs* créées sont en Annexe 2.1.

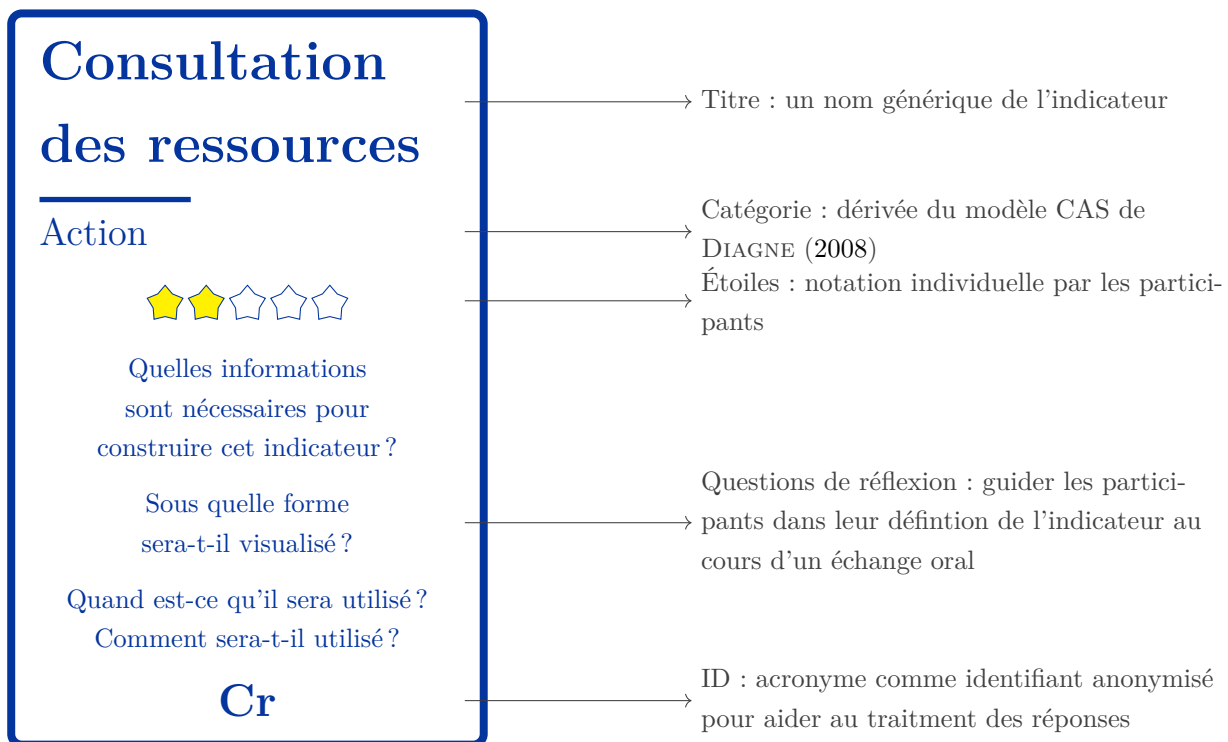


FIGURE 2.6 – Exemple d'une *Carte Indicateur*.

Pour exploiter ce jeu d'indicateurs, nous avons défini un protocole reproductible, met-

tant les participants en situation d'actions, menant à la capitalisation.

Zoom projet écrit

Le projet, ses contraintes et ses enjeux, sont au coeur de la conception de ce protocole. Il est conçu en partant d'observations dans le cadre du projet et dans la perspective de s'adresser d'abord à ses membres. Ainsi, dans la sélection des indicateurs pour la liste, le périmètre choisi est celui des besoins du projet. Il existe déjà des indicateurs, pour l'auto-évaluation du projet afin de rendre compte à l'ANR. Nous nous demandons quels indicateurs sont pertinents pour les partenaires et les utilisateurs d'*écri+*.

2.3.2 Création d'un protocole d'atelier sur les indicateurs pour l'apprentissage

Choix de méthode

Lors de la conception du protocole, nous avons fait plusieurs choix :

Focus Group MORGAN (1996) définit le *focus group* comme *une méthode qualitative de collecte de données se basant sur les discussions d'un groupe de participants, sur un sujet prédéfini par un animateur*. Ce choix nous permet de provoquer des échanges entre les participants, et ainsi aboutir à une plus grande effusion d'idées face à un problème nouveau.

Deux rôles sont identifiés dans la mise en place du *focus group*, au-delà des participants. La place neutre de l'Observateur doit lui permettre de collecter ainsi que d'identifier les interactions des participants entre eux et avec les indicateurs. Le Modérateur, quant-à-lui, est là pour orienter les participants dans la réalisation de l'ensemble du protocole prévu. Ce rôle de guide ne doit pas empiéter sur la libre prise de positions et d'actions des participants pour une collecte réussie des interactions.

Scénarisation Une scénarisation des activités guide les participants dans les actions de la capitalisation tout en les laissant libres d'exprimer leurs réflexions et de modifier le processus à leur guise. Le protocole réalisé doit être reproductible pour une analyse des

retours. Toutefois, nous souhaitons également, par la définition même de la capitalisation, laisser aux participants le contrôle dans la marche à suivre au sein des activités. La scénarisation proposée se fait donc en plusieurs temps relativement indépendants les uns des autres, mais dont le fil conducteur leur permet de voir une cohérence d'ensemble. Si dans un *focus group* un sujet est défini, nous proposons dans ce protocole différentes activités à temps limité et un objectif précis. Ces activités seront décrites dans la section suivante.

Ludification La ludification, reposant sur l'utilisation d'éléments de jeu dans un contexte non ludique, est montrée, notamment par MONTERRAT *et al.* (2017), comme positive pour l'engagement des utilisateurs. Nous l'utilisons dans notre protocole pour rendre la capitalisation et les indicateurs plus attrayants. C'est en effet un sujet difficile à aborder avec des publics peu accoutumés aux *LA* et ayant l'image d'un indicateur comme un objet complexe. L'aspect ludique permet d'engager les participants dans un temps long et de les maintenir efficaces : ils réalisent au total 5 activités en 2 heures environ. Il est présent dans l'usage de cartes, mais également dans le protocole lui-même comme nous allons le voir. Pour conserver un effet constructif, il faut que les participants comprennent clairement le lien entre ces éléments ludiques et les objectifs de l'atelier.

Protocole de l'atelier

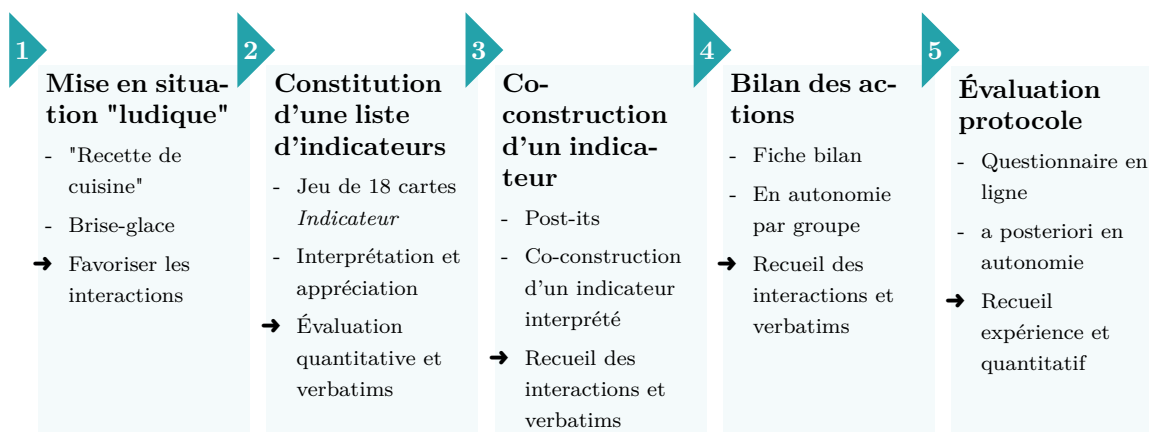


FIGURE 2.7 – Mise en place d'un atelier impliquant des utilisateurs hétérogènes et non experts dans 5 activités autour des indicateurs.

Introduction et informations aux participants Avant de commencer l'atelier lui-même, une présentation succincte du contexte de recherche et des objectifs généraux de l'atelier sont présentés. Sans rentrer dans le détail des questions de recherche, nous mettons en évidence la démarche exploratoire de l'atelier. Un tour de table des participants permet également de faire un point de la définition que chacun a des notions d'indicateurs pour l'apprentissage et de traces numériques. Les réponses apportées sont complétées d'une définition simplifiée et générale, pour que tous partagent une conception commune de ces termes. Les modalités de l'atelier sont enfin exposées, les activités, les durées et les formes de collecte de données donnent une vision globale aux participants. Une fois le formulaire de consentement de collecte de données signé (cf. section 2.3.2), les enregistrements et l'atelier peuvent commencer.

Activité 1 : Mise en situation Ludique L'atelier commence par une activité un peu décalée par rapport aux indicateurs. Il est demandé aux participants de construire tous ensemble une recette de cuisine. À l'aide de post-it, ils proposent des ingrédients, des ustensiles, des étapes et même dessinent le plat final. Le modérateur a pour rôle de coordonner et créer au fur et à mesure une carte visuelle de l'ensemble des propositions sur un tableau visible de tous. Cette activité de maximum 20 minutes est complétée par des défis proposés par le modérateur. Il s'agit par exemple de modifier la recette proposée selon des contraintes de contexte, telles que des restrictions alimentaires ou matérielles. Les participants sont amenés à rentrer rapidement dans une dynamique de groupe, où ils contribuent à la construction d'un ensemble cohérent. Ils sont également familiarisés avec le matériel, des post-it notamment, et un processus qu'ils devront utiliser en autonomie en activité 3.

Activité 2 : Constitution d'une liste d'indicateurs La seconde activité recentre les participants sur les indicateurs pendant les 30 minutes suivantes. Les cartes, présentées en section 2.3.1, sont distribuées, afin que tous les membres du groupe aient des indicateurs distincts. Chacun commence par prendre individuellement connaissance des cartes en sa possession. Il leur est alors demandé à chacun de les noter, en utilisant les étoiles présentes sur la carte, selon le critère "*Est-ce que je veux avoir cet indicateur dans mon environnement d'apprentissage ?*". Cette première phase individuelle est ensuite répétée en groupe. Au lieu d'interpréter à l'oral tous les indicateurs de leur main, chacun doit en choisir un, qu'il présente aux autres. Dans ces deux phases, individuelle et collective, les

questions présentes sur la carte guident la réflexion. À l'oral, ils sont encouragés à proposer une représentation visuelle de l'indicateur et à donner une interprétation alternative pour chaque indicateur présenté. Une fois les 3 à 5 indicateurs présentés, selon le nombre de participants, vient une phase de classement. Les membres du groupe vont devoir s'accorder sur un classement des indicateurs du plus au moins important, toujours sur le même critère. L'ordre finalement donné crée un second score qui s'ajoute à celui de la notation individuelle, produisant un score par indicateur et par groupe.

Cette activité crée une réflexion sur ce que l'indicateur implique, apporte et contient pour chacun. Différentes notions sont mobilisées et confrontées lors de cette activité, nous enrichissant de données sur les perceptions des indicateurs par les utilisateurs.

Activité 3 : Co-construction d'un indicateur Une fois que les différents indicateurs ont été analysés et comparés par les participants, ils en choisissent un pour procéder à sa (dé)construction. Il leur est demandé de créer la "recette" de l'indicateur. Alors que dans l'activité 1, l'objectif était de co-construire un plat, ici l'objectif est de co-construire un indicateur. Cette métaphore permet de voir les traces comme des ingrédients, les contraintes pédagogiques et techniques comme des ustensiles, et le processus d'analyse comme des étapes de la recette. Comme avec la recette, où le point de départ était le choix d'un plat et son but la présentation du plat, l'indicateur est le centre de l'activité 3. C'est une déconstruction, car au lieu de partir des traces ou du besoin d'observation, ces différents éléments émergent au fur et à mesure que les discussions se déroulent au sein du groupe. Cette activité doit aboutir, au bout de 30 minutes, à un processus de conception de l'indicateur défini par le groupe.

Activité 4 : Bilan des actions Un outil de bilan est proposé (cf. Annexe 2.2). Il prend la forme d'une fiche remplie en collaboration par chaque groupe. En utilisant précisément les termes des actions associées à la capitalisation, nous demandons aux participants de se positionner sur ces dernières. Les retours ont pour but de récolter l'expérience et la perception de l'atelier présenté. Nous récoltons ainsi des données sur le rapport des utilisateurs aux indicateurs, leurs perceptions comme leurs besoins. Ce support permet aussi de donner aux participants du recul sur l'atelier réalisé et sur ce qu'ils y ont expérimenté. La complétion de cette fiche clôt l'atelier.

Activité 5 : Évaluation du protocole Dans l'atelier, nous avons également préparé une enquête de satisfaction, dans le but d'évaluer le protocole en lui-même. L'enquête est

à remplir en autonomie et de façon facultative par les participants, à la suite de l'atelier. Elle comporte 18 questions, dont 6 en texte libre et 12 notées avec une échelle de Likert, de 1 à 5 (cf. Annexe 2.4). L'enquête est divisée en fonction des différentes étapes du protocole et vise à évaluer la cohérence du processus, la compréhension des concepts abordés et la satisfaction des participants. L'enquête est anonyme et ne demande pas le profil, aussi tous les retours sont traités indistinctement.

L'intégralité du protocole de l'atelier réalisé à destination des Modérateurs est disponible en Annexe 2.3.

Acquisition des données et RGPD

Les données sont collectées au cours de l'atelier par différents moyens. Tout d'abord, des notes prises au cours de l'atelier, notamment par l'observateur, constituent une première forme écrite. À cela s'ajoutent les productions des participants telles que les scores donnés aux indicateurs en activité 2, les post-it et autres notes en activité 3, la fiche bilan en activité 4, et enfin les réponses de l'enquête. Parmi ces données se trouvent des formes quantitatives et qualitatives dont le traitement sera différent. Les ateliers sont enregistrés sous format audio de façon systématique et vidéo quand la configuration de la salle d'expérimentation le permet. Les verbatims et observations seront alors retranscrits pour avoir des données qualitatives textuelles en complément des autres.

La captation et la sauvegarde des données ont été réalisées dans le respect du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD). Un formulaire d'information et de consentement à la collecte et exploitation des données a été rempli et signé par l'ensemble des participants, en soulignant le caractère de recherche de l'atelier proposé. Le protocole mis en place est validé préalablement par la DPO (Délégué à la Protection des Données) du projet, basé à l'UOH (Université Ouverte des Humanités).

Les données (audio ou vidéo) originales sont stockées sur un support physique unique et non diffusées avant un premier prétraitement. Ce traitement comporte la transcription et l'anonymisation de l'ensemble des verbatims et des données quantitatives. Seul le profil commun au groupe, enseignant, étudiant, ingénieur ou responsable, est conservé pour les analyses. Une fois cette première étape réalisée, les données collectées sont susceptibles d'être partagées à d'autres membres du projet dans le cadre de notre travail.

La question de l'anonymisation des données pour un travail de recherche sur le plus long terme pose en revanche des questions sur la possibilité de croisement lors de l'analyse. En effet, en retirant le profil des participants, des analyses ultérieures plus poussées seront

contraintes.

La mise en œuvre répétée de l'atelier a permis d'apporter des résultats cohérents aux questionnements exprimés.

2.3.3 Mise en œuvre du protocole dans des ateliers

Itérations réalisées

Neuf itérations de l'atelier ont impliqué 47 participants dans 13 groupes de 3 à 5 personnes (cf. tableau 2.1). Les groupes ont réuni des participants de profils similaires, tels que des étudiants de Master 1^{er} année (M1), des responsables de formation, ou encore des enseignants et des ingénieurs pédagogiques. Les ateliers sont pour la plupart organisés dans le cadre du *projet écrit+*. Nous avons en effet commencé par des sessions au sein de LMU (Le Mans Université), puis avons proposé l'atelier à un public au niveau national avec des universités partenaires du projet.

TABLEAU 2.1 – Récapitulatif des itérations de l'atelier.

ID	Profils	Nb participants	Nb groupes	Lieu	Date
	enseignants (doctorants)	3	1	LMU	10/09/2021
	étudiants (M1 info)	5	1	LMU	30/09/2021
	étudiants (M1 info)	3	1	LMU	18/11/2021
	enseignants	3	1	LMU	09/12/2021
	enseignants	11	3	Rennes	11/01/2022
	enseignants	6	2	Amiens	28/04/2022
	ingénieurs pédagogiques	5	1	Caen	03/05/2022
	pilotes du projet	5	1	Strasbourg	20/05/2022
	enseignants	6	2	Nice	07/06/2022
Totaux		47	13		

Zoom projet écrit+

Les participants ont bien accueilli l'atelier. La possibilité nous a été donnée, non seulement de proposer l'atelier lors de deux plénières réunissant les membres du projet, mais également d'avoir le soutien des responsables du projet pour les accompagner dans une partie de leur "Tour de France" des universités partenaires. Nous avons ainsi pu récolter des retours d'un public bien plus vaste.

Données collectées

Nous présenterons ici les données collectées en fonction des méthodes d'acquisition utilisées au cours de cette expérimentation. Plusieurs types d'informations s'y trouvent, et s'entre-croisent (cf. figure 2.8). Chacune nécessite donc une analyse indépendante pour les étudier.

Zoom projet écrit+

Les ateliers ont donné l'opportunité aux membres du PIA *écrit+* de manipuler des indicateurs pour l'apprentissage au travers de cartes tangibles et de post-its.



FIGURE 2.8 – Montage de photos de productions lors des ateliers de l'Expé 1

Données quantitatives Dans cette partie, nous voulons voir comment l'appropriation des indicateurs peut être traduite en une valeur quantitative basée sur la fréquence de leur utilisation, à travers le choix de la *carte Indicateur*.

Dans un premier temps, des données quantitatives sur les indicateurs ont été extraites lors de l'activité 2. Au nombre d'étoiles attribuées individuellement s'ajoute le rang de l'indicateur, s'il a fait partie de la phase de classification décrite en section 2.3.2. Ainsi chaque groupe donne un score à chaque indicateur. Ces scores sont ensuite additionnés par profil des groupes pour une analyse détaillée. Le score total de l'indicateur est une moyenne générale divisant la somme des scores par le nombre total de groupes ayant noté

l'indicateur (cf. tableau 2.2). Les croix (X) indiquent que l'indicateur n'a jamais reçu de score de la part des groupes correspondant.

Compte tenu du nombre limité d'expérimentations et donc de données collectées, nous essayons d'atténuer les effets statistiques en collectant autant de données de classement que possible. Les données quantitatives récoltées ne peuvent pas nécessairement être considérées comme représentatives, avec en tout 196 notations individuelles données à un indicateur (parmi les 18 du jeu) et 49 classements (entre ceux sélectionnés par les participants d'un groupe) réalisés au cours de l'expérimentation. Cependant, des tendances se dessinent clairement.

TABLEAU 2.2 – Scores des indicateurs par profils d'utilisateur et *Moy* comme moyenne générale des scores

Code	Intitulés des 18 indicateurs	Moy	Étudiant (2gp/8per)	Enseignant (9gp/29per)	Ingé Péda (1gp/5per)	Responsable (1gp/5per)
LDIC	Liste des étudiants inscrits à un cours	5,20	X	46	5	1
DA	Difficulté des activités	4,90	8	32	3	6
NA	Niveau d'avancement	4,75	11	37	4	5
PE	Parcours de l'étudiant	4,64	1	38	4	8
TR	Taux de réussite	4,33	4	39	5	4
TCM	Taux de complétion des modules	4,08	1	38	5	5
TP	Taux de participation	4,00	3	29	4	4
DRA	Durée de réalisation de l'activité	3,92	7	31	5	4
CR	Consultation des ressources	3,90	X	31	4	4
DS	Degré de satisfaction	3,82	3	29	4	6
EPE	Evolution de la productivité étudiant	3,67	4	34	3	3
TEM	Taux d'engagement par module	3,45	4	20	5	9
TF	Taux de fréquentation	3,30	2	21	5	5
EET	Evolution de l'engagement dans le temps	3,10	1	25	2	3
RD	Risque de décrochage	2,64	1	22	3	3
RT	Rythme de travail	2,64	X	23	3	3
IP	Indice de productivité	2,50	6	8	3	8
TC	Temps de connexion	2,45	3	18	1	5

Si nous regardons les quatre premiers indicateurs, nous voyons qu'ils se démarquent avec un score supérieur à 4.5. Nous pouvons nous demander si le score collecté peut être une métrique pour la capitalisation de l'indicateur. Tout d'abord la *Liste des étudiants*

inscrits à un cours, cet indicateur était approprié en particulier par les enseignants lors de l'activité 2.

La *Difficulté des activités* est un choix populaire parmi les étudiants. Ils l'utilisent pour se situer dans leurs résultats, mais surtout pour planifier leur travail. Les enseignants le favorisent également, mais pour des raisons distinctes, notamment dans la perspective de remédiation ou d'évolution d'un cours. Un même indicateur peut en effet être capitalisé avec des objectifs distincts.

Le *Niveau d'avancement* est globalement le plus souvent choisi par les participants lors de l'activité 2. Par contre la définition qui lui est attribuée est plus variable. Cela résulte du nom proposé, à la fois large et fréquemment utilisé. Les interprétations illustrent des différences de pratiques pédagogiques non négligeables. La spécification du contexte pédagogique de l'indicateur est alors essentielle dans la définition de l'indicateur.

Le *Parcours de l'étudiant* a été particulièrement choisi dans les derniers ateliers, par des enseignants et responsables de formation. Les interprétations de cet indicateur ont généré de nombreux débats. L'un des points observés est la différence notable avec les pratiques pédagogiques à l'étranger. En effet, certains participants ont fait part d'indicateurs pertinents pour le rôle de l'enseignant dans leur pays d'origine respectif qui ne le sont pas forcément en France. Ainsi, il est normal pour certains que l'enseignant ait une vision globale du profil de l'étudiant sur son cursus et sa performance dans l'ensemble de la formation, lorsque l'enseignant a également pour rôle de conseiller l'étudiant dans son orientation. En revanche, l'accès à de telles informations est considéré inapproprié par les enseignants issus d'universités françaises, où le rôle de l'enseignant est avant tout la réussite de l'étudiant dans le cadre de son cours. C'est une distinction du rôle même de l'enseignant qui impacte ici la définition et l'usage de l'indicateur.

En avant-dernière position, l'*Indice de productivité* mécontente particulièrement les enseignants, le terme "productivité" n'étant pas perçu positivement par les enseignants français. Les étudiants et responsables de formation n'ont en revanche aucun problème à l'utiliser. Un examen des profils des participants, au travers du profil des groupes, est donc nécessaire pour approfondir ces résultats. La considération de ce score comme métrique reste ainsi limité, car de nombreux facteurs entre considération (cf. section 7.3).

L'appropriation que les participants se sont faite des indicateurs proposés est mise en évidence dans les résultats résumés dans le tableau 2.2. La fréquence d'utilisation est une information utile, mais comme le soulignent les quatre dernières colonnes séparant ces mêmes scores par profils, plusieurs paramètres sont à considérer dans leur interpréta-

tion. Les données quantitatives doivent être augmentées de l'observation des choix et des questionnements des participants pour prendre tout leur sens.

Données qualitatives Dans l'ensemble, 17 heures d'enregistrement ont été collectées. En y ajoutant les notes prises par les observateurs et les fiches bilan remplies par les participants, la majeure partie des données collectées prend ainsi la forme de verbatims. Nous avons pu transcrire 10 000 mots de verbatims. Ces données peuvent être une réponse directe à une question, mais aussi une réaction ou une remarque à propos d'une instruction. Nous pouvons extraire des observations plus précises à l'aide de ces données qualitatives.

Lors de l'activité 2 de *constitution d'une liste d'indicateurs*, les discussions ont mis en évidence à de nombreuses reprises l'interconnexion entre les indicateurs. Qu'il s'agisse d'une constatation en le comparant ou en définissant les éléments qui le composent, un indicateur devient alors un ingrédient de base pour la création ou l'amélioration d'un autre. Par exemple, l'indicateur *Niveau d'avancement* a été parfois défini de la même façon que *Taux de complétion des modules*. Ils sont alors considérés comme équivalents par les participants du groupe en question. En revanche, il a été souligné que la combinaison de ce *Niveau d'avancement* avec le *Taux de réussite*, permet de créer un nouvel indicateur sur le *Niveau d'intérêt à un cours*.

Une autre réaction des utilisateurs méritant d'être soulignée est l'utilisation des catégories de l'indicateur présentées sur la carte. Cette information, donnée à titre purement informatif, a suscité l'intérêt des participants qui l'ont régulièrement utilisée pour qualifier l'indicateur. D'autres, au contraire, l'ont perçue comme limitative et s'en sont servi pour proposer une définition en opposition.

L'utilisation de cette liste prédéfinie d'indicateurs sous une forme simplifiée a permis de susciter des réflexions et des intérêts pour les indicateurs d'apprentissage en général. Au total, 39 *cas d'usages d'indicateurs* ont été produits, c'est-à-dire des indicateurs distincts, détaillés par les participants, à partir de la liste initiale de 18 indicateurs.

Nous identifions également des enjeux sur les indicateurs, appuyés par les participants. Des questionnements sur les interprétations, les utilisations, les dérives possibles et les limites éthiques à poser, font partie des points soulevés dans les discussions.

Enquête de satisfaction L'enquête de satisfaction a été complétée par 19 participants sur 47, soit 40%, en raison notamment de son caractère facultatif. Elle nous donne un retour sur le protocole en lui-même. Notons que le nombre de réponses reste peu repré-

sentatif et laisse ainsi un biais dans son analyse. L'une de nos préoccupations concerne la valeur ajoutée perçue par les participants dans l'utilisation des *Cartes Indicateurs*, ainsi que la première activité ludifiée. Les retours récoltés montrent qu'il y a eu un large consensus sur l'utilisation d'une recette comme métaphore. L'utilisation des *Cartes Indicateurs* a été vécue différemment selon les participants, bien que globalement considérée comme un support de réflexion pertinent. Plus généralement, nous avons demandé aux participants s'ils trouvaient pertinente l'utilisation d'une méthode de groupe de discussion pour les activités proposées. Une majorité a approuvé cette approche, bien que certains aient souligné la possibilité de la compléter par des entretiens individuels.

La compréhension des différents objets manipulés par les participants est le principal point de blocage dans le protocole. En effet, la complexité de notion comme les indicateurs ou encore les traces peut rapidement décourager et bloquer le processus de co-construction et donc de capitalisation que nous cherchions à observer. Il convient de préciser que l'objectif n'est pas une compréhension précise des concepts par les participants, mais d'étudier le processus de prise en main d'objets complexes de manière autonome et pertinente. Le fait que tous les groupes aient abouti à un processus final de conception d'un indicateur dans l'activité 3, bien que l'envisageant à partir de points de vue et d'axes parfois radicalement différents, permet de confirmer globalement la pertinence du protocole.

Limites et Perspectives

Nous pouvons identifier des limites dans les résultats récoltés, par rapport aux questionnements définis et méthodes choisies.

La scénarisation des activités dans le protocole limite les possibilités d'observation des actions et donc des interactions avec les indicateurs. De plus, elle apporte un séquençage des actions de la capitalisation, nécessaire pour la reproductibilité de protocole, mais en contradiction avec leur définition telle qu'évoquée en section 1.2. Nous avons fait le choix de nous concentrer dans cette expérimentation sur la réalisation des actions.

Comme mentionnée en section 2.1.1, la consultation des utilisateurs dans un atelier unique limite la possibilité de familiarisation des participants aux enjeux de capitalisation des indicateurs. De plus, la notion de diversification des contextes des indicateurs dans le temps est importante dans la capitalisation. Le protocole ne se concentre pas sur la capitalisation dans le temps, nous avons cependant choisi de faire varier les contextes des indicateurs, en regroupent plusieurs participants, et donc plusieurs profils et besoins, au sein de chaque atelier. Les retours récoltés nous donnent ainsi une première représentation

de la diversité des perceptions d'un indicateur et la multiplicité des éléments intervenant dans sa définition.

L'étude de la temporalité et l'interdépendance des actions de la capitalisation nécessitera une expérimentation sur un plus long terme (cf. chapitre 7).

La mise en place d'une ludification du protocole est limitée par l'expérience et la perception variée de ce type de pratique par les participants. Elle peut créer une incompréhension de la part de certains ou même être inappropriée pour eux. Bien que le bilan soit positif, il n'est pas exclu que certains participants aient malgré tout été perdus dans la réalisation du protocole. L'effet de dynamique de groupe est également efficace pour encourager la participation de chacun. En revanche, tous ne se sont pas impliqués de façon homogène. Nous avons observé une diversité dans l'implication des participants dans le processus de capitalisation. Les stratégies mises en place sont ainsi enrichies par cette diversité des utilisateurs.

Les effets statistiques impliquent qu'il faut beaucoup de participants pour avoir des retours cohérents et analysables. Aussi, les observations effectuées sont à confirmer dans les itérations futures du protocole. Pour cela, nous nous sommes employés à le rendre non seulement reproductible, mais également généralisable à une grande diversité de contexte.

Ces premières itérations de l'atelier ont permis de valider la collecte de données prévue par ce protocole. Celles-ci nous permettent une première réponse à la question du point de vue de l'utilisateur sur les indicateurs pour l'apprentissage, et sur leur capitalisation.

2.4 Définir la capitalisation des indicateurs par l'observation des utilisateurs

Nous avons identifié en section 1.4.2 des éléments dans la conception d'une approche de capitalisation nécessitant le point de vue de l'utilisateur. Au regard de l'expérimentation détaillée dans la section 2.3, nous pouvons maintenant apporter des éléments à la définition de la capitalisation des indicateurs par les utilisateurs.

La section 2.4.1 reprend la question de recherche 1 (QR1), ainsi que la première question de l'expérimentation décrite. La section 2.4.2 suivante se concentre sur la question de recherche 2 (QR2) également repris en section 2.3.

2.4.1 Qu'est-ce qu'est un indicateur pour l'apprentissage du point de vue de l'utilisateur ?

À l'aide des verbatims récoltés en section 2.3.3, nous nous sommes intéressés à la façon dont sont compris les indicateurs. Nous avons pour cela analysé les termes employés, ainsi que les entités utilisées par les participants et avec lesquels ils sont à l'aise. La notion de traces, une fois assimilée à celle d'un ingrédient, a été plus facilement manipulée, mais pas nécessairement comprise sur un plan technique. Les termes *données* et *informations* sont finalement privilégiés, malgré l'introduction du terme *traces* dans les consignes.

Les indicateurs sont eux toujours considérés comme complexes, mais souvent définis par leur utilisation, leur *actionabilité* (JØRNØ et GYNTHNER 2018).

« *Chaque personne a une définition personnelle de ce qu'est un indicateur* » –
Participant Anonyme

« *Il faut se demander à quoi [les indicateurs] vont nous servir pour pouvoir les intégrer, sinon on les mets pas.* » – Participant Anonyme

Nous avons été attentifs à la forme d'expressions des besoins en indicateurs. Ainsi, le vocabulaire utilisé, la granularité des approches et les priorités considérées nous permettront de développer un modèle des indicateurs d'apprentissage et des besoins auxquels ils répondent (cf. chapitre 4). Par exemple, certains utilisateurs sont à l'aise avec les traces comme composant des indicateurs et d'autres préféreront éviter tout concept technique et rester en terrain connu avec l'activité pédagogique. D'autres utilisateurs veulent utiliser différentes échelles en passant de l'individu, au groupe, à la classe, puis à l'école entière.

Se distingue alors l'indicateur comme outil actionnable pour l'apprentissage et objet numérique, qui sont des dimensions difficilement associées. Nous observons que les utilisateurs décrivent d'abord l'indicateur par rapport à leur pratique. C'est en s'y intégrant, avec son appropriation, sa réutilisation, son adaptation, son partage, que l'indicateur se dessine comme objet numérique.

2.4.2 Quelle place un utilisateur non expert peut-il et veut-il avoir dans le cycle de vie de l'indicateur ?

Enfin, nous nous sommes penchés sur la compréhension et le besoin exprimé d'une solution de capitalisation d'indicateurs par les participants. Nous avons regardé dans

quelle mesure l'atelier a mené les participants à comprendre les enjeux de la capitalisation, ainsi que les perspectives de solutions que nous proposons ici.

« C'est vrai que c'est loin de notre métier [enseignant], mais c'est intéressant de voir les outils qu'on utilise, comment ils sont pensés » – Participant Anonyme

La charge de travail importante que représente le processus complet de capitalisation a été soulignée par les participants. En revanche, ils ont également exprimé un intérêt à y participer. Cette implication est à mettre à l'échelle du participant, de ses compétences, mais surtout de sa confiance en ses compétences. L'utilisateur a alors le souhait d'une implication pouvant être régulière comme ponctuelle. Cela dépend principalement du besoin en indicateurs du participant et n'est pas lié à ses compétences perçues. Par contre, la complexité des actions envisagées en dépend. La capitalisation est encouragée par la possibilité de mettre en commun les actions entre plusieurs individus, comme l'ont montré les dynamiques de groupe mises en place.

La complémentarité des profils de besoins et de compétences nous permet de voir un processus de capitalisation se former. Les différents cas d'usages produits attestent du besoin et de la volonté des utilisateurs d'intégrer les indicateurs à leur pratique. Ils montrent également le besoin de flexibilité dans les notions, décisions et actions à accomplir dans le processus de capitalisation.

« Selon la question qui va se poser, tu auras besoin de telle ou telle information, mais pas forcément tout en même temps, il faut pouvoir faire un choix » – Participant Anonyme

Ainsi, les interactions des participants entre eux et avec les indicateurs, nous ont permis dans le cadre de l'atelier d'observer une capitalisation des indicateurs par les acteurs de l'apprentissage.

Nous avons posé comme hypothèse que leurs interactions avec les indicateurs sont le moteur de la capitalisation. Nous allons en revanche plus loin lorsque nous les posons en "chef d'orchestre" du processus. En effet nous proposons cette fois qu'ils gagnent en autonomie d'action et de prise de décision. En ce sens, la conception d'une capitalisation **par** les utilisateurs souligne ce rôle. Un processus **pour** les utilisateurs met en évidence ce que la capitalisation apporte aux pratiques des acteurs de l'apprentissage. Les solutions aujourd'hui existantes pour l'implication des utilisateurs sont limitées pour la mise en place de cette approche. Nous nous demandons alors comment impliquer l'utilisateur dans la capitalisation dans un contexte cette fois réel.

Résumé du chapitre

Ce chapitre propose d'observer l'utilisateur dans son rapport à l'indicateur pour lui confier la capitalisation. En effet, nous posons que celui-ci est le moteur principal d'évolution et de pertinence de l'indicateur. Pour donner à l'utilisateur le rôle d'orchestrateur du processus de capitalisation, nous commençons par une expérimentation pour observer son rapport avec l'indicateur. Notamment, nous questionnons la perception de l'indicateur et les moyens que l'utilisateur met en place dans la réalisation de cette capitalisation. Ces observations, supportées par un protocole d'expérimentation itéré plusieurs fois, nous conduisent ainsi à nos contributions théoriques des chapitres suivants.

Aussi, au chapitre 3, nous commençons par approfondir la notion d'**interactions** entre utilisateur et indicateur. Cette perspective, couplée dans le chapitre 4 à une modélisation de l'indicateur cohérente pour les utilisateurs, nous permettra de proposer au chapitre 5 une première instrumentation de ce processus de capitalisation.

DEUXIÈME PARTIE

CONTRIBUTIONS THÉORIQUES

IDENTIFIER LES INTERACTIONS DES UTILISATEURS AVEC LES INDICATEURS POUR LA CAPITALISATION

Nous avons observé dans le chapitre précédent comment les utilisateurs peuvent être impliqués dans le processus de capitalisation. Cette observation nous conduit à présent à identifier plus précisément les interactions qu'ils ont pu mettre en place dans la réalisation des actions de capitalisation. Cette identification est un premier pas vers l'instrumentation d'un processus de capitalisation par et pour les utilisateurs.

Nous reprendrons ainsi les observations issues de l'expérimentation décrite dans le chapitre 2, en nous concentrant sur la question des interactions de l'utilisateur avec un indicateur, issue de notre seconde question de recherche décrite en introduction. Nous soulignerons d'abord pourquoi nous nous centrons sur les interactions, puis nous identifierons quelles interactions sont observées dans l'expérimentation et enfin comment elles mènent à la capitalisation.

3.1 Pourquoi les interactions de l'utilisateur avec les indicateurs sont-elles centrales pour la capitalisation ?

3.1.1 Qu'est-ce que les utilisateurs apportent au processus de capitalisation ?

Nous avons fait, dans les chapitres précédents, l'hypothèse que les utilisateurs sont le moteur du processus de capitalisation. Qu'apportent-ils à la capitalisation ?

L'objectif principal de la capitalisation est de conserver la pertinence des indicateurs

au cours des usages, telle que définie dès la section 2.1 du chapitre d'introduction. L'utilisateur, sans forcément s'en rendre compte, joue un rôle important dans l'évolution de l'indicateur en l'utilisant, le questionnant, le dirigeant pour en extraire le résultat pertinent pour sa pratique. Dans la mesure où nous lui donnons cette possibilité, il enrichit l'indicateur par rapport à sa pratique. C'est donc au travers de ses actions qu'il est moteur de capitalisation.

Pour cette raison nous proposons de placer l'utilisateur comme orchestrateur du processus lui-même. En lui donnant plus de contrôle dans le processus, nous favorisons ses interactions avec l'indicateur.

3.1.2 Pourquoi se centrer sur les interactions des utilisateurs ?

Nous avons proposé de définir la capitalisation en quatre concepts (cf. section 2.2). Ces derniers peuvent ainsi être considérés comme des actions, réalisés par les utilisateurs, et au travers desquelles l'indicateur peut être capitalisé. Nous avons également montré dans le chapitre 2 que la place de l'utilisateur dans le cycle de vie de l'indicateur n'est pas une question évidente parmi les approches existantes et les nombreux questionnements actuels.

Pour cela nous avons ainsi mis, dans le chapitre précédent, des utilisateurs en situation de capitalisation avec différentes activités à mener, en groupe, autour des indicateurs.

L'un des objectifs est de déterminer comment les utilisateurs réalisent ces actions. Il est alors nécessaire de décomposer cette réalisation en une multitude d'interactions entre les utilisateurs, entre les utilisateurs et les indicateurs, mais aussi avec des parties composant l'indicateur, tels que les traces, les objectifs, les besoins d'observation, la visualisation, etc.

3.2 Quelles interactions les utilisateurs ont-ils avec les indicateurs pour la capitalisation ?

Dans un premier temps, nous avons procédé à la transcription de tous les verbatims recueillis, enrichis par les observations des observateurs comme détaillées en section 2.3.3. Compte tenu de la nature exploratoire de notre approche, nous avons choisi de mener une analyse thématique déductive (PAILLÉ et MUCCHIELLI 2021) pour en extraire les interactions réalisées lors de l'expérimentation.

3.2.1 Liste des interactions identifiées

Comme base de travail, nous avons utilisé les actions de capitalisation telles que définies dans le chapitre 2 : réutiliser, adapter, approprier, partager. Elles nous permettent de catégoriser les interactions extraites, en fonction de l'action réalisée. L'ensemble des interactions créent ainsi un scénario par action. Ce scénario est flexible, chaque interaction le constituant peut être réalisée de façon indépendante. Chaque interaction doit être réalisée par les utilisateurs eux-mêmes, et non, par exemple, par un système automatisé. Une interaction similaire ne peut être placée qu'une seule fois par action, mais peut être répétée entre les actions. En effet, une même interaction peut avoir un objectif distinct en fonction du contexte. Par exemple, nous avons observé à plusieurs reprises les utilisateurs lister les traces composant un indicateur, avec des objectifs distincts, se l'approprier en comprenant comment il est construit, mais aussi pour l'adapter en modifiant le calcul de l'indicateur vers un nouveau contexte. Ainsi une classification est proposée, mais les interactions sont intrinsèquement liées entre elles.

En créant cette liste d'interaction (cf. figure 3.1) à partir de l'observation et les besoins exprimés par les utilisateurs, nous gardons la possibilité de l'étendre, toujours avec ces critères pour leur catégorisation.

Nous avons ici cherché à prendre en compte le point de vue des interactions des utilisateurs (cf. figure 3.1) par rapport aux critères du chapitre 1 (cf. figure 1.5). Le détail de chacune des interactions identifiées est en Annexe 3.1.

3.2.2 Limites et Perspectives

L'analyse de cette première expérimentation est exploratoire, impliquant qu'en l'absence de résultats comparables, il n'est pas possible pour le moment de s'assurer que la liste des interactions est exhaustive. Il nous faut expérimenter si ces premières interactions mènent bien à la capitalisation, afin de compléter cette liste si nécessaire.

Une analyse thématique déductive, comme méthode largement utilisée dans les domaines des sciences humaines, a des limites clairement identifiées. Ainsi la subjectivité du chercheur est un élément clé à prendre en compte pour le minimiser au cours de l'analyse. De plus, toutes les interactions ne sont pas explicitement décrites par les participants. Il y a donc un travail d'observation important. Cette observation est en revanche sujette, encore plus que le reste, à la subjectivité de l'observateur. Il est alors nécessaire de valider cette liste d'interactions avec un maximum de données d'observation. Nous faisons entre

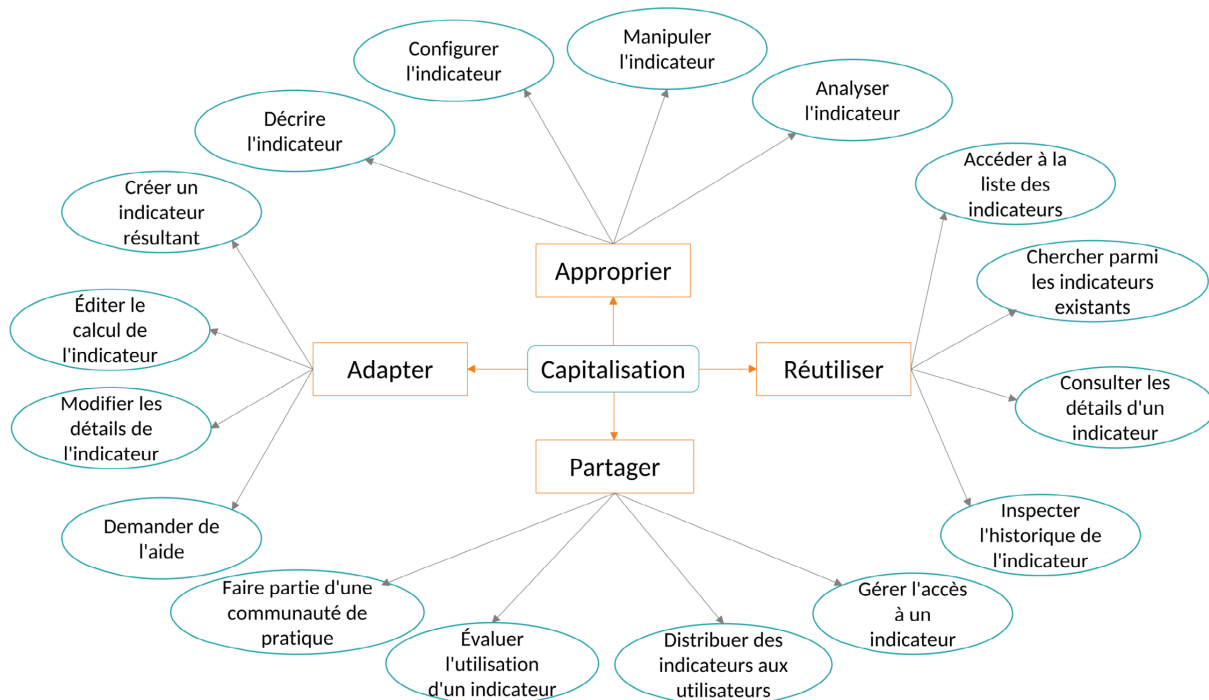


FIGURE 3.1 – Classification par scénarios d'action des interactions identifiées à partir de l'analyse thématique de la transcription des verbatims et des observations.

autres ce travail lors des prochaines expérimentations de capitalisation par les utilisateurs décrites dans les chapitres 6 et 7.

Comme souligné en section 2.3.3, le protocole d'expérimentation ne permet pas encore l'observation des interactions mises en place lors de l'interaction sur un plus long terme. Il est envisageable que des interactions soient modifiées, voire ajoutées au fur et à mesure des interactions entre utilisateurs et indicateurs. En effet, nous avons pointé en section 1.1 du chapitre d'introduction que les besoins des utilisateurs évoluent, notamment lorsqu'un processus d'apprentissage se met en place.

Les interactions identifiées sont expérimentées de façon abstraite, bien qu'appuyées par des cartes tangibles. Il nous faut déterminer si les interactions observées lors de cette expérimentation en condition réelle, et en groupe, peuvent être transposées dans un contexte numérique. En effet, une instrumentation de processus de capitalisation crée un changement de support et de condition. Cette approche a l'avantage de rendre la capitalisation accessible aux utilisateurs en fonction de leurs propres besoins. Les interactions identifiées à travers les présents scénarios d'action constituent ainsi une étape vers une proposition à la fois flexible et extensible par les utilisateurs.

Nous pouvons ainsi envisager d'aller plus loin dans le choix de l'utilisateur en proposant un système dont les scénarios proposés soient contextuels (par exemple entre la première utilisation et les suivantes) ou personnalisables (par exemple par un questionnaire sur les besoins et compétences de l'utilisateur). Cette perspective nécessiterait une base de connaissance détaillée sur les scénarios de capitalisation.

3.3 Comment soutenir les utilisateurs dans leurs interactions avec les indicateurs ?

Les interactions listées ci-avant sont en réalité des besoins d'interaction pour mener à bien la capitalisation. Comment l'ensemble de ces interactions sont-elles réalisées ? En effet, bien que flexible, la liste est conséquente et complexe pour un utilisateur non expérimenté. L'indicateur reste également un objet numérique, dont l'*affordance* (cf. section 2.1) est encore un défi.

3.3.1 Accompagnement des utilisateurs dans le processus de capitalisation

L'observation a permis de valider la disparité des interactions avec les indicateurs en fonction des profils des individus, mais aussi en fonction de leurs besoins. La principale demande reste cependant celle d'un accompagnement aux actions de capitalisation. En effet, la liste des interactions identifiées nous permet également de souligner la question de l'assistance à l'utilisateur pour la réalisation des actions de capitalisation. Ce constat est renforcé par notre étude des approches de capitalisation ayant souligné le manque de support pour les non-experts techniques en section 1.3.3.

Que signifie soutenir les utilisateurs dans une approche de capitalisation ? Il s'agit d'utiliser toutes les ressources disponibles pour s'assurer que les utilisateurs peuvent réaliser les actions sur les indicateurs qui correspondent à leurs besoins. Cela signifie également que la réalisation de ces actions doit être aussi facile et flexible que possible pour s'adapter à la diversité des profils et des besoins pris en charge (CHUNPIR *et al.* 2014). Le découpage des actions en scénarios d'interactions, que l'utilisateur peut réaliser, est un premier pas essentiel dans cette direction comme vu ci-dessus (cf. section 3.1.1). L'accompagnement à la réalisation de ces actions s'est fait lors de l'expérimentation par les différentes activités encadrées par un protocole scénarisé. En dehors de l'expérimentation, il reste plusieurs

formes d'accompagnement à la capitalisation, provenant de sources distinctes : le système informatique, les experts et la communauté.

Le système informatique Le système mis en œuvre, ou encore l'outil utilisé, doit lui-même favoriser l'utilisation des indicateurs par les utilisateurs. Ce support peut passer par une interface étudiée pour maximiser son ergonomie et donc son utilisabilité (NOGIER 2020). Il est également possible d'automatiser une partie des tâches plus lourdes pour faciliter les actions (SHABANINEJAD *et al.* 2020). Cela doit toutefois permettre à l'utilisateur de garder le contrôle sur les interactions disponibles, afin d'éviter de réduire la flexibilité au profit de la simplification (MUSLIM *et al.* 2022). Le rôle du système informatique dans l'accompagnement à la capitalisation est un point explicitement interrogé par les participants des ateliers et les limites de cet accompagnement sont également soulignées.

Les experts Les experts que ce soit en analyse, en visualisation ou en pédagogie, sont la source la plus directe de soutien pour les acteurs de l'apprentissage lorsqu'ils sont confrontés à des défis liés à l'analyse de l'apprentissage. Ce soutien est en revanche une demande exprimée de façon moins directe dans l'*Expé 1*, mis en évidence par le recours au modérateur. Ce dernier a en effet un statut proche de celui d'un expert lors de l'atelier. Limitée par l'inégalité d'accès à cette expertise et la charge de travail importante que la disponibilité implique, elle ne peut cependant pas être la seule source de soutien pour tous les utilisateurs.

La communauté Nous avons enfin observé l'effet que peut avoir une dynamique de groupe sur la résolution d'une tâche complexe et inhabituelle. Les actions de capitalisation ne sont donc pas destinées à un individu isolé. Au contraire, c'est l'action combinée de plusieurs membres voire de toute une communauté qui permet de capitaliser les indicateurs. La responsabilité n'incombant pas à un seul individu, l'enjeu n'est plus d'avoir des utilisateurs fortement engagés dans la démarche, mais plutôt de faire en sorte que chacun puisse réaliser les actions qui lui sont pertinentes et avec lesquelles il se sent en confiance. Le partage d'expériences permet une meilleure capitalisation en facilitant les interactions avec les indicateurs, rendus plus tangibles par la pratique, et donc la création d'une communauté autour des indicateurs et de leurs usages (SOLIMAN *et al.* 2021).

Ces trois sources d'accompagnement sont complémentaires. Elles ont toutes une place importante dans le processus de capitalisation. L'utilisateur reste en revanche l'orchestra-

teur du processus de capitalisation (cf. section 2.2). Pour cela, il lui faut une indépendance d'action que nous traduisons ici par l'instrumentation de ses interactions avec l'indicateur.

3.3.2 Indicateurs comme objets numériques en interaction avec les utilisateurs

La liste des interactions identifiées permet de s'interroger sur l'instrumentation des actions de capitalisation. Nous avons proposé de la découper en **scénarios d'actions**, parmi lesquels l'utilisateur peut choisir.

Les participants de l'atelier (cf. section 2.3.3) manipulent une grande variété d'objets physiques et théoriques, techniques et pédagogiques. L'indicateur est ainsi considéré au travers de ces différents objets au cours des activités, chacun pertinent par rapport à l'interaction réalisée.

Lors de la première activité (cf. section 2.3.2) où les participants s'approprient l'indicateur, le contexte et l'objectif sont d'abord sollicités, puis attribués par le participant. Lorsque plusieurs cas d'usage d'indicateurs sont ensuite comparés entre les participants, ils vont consulter le détail des traces et du calcul avec plus d'attention pour les différencier. Ce niveau de détail, jusqu'au processus d'analyse et au résultat détaillé de l'indicateur, permet d'en choisir ensuite un parmi ceux de la liste pour le (ré)utiliser. Le processus d'analyse de l'indicateur n'est néanmoins modifié que s'il est nécessaire d'adapter l'indicateur à un nouveau contexte. Les participants vont alors non seulement consulter, mais aussi altérer l'indicateur, à un niveau avancé de sa définition.

Selon l'approche de BEAUDOUIN-LAFON (2023), chaque interaction est ainsi réalisée sur un substrat de l'indicateur spécifique à celle-ci (cf. figure 2.3). L'instrumentation des interactions identifiées nécessite alors d'identifier les Instruments d'Interactions mis en jeu pour chacun des substrats. Nous pourrions alors proposer un processus de capitalisation où l'interaction des utilisateurs avec les indicateurs, et ainsi leur *affordance*, est facilitée.

Les interactions identifiées dans ce chapitre ne sont en revanche un moyen de capitalisation que si l'indicateur a la capacité d'y répondre de façon adéquate. La question à présent est celle de la nature d'un indicateur capitalisé. Comment un objet numérique peut-il être enrichi par ses interactions avec l'utilisateur ? Nous allons chercher à répondre à ces questions dans le chapitre suivant.

Résumé du chapitre

Ce chapitre nous amène à identifier une liste d'interactions, formant des scénarios d'actions, que les utilisateurs mettent en place pour réaliser la capitalisation. Cette liste est d'abord un moyen de soutenir les utilisateurs dans le processus de capitalisation. Elle a vocation à être flexible et extensible, tout en étant conduite par une communauté d'utilisateurs et non un individu isolé pour pleinement pouvoir prendre part au processus de capitalisation. Comme nous le verrons ensuite, si l'utilisateur met en place l'ensemble de ces interactions, il faut un indicateur qui soit capable d'être enrichi pour que la capitalisation soit possible.

PROPOSITION D'UN MODÈLE D'INDICATEUR CAPITALISÉ

Nous avons vu dans le chapitre précédent comment les interactions de l'utilisateur avec l'indicateur peuvent mener à sa capitalisation. Nous avons également souligné le besoin d'un indicateur qui réponde à l'ensemble d'interactions que nous avons identifiées. Il nous faut donc proposer une modélisation de l'indicateur, et même de l'indicateur capitalisé, avec lequel l'utilisateur puisse interagir.

Ainsi, nous présenterons d'abord un modèle d'indicateur capitalisé issu de nos observations précédentes. Nous mettrons ensuite ce modèle en œuvre dans la construction d'un corpus issu des données collectées lors de ces mêmes observations.

4.1 Considération pour la conception d'un modèle d'indicateur capitalisé

Comme vu en section 3.1.1, les interactions de l'utilisateur permettent la capitalisation. Nous avons en conséquence pu observer que deux éléments font varier la pertinence de l'indicateur : l'utilisateur (son profil et son individualité) et le contexte d'utilisation (pédagogique comme technique). Si un indicateur est pertinent pour un utilisateur, ce n'est pas nécessairement le cas pour un autre utilisateur. Si un indicateur est pertinent dans un contexte, il ne l'est peut-être plus dans un autre contexte, même pour un même utilisateur. Ces deux dimensions varient également au cours du temps. Il faut donc considérer l'indicateur comme pouvant être utilisé puis évoluer dans chacune de ces dimensions. En choisissant de nous concentrer sur ces deux dimensions, nous mettons en évidence les utilisateurs eux-mêmes comme les principaux acteurs de cette pertinence, par le biais de leurs usages. Un usage est en effet la combinaison d'un utilisateur et d'un contexte, en interaction avec un objet. La figure 4.1 illustre cet impact de l'usage. En multipliant

les utilisateurs et les contextes, une évolution est possible : l'indicateur capitalisé est un indicateur enrichi par les interactions avec l'utilisateur. Il est par conséquent important de nous recentrer sur notre première question de recherche, pour nous demander à quoi ressemble l'indicateur avec lequel un utilisateur peut interagir ?

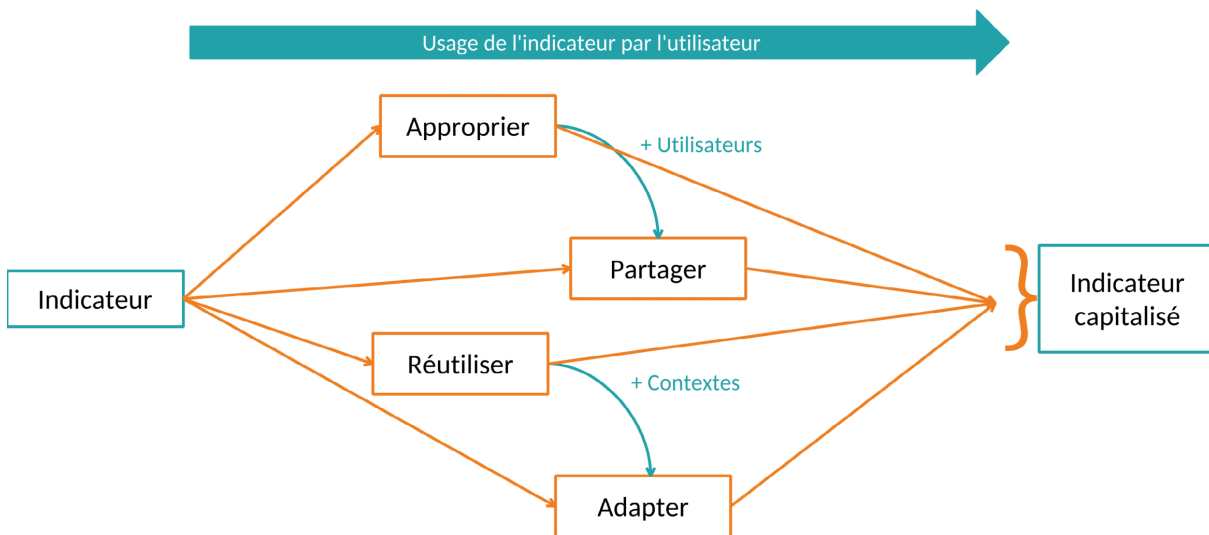


FIGURE 4.1 – Comment l'indicateur est-il capitalisé par l'usage ?

Notre première expérimentation et notre étude des processus de conception existants (cf. chapitre 1) confirment que le concept d'indicateur est non seulement étranger à la plupart des utilisateurs, mais qu'il peut aussi être associé à une grande complexité, ce qui les décourage à approfondir la question (MAY *et al.* 2011). Notre proposition se situe dans ce lien entre les utilisateurs et les indicateurs, que nous cherchons à renforcer. L'accompagnement de la capitalisation permet d'impliquer des utilisateurs non experts dans le processus.

Nous proposons ainsi dans la partie suivante, un modèle prenant en compte cet usage.

4.2 Conception d'un indicateur capitalisé par rapport aux utilisateurs

Dans l'approche proposée par BEAUDOUIN-LAFON (2023) (cf. section 2.1.1), un objet numérique est composé de substrat, appelant différentes interactions, réalisées par des **Instruments d'interaction** correspondants. Nous cherchons à présent de quels substrats

est composé un indicateur pour répondre à chacune des interactions identifiées. Nous détaillons ci-après deux entités proposées, l'*Indicateur* et l'*Usage* (cf. figure 4.2).

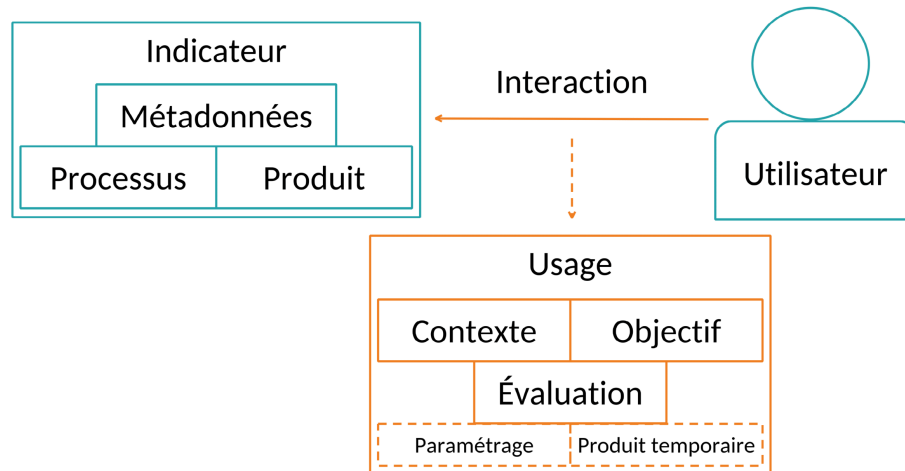


FIGURE 4.2 – Proposition de modélisation d'un indicateur capitalisé centré sur ses usages.

4.2.1 L'objet Indicateur

Le premier objet est donc l'indicateur. Il est composé d'une partie de *métadonnées* ; un titre et une description répondent au *quoi*, l'identité du concepteur donne le *qui*, la date de conception pour le *quand*. Cette partie descriptive permet de conserver des informations sur la conception. Elle est importante pour la gestion des entités et des autorisations lors de la modification des indicateurs, en retraçant leur historique. Les champs des métadonnées doivent permettre en priorité une présentation accessible de l'entité de la manière la plus exhaustive possible. Dans la perspective d'une implémentation et d'une mise à l'échelle de ce modèle, peut également se poser la question de l'intégration et la compatibilité à un référentiel, tel que *Dublin Core* ou *UTL*. Cet enjeu n'est pour le moment pas présent dans nos travaux.

L'indicateur capitalisé est ensuite composé d'une partie appelée *Processus* qui vise à décrire le processus de conception de l'indicateur (comment), son analyse et les entités qui le constituent. Cette partie peut être considérée comme plus technique et donc plus complexe. La plupart des utilisateurs l'ignoreront tant que l'indicateur leur convient. Pourtant certains, pas nécessairement des experts, veulent y avoir accès, notamment pour les comparer lors du choix d'un indicateur à réutiliser. La disponibilité complète et transparente des informations est un paramètre de confiance important, malgré la complexité des informations.

La dernière partie est le *Produit*, qui est le résultat visible de l'indicateur (quoi). Il est calculé à l'aide de l'analyse décrite dans le *Processus*. Les paramètres utilisés pour le calcul, et éventuellement les paramètres de visualisation de l'indicateur, y sont également ajoutés. Ces données font toutes partie de l'indicateur sous sa forme capitalisée. En effet, un utilisateur souhaitant voir, choisir, utiliser un indicateur ne peut pas se retrouver uniquement face au *Processus* qui reste trop abstrait pour lui.

Ces éléments sont complémentaires et essentiels à la définition des indicateurs capitalisés. Ils 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 calcul, nous entendons ici que le processus d'analyse est utilisé sur des traces d'apprentissage réelles pour obtenir un résultat exploitable et visualisable. Ces traces ne sont pas quant-à-elles accessibles à l'état brut, et seul le résultat est conservé. Cette étape nécessite un moteur de calcul de l'indicateur. Un indicateur calculé est alors celui choisi par un nouvel utilisateur pour son usage, et non un processus d'analyse de données uniquement.

La définition de l'indicateur par l'ensemble de ces trois éléments met en avant l'importance du concret pour la compréhension de l'utilisateur. Rendre l'indicateur accessible est un enjeu central pour la construction du processus de capitalisation. L'indicateur est alors consolidé d'un modèle que tout utilisateur, expert ou non, peut capitaliser.

L'évolution des besoins auxquels l'indicateur répond et des contextes dans lesquels il s'inscrit est possible avec la multiplication de l'utilisation du même indicateur capitalisé. Ainsi, l'objet *Indicateur* est augmenté par l'objet *Usage* que l'*Utilisateur* lui associe.

4.2.2 L'objet Usage

L'ajout de l'objet *Usage* donne la possibilité d'en avoir un nombre quelconque pour le même *Indicateur*. Il favorise la diversification des interprétations et prend en compte la variabilité des utilisateurs, essentielle à la capitalisation. Cette entité fait donc le lien entre l'utilisateur et l'indicateur. Le choix d'un indicateur crée une entité appelée *Usage*, associée à un utilisateur et indépendante de l'*Usage* d'un autre avec le même indicateur. Il est alors possible pour l'utilisateur d'interagir avec l'*Indicateur* sans l'altérer et en ajoutant des informations spécifiques à son *Usage* personnel.

L'*Usage* de l'indicateur a un contexte pédagogique. Ce dernier donne un cadre précis à l'indicateur, permettant son appropriation dans l'usage nouvellement créé. L'accumulation des contextes fournis guide les futurs choix d'un indicateur pertinent.

Il est également lié à un *objectif* tel que défini par DABBEBI *et al.* (2019), c'est-à-

dire par le type de décision prise avec les informations fournies par l'indicateur, il peut s'agir de planification, d'évaluation, d'évolution, de remédiation ou même de suivi (cf. section 1.1.2).

Enfin, l'objet recueille l'évaluation de l'utilisation de l'indicateur lié. Cette évaluation en partie remplie directement par l'utilisateur est une information précieuse pour la capitalisation. Elle permet de valoriser l'expérience de l'utilisateur et de prendre en compte son avis. Nous avons, pour cela, repris les travaux de GENDRON *et al.* (2012), les conduisant à la question de la qualification des indicateurs. Cette qualification est, dans leur travail, fournie aux utilisateurs comme un critère supplémentaire pour les aider dans leur choix d'indicateurs à réutiliser. La "simplicité et la compréhensibilité" sont liées à la cohérence et à la mise en forme de l'indicateur. La "réutilisabilité" est la capacité à être réutilisée totalement ou partiellement et sans modifications majeures dans un autre contexte. La "fiabilité" est le niveau de certitude concernant le processus de calcul pour obtenir la valeur de l'indicateur. Le "Type de données requis" décrit les actions qui doivent être tracées pour le calcul. Le "Temps de calcul" est le temps des calculs effectués pour mettre à jour la valeur d'un indicateur dès qu'une nouvelle trace est collectée. La "portabilité" est la capacité à être appliquée sur différentes plateformes et activités. Nous proposons de garder seulement les critères "simplicité et la compréhensibilité" et "fiabilité" comme des informations subjectives renseignées par l'utilisateur, et que les autres soient renseignés automatiquement par le système.

Les deux éléments encore conservés dans l'*Usage* ont une fonction plus technique. Les *Paramétrages* choisis par l'utilisateur et le *Produit temporaire* y sont également stockés, mais ne sont pas considérés comme des éléments à part entière de l'indicateur capitalisé. Ils permettent d'instancier l'indicateur dans un usage. La principale différence entre le *Produit temporaire* et le *Produit* est ce que ce dernier est rendu public, par l'utilisateur, avec des questions se posant sur l'anonymisation d'une partie des informations. Ce n'est pas le cas du *Produit temporaire* qui reste privé.

4.2.3 Le rôle de l'utilisateur dans le modèle proposé

Dans la modélisation proposée, l'utilisateur est représenté par un ensemble de caractéristiques pouvant se rapprocher d'un profil d'utilisateur. Cette notion de profil, comme définie dans les travaux de SÁNCHEZ PÉREZ et BELLOGN (2019), n'est pas l'objet central de notre travail. Il est en revanche pertinent de considérer l'étude du profil d'un utilisateur dans l'usage des indicateurs en *LA*, dans l'extension de travaux tels que ceux de DABBEBI

(2019) et GINON et JEAN-DAUBIAS (2014). Dans notre travail, l'utilisateur est donc caractérisé par une identité, un groupe, une expérience pédagogique et un niveau d'expertise en *LA* (cf. section 5.2). Ce dernier est subjectif et attribué par l'utilisateur lui-même. Ces différentes caractéristiques sont issues de l'observation des utilisateurs où plusieurs éléments ont été notés comme impactant le besoin en interactions (cf. section 2.3.3).

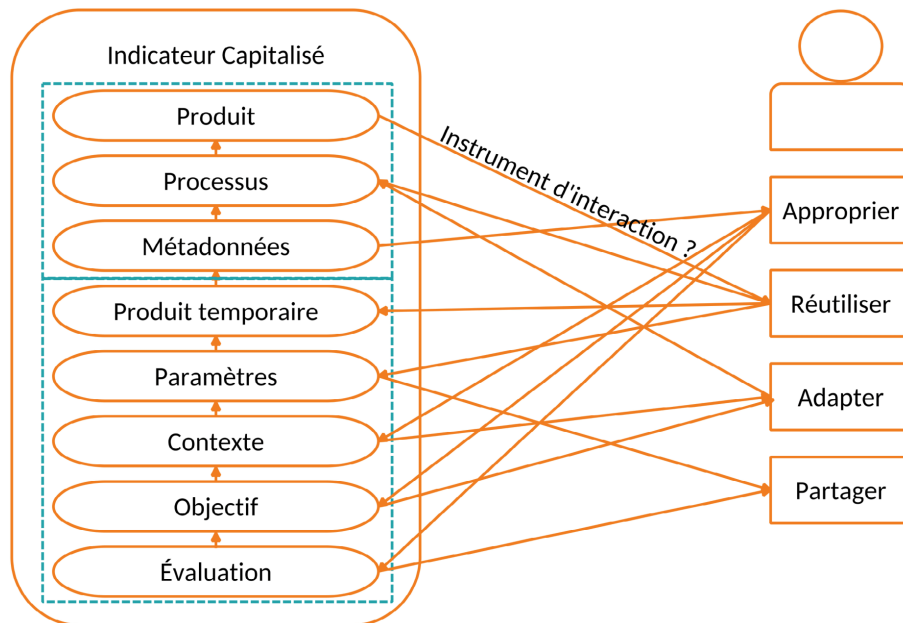


FIGURE 4.3 – Proposition des substrats composant l'indicateur pour ses interactions avec les utilisateurs. Nous plaçons notre approche par rapport à la théorie de BEAUDOUIN-LAFON (2023) telle que schématisée dans la figure 2.3. Le cadre bleu montre le lien entre cette approche par substrats numériques et la modélisation proposée en figure 4.2

Avec la modélisation de ces trois entités, *Indicateur*, *Usage* et *Utilisateur*, nous mettons l'accent sur les actions de capitalisation que l'utilisateur a sur l'indicateur, au travers de l'usage. Nous allons implémenter les interactions permettant de réaliser ces actions grâce au modèle présenté dans les chapitres suivants. C'est la combinaison des trois qui répond au défi de l'instrumentation de la capitalisation pour les utilisateurs. L'identification des éléments constituant l'indicateur capitalisé est donc faite dans la perspective de l'instrumentation des interactions. La démarche choisie est alors proche de celle proposée par BEAUDOUIN-LAFON (2023) (cf. figure 4.3). Nous avons identifié des interactions puis des substrats de l'indicateur mis en jeu lors de ces interactions. L'identification et la mise en place des Instruments d'interaction restent à réaliser, et restent à l'état interrogatoire, notamment sur la figure 4.3. Les flèches proposées dans la figure illustrent une proposition

de certains liens forts entre substrat et interaction, ces liens peuvent être étendus. Nous proposons également de donner une direction à ces flèches, selon si l'interaction modifie l'objet (flèche vers le substrat) ou bien si l'objet apporte un support à l'interaction (flèche part du substrat). Une proposition d'instrumentation est nécessaire pour une analyse des stratégies d'interactions alors mises en place par les utilisateurs.

4.3 Mise en œuvre du modèle par la création d'un corpus d'indicateurs

Pour une première évaluation du modèle présenté, nous l'avons utilisé dans la construction d'un corpus de cas d'usage d'indicateur, récolté au cours de l'expérimentation décrite au chapitre 2.

4.3.1 Données initiales pour la réalisation du corpus

Zoom projet écri+

Nous avons pu construire ce corpus à partir des verbatims récoltés lors des ateliers de l'*Expé 1*. Dans l'anonymisation des données, nous n'avons, par contre, conservé qu'un accès limité au profil utilisateur lié à chaque usage. Nous avons établi un profil général du groupe ayant produit chaque usage, nous permettant d'avoir une ébauche de profil utilisateur, nécessaire à la création du corpus. Cette anonymisation est également un défi lorsqu'il s'agit de calculer des indicateurs basés sur des données réelles, les données d'*écri+tests*.

Lors de l'expérimentation (cf. section 2.3), les participants ont été amenés à exprimer leur interprétation d'un indicateur et l'usage qu'ils pensent en faire. Chaque cas d'usage ainsi proposé est également complété ou opposé à l'interprétation des autres membres du groupe. Nous avons, à la fin de l'expérimentation, 39 cas d'usage distincts, sur 18 indicateurs. Ainsi, l'indicateur *Niveau d'avancement* (NA) a 6 cas d'usage à lui seul alors que *Taux de fréquentation* n'en a aucun. Cela est dû au fait que les participants interprètent un seul indicateur de leur choix tel que détaillé dans le protocole (cf. section 2.3.2). La notion de *fréquentation* se retrouve en revanche dans plusieurs autres indicateurs et, notamment,

dans l'indicateur *NA*, interprété de différentes façons par les participants. Cet indicateur peut en effet être utilisé dans un objectif de remédiation au cours d'une session de cours, comme de bilan des compétences acquises. Notons également que l'un des groupes a proposé deux cas d'usage distincts de l'indicateur, soutenus par deux participants.

4.3.2 Conception des indicateurs pour le corpus

La capitalisation des indicateurs suppose l'existence d'une base initiale d'indicateurs capitalisés. Cette base sert donc de point de départ pour les utilisateurs. Les figures 4.4 et 4.5 illustrent l'utilisation du modèle, et comment, en utilisant les retours des utilisateurs, nous avons instancié un corpus initial d'indicateurs capitalisés formaté avec notre modèle. Il convient de noter que les indicateurs et leurs usages présentés dans ces exemples ne sont pas destinés à être présentés aux utilisateurs directement sous ce format (cf. chapitre 5).

Les données contenues dans chaque entité peuvent prendre le format de commentaires textuels libres, tels qu'exprimés à l'oral par les participants. Une autre partie des données est sélectionnée dans une liste de valeurs prédéfinies, telle que la liste des types d'objectifs. Cela crée un équilibre entre une optimisation de l'indexation et la possibilité d'une analyse textuelle plus poussée (cf. Annexe 4.3.3). Les données de la partie *Évaluation de l'Usage* sont ici à titre d'illustration selon les modalités décrites dans le chapitre suivant (cf. figure 5.7).

Ces deux exemples sont volontairement présentés sous une forme simplifiée et anonymisée. Les indicateurs créés sont fortement liés aux données d'*écriture*.

Les instanciations du modèle présentées ici nous permettent une première vérification. Cependant, pour réellement valider le modèle par rapport à nos hypothèses, il doit être utilisé pour interagir avec les utilisateurs et donc implémenté dans un outil informatique (cf. chapitre 5).

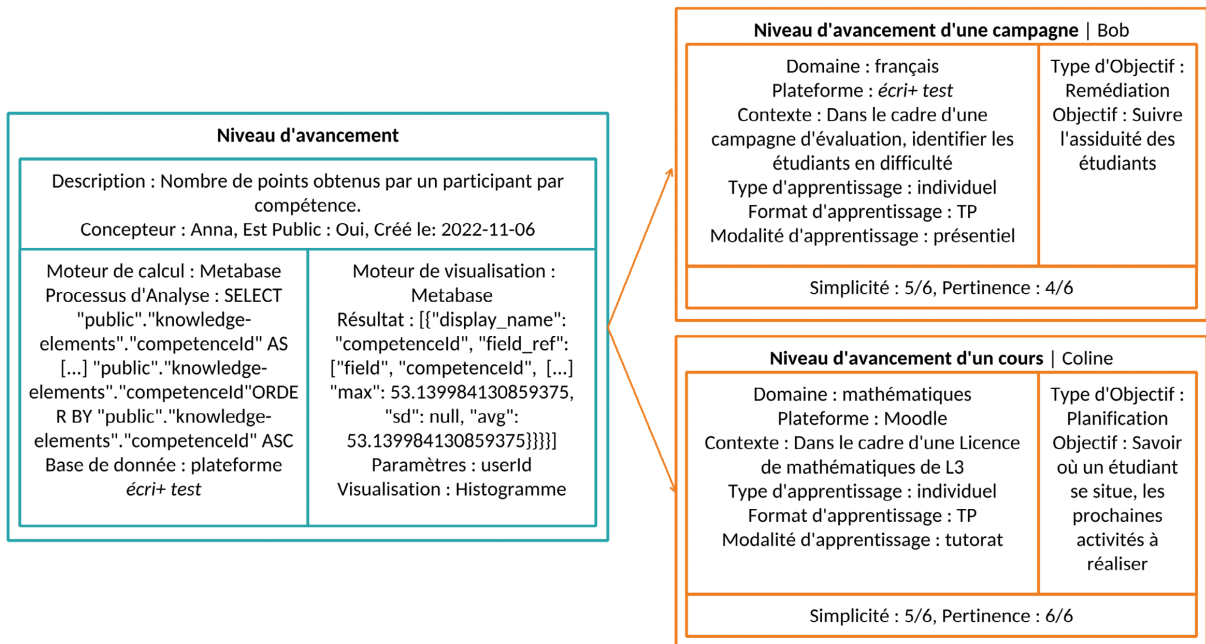


FIGURE 4.4 – Exemple de modélisation d'un indicateur : Niveau d'avancement et deux cas d'Usage liés.

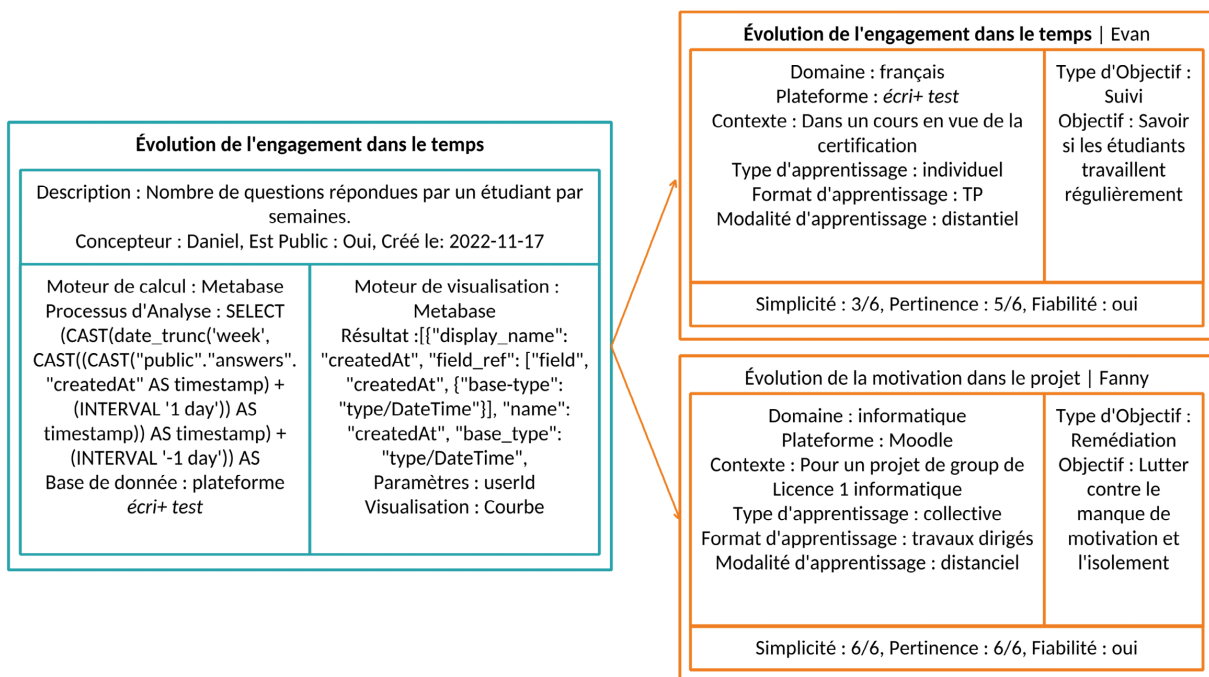
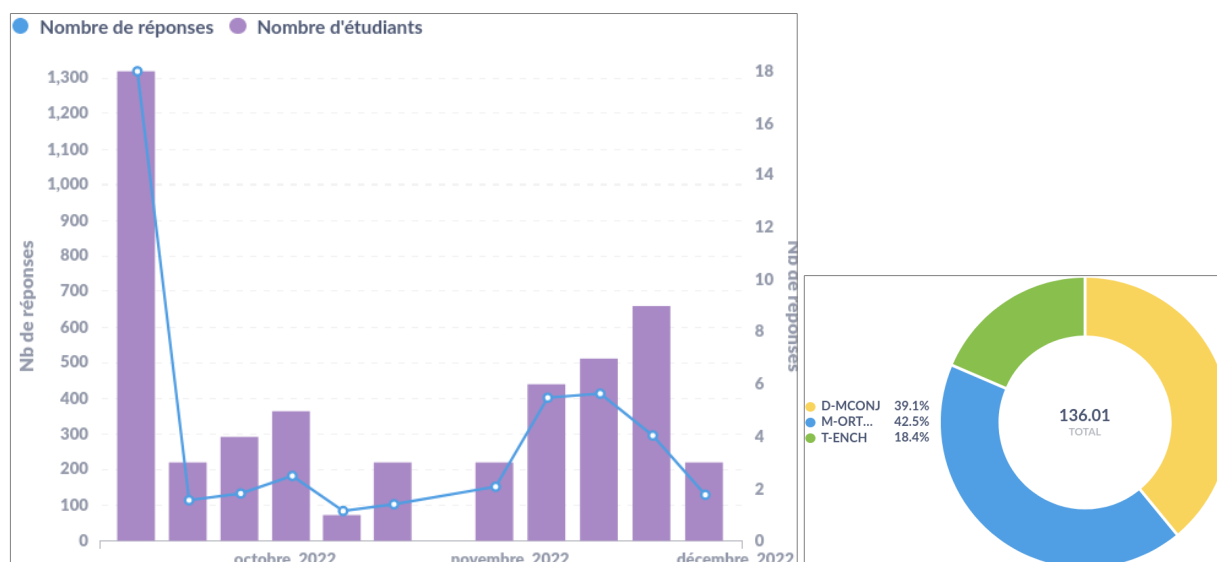


FIGURE 4.5 – Exemple de modélisation d'un indicateur capitalisé : Évolution de l'engagement dans le temps et deux cas d'Usage liés.

Zoom projet écrit

Ci-après des exemples de visualisation des indicateurs en question, calculés sur les données de la plateforme *écrit+tests*. Le premier présente l'Évolution de l'engagement dans le temps et le second les Modules faits par un étudiant.



Ces indicateurs ont été conçus au cours de plusieurs itérations en collaboration avec Damien Bouchard, ingénieur pédagogique du *projet écrit+*. Au total, 8 cas d'usage d'indicateurs ont été ainsi développés *a posteriori* avec les données d'*écrit+*, à l'issue des ateliers avec des membres du projet. Par la suite, d'autres indicateurs ont encore été développés avec les mêmes méthodes et outils. Pour accéder aux données actualisées du projet, l'outil *Metabase* est utilisé avec la création de requêtes SQL pour le calcul des indicateurs (cf. section 4.3.2).

Tout d'abord, l'Évolution de l'engagement dans le temps combine, pour une même cohorte, le nombre d'étudiants distincts connectés par semaine sous forme d'histogramme et le nombre de questions répondues sous forme de courbe. Ensuite, les Modules faits par un étudiant affichent en diagramme circulaire des compétences dans lesquelles le participant a au moins le niveau 3, c'est-à-dire avec plus de 24 points. Chaque couleur représente une compétence caractérisée par son code. Au centre se trouve le total des points obtenus dans ces modules.

4.3.3 Réflexion vers une analyse des indicateurs extraits du corpus

Dans la perspective de validation du modèle proposé pour la capitalisation, nous avons également analysé le corpus modélisé pour en faire ressortir son adéquation du point de vue utilisateur, dans la continuité de la question de recherche 1 (cf. section 2.2 du chapitre d'introduction). Ainsi, avec les verbatims collectés en section 2.3.3, puis modélisés en section 4.2, nous étudions comment l'indicateur est perçu par l'utilisateur, au moyen d'une analyse statistique.

Bien que les analyses proposées dans cette section manquent de données pour un résultat concluant, la preuve de concept ouvre ainsi des perspectives d'analyses automatisées en adéquation avec les questions d'accompagnement de la capitalisation par le système vu en section 3.3.1. Nous pouvons ainsi valider notre démarche de collecte de verbatims sur les indicateurs et leurs usages.

Objectifs En analysant les verbatims produits par les participants, lors de leur interprétation de chaque indicateur, nous voulons isoler les moyens d'expression de l'usage de l'indicateur. Faire émerger des pratiques des utilisateurs permet une validation statistique des observations ayant abouti au modèle proposé dans ce chapitre.

Méthode L'analyse réalisée se base sur la vectorisation de document. Les documents sont ici l'ensemble des verbatims, liés à un même indicateur, tous cas d'usage confondus. Cette méthode statistique appelée *embedding* permet une représentation vectorielle des indicateurs. Une fois chaque document/indicateur transformé en vecteur, nous procédons à l'étape de *clustering*. Là encore, il existe plusieurs possibilités, nous avons choisi un *Hierarchic Agglomerative Clustering*, visualisé aussi par un *Hierarchical Clustering Dendrogram* (MANNING *et al.* 2010).

Nous n'avons qu'une quantité très faible de verbatims, par rapport au besoin de ce type d'analyse. Nous pouvons ainsi considérer cette approche comme une preuve de concept dans la perspective de la collecte de plus de données, structurées de la sorte par la capitalisation des indicateurs. En effet, le *projet écri+* donne la perspective intéressante d'une collecte plus importante de données.

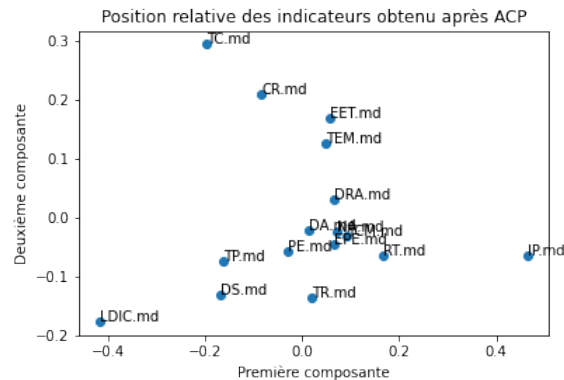


FIGURE 4.6 – *Clustering* d’indicateurs par *embedding* de verbatims avec un *Hiérarchique Agglomerative Clustering*. La représentation graphique utilise une Analyse en Composante Principale (ACP). Chaque point représente un indicateur avec son identifiant.

Résultats Les résultats sont mitigés (cf. figure 4.6), en effet nous ne pouvons former de clusters ou de tendances claires, chaque point représente un indicateur et est nommé avec son code correspondant. Le manque visible de données ne permet pas d’identifier des *features*/caractéristiques pertinentes. La distance entre les différents indicateurs, les points, n’est pas significative dans la création de clusters et pour l’émergence de caractéristiques. En revanche, nous voyons que ce type d’analyse est rendu possible par l’utilisation de champs libre, collectant des informations textuelles, les verbatims. En incorporant cette forme de collecte de données dans la capitalisation des indicateurs, nous avons la possibilité d’une analyse pertinente, améliorant le processus. Cette démarche prendra donc tout son sens avec la diffusion de pratiques de capitalisation des indicateurs pour l’apprentissage.

Une version plus détaillée de cette analyse, notamment des méthodes employées et des données disponibles, se trouve en Annexe 4.1.

4.4 Limites et Perspectives

La modélisation proposée dans ce chapitre a une place centrale dans notre travail. Elle est conçue pour refléter et appuyer la place de l’utilisateur dans les indicateurs et leurs capitalisations. Nous avons encore de nombreuses interactions à explorer dans la proposition. Par exemple, les interactions entre les indicateurs eux-mêmes donnent la possibilité de liens d’héritage et donc d’évolution. D’autres interactions, comme l’association de plusieurs indicateurs pour l’analyse de leur corrélation, ou encore la combinaison de plusieurs indicateurs pour en créer un nouveau, ne sont pas explicitement développés par le modèle.

Nous pouvons ainsi considérer le modèle présenté comme offrant la voie à de nombreuses possibilités, que nous pourrons ensuite explorer au travers de son instrumentation dans le chapitre suivant.

Zoom projet *écri+*

Le corpus instanciant le modèle sur les verbatims des participants est une première forme de mise en œuvre du modèle, mais aussi une première base d'indicateurs capitalisés (cf. section 2.3.1). Ce corpus est en revanche encore limité en taille, comme la proposition d'analyse statistique en Annexe 4.3.3 le montre. En calculant chaque indicateur sur les données disponibles de la plateforme *écri+tests* uniquement, nous sommes face à plusieurs limites. Tout d'abord, la disponibilité des traces collectées et la possibilité d'ajouter de nouvelles sondes de traces est limitée par des raisons d'accès au code. De plus, les données posent des questions de droit de diffusion qui ne sont pas à ce jour assez claires pour la création d'un corpus en *open data*. Il faudrait pour cela avoir une version totalement anonymisée des données sur lesquelles calculer des indicateurs à capitaliser. Il reste donc des verrous importants dans la capitalisation des indicateurs collectés.

Le modèle nécessite d'être implémenté dans un processus permettant aux utilisateurs d'interagir avec les indicateurs modélisés comme vu au chapitre 3. Nous pourrons ainsi le valider dans les objectifs qui lui sont fixés. Nous passons donc dans le chapitre suivant à une étape d'instrumentation de la capitalisation.

Résumé du Chapitre

Nous présentons dans ce chapitre un modèle d'indicateur capitalisé, plaçant l'interaction avec l'utilisateur au centre. Ainsi deux entités, l'*Indicateur* et l'*Usage* forment un objet numérique flexible, facilitant son *affordance* pour l'utilisateur. Ce modèle est ensuite utilisé dans la création d'un corpus d'indicateurs capitalisé basé sur les verbatims récoltés dans l'expérimentation du chapitre 2. Il nous faut à présent le valider dans son utilisation dans la capitalisation des indicateurs, au travers d'un prototype pour la capitalisation.

TROISIÈME PARTIE

INSTRUMENTATION

PROTOTYPAGE D'UN OUTIL POUR LA CAPITALISATION DES INDICATEURS

Sur la base du modèle d'indicateurs capitalisés présenté au chapitre 4, nous avons développé un prototype sous la forme d'une plateforme web. *POPCORN* (*Prototype for Peoples Capitalisation Of leaRning iNdicators*) est une preuve de concept des éléments théoriques développés dans les deux chapitres précédents. Il permet également de reproduire, cette fois de façon instrumentée, le processus de capitalisation expérimenté au chapitre 2 dans la première expérimentation (*Expé 1*). Ce prototype vise donc avant tout à offrir à des utilisateurs non experts la possibilité d'interagir avec des indicateurs pour l'apprentissage, selon des modalités flexibles.

Nous commencerons par présenter comment *POPCORN* a été conçu, puis comment il peut être utilisé dans la capitalisation.

5.1 Spécification pour la conception du prototype

Nous avons vu au chapitre 1 que de nombreux outils sont conçus pour la conception, voire la réutilisation des indicateurs dans l'apprentissage et l'enseignement. Après avoir identifié les concepts clés de la capitalisation, nous avons proposé une première liste de fonctionnalités d'un système permettant la capitalisation d'indicateurs. En montrant ensuite comment la capitalisation nécessite de donner une place nouvelle aux utilisateurs des indicateurs, nous avons souligné le besoin de fonctionnalités adéquates.

Nous cherchons comment un système peut favoriser la place d'orchestrateur des utilisateurs dans le processus, tout en voulant rendre ces derniers autonomes grâce à son instrumentation. Nous portons donc une forte importance de cette place de l'utilisateur dans l'implémentation de ce prototype.

5.1.1 Implémentation du modèle d'indicateur capitalisé pour son interaction avec l'utilisateur

Un environnement propice à la capitalisation passe d'abord par des indicateurs qui ont, au vu de la définition de la capitalisation (cf. section 3.1.1), la capacité d'interagir. Le modèle d'indicateur capitalisé proposé précédemment est ainsi réifié par le prototype, autour duquel sont implémentées les interactions listées en section 3.2.1.

Des scénarios de changement d'état des entités du modèle ont été développés pour chacune des actions de la capitalisation. Nous en présentons un scénario simplifié en figure 5.1. Nous reprendrons les différents éléments en section 5.2.

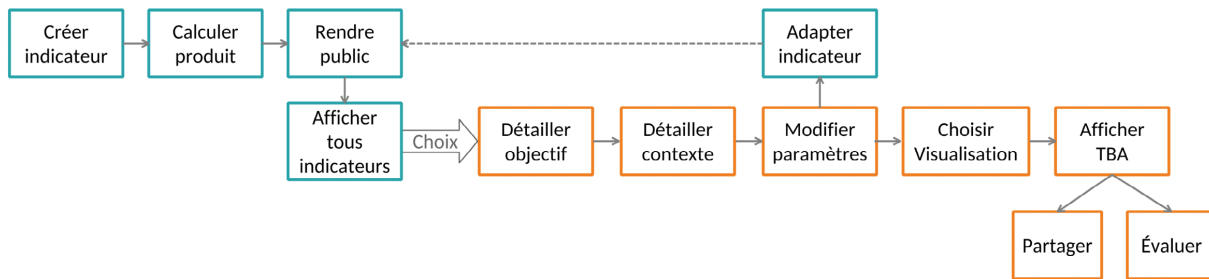


FIGURE 5.1 – Formalisation d'un changement d'état des entités lors de la capitalisation. Les rectangles bleus distinguent les interactions avec l'objet *Indicateur* des interactions avec l'objet *Usage* en orange.

5.1.2 Guidage et charge de travail des utilisateurs non experts

Nous avons fait le choix, dans la perspective d'une utilisation de notre travail dans le contexte du *projet écri+*, de spécialiser le prototype pour les membres du projet. Pour cela, les termes utilisés pour le guidage (BASTIEN et SCAPIN 1993) dans l'interface ont été choisis en fonction de retours de membres du projet, principalement des enseignants, de LMU (Le Mans Université).

De plus, les données utilisées dans le calcul des indicateurs intégrés à la plateforme sont directement issues de la plateforme du projet, et donc familières à ces membres.

Ces choix nous permettent de diminuer la complexité du prototype en conservant un équilibre entre la diversité des actions de la capitalisation et le besoin de clarté des utilisateurs que nous considérons non experts. Cela peut créer un conflit entre ajouter plus d'information et alléger l'interface. Pour cela, des utilisateurs ont été impliqués tout au long du développement (cf. section 2.1.1). Ces consultations, bien que non formalisées,

ont nécessité de varier les profils d'utilisateurs consultés pour des retours sur l'ergonomie et le vocabulaire employé. Les termes utilisés sont en revanche liés aux actions et interactions de la capitalisation. Il convient de noter que ce prototype est une preuve de concept n'implémentant qu'une partie des interactions identifiées. Nous nous sommes concentrés sur le développement des actions de réutilisation et appropriation, privilégiées dans l'expérimentation du chapitre suivant.

Zoom projet *écri+*

La réalisation du prototype a été accompagnée de consultations auprès des membres du projet. Tout d'abord, l'interface nécessite un travail approfondi sur le vocabulaire et les indications fournis aux utilisateurs. Nous avons réalisé plusieurs consultations auprès de membres *écri+* enseignants de LMU, pour ajuster l'interface aux besoins de notre public cible. La réalisation de maquettes et de versions intermédiaires conduit à une validation des termes employés et des informations présentées au cours du développement.

5.1.3 Choix techniques pour une application web asynchrone

Le choix d'une application web nous rapproche de la plateforme *écri+tests*, en plus d'offrir soutien et flexibilité pour nos besoins en accessibilité et compatibilité. Nous avons utilisé un micro-framework *python* nommé *Flask* pour un prototype léger et rapidement extensible à l'aide de libraires variées.

Le prototype implémente le modèle d'indicateur capitalisé avec les données du corpus construit en section 4.3. *POPCORN* permet ainsi de collecter toujours plus d'*Usages* des utilisateurs. Ces données sont collectées dans une base en *SQLite*.

Une partie des fonctionnalités restent au stade de maquettage. Nous avons priorisé le développement d'une interface complète, avec des données significatives bien qu'asynchrones. Nous avons eu l'opportunité d'héberger le prototype sur un serveur de LMU, accessible sur l'extérieur moyennant une identification avec *htaccess* pour plus de sécurité.

Zoom projet écrit+

Pour le calcul des indicateurs dans le prototype, nous avons utilisé les données de la plateforme *écrit+tests* grâce à une copie (*dump*) complète de la base de données. Cela nous a permis d'avoir des données réelles sans interférer dans le fonctionnement d'*écrit+tests*. Le moteur de calcul d'indicateurs a ensuite été choisi pour reproduire l'environnement existant dans *écrit+tests*. En effet, un portail *Meta-base* est également utilisé dans le projet pour donner aux chercheurs et ingénieurs l'accès aux données produites dans la plateforme.

5.2 Présentation des scénarios implémentés

Zoom projet écrit+

Nous avons ajouté un schéma expliquant la capitalisation dans le prototype réalisé avec Sandrine Capel, ingénieure d'étude d'impact du *projet écrit+* à l'Université du Mans (cf. figure 5.2). Un texte associé présente le prototype, avant tout à destination des membres du *projet écrit+* (cf. Annexe 5.1), dans la page d'accueil.

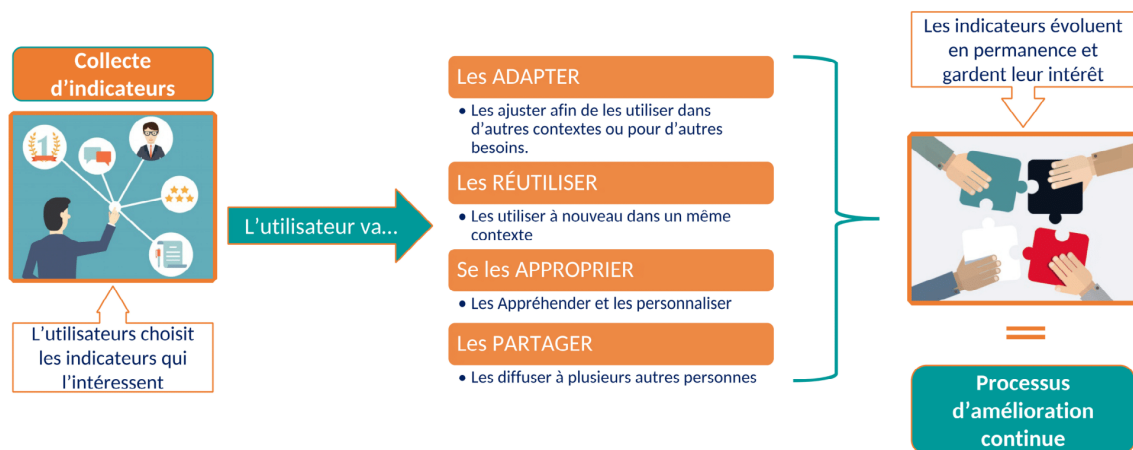


FIGURE 5.2 – Schéma de présentation de la capitalisation dans *POPCORN* en page d'accueil. Réalisé avec Sandrine Capel.

Page d'accueil La première page est une mise en contexte avec l'explication du cadre et de l'objectif du prototype de façon simplifiée. Une explication de la capitalisation y est proposée (cf. figure 5.2) mais le terme ne se trouve pas explicitement dans le reste du prototype.

Compte utilisateur L'accès au choix et à la modification des indicateurs nécessite un compte. Pour sa création, les données nécessaires se limitent à un nom, une adresse mail, un mot de passe, et de se placer dans un groupe d'utilisateurs parmi [Enseignant, Étudiant, Ingénieur (pédagogique ou autre), Pilote (les responsables dans le projet *écri+*)]. La page de profil utilisateur (cf. Annexe 5.2) permet en revanche d'aller plus loin, en proposant aux utilisateurs de s'autoattribuer des valeurs d'"Expérience Pédagogique" et d'"Utilisation d'indicateur d'apprentissage" sur une échelle de [novice, intermédiaire, avancé, expert]. Des informations sur l'établissement et discipline d'origine sont également modifiables. Enfin, un identifiant *écri+* (aujourd'hui l'adresse mail d'inscription) peut être renseigné. Ces informations sont actuellement collectées dans but de recherche. Elles seront utilisées dans l'analyse des retours au chapitre suivant.

Zoom projet *écri+*

Les utilisateurs de la plateforme *écri+tests* sont issus d'universités en France et pays francophones. Aussi, les questions de propriété et de gestion des données se posent. La possibilité que chacune conserve le contrôle de ses propres données est étudiée pour répondre à ces problématiques.

Le prototype n'est pas modifié par les informations de profil, mais cette perspective d'un système s'adaptant plus précisément au besoin de l'utilisateur, en termes de vocabulaire comme de fonctionnalités/interactions est une perspective forte de notre travail (cf. section 2 du chapitre de conclusion).

Sur la page d'accueil, les utilisateurs peuvent choisir non pas entre les quatre actions de la capitalisation mais des parcours. Celui d'abord suggéré, dit "Explorer", amène vers la Bibliothèque des indicateurs capitalisés (cf. figure 5.4). Le parcours *réutiliser*, allant vers la liste des indicateurs précédemment choisis et le parcours *créer* vers la conception "de zéro" sont des parcours alternatifs pour des scénarios que nous ne détaillerons pas (cf. figure 5.3).



FIGURE 5.3 – Capture d'écran des trois parcours proposés aux utilisateurs sur la page d'accueil de *POPCORN*. Les noms donnés aux trois parcours ne sont pas liés aux actions de capitalisation.

Nous présentons ci-après les différentes interactions mises en œuvre, regroupées dans les quatre scénarios d'actions de la capitalisation, à savoir la réutilisation, l'appropriation, l'adaptation et le partage, dans le parcours "explorer".

Réutilisation Pour permettre la capitalisation, il est nécessaire de commencer par rendre les indicateurs capitalisés disponibles dans le système. Pour ce faire, l'interaction principale, et celle vers laquelle les nouveaux utilisateurs sont orientés, consiste à explorer une bibliothèque d'indicateurs (cf. figure 5.4). Ici, les utilisateurs peuvent voir tous les *Indicateurs* existants dans le prototype. Pour chaque entité, les métadonnées sont d'abord affichées afin de ne pas submerger un nouvel utilisateur. Les informations exactes sont dans le présent exemple uniquement des données textuelles : le titre, la description et les commentaires facultatifs remplis par le créateur. Toutes les autres données liées aux indicateurs sont également disponibles via le bouton déroulant "*Détails*". Ces détails comprennent des informations techniques sur le calcul de l'indicateur mais aussi tous les cas d'utilisation dans lesquels il a déjà été réutilisé. Le choix des données à présenter par défaut dans l'interface est le résultat de multiples retours d'utilisateurs lors de la conception de l'ergonomie (cf. section 5.1.2). Dans une perspective de passage à l'échelle de la plateforme, et donc l'augmentation du nombre d'indicateurs, la question de la sélection des données affichées est cruciale.

Il est d'abord possible de filtrer les indicateurs en fonction de données à choix multiples attribuées, tel que l'objectif d'observation, le type d'apprentissage, le format d'apprentissage ou encore type de visualisation. Il est également possible d'effectuer une recherche textuelle pour les champs libres, tels que le titre, la description et les commentaires.

Sur cette page (figure 5.4), et avec les informations disponibles, l'utilisateur peut choisir un *Indicateur*. Un *Usage* correspondant est alors créé pour permettre les interactions. L'utilisateur est alors dirigé vers un scénario d'appropriation détaillé ci-après.

Cependant, l'action de réutilisation ne consiste pas seulement à choisir un indicateur existant, mais aussi à l'incorporer dans les pratiques pédagogiques. Les interactions réalisées pour cette partie sont concentrées dans l'affichage final du tableau de bord. L'exemple présenté dans la figure 5.5 regroupe la visualisation de plusieurs indicateurs, sélectionnés par un utilisateur, dans la bibliothèque. La visualisation d'un indicateur est ce qui a le plus de sens pour tout utilisateur. Cet affichage peut être réutilisé, modifié et amélioré tout au long du processus de capitalisation.

Appropriation Une fois l'indicateur choisi, l'utilisateur est invité à renseigner son objectif et son contexte pédagogique comme détaillé en section 4.2, afin d'affiner sa compréhension de l'indicateur et donc commencer à se l'approprier (cf. section 3.2.1). Ces données seront liées à l'*Usage* de l'utilisateur et donc individuelles. Ces étapes conduisent au paramétrage nécessaire de l'indicateur pour son calcul pour l'utilisateur. Le processus d'analyse de l'indicateur est créé avec les données et les paramètres spécifiés et le résultat est conservé pour cet usage. Il est également possible de modifier la visualisation de l'indicateur, en suivant ou non les recommandations du concepteur, sans l'altérer. Cette action d'appropriation implique l'utilisateur dans une réflexion et des choix. Par conséquent, la quantité de données à remplir peut représenter beaucoup de travail en une seule fois. C'est pourquoi elle est segmentée en petites étapes (cf. figure 5.6), et aucun champ n'est obligatoire. La formulation est étudiée pour correspondre particulièrement aux membres d'*écri+*, donc principalement aux enseignants de langue française. L'intention est d'abord d'aider l'utilisateur dans son processus d'appropriation de l'indicateur en précisant son utilisation à travers les différentes questions. Ainsi il est possible de guider les futurs utilisateurs vers cet indicateur s'ils ont un besoin, un objectif ou un contexte similaire.

Adaptation Comment l'émergence d'un nouveau besoin est-elle prise en compte dans le processus de capitalisation ? Il est possible de passer en mode concepteur et de créer un tout nouvel indicateur. Nous proposons, en revanche, qu'il soit avantageux de ne pas partir de zéro dans le processus de capitalisation et de plutôt adapter un indicateur existant. Cela implique que l'indicateur lui-même, et pas seulement son *Usage*, doit être modifié. Cette action est plus complexe pour un utilisateur.

The screenshot displays the POPCORN library dashboard. At the top, there is a navigation bar with the logo, the text 'Bibliothèque', and a user profile 'Albane'. Below this is a header with 'Mon Tableau de bord', 'Mes Indicateurs', and 'Partagés avec moi'. A 'Déconnexion' button is in the top right corner.

The main content area is divided into several sections:

- Filters:** A search bar 'Quel besoin avez-vous...' with the placeholder 'Donnez quelques mots clés'. Below it are dropdown menus for 'Objectifs d'Observation', 'Pourquoi faire?', 'Domaine', 'Quel domaine d'étude?', 'Plateforme', and 'Quel outil d'apprentissage?'. A 'Filtrer' button and an 'Effacer tout' button are also present.
- Indicators (1-11):** A grid of 11 indicators, each with a 'Choisir' button and a 'Détails' link.
 - 1 Information parcours:** Description: Nombre de questions répondues par un apprenant par semaine.
 - 2 Informations personnelles étudiant:** Description: Les informations personnelles d'un étudiant. Commentaires: nom - prénom - adresse mail - groupe de TD - année d'étude - formation. Juste une liste d'informations.
 - 3 Modules faits par un étudiant:** Description: Liste des modules dans lesquels le participant a au moins le niveau 3, c'est à dire avec plus de 24 points.
 - 4 Niveau d'avancement:** Description: Nombre de points obtenu par un participant par compétence.
 - 6 Modules faits par un étudiant:** Description: Liste des modules dans lesquels le participant a au moins le niveau 3, c'est à dire avec plus de 24 points.
 - 7 Pourcentage de complétion:** Description: Pourcentage de complétion dans chacune des compétences. Commentaires: (96 points = 100%) None.
 - 8 Régularité de travail d'un étudiant:** Description: Nombre de jours par mois où l'étudiant répondu au moins à une question.
 - 10 Évolution de l'engagement dans le temps pour un étudiant:** Description: Nombre de questions répondu par un étudiant par semaine.
 - 11 Nombre de participants à une campagne:** Description: Nombre de participants présent dans une cohorte.
- Examples d'Usages:** A section titled 'Exemples d'Usages' showing a table of indicators:

Objectifs d'Observation:	Evaluation
Planification	Remédiation
Pertinence:	★★★★☆ / 5
Simplicité:	★★★★☆ / 5
Domaines:	français mécanique
Plateformes:	écri+ moodle
Types Apprentissage:	individual
Formats Apprentissage:	TD TP
Modalités Apprentissage:	présentiel auto-apprentissage

FIGURE 5.4 – Capture d'écran de la page de la bibliothèque *POPCORN*, offrant des indicateurs comme point de départ pour la capitalisation.



FIGURE 5.5 – Capture d'écran de la page Tableau de Bord de *POPCORN*, permettant la visualisation des indicateurs.

Vous avez choisi cet indicateur !
 Vous pouvez maintenant ajouter à votre indicateur des informations sur la façon dont vous souhaitez l'utiliser.
 Vous pouvez également faire en sorte qu'il s'adapte parfaitement à vos besoins en ajustant certains paramètres.

Quand cela vous convient, allez dans votre [tableau de bord](#) directement.

×

Objectif

Contexte

Paramètres

Affichage

Indicateur Source
 Public

4 Niveau d'avancement
Description :
 Nombre de points obtenu par un participant par compétence

Détails

Indicateur Résultant
 Public

5 Nombre de points
Description :
 Nombre de points obtenu par les étudiants d'une cohorte

Détails

Titre (?) Niveau d'avancement

Description (?) Nombre de points obtenu par un participant par compétence

Objectifs d'observation (?) **Planification**

Objectif (?) Pour un étudiant de savoir où il en est et quelles sont les prochaines activités à réaliser

Contexte pédagogique (?) Détailler le contexte dans lequel vous utilisez cet indicateur

Domaine (?) français

Plateforme (?) écrit

Type d'apprentissage (?) individuel

Format d'apprentissage (?) TP

Modalité d'apprentissage (?) auto-apprentissage

Objectif

Contexte

Paramètres

Affichage

Indicateur Source
 Public

4 Niveau d'avancement
Description :
 Nombre de points obtenu par un participant par compétence

Détails

Indicateur Résultant
 Public

5 Nombre de points
Description :
 Nombre de points obtenu par les

Détails

Suivant

Précédent **Suivant**

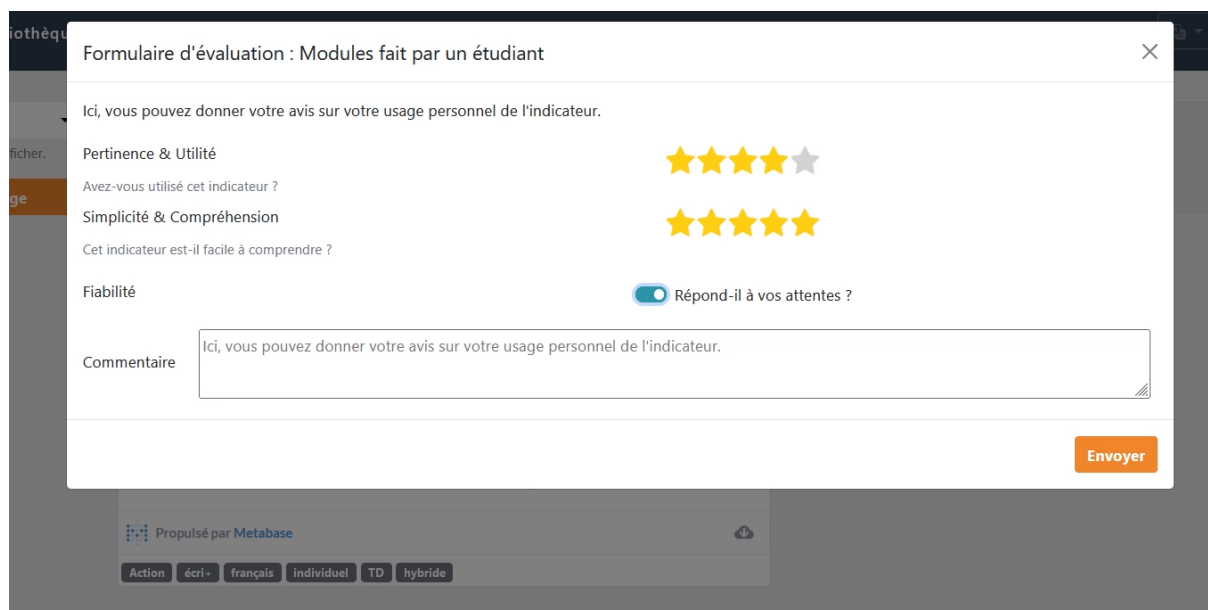
FIGURE 5.6 – Capture d'écran du parcours d'appropriation tel que scénarisé dans POPCORN.

Afin de simplifier cette action, un utilisateur choisissant de modifier l'indicateur qu'il utilise garde à sa disposition toutes les informations relatives à celui-ci. Il a alors la possibilité d'en modifier des éléments. Le *Processus* de l'indicateur peut alors être modifié, créant un nouvel *Indicateur* sans altérer l'existant.

La modification du processus d'analyse est une étape nécessitant des connaissances techniques plus approfondies. C'est pourquoi il est laissé au choix de l'utilisateur de le faire lui-même ou de faire appel à un expert. Dans ce deuxième scénario, notre objectif est de faciliter la communication entre l'utilisateur qui a un besoin et l'expert qui a des connaissances, au sein de l'outil. L'interface fournie permet cette spécification de manière simple mais complète afin de minimiser les itérations avec un formulaire contenant les informations préremplies de l'indicateur source. L'historique de la création des indicateurs par action d'adaptation est ensuite conservé dans les entités *Usages*.

Partage Un utilisateur peut également interagir avec d'autres individus ou groupes, par le biais des indicateurs qu'il a choisis. Dans notre modèle, il s'agit de partage des *Usages* et donc contexte et objectif personnalisés par l'utilisateur. Ainsi un enseignant peut partager son utilisation d'un indicateur avec ses collègues et ses étudiants. Le "récepteur" pourra à son tour choisir l'indicateur tout en conservant les spécifications de l'usage de l'"émetteur". Ce partage se distingue de l'état "public", attribué à un *Indicateur* par son concepteur. Les indicateurs publics constituent la bibliothèque vue en figure 5.4.

Une autre interaction possible, bien que moins directe, est l'évaluation. Cette évaluation est basée en partie sur les critères de qualification des indicateurs de GENDRON *et al.* (2012), comme mentionné dans la section 4.2. Pour l'approche par capitalisation, nous avons fait le choix de laisser le système calculer une partie de ces critères et de laisser aux utilisateurs le choix de remplir le reste. La nature subjective des critères peut également bénéficier d'une dynamique de groupe. Ces données sont liées à un *Usage* de l'indicateur et remplies par l'utilisateur. Tout d'abord la Pertinence et l'Utilité : la personne a-t-elle utilisé cet indicateur ?, ce premier critère fait également référence au score attribué aux *cartes Indicateurs* en *Expé 1*. Il s'agit ensuite de la Simplicité et de la Compréhension : l'indicateur est-il facile à comprendre ? Enfin, il y a la Fiabilité : répond-il aux attentes de l'utilisateur ? Accompagnées d'un champ de commentaires, ces informations guident l'utilisateur vers une réflexion sur son *Usage*. Cette évaluation (cf. figure 5.7) fournit un retour d'expérience aux prochains utilisateurs, pouvant les guider dans leur choix d'un indicateur.



The screenshot shows a web-based evaluation form titled "Formulaire d'évaluation : Modules fait par un étudiant". The form is displayed in a modal window with a close button (X) in the top right corner. The main heading reads "Ici, vous pouvez donner votre avis sur votre usage personnel de l'indicateur." Below this, there are three sections for rating:

- Pertinence & Utilité**: "Avez-vous utilisé cet indicateur ?" with a 5-star rating (4 stars filled, 1 star empty).
- Simplicité & Compréhension**: "Cet indicateur est-il facile à comprendre ?" with a 5-star rating (all 5 stars filled).
- Fiabilité**: "Répond-il à vos attentes ?" with a toggle switch that is currently turned on.

At the bottom of the form is a text area labeled "Commentaire" with the placeholder text "Ici, vous pouvez donner votre avis sur votre usage personnel de l'indicateur." and an "Envoyer" button. The background shows a dark sidebar with navigation options like "Action", "écri-", "français", "individuel", "TD", and "hybride".

FIGURE 5.7 – Capture d'écran de l'interface d'évaluation d'un usage d'indicateur dans *POPCORN*.

POPCORN instrumente les interactions dans le cadre de la capitalisation des indicateurs. Nous avons précisé ici quelles entités du modèle sont impliquées dans chaque action de capitalisation. Il faut noter que l'utilisateur du prototype n'est pas, dans les choix d'implémentation actuels, conscient de ces distinctions entre l'entité *Indicateur* et l'*Usage*. Pour simplifier ses interactions, il n'est, de son point de vue, en contact qu'avec des indicateurs.

La mise en place de scénarios d'interactions avec les indicateurs est un pas vers la capitalisation par les utilisateurs. Nous avons utilisé les interactions précédemment identifiées pour créer des scénarios d'actions. Le développement de ce prototype se veut au plus près des besoins des utilisateurs. De multiples échanges informels avec les utilisateurs ont été réalisés afin d'ajuster les éléments de l'interface aux profils visés.

5.3 Limites et perspectives du prototype

POPCORN est, tel que présenté, à l'état de prototype. Il implémente les éléments théoriques proposés dans les chapitres précédents pour une instrumentation du processus de capitalisation. Les interactions identifiées en section 3.2.1 ne sont pas implémentées dans leur intégralité, ce qui demanderait un travail d'ingénierie plus vaste.

Notamment les mécanismes d'anonymisations et de gestions d'accès aux données sont essentiels pour un outil ouvert. Le parcours d'Adaptation nécessite d'être détaillé, ainsi que les possibilités de Paramétrage pour offrir des possibilités d'interactions plus complètes. D'autres modules pour lier le prototype à des moteurs de calculs (autre que Metabase) est une perspective nécessaire pour généraliser le prototype à de nouveaux contextes. Nous avons privilégié un travail ergonomique sur l'interface du prototype, notamment les terminologies employées et les informations à mettre en avant. En effet, l'étape suivante de la proposition d'un processus de capitalisation est une validation des interactions et de la modélisation auprès des utilisateurs.

Zoom projet *écri+*

Dans le *projet écri+*, l'introduction de nouveaux outils, entre autres, contribue à l'évolution des pratiques pédagogiques. Les partenaires, largement impliqués dans le projet, ont fait naître de nombreuses pratiques nouvelles. Il est particulièrement envisageable qu'une multiplicité de pratiques coexistent autour de l'enseignement du français et de l'utilisation des outils créés par le projet. Ainsi, c'est dans l'usage que les indicateurs vont continuer à évoluer et à prendre une place dans le quotidien des enseignants, étudiants ou encore responsables de formations. *POPCORN* permet de faciliter le partage de ces pratiques au travers des indicateurs pour l'apprentissage. En effet, les indicateurs et leurs usages peuvent évoluer de façon indépendante des plateformes (*écri+tests*, *écri+éval* et *écri+certif*). La diversité des indicateurs regroupe ainsi les pratiques pédagogiques évoluant dans le temps et entre les nombreuses universités partenaires.

La capitalisation des indicateurs est assurément un objectif abstrait à l'échelle de l'individu. Pour cette raison, nous avons créé des parcours (cf. figure 5.3), qui se réfèrent non pas à la capitalisation, mais à des objectifs de l'individu pour le guider dans un besoin plus concret par rapport à ses problématiques d'apprentissage. Une personne utilise l'outil pour accéder rapidement à des indicateurs correspondant à ses besoins d'observations (cf. section 1.1.2). Il utilise donc d'abord la Bibliothèque d'indicateurs puis la page Tableau

de Bord pour consulter les indicateurs déjà choisis. Toutes les interactions intermédiaires doivent soit apporter une plus-value visible, soit demeurer très peu contraignantes.

Nous avons également mentionné précédemment (cf. section 4.3.3) que la collecte de données sur les indicateurs et sur leurs usages est facilitée par *POPCORN*. Une collecte de données structurées ouvre la porte à des études plus poussées sur l'adoption des indicateurs dans les pratiques pédagogiques.

Nous allons dans le chapitre suivant nous employer à vérifier si le prototype mène les utilisateurs vers la capitalisation des indicateurs, telle que nous l'avons conçue, au même titre que l'expérimentation détaillée au chapitre 2.

Résumé du chapitre

Grâce au prototype présenté dans ce chapitre nous avons instrumenté le processus de capitalisation. Ce processus met en jeu des utilisateurs non experts et des indicateurs capitalisés dans le cadre d'interactions. Ces interactions, rassemblées sous forme de scénario d'actions, portent, avec leur répétition par une multitude d'utilisateurs, à la capitalisation des indicateurs. *POPCORN* implémente le modèle d'indicateur capitalisé proposé dans le chapitre 4. Les *Usages* de chaque utilisateur sont ainsi collectés et utilisés pour augmenter les *Indicateurs*.

ANALYSE DE LA CAPITALISATION PAR UN PROTOTYPE INFORMATISÉ

Le chapitre précédent présente le prototype développé pour l'instrumentation du processus de capitalisation. Dans ce chapitre, nous observerons les éléments, interactions comme objet numériques, mis en jeu lors de son utilisation. Notre analyse nous permettra ainsi de replacer la perception de l'indicateur et d'identifier les interactions effectivement réalisées dans le prototype. Cette instrumentation, comme vue dans les chapitres précédents, concrétise le rôle de l'utilisateur dans la capitalisation des indicateurs.

6.1 Mise en place d'une expérimentation de la capitalisation dans POPCORN

L'instrumentation sert notre objectif de capitalisation pour et par les utilisateurs. *POPCORN* est d'abord, pour les utilisateurs, un moyen de faciliter leurs interactions avec les indicateurs.

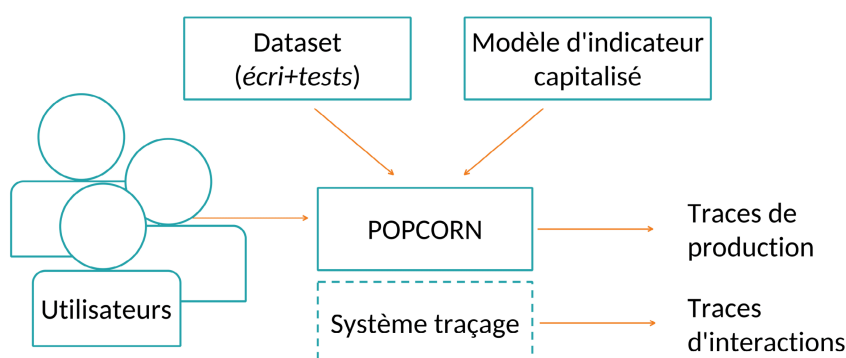


FIGURE 6.1 – Architecture de *POPCORN* pour la captation des interactions et des productions de la capitalisation.

Le prototype est également, pour notre travail, un outil d'observation de la capitalisation. Il collecte ainsi les données produites par les utilisateurs, tout en traçant les étapes et les interactions à l'aide de traqueurs d'activité (cf. figure 6.1). Cette configuration nous permet d'observer et de mesurer les interactions des utilisateurs avec les indicateurs.

Ainsi, nous avons d'abord pour objectif de valider nos choix et contributions théoriques implémentés dans *POPCORN* par une analyse de nature qualitative.

Question 1

Le modèle d'indicateur capitalisé proposé est-il concordant avec la perception des utilisateurs dans *POPCORN* ?

Question 2

Les interactions identifiées pour la capitalisation sont-elles pertinentes et suffisantes pour la réalisation du processus de capitalisation ?

Nous comparons également la réalisation de la capitalisation à l'aide d'un outil informatisé par rapport à l'atelier précédemment expérimenté (*Expé 1*). En effet, le prototype est d'abord basé sur le processus de capitalisation observé. Nous voulons alors toujours observer la capitalisation réalisée, mais cette fois dans *POPCORN*.

Question 3

Pouvons-nous confirmer nos choix dans l'instrumentation du processus de capitalisation grâce à *POPCORN* ?

Zoom projet écri+

Pour concevoir l'expérimentation de *POPCORN*, nous avons réduit la portée du prototype par rapport au *projet écri+* auquel il est lié. Ainsi les indicateurs disponibles dans le prototype proviennent directement de l'expérimentation avec les membres du projet mentionnés dans le chapitre 2. Les participants au test du prototype sont en priorité des membres de ce même projet, avec des profils majoritairement enseignant.

Hypothèse d'un parcours théorique de l'utilisateur

Comme nous l'avons présenté dans la section 5.1.1, *POPCORN* implémente des scénarios de capitalisation pouvant être réalisés par les utilisateurs. La figure 6.2 montre les étapes d'un parcours théorique proposé, simplifié pour l'expérimentation. Chaque étape, représentée par un rectangle, regroupe un certain nombre d'interactions possibles. Par exemple, dans la *Bibliothèque* le choix peut se faire en exprimant un besoin sous forme textuelle, filtrer les indicateurs existants selon son contexte ou examiner les détails des informations disponibles, tel que détaillé en section 5.2.

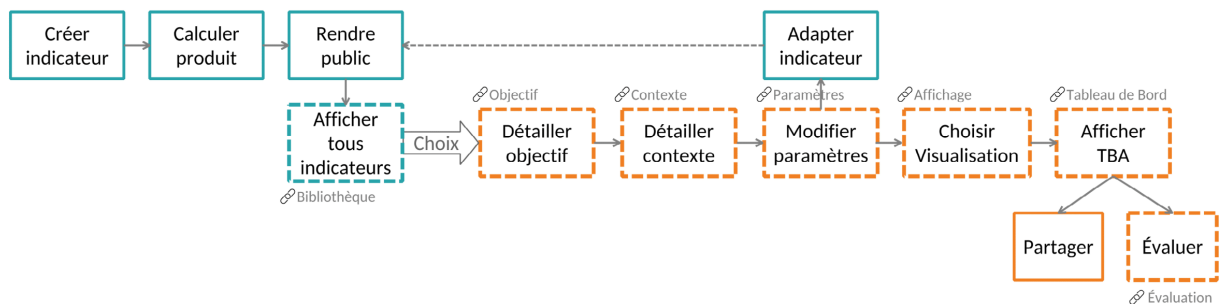


FIGURE 6.2 – Parcours théorique de capitalisation dans *POPCORN*. Reprend la formalisation en figure 5.1. En pointillé, avec les noms des pages concernées par l'interaction ajoutés en gris, est tracé le parcours réalisé dans l'expérimentation.

Ce parcours théorique regroupe les possibilités d'interactions de l'utilisateur avec un indicateur principalement pour son appropriation et sa réutilisation. Aucune des interactions en question n'est en revanche obligatoire et les utilisateurs peuvent choisir un parcours plus court ou au contraire explorer d'autres chemins. Nous utilisons alors cette

base théorique pour observer et mesurer les interactions réalisées dans le cadre de l'expérimentation proposée.

Protocole

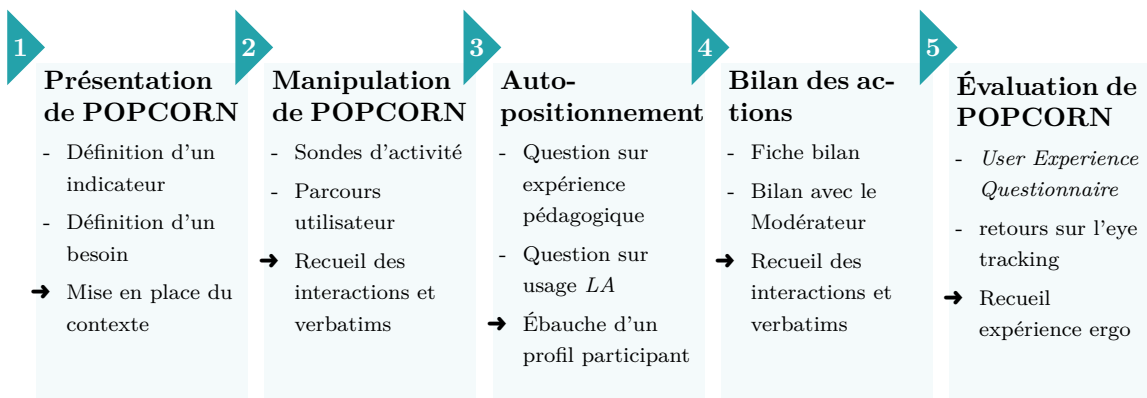


FIGURE 6.3 – Protocole du test utilisateur de POPCORN.

Pour cette première expérimentation du prototype, nous avons choisi de conserver un environnement contrôlé, sous la forme d'entretiens individuels incluant une manipulation de *POPCORN*, guidé par un Modérateur.

La première étape est une présentation du contexte de recherche et de *POPCORN*. Nous proposons également aux participants un besoin, qu'ils peuvent s'approprier selon leur profil et leur expérience : "J'ai créé un quizz/campagne à faire en ligne de façon autonome par un groupe, je veux savoir comment ça se déroule". Cela leur permet de commencer la seconde étape de manipulation du prototype comme un utilisateur potentiel avec un besoin en indicateur.

Cette étape 2 suit ainsi le parcours présenté précédemment (cf. figure 6.2). Nous observons le processus de prise de décision et les interactions nécessaires tout au long du parcours. Ce protocole semi-dirigé donne de la flexibilité dans les données et les paramètres que le participant peut modifier, nous montrant ce qu'il considère pertinent ou ce qui nécessite plus de détails.

Les instructions sont données au fur et à mesure que le participant navigue dans le prototype. Le Modérateur de l'entretien, avec un rôle cette fois d'expert (cf. section 2.3.2), reste disponible pour toute question ou doute. Grâce à la méthode de "réflexion à voix

haute", les expériences et avis du participant sont recueillis avec davantage de détail (JASPERS *et al.* 2004). Pour encourager ces *feedbacks*, des questions sur la nature de la page, contenu, sa fonction et ce que le participant projette de faire ensuite sont posées sur chaque nouvelle page, avant de nouvelles instructions : « *Que voyez-vous ? ; Quelle est cette page ? À quoi sert-elle ? ; Que voulez-vous faire ? Pourquoi ?* ». Aucune mention explicite du concept de capitalisation n'est donnée pendant la manipulation, mais le bilan (étape 5) après le test permet au participant de prendre du recul sur les interactions qu'il a eues avec les indicateurs.

Les participants commencent, comme le montre la figure 6.2, par choisir un indicateur dans la Bibliothèque. Nous leur laissons la liberté de choisir l'indicateur le plus adapté à leurs pratiques pédagogiques parmi ceux disponibles. Ils complètent ensuite les informations leur semblant pertinentes au cours du parcours guidé par *POPCORN*. L'indicateur est enfin visualisé dans le Tableau de Bord pour l'Apprentissage, où une évaluation de l'indicateur par rapport à leur usage est demandée (cf. figure 5.7).

L'étape 3 est un auto-positionnement, demandé au participant à la suite de la manipulation, sur leur expertise en analyse pédagogique et leur utilisation des indicateurs. Cette étape nous donne des informations sur le profil du participant.

À la suite de la manipulation, nous complétons les retours de l'utilisateur par un bilan oral que le Modérateur remplit directement sur la fiche prévue à cet effet. La fiche utilisée est identique à celle de l'atelier décrit au chapitre 2. Il est demandé au participant de se positionner sur les actions réalisées lors du test et d'en donner sa propre perception.

Le script complet du protocole se trouve en Annexe 6.4.

Acquisition de données

Au début de l'entretien, il est demandé au participant de remplir un formulaire d'information et consentement à la collecte de données, similaire à celui décrit en section 2.3.2. Pendant l'entretien d'une heure, un enregistrement audio et un enregistrement vidéo lors de la manipulation (étape 2), sous la forme d'un dispositif d'oculométrie enregistrant l'écran et le mouvement des yeux du participant (*eye tracking*), ont été réalisés. La collecte de données a été enrichie par les notes du Modérateur et un enregistrement audio. Une deuxième partie des données collectées au cours de la manipulation sont les traces d'activité (cf. figure 6.4). Grâce à des sondes d'activité¹ les interactions de l'utilisateur sont détectés aux éléments d'actions : boutons, liens, champs de textes et autres éléments

1. <https://github.com/greenstick/interactor>

dynamiques. Elles sont utilisées dans l'analyse décrite en section 6.3.1 pour retracer le parcours et les interactions réalisées par le participant.

```
{
  "loadTime": "2022-11-29T13:46:48.338Z",
  "unloadTime": "2022-11-29T13:47:00.341Z",
  "page": {
    "location": "/library",
    "href": "https://ecriplus.univ-lemans.fr/library",
  },
  "endpoint": "/activity_traces",
  "interactions": [
    {
      "type": "interaction",
      "event": "click",
      "targetTag": "BUTTON",
      "targetId": "filters_CollapseBtn",
      "content": "",
      "value": "",
      "createdAt": "2022-11-29T13:46:49.774Z"
    }
  ]
}
```

FIGURE 6.4 – Exemple d'un extrait d'interaction captée au format *JSON*, dans la page Bibliothèque (*library*). Cet exemple décrit une exploration des filtres disponibles par l'utilisateur.

Des *Usages* spécifiques à chaque participant sont également créés, pour les *Indicateurs* choisis, alimentant la base de données capitalisées du prototype.

En fin d'entretien, à l'étape 5, nous demandons également au participant de répondre à un rapide questionnaire à portée ergonomique. Nous utilisons pour cela le UEQ (*User Experience Questionnaire*) (SCHREPP *et al.* 2014), dont les résultats sont peu pertinents en raison du manque de données. Le détail des résultats se trouve en Annexe 6.3.

Itérations réalisées

Cette expérimentation a été menée avec sept participants, dont un seul n'appartient pas directement au projet. Tous sont enseignants sauf un qui est ingénieur pédagogique (cf. tableau 6.1). Les participants ont principalement un profil d'enseignant dans l'ensei-

nement de la langue française et la linguistique. Bien que peu représentatif des acteurs de l'apprentissage en général, ce public illustre bien le profil des membres du *projet écrit+*.

TABLEAU 6.1 – Récapitulatif des itérations du test utilisateur. [Les identifiants des indicateurs se réfèrent à : Information parcours (IP), Niveau d'avancement (NA), Évolution de l'engagement dans le temps pour un étudiant (EET), Pourcentage de complétion (PC), Régularité de travail d'un étudiant (RT), ainsi que Informations personnelles étudiant (IPE), Modules faits par un étudiant (MFE), Nombre de participants à une campagne (NPC)]

ID	écrit+	Groupe	Discipline	Expérience pédagogique	Utilisation indicateur	Durée manip (min)	Durée total (min)	ID Indic
p1	Oui	Enseignant	français	intermédiaire	avancé	18	34	NA
p2	Oui	Enseignant	français	novice	intermédiaire	19	58	IP
p3	Non	Enseignant	mécanique	intermédiaire	avancé	44	55	NA
p4	Oui	Ingénieur	français	novice	avancé	30	64	MFE
p5	Oui	Enseignant	sociologie	novice	avancé	13	29	MFE
p6	Oui	Enseignant	linguistique	novice	avancé	19	34	EET
p7	Oui	Enseignant	linguistique et shs	intermédiaire	avancé	14	32	NPC
Moy						22	44	

Les participants ont tous complété l'ensemble du parcours de l'expérimentation. Il a fallu entre 13 et 24 min aux participants pour la manipulation du prototype. Il y a ainsi une disparité importante dans les durées du parcours, avec une moyenne de 22 min et un écart type de 11 min.

Les indicateurs choisis par les participants sont indiqués dans la dernière colonne et sont désignés par l'identifiant tel qu'utilisé en tableau 2.2. Comme le montre ce tableau, le choix de l'indicateur ne semble pas influencer la durée de la manipulation. Parmi les 8 indicateurs disponibles, dans la Bibliothèque, lors de l'expérimentation (cf. légende du tableau 6.1), une partie ne fait pas partie de la liste présentée en section 2.3.1, mais ils sont tous issus des cas d'usages récoltés lors de la première expérimentation. Les indicateurs les plus choisis sont le *Niveau d'avancement*, décrit comme le nombre de points obtenus par un participant par compétence, et les *Modules faits par un étudiant*, décrit comme la liste des modules dans lesquels le participant a au moins le niveau 3, c'est-à-dire plus de 24 points. Ces deux indicateurs sont ainsi adaptés au contexte du *projet écrit+*, autant

dans les notions que les analyses proposées.

Zoom projet *écri+*

Le recrutement des participants à l'expérimentation s'est fait d'abord grâce à l'équipe *écri+* de l'Université du Mans, puis grâce à l'équipe de l'UOH lors d'une des plénières du projet. Nous avons ainsi pu avoir des participants intéressés et curieux des avancements du travail. Une partie d'entre eux avait également participé à la première expérimentation décrite au chapitre 2.

6.2 Perception de l'indicateur dans le prototype

Grâce à l'instrument proposé, nous pouvons observer la perception par l'utilisateur de l'indicateur comme un objet numérique.

6.2.1 Analyse des retours utilisateurs

Les participants ont fait de nombreux retours sur l'interface proposée par le prototype, les fonctionnalités et les informations disponibles. Nous nous intéressons particulièrement aux retours sur leur compréhension et perception des indicateurs. Cette question (QR1) se retrouve déjà dans la première expérimentation décrite en section 2.3. Nous avons cette fois proposé des indicateurs dans un format plus détaillé, interactif et calculé sur des données réelles. Avant tout, nous avons utilisé le modèle détaillé au chapitre 4, bien que la distinction entre les différents objets ne soit pas visible pour l'utilisateur.

Notre analyse a mis en évidence plusieurs points confirmant nos propositions théoriques.

À partir des retours des participants, nous avons soulevé l'importance du contexte et de l'objectif pédagogique dans leur définition de l'indicateur. Ces éléments interviennent dès le choix de l'indicateur et tout au long du processus de capitalisation. L'explicitation du contexte et de l'objectif pédagogique permet de clarifier la perception de l'indicateur à l'utilisateur. Cette observation valide l'importance de l'usage de l'indicateur dans notre modèle.

« Si tu pars du terrain, de l'observation, [...] après, je conceptualise et du coup [...] c'est toujours plus facile dans ce sens-là. » – Participant Anonyme

Dans l'une des premières pages, la Bibliothèque donne seulement une description textuelle de chaque indicateur. Ce n'est qu'après le choix, lors de l'affichage sur le Tableau de Bord pour l'Apprentissage qu'une visualisation de l'indicateur est proposée. Nous avons noté une demande des participants d'avoir un exemple de résultat lors de la phase de choix. Cet élément nous permet de mettre en évidence l'importance de la partie *Produit* de l'indicateur dans sa définition. En effet d'après le modèle proposé, c'est un objet *Indicateur* qui est choisi. En proposant de définir l'*Indicateur* avec un résultat calculé du processus (son *Produit*), nous validons notre proposition comme facilitant sa capitalisation.

Un élément beaucoup souligné dans nos analyses, cette fois dans la page Tableau de Bord pour l'Apprentissage, est la volonté d'une analyse plus poussée. Les participants sont demandeurs de suggestions et de partage des analyses, pour des décisions pédagogiques issues des indicateurs. L'analyse souligne ce besoin à la suite des interactions d'*appropriation* du parcours proposé. L'indicateur est considéré, une fois réutilisé, approprié, adapté, comme un outil de prise de décision et de passage à l'action. Cet élément doit donc être davantage accentué dans notre modélisation de l'*Usage* (cf. section 4.2).

6.2.2 Indicateur comme objet numérique

Notre proposition de modèle d'indicateur capitalisé, présenté au chapitre 4 est basée sur les observations de la première expérimentation (*Expé 1*). Cette dernière présente les indicateurs sous une forme abstraite aux utilisateurs (cf. section 2.3.1). Nous avons pu, lors de cette seconde expérimentation (*Expé 2*), leur donner une forme plus concrète grâce à *POPCORN*. L'utilisation de données réelles et dynamiques ouvre de nouvelles possibilités de compréhension des indicateurs, comme montré dans la section précédente et dans les possibilités d'interactions avec l'indicateur. Nous avons ainsi mis en évidence l'importance de la dimension numérique des indicateurs pour faciliter leur capitalisation. Nous constatons cependant que cette dimension numérique et son instrumentation apportent de nouveaux défis. En effet, les participants ont pris plus ou moins de temps pour explorer et apprendre à utiliser le prototype. Si nous pouvons conclure que le concept d'indicateur est rendu plus compréhensible pour les utilisateurs, nous considérons que cet apprentissage de l'outil doit encore être expérimenté, cette fois au cours de plusieurs itérations.

6.3 Interactions réalisées dans le processus de capitalisation

L'expérimentation de la capitalisation nous amène à analyser la place de l'utilisateur dans le processus, au travers de ses interactions avec les indicateurs. Le prototype utilisé pour guider les participants dans le processus soulève des interrogations sur l'instrumentation de ces interactions.

6.3.1 Analyse des interactions réalisées

Avec les tests utilisateurs détaillés en section 6.1, nous avons effectué une analyse mettant en évidence les interactions réalisées. Nous avons comparé le parcours utilisateur (cf. figure 6.2), aux interactions de chaque participant au cours de l'expérimentation. Pour cela, la figure 6.5 détaille les interactions possibles sur chacune des pages parcourues. Qu'ils aient suivi ou non le parcours exact, chaque participant a visité l'ensemble des pages. Dans la figure 6.5, chaque rectangle représente ainsi une page dans laquelle des interactions pouvant être effectuées sont notées dans la liste associée. Les interactions disponibles dans chaque page n'ont cependant pas été utilisées de manière égale, comme le montre le code couleur de la carte thermique illustrant le nombre de participants utilisant l'interaction. Une valeur de 1 est attribuée si l'interaction est réalisée, et la moitié si l'interaction a été reconnue, mais pas entièrement réalisée. Sous le nom de la page figure également le temps moyen en minutes passé dessus par les participants.

Les interactions globalement inégales observées peuvent être expliquées de plusieurs manières. Tout d'abord, s'agissant d'un prototype, certaines fonctionnalités ne sont pas totalement implémentées. C'est le cas de la page "Paramètres", où les champs proposés sont en partie statiques et peu détaillés en ne proposant qu'un champ libre général au lieu de paramètres spécifiques en fonction de l'indicateur. Dans la "Bibliothèque", seul un nombre limité de 8 indicateurs est déjà disponible. Par conséquent, le processus de sélection reste simple. Cette liste est destinée à être enrichie à chaque utilisation car les utilisateurs ont toujours de nouveaux besoins qui émergent.

Si l'on considère le temps moyen que les participants passent sur chaque page, une analyse plus poussée peut être effectuée. C'est sur la page Tableau de Bord pour l'Apprentissage que les participants passent le plus de temps, mais seules quelques interactions sont enregistrées. Cette différence peut être considérée comme un besoin de nouvelles in-

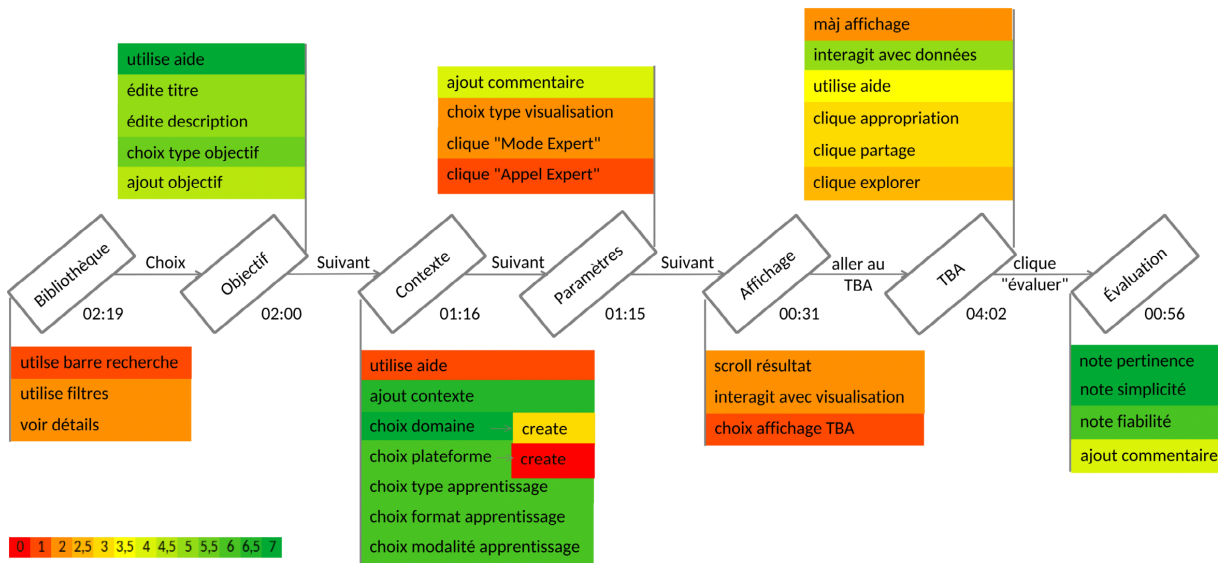


FIGURE 6.5 – Organigramme du parcours expérimental. Les rectangles inclinés représentent les pages consultées, chacune étant liée aux interactions disponibles pour les utilisateurs. La carte thermique présente le nombre de participants réalisant l'interaction et la durée sous le rectangle est le temps moyen en minutes passé sur la page.

teractions, lors de l'analyse des indicateurs réalisés sur la page (cf. section 6.2.1).

D'autre part, la page "Affichage" a fait l'objet de peu d'interactions et de peu de temps passé. Cela montre que les participants n'ont pas ressenti le besoin de passer du temps sur cette page. Nous pouvons ainsi prendre en compte ces éléments dans une future optimisation du prototype, en supprimant par exemple cette étape.

Le bilan (étape 4) à la suite de la manipulation invite les participants à réfléchir aux interactions vécues. L'analyse de ces retours met en évidence des besoins explicites d'assistance lors de la sélection d'un indicateur initial et de son interprétation, une fois affiché dans le TBA. Nous notons également leur compréhension des actions proposées dans le prototype. En effet, il a été demandé aux participants, lors du bilan, ce que chacune des quatre actions signifiait avec les indicateurs. Cela les a amenés à définir avec leurs propres mots les actions portées et à les replacer dans le contexte de la capitalisation.

S'approprier un indicateur : « ça devient l'indicateur qui correspond à ma pratique, adapté pour une situation, une demande précise. » – Participant Anonyme « Comprendre de quelles traces il est constitué, ce qu'on peut en faire. » – Participant Anonyme

Réutiliser un indicateur : « *le prendre en l'état et s'en emparer pour comprendre l'apprentissage de l'étudiant.* » – Participant Anonyme « *aller chercher dans la liste et sélectionner ce que l'on veut.* » – Participant Anonyme

Les réponses fournies sont cohérentes avec les éléments identifiés dans nos analyses précédentes, comme nous l'avons vu dans la section 2.3.3. Les interactions mises en place dans le prototype ont été clairement identifiées par les participants comme permettant de réaliser les actions correspondantes. Ce bilan avec les participants a également permis de leur présenter l'approche de la capitalisation comme résultant de l'appropriation, de la réutilisation, de l'adaptation et du partage des indicateurs.

Cette expérimentation montre qu'il reste des difficultés et des points de blocage dans le processus instrumenté. Elle nous permet ainsi de proposer une évolution et un enrichissement des interactions proposées pour faciliter la capitalisation dans le prototype. Cependant l'approche plus globale des actions scénarisées est à la fois appréciée et comprise par le groupe de test, comme le montre l'examen des verbatims. La capitalisation reste une tâche complexe mais son instrumentation permet aux utilisateurs de renforcer leur compréhension des indicateurs.

6.3.2 Questionnements sur l'instrumentation des interactions

En reprenant l'approche des *Instruments d'interactions* de BEAUDOUIN-LAFON (2023), nous avons identifié des substrats au chapitre 4 et des interactions au chapitre 3. Il nous manque à présent l'identification des instruments permettant aux utilisateurs de réaliser ces interactions sur les différents substrats de l'indicateur.

L'expérimentation détaillée dans ce chapitre n'est pas en mesure de répondre précisément à cette question. Nous voulons en revanche mettre l'accent sur l'importance de ces moyens d'interactions pour la capitalisation.

En effet, l'instrumentation des interactions proposées par le prototype est encore trop peu flexible pour observer une variété dans les choix des utilisateurs. De plus, un temps court de moins d'une heure d'expérimentation ne laisse que peu de place aux participants pour explorer, tester et apprendre de nouvelles interactions. Nous pouvons en revanche noter que la majorité des instruments d'interactions proposés sont compris et utilisés instinctivement, bien qu'en présence d'un Modérateur/expert. Il est à présent intéressant de chercher d'autres instruments et d'étudier leur adoption par les utilisateurs.

6.4 Limites et perspectives de l'instrumentation

6.4.1 Proposition d'évolutions du prototype

Lors de l'expérimentation, nous avons identifié des éléments du prototype pouvant être amenés à évoluer ou être approfondis.

Le protocole mis en place propose un scénario simplifié d'interactions. Les utilisateurs ont pu se laisser guider à moindre effort dans les interactions de la capitalisation. Nous avons constaté que les chemins complémentaires (cf. figure 6.2) ont été, bien que moins utilisés, valorisants pour les utilisateurs enclins à plus d'exploration. Ainsi le partage ou l'adaptation d'un indicateur ne sont pas inclus dans le parcours de l'expérimentation, mais leur intégration dans le prototype ont suscité l'intérêt des participants. Cependant, la scénarisation de ces interactions doit être davantage détaillée et guidée, afin qu'elles puissent être proposées aux utilisateurs en tant que parcours à part entière.

L'introduction d'un besoin en indicateur (lors de l'étape 1 du protocole), pour la manipulation de *POPCORN*, reste parfois artificiel pour les participants. Il s'est néanmoins confirmé comme nécessaire, autant pour la reproductibilité de l'expérimentation que pour la compréhension du prototype par les participants. Cet élément n'a toute fois pas été assimilé de la même façon par tous : certains ont pris plus de liberté que d'autres pour aller vers leurs besoins individuels. Ainsi, le fait de laisser les participants libres du choix d'un indicateur de la Bibliothèque a créé des disparités entre les participants, bien que cela ait été atténué par le choix limité d'indicateurs.

Nous considérons cette importance de la définition d'un besoin comme une étape essentielle pour l'adhésion des utilisateurs au processus de capitalisation. Nous pouvons ainsi envisager de mettre cette étape comme une action initiale en guidant explicitement les utilisateurs dans la définition d'un besoin. L'interface de choix de l'indicateur pourrait alors commencer par un questionnaire détaillé, au lieu de la Bibliothèque qui laisse les utilisateurs explorer les indicateurs disponibles.

Nous avons également constaté l'importance du profil de l'utilisateur dans les interactions pertinentes pour son usage. Au-delà des rôles (enseignants, étudiants, etc) proposés par le prototype, les expertises, les expériences et les objectifs de chacun ont des influences directes sur leurs besoins. Le processus, et donc le prototype, doit pouvoir évoluer en conséquences. Avec suffisamment de données sur le lien entre les besoins et le profil précis de l'utilisateur, il sera alors possible de suggérer un parcours pertinent (cf. section 5.2).

6.4.2 Apport de l'instrumentation pour le processus de capitalisation

POPCORN est conçu pour instrumenter le processus de capitalisation des indicateurs pour tous leurs utilisateurs. La capitalisation peut, comme nous l'avons vu dans notre travail, prendre de nombreuses formes selon les utilisateurs, leurs expertises et leurs besoins individuels. *POPCORN* s'attache à faire de ces objectifs individuels des opportunités de capitalisation. Ainsi, chaque interaction de l'utilisateur est mise au service de l'enrichissement et de l'évolution de l'indicateur.

POPCORN nous permet d'implémenter nos propositions théoriques pour en analyser l'effet sur le processus de capitalisation. L'instrumentation apporte ainsi des éléments techniques à l'utilisateur. Tout d'abord, l'utilisateur a la possibilité de capitaliser l'indicateur de façon flexible. Le parcours théorique présenté (cf. figure 6.2) n'a pas à être réalisé de façon linéaire. Ne pas contraindre la capitalisation à un cycle est en effet un élément souligné dans notre proposition initiale (cf. section 1.2). Le prototype développé apporte une contribution concrète à cet objectif.

Ensuite nous avons souligné le besoin de capitaliser à partir de l'existant. Nous avons ainsi une instrumentation qui permet aux utilisateurs d'avoir un contrôle sur leurs indicateurs sans pour autant partir de zéro. Cela facilite l'adoption des indicateurs tout en mettant en valeur cette adoption. En effet chaque *Usage* vient directement alimenter la base d'*Indicateurs* disponible. La *co-capitalisation* réalisée dans *POPCORN* est alors un premier pas vers la construction d'une communauté. Le modèle d'indicateur capitalisé proposé facilite également le partage au sein d'une communauté d'utilisateurs. Cette communauté peut se retrouver autour d'un domaine, outils ou pratique pédagogique. De plus, en multipliant des communautés de pratiques, nous allons vers une constellation interconnectée de communautés capitalisant les indicateurs avec un coût (de ressources et expertise) toujours plus faible.

POPCORN donne également la possibilité de collecter des données structurées sur les usages des indicateurs. Ces données ouvrent des portes à de nombreuses évolutions du prototype, nous permettant de développer et d'optimiser la capitalisation des indicateurs (cf. section 2 du chapitre de conclusion).

Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons analysé le prototype afin de déterminer s'il répondait aux objectifs d'instrumentation fixés lors de sa conception. *POPCORN* nous donne également un outil d'observation de la capitalisation par les utilisateurs. L'expérimentation détaillée dans le chapitre nous permet de confirmer les éléments identifiés dans nos analyses précédentes. Nous pouvons ainsi valider l'utilisation du modèle proposé au chapitre 4 dans le processus de capitalisation, et la mise en place d'interactions (cf. chapitre 3) avec les utilisateurs.

QUATRIÈME PARTIE

DISCUSSION

RÉFLEXIONS SUR LA MISE EN PLACE D'UN PROCESSUS DE CAPITALISATION

Le chapitre précédent propose une analyse de la capitalisation réalisée au travers d'un prototype informatisé. Nous questionnons toujours ce même processus de capitalisation. Ainsi nous avons souhaité impliquer des utilisateurs au cours de plusieurs entretiens permettant d'expérimenter la capitalisation dans une temporalité plus longue. Nous pouvons ainsi voir quel impact la capitalisation sur le long terme peut avoir sur la perception de l'indicateur et sur la place de l'utilisateur dans le processus.

Nous proposons ensuite un questionnement sur une perspective de mesure de la capitalisation d'un indicateur. Nous notons en effet l'intérêt de proposer une métrique signifiante pour aller vers l'évaluation et l'amélioration du processus.

7.1 Observation dans le temps du processus de capitalisation

7.1.1 Expérimentation sur plusieurs séances

Dans cette expérimentation, nous nous concentrons cette fois-ci sur la capitalisation sur un temps plus long. En effet, nous avons pu, dans les premières expérimentations présentées, observer comment les utilisateurs interagissent avec les indicateurs en les capitalisant en *focus groups* puis avec le soutien d'un outil informatisé. Nous cherchons à présent à savoir si les éléments obtenus, et plus spécifiquement les interactions identifiées, sont identiques lorsque les utilisateurs peuvent interagir avec les indicateurs sur une période plus longue. Nous avons bien établi les différences entre les utilisateurs et selon leur besoin, mais nous voulons à présent déterminer s'il y a des différences notables pour un même utilisateur. Cela nous permet également de décider si les interactions identifiées au chapitre 3 nécessitent d'être complétées pour permettre la capitalisation des indicateurs.

Question 1

Le processus de capitalisation des indicateurs est-il maintenu par les utilisateurs sur la durée ?

Question 2

Y-a-t-il une évolution dans le temps des besoins en indicateurs et en interaction avec les indicateurs ?

Pour répondre à ces questions, nous posons tout d'abord l'hypothèse que les interactions listées en section 3.2.1 peuvent être retrouvées au cours d'un processus de capitalisation qui se déroule dans le temps.

Hypothèse 1

Les interactions identifiées précédemment se retrouvent dans le processus de capitalisation sur la durée.

Nous proposons également que la différence de temporalité permette un apprentissage des utilisateurs. Cet apprentissage serait alors d'abord dans leur compréhension des indicateurs et ainsi dans leur expression de besoin. Il peut également avoir un apprentissage des interactions possibles avec les indicateurs et donc la découverte de nouveaux besoins.

Hypothèse 2

Sur une période plus longue, les utilisateurs ont le temps de s'approprier les mécanismes d'interactions favorisant leur compréhension des indicateurs.

Nous avons à notre disposition l'outil *POPCORN*, ainsi que le corpus d'indicateurs ajoutés dans le prototype. Les données utilisées pour leur calcul sont issues de données réelles, mais limitées à un instant *t*. Aussi nous pouvons dans le cadre de cette expérimentation avoir accès à la base de données en temps réel de la plateforme *écri+tests*, au travers de l'outil *Metabase*.

Zoom projet écrit+

Chaque université impliquée dans le projet est en train d'expérimenter la mise en place de cours de français unifiés. Dans les propositions, la place donnée à la plateforme *écrit+tests* diffère, donnant lieu à des pratiques pédagogiques d'autant plus variées.

Le *projet écrit+* à l'Université du Mans (LMU) a conduit à la création d'un cours nommé *Écrire Pour Communiquer*, visant des groupes de TD dans toutes les UFR en Licence 1. Pour cela, 17 enseignants, permanents comme vacataires, sont impliqués. Grâce à l'équipe pédagogique de LMU, nous avons pu contacter et proposer à trois d'entre eux de faire partie d'une étude sur la fin du second semestre, de mi-mars à fin avril 2023. Notons que dans le cursus proposé, la plateforme *écrit+tests* est présentée et conseillée aux étudiants. Son utilisation est cependant en autonomie, il n'y a donc pas de temps dédié à l'entraînement sur la plateforme durant les heures de cours.

Protocole Nous avons proposé des entretiens de 5 à 10 minutes, toutes les deux semaines, selon les disponibilités des participants. Un entretien initial, avec les trois enseignants rassemblés, a permis de présenter le cadre du travail, les objectifs. Nous avons ensemble pu définir les notions abordées, telles que les indicateurs pour l'apprentissage, et établir les objectifs des entretiens suivants, cette fois-ci individuels.

Lors de ces entretiens uniquement, les participants ont à disposition l'outil *POPCORN*, où il leur est proposé de choisir un ou des indicateurs. La question récurrente est alors "qu'avez-vous envie d'en faire?". L'entretien est enregistré, avec la consigne d'exprimer à haute voix toutes remarques et tous les besoins sans distinction, dans le protocole "*thinking aloud*". Tout au long de l'échange, le Modérateur s'appuie sur une fiche prévue pour une prise de notes rapides et pour guider les participants dans les questionnements. Cette fiche se trouve en Annexe 7.1.

Itérations et Données collectées Au total, 11 entretiens ont été réalisés avec les trois enseignants du *projet écrit+* à l'Université du Mans. Avec un espacement de 15 jours

environ entre les entretiens, nous avons pu proposer à chaque fois des évolutions sur les indicateurs, selon les besoins exprimés par les participants. Ces indicateurs ont été conçus avec *Metabase* pour avoir accès aux données réelles et en temps réel de l’usage de la plateforme *écri+tests*. Il y a une forte disparité sur la durée des entretiens entre les participants, avec un écart type total supérieur à 10 minutes, comme le montre le tableau 7.1. Ce tableau montre les entretiens de chaque participant (*p1*, *p2* et *p3*). La colonne *cohorte* donne les Licences dans lesquelles il donne des cours, et la dernière colonne *nb indicateurs* donne le nombre final d’indicateurs conçu avec le participant. Par exemple, la quatrième ligne dit que le participant *p2* qui enseigne le cours en Licence éco-gestion a fait le premier entretien de l’expérimentation le 16/03/2023 à l’Université du Mans durant 8,48 minutes.

TABLEAU 7.1 – Récapitulatif des itérations de l’expérimentation itérative de capitalisation des indicateurs pour l’apprentissage.

ID	cohorte	date	lieu	durée (min)	nb indicateurs
p1-e1	staps, lea et mpce2i	14/03/2023	LMU	24,19	5
p1-e2		27/03/2023	LMU	42,24	
p1-e3		17/04/2023	LMU	30,37	
p2-e1	éco-gestion	16/03/2023	LMU	8,48	10
p2-e2		27/03/2023	LMU	8,49	
p2-e3		10/04/2023	visio	15,1	
p2-e4		20/04/2023	visio	10,3	
p3-e1	svt et droit	16/03/2023	LMU	15,04	8
p3-e2		28/03/2023	LMU	18,38	
p3-e3		11/04/2023	LMU	22,25	
p3-e4		20/04/2023	LMU	17,17	
Moyenne				19,27	

Cette expérimentation, bien que visant une observation de l’évolution de la capitalisation sur un temps plus long, reste limitée à 3 ou 4 entretiens pour 3 participants. Des observations peuvent déjà être dessinées, mais une généralisation n’est pas envisageable.

De plus, en guidant les participants dans un entretien court, ils n’ont pu avoir que peu d’autonomie, et se sont reposés davantage sur le chercheur, vu comme un expert. Les données récoltées sont ainsi plus orales, et moins traçables, que par exemple l’expérimentation décrite au chapitre 6. Lors des entretiens, les enseignants participants ont pu choisir des indicateurs parmi ceux disponibles, se les approprier en les positionnant par rapport à leurs pratiques pédagogiques et leurs besoins d’observation. Ils ont ainsi proposé des usages de chaque indicateur, et pointer des adaptations nécessaires. Nous

avons ainsi cherché à adapter, entre chaque entretien, les indicateurs comme demandé par les enseignants, à partir des données produites par leurs étudiants sur la plateforme *écri+tests*.

Pour les indicateurs construits au cours de cette expérimentation, nous avons observé une convergence entre les besoins exprimés. Nous avons alors été amenés à créer un tableau récapitulatif similaire pour les trois participants en fin d'expérimentation (cf. figure 7.3). En revanche, les besoins exprimés et les interactions avec les indicateurs ont explicitement évolué au cours de l'expérimentation, pour chaque participant. Nous détaillons ce point dans la section suivante

7.1.2 Analyse des évolutions des besoins d'interactions dans le temps

L'analyse de l'expérimentation nous a permis de mettre à jour plusieurs types d'évolutions au cours des différentes itérations. Ces évolutions sont au cœur de l'approche de capitalisation. Les objectifs que remplissent les indicateurs évoluent au cours de l'avancement du semestre. Ainsi, si la planification et la remédiation sont au centre des préoccupations au début, la fin de semestre s'oriente vers un besoin d'évaluation. Des préoccupations sur le risque de décrochage et le contrôle de la réalisation de consignes se substituent à une notation de la motivation des étudiants et leur effort de travail.

D'autres besoins sont également ressortis, par exemple *p3* (cf. tableau 7.1) a gardé présent tout au long de l'expérimentation l'objectif d'adaptation de son cours au niveau des étudiants. Ayant un nombre important de groupes différents, il devient intéressant pour *p3* d'avoir un récapitulatif des forces et des faiblesses dans chaque compétence par groupe de TD afin d'y orienter plus facilement le contenu des cours. Cette information est retrouvée dans la ligne du bas du tableau proposé, avec la somme des points par compétences (cf. figure 7.3). Cette évolution des objectifs des indicateurs est la raison nous ayant poussés à modéliser l'*Indicateur* comme lié à une infinité d'*Usage*. Le processus de capitalisation permet ainsi à l'utilisateur de mettre en avant l'évolution de ses pratiques, avec un processus qui l'encourage à détailler ses objectifs.

Nous avons également noté, au cours des itérations, une évolution dans les granularités des indicateurs priorisés. En commençant par des indicateurs étudiant par étudiant, cette visualisation est rapidement considérée comme peu pratique pour le suivi d'un groupe (cf. figure 7.1). Les visualisations de l'évolution dans le temps de l'apprentissage et l'en-

gagement des étudiants mènent ensuite vers des graphes temporels regroupant tout un groupe. Comparer et repérer les extrêmes sont alors favorisés (cf. figure 7.2). Nous passons ensuite vers une idée de récapitulatif sous forme de tableau (cf. figure 7.3). Mais face à la quantité d'information, il devient nécessaire de proposer des seuils ajustables pour créer des codes couleurs et des alertes sur les profils d'étudiants en difficulté. Les indicateurs par étudiant reprennent alors leur place, comme des informations complémentaires aux alertes soulevées.



FIGURE 7.1 – Exemples d'indicateurs pour un étudiant utilisant la plateforme *écri+tests*, créés dans le cadre de l'expérimentation en itération *p3-e2*. Les compétences (P-ART, P-GRAM) sont désignées par un identifiant issu de la plateforme *écri+tests*.

Nous avons ainsi observé un apprentissage des possibilités offertes par les indicateurs pour chacun des participants. En effet les demandes des participants sont toujours fortement liées à leurs propres connaissances des indicateurs et des données disponibles. Le processus de capitalisation mis en place leur permet alors d'apprendre dans le temps quelles interactions ils peuvent avoir et ils se sont ainsi ouvert de nouvelles possibilités d'interactions. Ainsi la modification de paramètres, le filtrage des informations affichées ou encore la combinaison de plusieurs indicateurs se sont ajoutés au fil des itérations (cf. figure 7.4). Cet apprentissage des participants valide notre hypothèse (2) que le processus sur une période plus longue ouvre des nouvelles possibilités d'interactions avec les

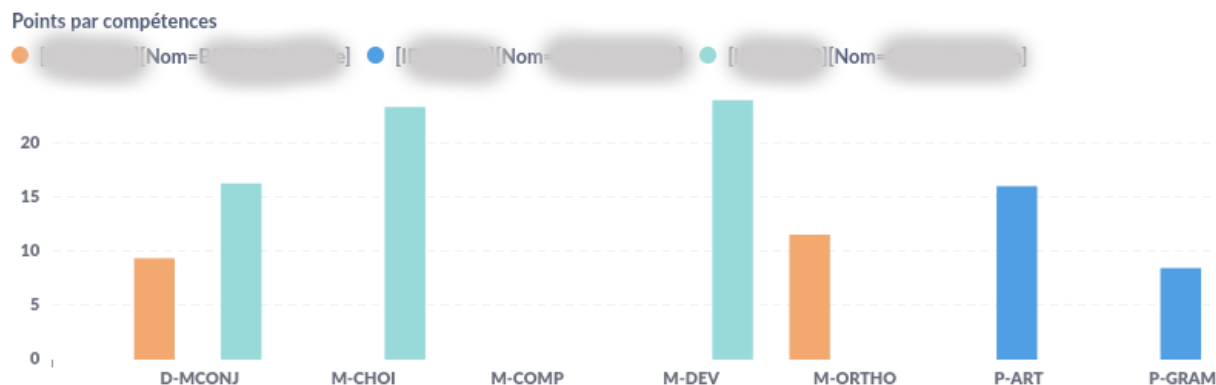


FIGURE 7.2 – Exemples d’un indicateur créé dans le cadre de l’expérimentation en itération $p3-e3$ sur un échantillon de 3 étudiants d’un même groupe de TP. Les compétences (D-MCONJ, M-CHOI, etc.) sont désignées par un identifiant issu de la plateforme *écri+tests*.

User ID	Users → First Name	Users → Last Name	P-CONS	P-GRAM	P-MOD	T-ENCH	T-ORG	T-REP	Row totals
			10.37	1.6		20.27	21.33	18.94	300.49
			10.9	8.28	8.67	13.33	16	9.34	138.27
			32.33	17.96	43.34	19.73	18.67	20	327.83
			16.23	24.11	25.34	36.27	33.33	31.47	344.04
			25.19	25.67	24	36.8	33.33	29.87	432.19
			28.31	17.05	34	37.87	16	34.4	438.07
			34.4	31.83	42.67	34.67	29.33	35.07	498.24
			9.49	8.78	9.33	8	16	8	129.28
			8.61	8.28	8	10.67	16	8	130.07
Grand totals			245.07	202.65	261.36	283.21	272	282.3	3694.22

FIGURE 7.3 – Exemple d’un indicateur en tableau créé dans le cadre de l’expérimentation en itération $p3-e4$ pour un même groupe de TP. Il donne pour chaque étudiant le nombre de points obtenus dans chaque compétence *écri+*. Les compétences (P-CONS, P-GRAM, etc.) sont désignées par un identifiant issu de la plateforme *écri+tests*.

indicateurs. Nous pouvons également confirmer que le processus tel qu’instrumenté par *POPCORN* donne aux utilisateurs le moyen de participer activement à la capitalisation des indicateurs.

Un autre élément que nous n’avons pas exploré dans les expérimentations précédentes est les formes de partage des indicateurs. Nous avons ainsi déterminé que cette interaction évolue selon le moment où l’indicateur est utilisé. En effet, le partage est réalisé dans un premier temps vers des collègues, alors que les indicateurs sont considérés comme un outil de bilan personnel. Puis, un partage aux étudiants est envisagé lorsque l’indicateur devient

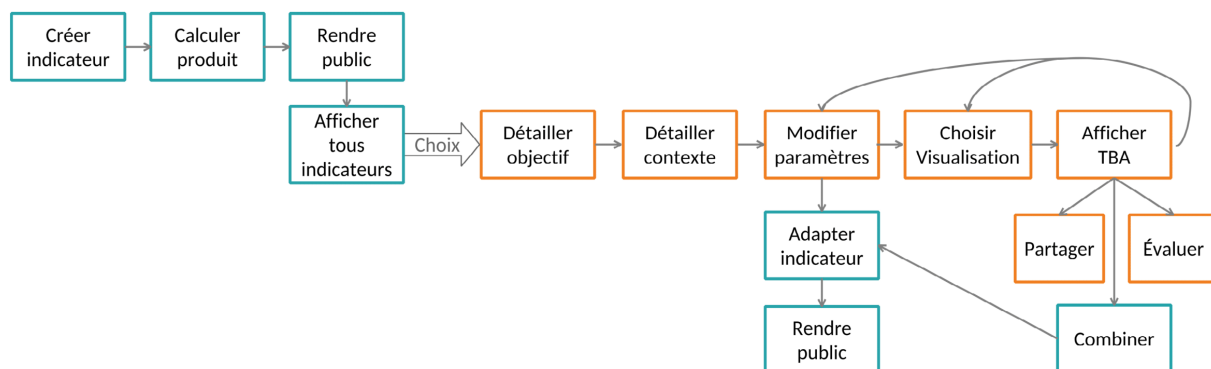


FIGURE 7.4 – Proposition d’extension du parcours de capitalisation dans le cadre de l’*Expé 3*. Ce parcours fait référence à la figure 5.1 et la figure 6.2. Les rectangles bleus distinguent les interactions avec l’objet Indicateur des interactions avec l’objet Usage en orange.

un moyen de *feedback* pour les tendances générales en classe, ou de relance personnalisée avec ses évolutions envoyées par mail à l’étudiant. Des questions d’anonymisation des données, d’équilibre entre motivation et "*flicage*" (extrait de verbatims) entrent alors en jeu. Cette interaction de partage, qui est plus entre les utilisateurs que directement avec l’indicateur, est un élément important dans la mise en place du processus de capitalisation. Nous avons en effet déjà souligné l’importance de la communauté dans la pérennisation du processus. Nous avons pu déterminer que la facilitation de cette interaction est pertinente pour les utilisateurs. Nous pouvons en revanche aller plus loin dans son accompagnement, comme avec des *feedbacks* directs aux étudiants d’une cohorte sous la forme d’indicateurs depuis *POPCORN*, comme proposé par certains des participants.

Notre analyse suggère qu’il ne faut en revanche pas négliger les différences de profils des enseignants lors du processus de capitalisation. Même avec un nombre très limité de participants, nous avons également constaté des disparités marquées entre les individus dans leurs interactions avec les indicateurs. Par exemple, *p2* a commencé par demander un export des données disponibles, vers un fichier *Excel*, pour plus d’autonomie dans leur analyse. C’est seulement aux itérations suivantes, avec une meilleure connaissance de l’outil disponible, qu’il en est arrivé à la formulation de besoins en indicateurs. Ses besoins en interactions et la façon dont il peut y être guidé diffère. Cet élément nous ramène à la perspective de création de profil d’utilisateurs, selon leurs besoins et/ou leur compétence évoquée en section 6.4.1.

Au cours des expérimentations de la capitalisation, nous avons pu mettre en évidence des besoins en interaction entre utilisateurs et indicateurs. Il est de plus possible de regarder

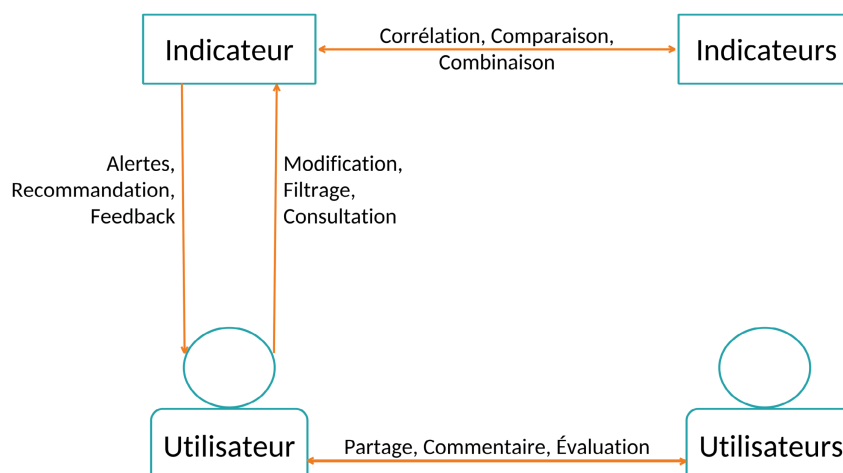


FIGURE 7.5 – Interactions entre tous les acteurs de la capitalisation et tâches directionnelles.

der plus précisément la direction des tâches réalisées sur les indicateurs et la communauté (cf. figure 7.5). Cette notion de direction provient d'une analyse issue d'éléments mis en évidence par cette expérimentation itérative. En effet, les tâches initialement identifiées vont principalement de l'utilisateur vers l'indicateur, telles la modification ou la consultation, voire le filtrage des indicateurs (*Expé 2*). Nous avons également mis en évidence les besoins d'interactions, de partage, d'évaluation et de commentaires impliquant plusieurs utilisateurs. Les interactions qui s'accroissent avec l'expérimentation itérative présentée s'effectuent également entre les indicateurs, telles que les corrélations, comparaisons ou associations. Nous avons également des actions se dirigeant de l'indicateur vers l'utilisateur comme la levée d'alertes, des suggestions automatisées ou des propositions de feedback. Ces interactions n'étaient pas absentes des collectes de besoins précédentes, mais elles prennent plus de poids et de sens dans les interactions hebdomadaires des utilisateurs avec les indicateurs. Notre hypothèse (1) que les interactions précédemment identifiées se retrouvent dans la capitalisation sur un temps plus long se confirme donc mais nous soulignons que d'autres interactions peuvent également émerger.

Nous pouvons ainsi observer une réelle complémentarité entre les expérimentations réalisées au cours de notre travail.

7.2 Complémentarité des expérimentations menées

Plusieurs expérimentations ont été réalisées au cours de nos travaux. Elles sont complémentaires et interconnectées, nous apportant différents éléments pour étayer la conception de notre processus de capitalisation (cf. tableau 7.2).

Pour la première expérimentation (*Expé 1*), nous sommes partis de rien, dans une démarche exploratoire. Nous nous sommes posés la question de "comment faire un processus de capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage?". Nous avons commencé par considérer la nécessité d'une base initiale d'indicateurs pour engager le processus. Nous avons créé des premiers "*Objets Indicateurs*", qui n'étaient alors que des cartes papiers. Nous avons ainsi pu faire interagir les utilisateurs avec ces indicateurs, selon un protocole de type *focus groups*. Nous avons alors analysé comment les indicateurs étaient capitalisés dans le protocole proposé.

Ces premières observations nous ont permis de formaliser ce qu'est un indicateur capitalisé du point de vue de l'utilisateur en proposant un modèle. Nous pouvons également pointer leurs interactions lors de la capitalisation, c'est-à-dire quelles interactions de l'utilisateur avec l'indicateur, ou encore des utilisateurs entre eux mènent à un gain de pertinence et une évolution des indicateurs.

Ces différents éléments nous ont permis de proposer une première instrumentation du processus de capitalisation avec *POPCORN*. Nous avons ensuite testé ce prototype dans une seconde expérimentation (*Expé 2*) pour observer comment le processus de capitalisation observé précédemment est soutenu par une instrumentation.

Nous nous sommes ensuite demandés comment ces éléments identifiés sont impactés par le temps. Les besoins en interactions ont en effet d'abord été observés dans un temps court, mais avec un groupe d'utilisateurs. Nous avons alors proposé une expérimentation avec quelques participants, réalisant une série de 3 ou 4 entretiens individuels avec un choix d'indicateurs entrecoupés de phases d'enseignement. Nous avons pu observer que les interactions observées sont similaires, même si les besoins en interactions entre indicateurs par exemple se sont davantage démarqués.

Le tableau 7.2 montre une évolution des supports utilisés lors des expérimentations, allant peu à peu vers une instrumentation plus poussée et des indicateurs fondés sur des données réelles.

L'implication demandée aux participants et l'accompagnement à la capitalisation évoluent également. La première est sur une durée plus longue, mais ponctuelle, avec un

TABLEAU 7.2 – Récapitulatif et comparaison des expérimentations menées dans la thèse.

	Expé 1 (section 2.3)	Expé 2 (section 6.1)	Expé 3 (section 7.1.1)
Utilisateur	focus group	entretien individuel	entretien individuel
Indicateur	abstrait	statique	réel
Support	cartes	POPCORN	POPCORN/Metabase
Durée	ponctuel (2h)	ponctuel (1h)	itérative (3ou4 fois 20min)
Aide Expert	non	non	oui

accompagnement par le groupe formé lors de l’atelier dont les individus partagent expériences et points de vue. La seconde est sur une durée courte et avec un accompagnement scénarisé par l’outil informatique proposé. La dernière est sur une temporalité fractionnée et avec un support par plusieurs outils informatisés. Elle implique également le soutien d’un expert, qui répond entre les sessions aux demandes formulées par les participants.

Ces différentes expérimentations avec les utilisateurs nous permettent de proposer une approche du processus de capitalisation des indicateurs cohérente. En effet, l’utilisateur y est placé comme le chef d’orchestre du processus, en se montrant comme un acteur moteur de la pertinence des indicateurs.

7.3 Démarche exploratoire pour la mesure de la capitalisation

7.3.1 Proposition d’une mesure

La mesure de la capitalisation des indicateurs est une perspective importante et ambitieuse de nos travaux.

Question 1

Qu’est-ce que signifie mesurer la capitalisation ?

En effet, la mise en place d'un processus de capitalisation est principalement exploratoire et les métriques d'évaluation de notre approche uniquement indirectes. Nous voulons ainsi proposer l'ébauche d'une métrique pertinente pour témoigner de la capitalisation d'un indicateur.

Nous avons commencé dans la section 2.3.3 à demander aux participants de l'*Expé 1* de donner un score sur 5 à l'indicateur, selon leur intérêt perçu. Dans un second temps, avec l'*Expé 2*, les utilisateurs de *POPCORN* attribuent à chaque indicateur une note de Pertinence et Utilité, de Simplicité et Compréhensibilité et de Fiabilité (cf. figure 5.7). À chaque fois, les notes sont subjectives, en fonction de l'usage de l'indicateur. Elles sont d'ailleurs, dans notre modèle d'indicateurs capitalisé, liées à son *Usage*, et donc spécifiques par individu et contexte.

Ce que nous cherchons à présent à mesurer est la capitalisation réalisée pour un indicateur, et donc comment il a été enrichi par ses usages.

Nous avons émis comme hypothèse que l'utilisateur, et plus précisément ses interactions avec l'indicateur, sont le moteur principal de sa capitalisation. Nous pouvons alors proposer que la mesure de la capitalisation effectuée sur un indicateur puisse être vue comme une quantification des interactions réalisées sur cet indicateur. Nous pouvons ainsi considérer un indicateur capitalisé tel que modélisé au chapitre 4.

Question 2

Comment le modèle d'indicateur capitalisé permet-il de mesurer la capitalisation de l'indicateur ?

7.3.2 Méthode de mesure

Multiplication des *Usages* En partant de la position qu'un indicateur est capitalisé par ses interactions avec l'utilisateur, c'est en multipliant les *Usages* que la mesure de capitalisation va augmenter. Mais cette augmentation est-elle linéaire ?

La loi de Metcalfe est une loi théorique et empirique de l'effet de réseau énoncée par Robert Metcalfe au début des années 1980 (METCALFE et BOGGS 1976). Elle induit qu'un réseau de communication devient de plus en plus utile aux yeux d'une personne à mesure qu'il y a plus d'utilisateurs pouvant l'utiliser globalement (SHAPIRO et VARIAN 1999). Plus formellement, elle énonce que "*L'utilité d'un réseau est proportionnelle au carré du*

nombre de ses utilisateurs". Un parallèle peut alors être fait avec la capitalisation. En ajoutant un nouvel usage à un indicateur, ce dernier prend une valeur supplémentaire, dans un contexte ou objectif nouveaux. Un utilisateur peut ainsi considérer la quantité d'usages liés à l'indicateur comme témoignant de son utilité. En considérant alors la loi de Metcalfe, nous pouvons considérer que la valeur ajoutée par l'ajout d'un nouvel usage n'est pas linéaire. Cette proportion est en revanche une question restant à examiner, il nous manque en effet des données pour déterminer quel impact la multiplication des usages possibles a sur l'utilité perçue de l'indicateur. Cette augmentation peut également changer de comportement à partir d'un seuil, c'est-à-dire d'une quantité d'usages, qu'il faudrait déterminer.

Poids des Usages Nous notons à présent qu'un *Usage* est lui-même composé d'un ensemble de données sur son contexte, son objectif, etc. En allant à un niveau en dessous, le contexte est lui-même (tel qu'implémenté dans *POPCORN* cf. section 5.2) composé d'un type et d'une description. Ces deux informations sont elles-mêmes renseignées par l'utilisateur à titre optionnel. Nous avons donc plusieurs niveaux de granularité dans un même *Usage*. À chacun de ces niveaux, une importance plus ou moins grande peut être associée à chacune des données. Cette importance, que nous appelons un poids (w), correspond alors à l'effet que cet élément a dans le processus de capitalisation (cf. figure 7.6). Nous proposons ainsi de mesurer la capitalisation d'un indicateur par la multiplication de ses usages. Or ces usages peuvent avoir un poids différent selon les données associées, nous permettant de passer de données qualitatives à des données quantitatives.

La figure 7.6 nous montre une structure hiérarchique permise par le modèle proposé au chapitre 4.

Estimation des poids Un poids est alors déterminé par l'importance de l'élément associé dans le processus de capitalisation. Nous avons dans notre travail déterminé que le processus résulte des interactions des utilisateurs avec les indicateurs. Nous proposons en conséquence que les poids soient déterminés par les interactions des utilisateurs avec chaque élément. Afin de déterminer l'importance de chaque interaction et données résultantes, il sera nécessaire de réaliser une expérimentation auprès des utilisateurs. En d'autres termes, nous devons proposer à un grand nombre d'utilisateurs l'ensemble des informations et des interactions possibles sur l'indicateur, et observer lesquelles prennent une place plus importante dans le processus de capitalisation.

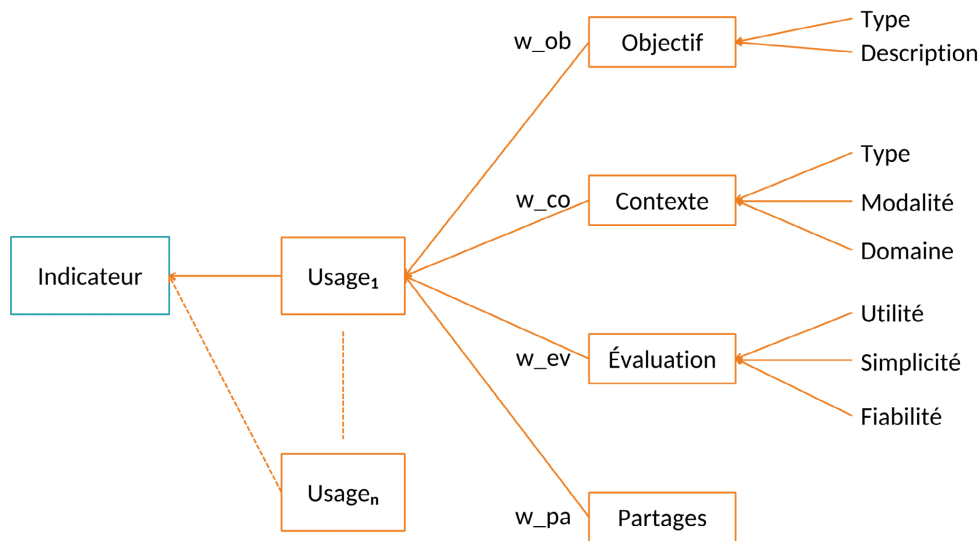


FIGURE 7.6 – Ébauche de représentation en graphe d'un calcul de la mesure capitalisation par les usages de l'indicateur. Les w représentent les poids théoriques des éléments associés.

7.3.3 Utilisation d'une mesure

Notre travail a permis une première instrumentation de la capitalisation. Au cours de la conception du processus, nous avons emprunté une démarche exploratoire, évoluant vers une implication plus importante des utilisateurs. Les éléments que nous avons été amenés à proposer nous ont donné une base solide au développement du processus. Une fois ce dernier mis en place, nous voulons à présent étudier l'impact du processus sur les indicateurs. Nous avons ainsi proposé dans cette section une piste pour une métrique liant le modèle proposé à une quantification de sa capitalisation.

Cette mesure ouvre plusieurs perspectives pour l'instrumentation même du processus. Dans une prochaine version, *POPCORN* pourrait par exemple utiliser cette métrique pour détecter les indicateurs à "faible capitalisation", c'est-à-dire ceux qui ne sont ni appréciés ni pertinents. Cette information serait alors utilisée à différents niveaux, dans la classification des résultats de recherche de la bibliothèque d'indicateurs ou pour alerter un concepteur d'une faible satisfaction à l'égard d'un indicateur spécifique. Elle peut conduire à une proposition de mise à jour de métadonnées comme la description pour mieux illustrer l'indicateur. Il faut en revanche qu'une telle métrique n'empêche pas de mettre en avant des indicateurs utiles pour des situations particulières et moins communes. L'utilisation de la mesure proposée doit donc se faire en considérant ses limites.

De plus nous pouvons considérer les poids associés aux différentes interactions comme une

métrique pour l'optimisation des interactions proposées aux utilisateurs. En cherchant les interactions apportant le plus d'enrichissement à l'indicateur, nous pouvons concevoir un parcours simplifié pour l'utilisateur. Nous avons en effet pour objectif d'améliorer le processus proposé et son instrumentation en fonction des interactions. Cette fois encore, l'optimisation du parcours doit se faire en considérant également la diversité des besoins. Ainsi il nous faudra dans un premier temps expérimenter la diversité des interactions possibles avant de considérer un processus de capitalisation définitif. Un état de l'art précis serait également un préliminaire pour avancer dans la proposition de cette mesure.

Résumé du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons d'abord proposé de regarder la capitalisation dans le temps au travers d'une expérimentation longitudinale. Nous avons ainsi validé la pertinence des interactions identifiées et proposé de compléter nos propositions. La mise en perspective de l'ensemble des expérimentations réalisées auprès des utilisateurs nous donne alors une vue globale sur la possibilité d'instrumenter le processus de capitalisation. Nous avons ensuite exploré la perspective de mesure de la capitalisation d'un indicateur. Nous avons ainsi pu mettre en évidence l'intérêt de notre modèle dans le développement du processus de capitalisation.

CONCLUSION

Notre travail s'est appliqué à montrer l'importance de la capitalisation des indicateurs dans l'apprentissage tout en cherchant à concevoir un processus répondant à ce besoin. *Comment concevoir un processus instrumenté de capitalisation des indicateurs facilitant leur co-construction et adoption par leurs utilisateurs finaux ?* (cf. section 2.2 du chapitre d'introduction). Nous avons défini la capitalisation comme un processus enrichissant les indicateurs sur l'ensemble de leur cycle de vie pour qu'ils continuent à évoluer selon les usages de leurs utilisateurs.

Les *Learning Analytics* ont mené à la conception de nombreux indicateurs par des chercheurs, des ingénieurs ou encore des informaticiens. Bien que les utilisateurs soient consultés, ils restent le plus souvent passifs dans le processus de conception. En effet, la conception "de zéro" nécessite des expertises variées. Mais leur capitalisation peut, elle, impliquer tous les acteurs.

Ainsi là où l'enrichissement des indicateurs est dans la littérature un travail d'experts, notre hypothèse place les utilisateurs comme moteur de la capitalisation.

1 Place de nos contributions dans la capitalisation

L'étude du processus de capitalisation nous a d'abord conduit à considérer la définition et le cycle de vie des indicateurs (cf. chapitre 1). Nous avons pu y souligner le rôle central des utilisateurs dans l'évolution et la pertinence des indicateurs.

La mise en place d'une première expérimentation a permis d'observer la capitalisation par des utilisateurs non experts (cf. chapitre 2). Des indicateurs, proposés sous forme d'un jeu de *Cartes Indicateurs* (cf. section 2.3.1), ont ainsi été adoptés par les participants au cours d'ateliers de groupe. Nos observations ont montré un lien fort entre les interactions des utilisateurs avec les indicateurs et leur capitalisation.

Notre première contribution (cf. chapitre 3) répond ainsi à notre question de recherche 2 (QR2) : *Comment les utilisateurs prennent-ils une place centrale dans le processus de capitalisation ?* Nous proposons de considérer les interactions entre utilisateur et indicateur comme autant de possibilités d'enrichissement de l'indicateur (cf. section 3.1.1).

Nous proposons ainsi d'identifier ces interactions pour la conception d'un processus de capitalisation par les utilisateurs (cf. section 3.2.1).

Contribution 1

Identification des interactions entre utilisateur et indicateur permettant la capitalisation

Notre deuxième contribution (cf. chapitre 4) vient compléter la première en répondant à la première question de recherche (QR1) : *Comment les utilisateurs perçoivent-ils les indicateurs pour l'apprentissage ?* Nous proposons en effet un modèle d'indicateur capitalisé qui considère d'abord le point de vue de l'utilisateur (cf. section 4.2). Ce modèle permet également à l'indicateur ainsi modélisé d'être capitalisé par les interactions identifiées précédemment (cf. section 4.1).

Contribution 2

Proposition d'un modèle d'indicateur capitalisé

Pour pérenniser cet enrichissement des indicateurs, nous avons conçu le système *POP-CORN* (*Prototype fOr Peoples Capitalisation Of leaRning iNdicators*) (cf. chapitre 5). Il donne le contrôle du cycle de vie des indicateurs aux acteurs de l'apprentissage. La conception d'un outil de capitalisation **pour** et **par** les utilisateurs est une étape importante dans la mise en place de notre approche. Ce prototype nous donne également un outil d'observation et d'analyse du processus mis en place (cf. chapitre 6). Les contributions présentées ont ainsi pu être expérimentées et le processus de capitalisation instrumenté auprès des utilisateurs.

Contribution 3

Prototype fOr Peoples Capitalisation Of leaRning iNdicators (POP-CORN) une preuve de concept pour instrumenter la capitalisation des indicateurs par les utilisateurs

Le développement et l'instrumentation de la capitalisation continuent en revanche d'ouvrir des questionnements, tels que sa pérennisation dans le temps ou bien sa mesure, que nous avons proposé d'explorer au chapitre 7.

Zoom projet écri+

Le PIA écri+ nous a donné un cadre de travail, mais surtout un public d'acteurs de l'apprentissage ayant des enjeux communs. Nous avons observé leurs besoins par rapport aux indicateurs pour proposer une approche cohérente, bien qu'exploratoire. Nous avons pu prendre en compte des contraintes autant techniques telles que la création de plateformes, qu'humaines telles que la diversité des acteurs impliqués. Nous proposons ainsi de questionner la diffusion des pratiques pédagogiques émergentes et la création d'une communauté de pratique au travers des indicateurs pour l'apprentissage. Au-delà de la collecte des besoins, nous avons ainsi souligné le rôle de l'ensemble des acteurs du projet dans l'adoption et ainsi la capitalisation des indicateurs.

2 Perspectives

Nous avons choisi de concevoir notre approche dans une démarche centrée utilisateur. Nous avons alors concentré notre champ expérimental sur le contexte du *projet écri+*. Ce choix est propice à la construction d'une approche de capitalisation. Des éléments ont en revanche été volontairement écartés, comme la consultation des étudiants qui s'est limitée à la première expérimentation (*Expé 1*), ou la consultation sur plusieurs itérations réalisée uniquement lors de l'*Expé 3*. Notre ambition reste en revanche de proposer une approche reproductible dans des contextes variés, voire pleinement généralisables. Cette ambition demande donc un élargissement du public impliqué dans la démarche entamée.

D'un point de vue général, l'accès aux données est resté un verrou important au cours de nos travaux. De nombreuses méthodes d'analyse sont envisageables dès lors que la quantité de données (structurées) disponible est suffisante. Sans être l'objectif premier de nos travaux, nous avons collecté plusieurs types de données, de façon plus ou moins aboutie et structurée (cf. tableau 3). Nous pouvons ainsi pointer trois types de données.

TABLEAU 3 – Récapitulatif des données collectées dans le cadre de nos travaux.

	Cas d'Usage	Interactions	Profils
<i>Expé 1</i>	39	16	4
<i>Expé 2</i>	7	16	4 + 2
<i>Expé 3</i>	27	16 + 6	x
Stade de formalisation	modélisé	listé	ébauché
Exploitation	Corpus de capitalisation	Instrumentation du processus	Processus adaptatif

Le premier type regroupe les cas d'Usages d'indicateurs, dont la collecte a été décrite en section 2.3. Ils ont ensuite été structurés grâce au modèle d'indicateurs capitalisés pour former un premier corpus (cf. section 4.3), et *POPCORN* permet de continuer leur élargissement.

Le second type de données concerne plus spécifiquement le processus de capitalisation. Nous avons commencé par identifier 16 types d'interactions avec les observations de la première expérimentation (cf. section 3.2.1). Ces interactions ont ensuite été observées au travers de *POPCORN* lors de l'*Expé 2* (cf. section 6.3.1) et la liste s'est encore étendue lors de l'*Expé 3*. Leur collecte et leur analyse sont donc des points importants de la poursuite de nos travaux sur l'instrumentation du processus de capitalisation.

Enfin les profils des utilisateurs ont été moins détaillés lors des expérimentations menées. Nous avons seulement considéré les quatre rôles d'enseignant, étudiant, ingénieur et responsable de formation. Dans l'*Expé 2* en revanche, nous avons envisagé d'étoffer ce profil utilisateur considérant entre autres l'expérience en *LA* et en pédagogie (cf. section 6.4.1). La conception de profils utilisateurs pour la capitalisation nécessite une quantité et une précision des données bien plus importante, notamment pour établir quels éléments de ce profil ont une influence significative sur les besoins en interactions [P1].

La récolte de ces différents types de données est un des objectifs à plus long terme de *POPCORN*.

Instrumentation

La place du système informatique L'instrumentation de la capitalisation donne au système informatique une place importante dans le processus. Ce système doit faciliter et encourager la capitalisation des indicateurs. Il faut en revanche que l'utilisateur conserve un contrôle total du processus et que ses choix prévalent.

Le besoin d'automatisation [P2] de certaines tâches est en effet ressorti lors de nos expérimentations avec les utilisateurs. Ainsi, au cours du parcours d'appropriation (détaillé

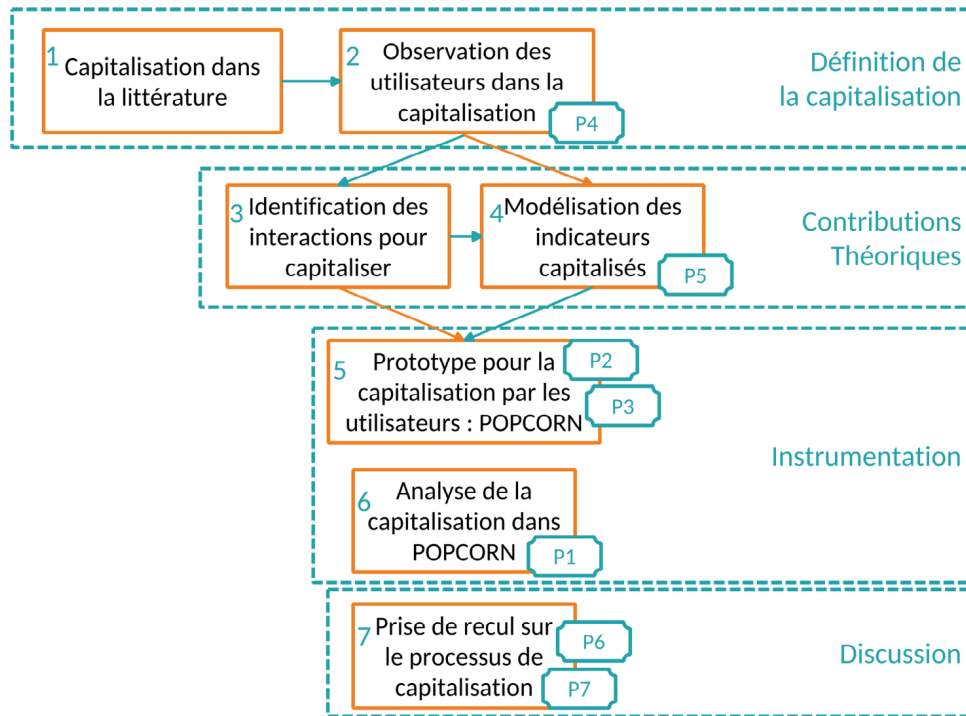


FIGURE 7 – Représentation schématique des perspectives [P] par rapport au plan de thèse tel que présenté en section 3 du chapitre d’introduction.

en section 5.2) où l'utilisateur précise notamment son contexte pédagogique, l'autocomplétion ou suggestion d'une partie des informations fluidifie les interactions nécessaires et réduit la charge de travail. Cette autocomplétion peut être notamment proposée à partir des usages déjà créés par l'utilisateur.

La facilitation du parcours d'adaptation de l'indicateur est également possible sur ces mêmes principes d'autocomplétion. Le système peut également suggérer, s'il existe, un indicateur déjà existant et mieux adapté au besoin de l'utilisateur en fonction des usages collectés par la plateforme, afin d'éviter de dupliquer un indicateur existant. De même, l'implémentation d'un système de recommandation lors du choix d'un indicateur est pertinente dans la mesure où la quantité d'indicateurs capitalisés est trop importante pour tous les parcourir. Au-delà des filtres disponibles, des recommandations par rapport aux indicateurs déjà sélectionnés et au contexte détaillé permettent à l'utilisateur d'explorer de nouvelles pratiques (cf. section 5.3). Bien qu'une partie de ces perspectives soient plus proches de l'implémentation de nouvelles fonctionnalités dans *POPCORN*, telles qu'un système de recommandation ou un agent conversationnel, elles posent des questions également plus larges. Quels sont les paramètres influençant les choix de l'utilisateur ? Com-

ment modéliser les parcours utilisateur pour générer des suggestions automatiques ? Mais surtout, comment trouver un équilibre entre l'automatisation et le contrôle de l'utilisateur dans le processus ?

La place de l'expert Comme nous l'avons abordé dans le chapitre 3, l'accompagnement de la capitalisation se fait également avec l'expert [P3]. Ce lien a été moins exploré dans notre travail. Nous avons pu commencer à expérimenter lors de l'*Expé 3* la place d'un expert en analyse de données dans des itérations d'adaptation d'indicateurs (cf. section 7.1.2). Nous pouvons proposer que l'expert ait un statut distinct, ou bien identifier des utilisateurs comme référent selon leur propre expertise. Ce nouveau rôle pourrait ainsi avoir un impact sur les formes d'interactions entre utilisateurs mais également avec les indicateurs. Quelles modalités et quels formats prend le rôle de l'expert dans un processus où l'utilisateur a le contrôle ?

Zoom projet écri+

Notre travail a montré l'intérêt de mettre en commun les pratiques pédagogiques au sein d'une communauté, mais également entre plusieurs domaines et partenaires. De plus, la plateforme *ecri+tests* a été développée sur la base du projet *PIX* pour l'apprentissage des compétences numériques. Il est alors intéressant de mettre en lien les pratiques des deux projets, tel que souligné par Nathalie Denos lors de la plénière d'*ecri+* en juin 2022. *PIX* a en effet aujourd'hui de nombreux indicateurs techniques pour leurs plateformes mais peu pour l'apprentissage. La capitalisation des indicateurs issue des usages de leurs utilisateurs constitue ainsi un contexte propice à la poursuite de notre travail.

La place de la communauté L'importance de la communauté, qu'elle constitue une équipe enseignante ou une promotion d'étudiants, est omniprésente dans la capitalisation (cf. section 2.3). La possibilité de mettre ce processus en place est d'abord déterminée par la diversité et l'évolution de leurs pratiques. Il est également intéressant de proposer une capitalisation entre des communautés établies, par exemple en partageant des indicateurs entre plusieurs domaines, disciplines, ou niveaux [P4]. Comment la capitalisation des

indicateurs peut-elle amener à appréhender les distinctions et les points communs entre les pratiques pédagogiques, ainsi que leur évolution dans le temps ?

Processus de capitalisation

Modèle de l'indicateur capitalisé Nous avons vu, notamment en section 7.1.2, comment le modèle proposé au chapitre 4 peut être complété pour mieux intégrer certaines interactions. Par exemple, les interactions entre indicateurs telles que leur association lors de l'analyse ou leur combinaison pour créer un nouvel indicateur ont été soulignées. En effet le modèle actuel considère la création d'un indicateur par adaptation d'un existant, mais ne propose pas de considérer plusieurs indicateurs simultanément [P5]. Comment étendre le modèle d'indicateur capitalisé pour faciliter les interactions entre indicateurs ?

Analyse de la capitalisation dans le temps L'expérimentation proposée dans le chapitre 7 commence une étude de la capitalisation des indicateurs sur un temps plus long. Nous avons pour ambition de poursuivre ces analyses [P6], toujours dans le but d'observer les interactions pour leur instrumentation. Cette étude est centrale pour une meilleure évaluation de nos propositions.

Construction d'une métrique pour la capitalisation Nous avons montré en section 7.3 les perspectives ouvertes par une métrique dédiée à l'analyse de la capitalisation [P7]. Cet élément est encore à l'état d'ébauche dans les travaux présentés. Cette perspective reste en revanche importante dans la mise en place et l'évaluation du processus. En proposant une mesure de l'enrichissement des indicateurs par la capitalisation nous pouvons ainsi mettre en évidence comment les interactions avec les utilisateurs ont une place importante dans le cycle de vie des indicateurs. Nous pouvons également envisager une amélioration du processus proposé et de son instrumentation, notamment en utilisant cette mesure dans un système de recommandation tel que mentionné en [P2].

Les contributions de ce travail construisent un processus donnant aux utilisateurs un rôle de chef d'orchestre dans la capitalisation des indicateurs. Pour continuer de valoriser cette approche, nous devons maintenant en poursuivre l'expérimentation et l'analyse (cf. figure 7).

Et c'est ainsi que Daniel et Catherine ont découvert comment POPCORN pouvait répondre à leurs besoins. Ils ont pu partager leurs usages des indicateurs de progrès des étudiants. Ces derniers utilisent également POPCORN pour partager entre eux et aux autres promotions les indicateurs qu'ils utilisent. Bientôt l'indicateur de progrès est utilisé dans des modules de physique et de chimie mais également à l'UFR de Droit. Une communauté de pratique a ainsi commencé à se créer au sein de l'université d'Écrivon. Daniel en a discuté avec des enseignants de Le Mans Université et eux aussi sont intéressés pour proposer leur propre usage, toujours sur POPCORN.

- Extrait d'un futur utopique où la capitalisation des indicateurs par leurs utilisateurs rentrera dans les mœurs

BIBLIOGRAPHIE

- ALOWAYR, Ali et Atta BADI (2014), « Review of monitoring tools for e-learning platforms », in : *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, t. 6, 3, p. 79-86 (cf. p. 51).
- BAKER, R et George SIEMENS (2014), « Learning analytics and educational data mining », in : *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Cambridge University Press, p. 253-272 (cf. p. 20, 32).
- BASAK, Sujit K, Marguerite WOTTO et Paul BÉLANGER (2016), « A framework on the critical success factors of e-learning implementation in higher education : A review of the literature », in : *International journal of educational and pedagogical sciences*, t. 10, 7, p. 2409-2414 (cf. p. 51, 67).
- BASTIEN, Christian et Dominique SCAPIN (1993), « Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces », in : *RT-0156*, Inria (cf. p. 116).
- BEAUDOUIN-LAFON, Michel (2023), « Au-delà des applications : Substrats et instruments d'interaction », in : *Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM)*, Troyes, France, URL : <https://hal.science/hal-04014963> (cf. p. 64, 65, 99, 102, 106, 140).
- BEAUDOUIN-LAFON, Michel, Susanne BØDKER et Wendy E MACKAY (2021), « Generative theories of interaction », in : *Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, t. 28, 6, ACM, p. 1-54 (cf. p. 64).
- BÉGUIN, Pascal et Pierre RABARDEL (2000), « Concevoir pour les activités instrumentées », in : *Revue d'intelligence artificielle*, t. 14, 1-2, p. 35-54 (cf. p. 45, 73).
- BOUHINEAU, Denis, Vanda LUENGO, Nadine MANDRAN, Michael ORTEGA et Claire WAJEMAN (2013), « Conception et mise en place d'un entrepôt de traces et processus de traitement EIAH : UnderTracks », in : *Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH)*, Toulouse, France, p. 41-42 (cf. p. 50).
- BROISIN, Julien, Rémi VENANT et Philippe VIDAL (2017), « Lab4CE : a remote laboratory for computer education », in : *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, t. 27, Springer, p. 154-180 (cf. p. 33, 66).

- BUECKLE, MGNSA et Katy BÖRNER (2017), « Empowering instructors in learning management systems : Interactive heat map analytics dashboard », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, t. 2, Vancouver, Canada : ACM (cf. p. 66).
- CARROLL, John M (1996), « Encountering others : Reciprocal openings in participatory design and user-centered design », in : t. 11, 3, Taylor & Francis, p. 285-290 (cf. p. 62).
- CARTON, Sabine, François Xavier DE VAUJANY, Muriel PEREZ et Cécile ROMEYER (2006), « Vers une théorie de l'appropriation des outils de gestion informatisés : une approche intégrative », in : *Management Avenir*, 3, Management Prospective Ed., p. 159-179 (cf. p. 40).
- CHAABOUNI, Mariem, Mona LAROUCI, Claudine PIAU-TOFFOLON et Christophe CHOQUET (2015), « Indexation contextuelle multi-facettes de scénarios d'apprentissage basée sur l'observation », in : *Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH)*, Agadir, Maroc, p. 270-281 (cf. p. 50).
- CHERIGNY, Florence, Hassina EL KECHAI, Sébastien IKSAL, Marie LEFEVRE, Hugues LABARTHE et Vanda LUENGO (2020), *L'analytique des apprentissages avec le numérique Groupes thématiques de la Direction du numérique pour l'Éducation (DNE-TN2)*, Research Report, Direction du numérique pour l'éducation, URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02912386> (cf. p. 20, 35, 43, 51, 67).
- CHOQUET, Christophe et Sébastien IKSAL (2007), « Modélisation et construction de traces d'utilisation d'une activité d'apprentissage : une approche langage pour la réingénierie d'un EIAH », in : *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)*, t. 14, 24-pages (cf. p. 35, 44, 51, 54, 70).
- CHUNPIR, Hashim Iqbal, Amgad Ali BADEWI et Thomas LUDWIG (2014), « User support system in the complex environment », in : *International Conference Design, User Experience, and Usability (DUXU), Part of HCI International Conference*, Crete, Greece : Springer, p. 392-402 (cf. p. 97).
- CLOW, Doug (2012), « The learning analytics cycle : closing the loop effectively », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, Vancouver, BC, Canada, p. 134-138 (cf. p. 32).
- CORBI, Alberto et Daniel Burgos SOLANS (2014), « Review of current student-monitoring techniques used in elearning-focused recommender systems and learning analytics : The experience api & lime model case study », in : *International Journal of Interactive*

- Multimedia and Artificial Intelligence*, t. 2, 7, Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), p. 44-52 (cf. p. 34, 51).
- COTTIER, Philippe et Christophe CHOQUET (2005), « De l'usager construit à l'usager participant », in : *Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH)*, t. 1, Montpellier, France, p. 449-454 (cf. p. 63).
- DABBEBI, Inès (2019), « Conception et génération dynamique de tableaux de bord d'apprentissage contextuels », thèse de doctorat, Université du Maine, URL : <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211194087> (cf. p. 105).
- DABBEBI, Inès, Jean-Marie GILLIOT et Sébastien IKSAL (2019), « User centered approach for learning analytics dashboard generation », in : *International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, t. 2, 1, Crete, Greece, p. 260-267, URL : <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:174803462> (cf. p. 34, 75, 104).
- DAVID, Jean-Pierre, Jean-Michel ADAM, Fatoumata DIAGNE, Anne LEJEUNE, Vanda LUENGO et Jean-Philippe PERNIN (2005), *Design patterns for recording and analysing usage of learning systems : State of art of tracking and analysing usage*, rapp. tech., Kaleidoscope NoE, Deliverable D32-03-01 DPULS JEIRP, p. 49, URL : <https://hal.science/hal-00962113> (cf. p. 47).
- DE CROON, Robin, Jonas GEUENS, Katrien VERBERT et Vero VANDEN ABEELE (2021), « A systematic review of the effect of gamification on adherence across disciplines », in : *International conference on human-computer interaction (HCI)*, Virtual : Springer, p. 168-184 (cf. p. 51).
- DIAGNE, Fatoumata (2008), « EM AGIIR : un Environnement Multi Agent ouvert pour la supervision à partir d'Indicateurs Réutilisés », in : *Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJCEIAH)*, Lille, France (cf. p. 75, 76).
- DIAGNE, Fatoumata (2009), « Instrumentation de la supervision par la réutilisation d'indicateurs : Modèles et Architecture », thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier-Grenoble I (cf. p. 44, 47, 54, 74).
- DIMITRAKOPOULOU, Angélique (2004), *State of the art on interaction and collaboration analysis* (cf. p. 21, 51, 74).
- DIMITRAKOPOULOU, Angélique et Éric BRUILLARD (2006), « Enrichir les interfaces de forums par la visualisation d'analyses automatiques des interactions et du contenu », in : *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)* 13, 40-pages (cf. p. 51).

- DJOUAD, Tarek (2011), « Ingénierie des indicateurs d'activités à partir de traces modélisées pour un Environnement Informatique d'Apprentissage Humain », thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon I ; Université Mentouri-Constantine (cf. p. 33, 46, 54).
- DOLLINGER, Mollie, Danny LIU, Natasha ARTHARS et Jason M LODGE (2019), « Working together in learning analytics towards the co-creation of value. », in : *Journal of Learning Analytics*, t. 6, 2, ERIC, p. 10-26, URL : <https://learning-analytics.info/index.php/JLA/article/view/6303> (cf. p. 50, 60, 62, 73).
- DRACHSLER, Hendrik et Wolfgang GRELLER (2016), « Privacy and analytics : it's a DELICATE issue a checklist for trusted learning analytics », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, 10, Edinburgh, Scotland, UK : Association for Computing Machinery, p. 89-98 (cf. p. 67, 68).
- ELIAS, Tanya (2011), « Learning analytics : Definitions, processes and potential », in : *Learning*, The Landing-Athabasca University, p. 1-22 (cf. p. 34, 38).
- FERNANDO, Jason (2022), *Market Capitalization : How is it calculated and what does it tell investors*, URL : <https://www.investopedia.com/terms/m-%E2%80%A6> (cf. p. 38).
- GAMMA, Erich, Richard HELM, Ralph JOHNSON et John VLISSIDES (1993), « Design Patterns : Abstraction and Reuse of Object-Oriented Design », in : *European Conference Object-Oriented Programming (ECOOP)*, sous la dir. d'Oscar NIERSTRASZ, t. 707, Lecture Notes in Computer Science, Kaiserslautern, Germany : Springer, p. 406-431 (cf. p. 44).
- GENDRON, Élise (2010), « Cadre conceptuel pour l'élaboration d'indicateurs de collaboration à partir des traces d'activité », thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon I (cf. p. 75).
- GENDRON, Élise, Franck POURROY, Thibault CARRON et Jean-Charles MARTY (2012), « Towards a structured approach to the definition of indicators for collaborative activities in engineering design », in : *Journal of Engineering Design*, t. 23, 3, Taylor & Francis, p. 195-216 (cf. p. 44, 46, 54, 74, 105, 125).
- GIBSON, Andrew et Roberto MARTINEZ-MALDONADO (2017), « That dashboard looks nice, but what does it mean? Towards making meaning explicit in learning analytics design », in : *Australian Conference on Computer-Human Interaction (OzCHI)*, 5, Brisbane, Australia : Association for Computing Machinery, p. 528-532 (cf. p. 67, 72).

- GIBSON, James J (1977), « The theory of affordances », in : *Hilldale, USA*, t. 1, 2, p. 67-82 (cf. p. 65).
- GIBSON, James J (2014), *The ecological approach to visual perception : classic edition*, Psychology press (cf. p. 65).
- GILLIOT, Jean-Marie, Sébastien IKSAL, Daniel MEDOU et Inès DABBEBI (2018), « Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage », in : *Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM)*, Brest, France, pp-119 (cf. p. 62, 66, 75).
- GINON, Blandine et Stéphanie JEAN-DAUBIAS (2014), « Une approche unifiée pour proposer des activités interactives entièrement personnalisées sur les profils d'apprenants », in : *Revue des Sciences et Technologies de l'Information*, t. 33, Technique et Science Informatiques 4, Lavoisier, p. 343-370, URL : <https://hal.science/hal-01271706> (cf. p. 106).
- GOGAN, Maria Luminita, Roxana SIRBU et Anca DRAGHICI (2015), « Aspects concerning the use of the Moodle platform—case study », in : *Procedia Technology*, t. 19, Timisoara, Roumanie : Elsevier, p. 1142-1148, URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017315001644> (cf. p. 33).
- GRAF, Sabine, Cindy IVES, Nazim RAHMAN et Arnold FERRI (2011), « AAT : a tool for accessing and analysing students' behaviour data in learning systems », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, Banff, Canada, p. 174-179 (cf. p. 49, 54).
- GRIL, Albane, Madeth MAY, Valérie RENAULT et Sébastien GEORGE (2022a), « A comparative analysis of approaches to design and capitalize data indicators », in : *Open and Inclusive Educational Practice in the Digital World*, Springer, p. 135-151.
- GRIL, Albane, Valérie RENAULT, Madeth MAY et Sébastien GEORGE (2022b), « Learning Indicator Capitalization : Protocol for Needs Gathering and User-Centered Design », in : *International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Bucharest, Romania : Institute of Electrical et Electronics Engineers Inc. (IEEE), p. 71-73 (cf. p. 40).
- GRIL, Albane, Valérie RENAULT, Madeth MAY et Sébastien GEORGE (2023), « De la modélisation des indicateurs pour l'apprentissage à la capitalisation par les utilisateurs », in : *11ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Brest, France.
- GRUNDSTEIN, Michel *et al.* (2002), « De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue », in : *Colloque du groupe de travail*

- Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel*, Nantes, France (cf. p. 38).
- GUFFROY, Marine (2017), « Adaptation de méthodes d'évaluation dans le cadre de la conception d'une application numérique pour un jeune public avec troubles du spectre autistique : étude au cours de la conception et de l'évaluation de l'application çATED au sein d'une ULIS TED », thèse de doctorat, Université du Maine (cf. p. 60).
- HOEL, Tore, Dai GRIFFITHS et Weiqin CHEN (2017), « The influence of data protection and privacy frameworks on the design of learning analytics systems », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, p. 243-252 (cf. p. 67).
- HOFFMANN, Christian, Nadine MANDRAN, Cédric D'HAM, Sébastien REBAUDO et Mohamed Anis HADDOUCHE (2022), « Development of Actionable Insights for Regulating Students' Collaborative Writing of Scientific Texts », in : *European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL)*, Toulouse, France : Springer, p. 534-541 (cf. p. 36, 73).
- IKSAL, Sébastien (2012), « Ingénierie de l'observation basée sur la prescription en EIAH », thèse de doctorat, Université du Maine, URL : <https://theses.hal.science/tel-00991970> (cf. p. 22, 32, 35, 36, 44).
- INVENTADO, Paul Salvador et Peter SCUPELLI (2017), « An Online Learning Collaboratory to Address Multidisciplinary Learning Challenges at Scale. », in : *IxD&A*, t. 33, p. 11-32 (cf. p. 34).
- JASPERS, Monique WM, Thiemo STEEN, Cor VAN DEN BOS et Maud GEENEN (2004), « The think aloud method : a guide to user interface design », in : *International journal of medical informatics*, t. 73, 11, Elsevier, p. 781-795, URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505604001820> (cf. p. 133).
- Ji, Min (2015), « Exploiting activity traces and learners' reports to support self-regulation in project-based learning », thèse de doctorat, Lyon, INSA (cf. p. 36, 47, 48, 54).
- JØRNØ, Rasmus Leth et Karsten GYNTHER (2018), « What constitutes an actionable insight'in learning analytics? », in : *Journal of Learning Analytics*, t. 5, 3, p. 198-221, URL : <https://learning-analytics.info/index.php/JLA/article/view/5897> (cf. p. 32, 37, 57, 89).
- KALIISA, Rogers, Anders KLUGE et Anders I. MØRCH (2022), « Overcoming challenges to the adoption of learning analytics at the practitioner level : A critical analysis of 18 learning analytics frameworks », in : *Scandinavian Journal of Educational Research*, t. 66, 3, Taylor & Francis, p. 367-381 (cf. p. 23, 67).

- KNIBBE, Cédric (2016), « Concevoir avec des technologies émergentes pour la construction conjointe des pratiques et des artefacts : apports d'une méthodologie participative à l'innovation technologique et pédagogique », thèse de doctorat, Conservatoire national des arts et métiers-CNAM (cf. p. 62).
- LAFORCADE, Pierre, Boubekur ZENDAGUI et Vincent BARRÉ (2009), « Specification of observation needs in an instructional design context-A Model-Driven Engineering approach », in : *International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, t. 1, SCITEPRESS, p. 111-118 (cf. p. 23, 34).
- LALLEMAND, Carine et Guillaume GRONIER (2018), *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales*, Editions Eyrolles (cf. p. 60).
- LEBIS, Alexis (2019), « Capitaliser les processus d'analyse de traces d'apprentissage : modélisation ontologique & assistance à la réutilisation », thèse de doctorat, Sorbonne université (cf. p. 39, 40).
- LEBIS, Alexis, Marie LEFEVRE, Vanda LUENGO et Nathalie GUIN (2018), « Capitalisation of analysis processes : Enabling reproducibility, openness and adaptability thanks to narration », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, Sydney, Australia, p. 245-254 (cf. p. 45, 54).
- LEEUWEN, Anouschka van, Margot van WERMESKERKEN, Gijsbert ERKENS et Nikol RUMMEL (2017), « Measuring teacher sense making strategies of learning analytics : A case study », in : *Learning : research and practice*, t. 3, 1, Taylor & Francis, p. 42-58 (cf. p. 61).
- LUCERO, Andrés, Peter DALSGAARD, Kim HALSKOV et Jacob BUUR (2016), « Designing with cards », in : *Collaboration in creative design : Methods and tools*, Springer, p. 75-95 (cf. p. 75).
- LY, Jean-Baptiste, Quentin REYNAUD, Chloé LE BAIL, Mathieu SCHUMANN, V BOCCARA et Nicolas SABOURET (2023), « Dans quelle mesure les simulations informatiques de l'activité humaine sont-elles réalistes? », in : *Rencontres Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle (RJCIA)*, Strasbourg, France, URL : <https://hal.science/hal-04163953> (cf. p. 43).
- MANNING, Christopher, Prabhakar RAGHAVAN et Hinrich SCHÜTZE (2010), *Introduction to information retrieval*, Cambridge, England (cf. p. 111, 200).
- MANNING, Christopher, Richard SOCHER, Francois CHAUBARD, Michael FANG, Guillaume GENTHIAL et Rohit MUNDRA (2017), « CS224n : natural language processing with deep learning », in : *Lecture note*, Stanford University (cf. p. 200).

- MARTINEZ-MALDONADO, Roberto, Abelardo PARDO, Negin MIRRIAH, Kalina YACEF, Judy KAY et Andrew CLAYPHAN (2015), « LATUX : An Iterative Workflow for Designing, Validating, and Deploying Learning Analytics Visualizations. », in : *Journal of Learning Analytics*, t. 2, 3, ERIC, p. 9-39 (cf. p. 36, 60, 61, 73).
- MATCHA, Wannisa, Dragan GAEVI, Abelardo PARDO *et al.* (2019), « A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards : A self-regulated learning perspective », in : *IEEE Transactions on Learning Technologies*, t. 13, 2, Institute of Electrical et Electronics Engineers Inc. (IEEE), p. 226-245 (cf. p. 66).
- MAY, Madeth, Sébastien GEORGE et Patrick PRÉVOT (2011), « TrAVis to enhance online tutoring and learning activities : Real-time visualization of students tracking data », in : *Interactive Technology and Smart Education*, Emerald Group Publishing Limited (cf. p. 102).
- MAY, Madeth, Sébastien IKSAL et Claus A USENER (2016), « The side effect of learning analytics : An empirical study on e-learning technologies and user privacy », in : *International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, Rome, Italy : Springer, p. 279-295 (cf. p. 67).
- MAZZA, Riccardo et Luca BOTTURI (2007), « Monitoring an online course with the GISMO tool : A case study », in : *Journal of Interactive Learning Research*, t. 18, 2, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), p. 251-265 (cf. p. 33, 66).
- METCALFE, Robert M et David R BOGGS (1976), « Ethernet : Distributed packet switching for local computer networks », in : *Communications of the ACM*, t. 19, 7, ACM, p. 395-404 (cf. p. 156).
- MICHEL, Christine, Elise LAVOUÉ, Sébastien GEORGE et Min JI (2017), « Supporting awareness and self-regulation in project-based learning through personalised dashboards », in : *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, t. 9, 2-3, Inderscience Publishers (IEL), p. 204-226 (cf. p. 34, 35, 47, 61).
- MICHOS, Konstantinos, Charles LANG, Davinia HERNÁNDEZ-LEO et Detra PRICE-DENNIS (2020), « Involving teachers in learning analytics design : Lessons learned from two case studies », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, p. 94-99 (cf. p. 67).
- MONTERRAT, Baptiste, Elise LAVOUÉ, Sébastien GEORGE et Michel DESMARAIS (2017), « Les effets d'une ludification adaptative sur l'engagement des apprenants », in : *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et*

- la Formation (STICEF)*, t. 24, 1, ATIEF, p. 51-74, DOI : 10.23709/sticef.24.1.2, URL : <https://hal.science/hal-01643166> (cf. p. 78).
- MORGAN, David L (1996), « Focus groups », in : *Annual review of sociology*, t. 22, 1, Palo Alto, USA : Annual Reviews Inc., p. 129-152 (cf. p. 77).
- MORGAN, David L et Richard A KRUEGER (1993), « When to use focus groups and why. », in : SAGE Publications, Inc (cf. p. 76).
- MURATET, Mathieu, Amel YESSAD et Thibault CARRON (2016), « Understanding learners' behaviors in serious games », in : *International Conference on Web-Based Learning (ICWL)*, Rome, Italy : Springer, p. 195-205 (cf. p. 36).
- MUSLIM, Arham, Mohamed Amine CHATTI et Ulrik SCHROEDER (2022), « Supporting Indicator Personalization and Platform Extensibility in Open Learning Analytics », in : *Technology, Knowledge and Learning*, t. 27, 2, Springer, p. 429-448 (cf. p. 68, 98).
- NGOC, Diem Pham Thi, Sébastien IKSAL et Christophe CHOQUET (2012), « Modeling of Indicators using UTL-A Study Case with Hop3x System. », in : *International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS)*, Portugal, p. 269-272 (cf. p. 36).
- NOGIER, Jean-François (2020), *UX Design et ergonomie des interfaces-7e éd.* Dunod (cf. p. 98).
- OLIVER-QUELENNEC, Katia (2020), « Vers une conception participative de tableaux de bord étudiants adaptatifs avec PADDLE », in : *Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJCEIAH)*, Poitiers, France, URL : <https://hal.science/hal-03005333> (cf. p. 62).
- OLIVER-QUELENNEC, Katia, François BOUCHET, Thibault CARRON, Kathy FRONTON CASALINO et Claire PINÇON (2022), « Adapting Learning Analytics Dashboards by and for University Students », in : *European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL)*, Toulouse, France : Springer, p. 299-309 (cf. p. 37).
- OLIVER-QUELENNEC, Katia, François BOUCHET, Thibault CARRON et Claire PINÇON (2023), « Usages dans le temps d'un tableau de bord d'apprentissage dans un jeu sérieux », in : *Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH)* (cf. p. 37).
- OLLAGNIER-BELDAME, Magali (2010), « Foot-Printing E-Learners' Activity : A First Step to Help their Appropriation of the Training System ? », in : *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, t. 6, 3, IGI Publishing, p. 65-77 (cf. p. 40).

- OPPERMANN, Reinhard et R RASHER (1997), « Adaptability and adaptivity in learning systems », in : *Knowledge transfer*, t. 2, p. 173-179 (cf. p. 41).
- PAILLÉ, Pierre et Alex MUCCHIELLI (2021), *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales-5e éd.* Armand Colin (cf. p. 94).
- PAPAMITSIOU, Zacharoula et Anastasios A ECONOMIDES (2014), « Learning analytics and educational data mining in practice : A systematic literature review of empirical evidence », in : *Journal of Educational Technology & Society*, t. 17, 4, JSTOR, p. 49-64 (cf. p. 73).
- PERSON, Joël, Christine VIDAL-GOMEL, Philippe COTTIER et Coline LECOMTE (2021), « Co-design of a Learning Analytics Tool by Computer Scientists and Teachers : The Difficult Emergence of a Common World », in : *Congress of the International Ergonomics Association (IEA)*, t. Volume I : Systems and Macroergonomics, Springer, p. 524-533 (cf. p. 62, 72, 73).
- REENSKAUG, Trygve (1979), « THING-MODEL-VIEW-EDITOR an Example from a planningssystem », in : (cf. p. 47).
- REENSKAUG, Trygve (2003), « The Model-View-Controller (MVC) Its Past and Present », in : (cf. p. 47).
- RENOM, Miguel A, Baptiste CARAMIAUX et Michel BEAUDOUIN-LAFON (2022), « Exploring Technical Reasoning in Digital Tool Use », in : *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, New Orleans, LA, p. 1-17 (cf. p. 64).
- ROBERTS, Lynne D, Joel A HOWELL et Kristen SEAMAN (2017), « Give me a customizable dashboard : Personalized learning analytics dashboards in higher education », in : *Technology, Knowledge and Learning*, t. 22, Springer, p. 317-333 (cf. p. 68).
- RODRGUEZ-TRIANA, Mara Jesús, Luis P PRIETO, Andrii VOZNIUK, Mina Shirvani BOROUJENI, Beat A SCHWENDIMANN, Adrian HOLZER et Denis GILLET (2017), « Monitoring, awareness and reflection in blended technology enhanced learning : a systematic review », in : *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, t. 9, 2-3, Inderscience Publishers, p. 126-150 (cf. p. 51).
- ROSS, Tamra, Ting-Wen CHANG, Cindy IVES, Nancy PARKER, Andrew HAN et Sabine GRAF (2016), « Improving the User-Friendliness of AAT through a Staged Evaluation », in : *International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Ieee, Austin, USA, p. 245-249 (cf. p. 49).

- ROSS, Tamra, Ting-Wen CHANG, Cindy IVES, Nancy PARKER, Andrew HAN et Sabine GRAF (2017), « The academic analytics tool : Workflow and use cases », in : *Innovations in smart learning*, Singapore : Springer, p. 233-237 (cf. p. 49, 54).
- SADALLAH, Madjid, Jean-Marie GILLIOT, Sébastien IKSAL, Katia QUELENNEC, Mathieu VERMEULEN, Laurent NEYSSENSAS, Olivier AUBERT et Rémi VENANT (2022), « Designing lads that promote sensemaking : A participatory tool », in : *European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL)*, Toulouse, France : Springer, p. 587-593 (cf. p. 62).
- SÁNCHEZ PÉREZ, Pablo et Alejandro BELLOGN (2019), « Building user profiles based on sequences for content and collaborative filtering », in : *Information Processing & Management*, 56, Elsevier, p. 192-211 (cf. p. 105).
- SANDERS, Elizabeth B-N, Eva BRANDT et Thomas BINDER (2010), « A framework for organizing the tools and techniques of participatory design », in : *Participatory design conference (PDC)*, p. 195-198 (cf. p. 75).
- SCHAUER, Frederick (1991), *Playing by the rules : A philosophical examination of rule-based decision-making in law and in life*, Clarendon Press (cf. p. 43, 54).
- SCHREPP, Martin, Andreas HINDERKS et Jörg THOMASCHEWSKI (2014), « Applying the user experience questionnaire (UEQ) in different evaluation scenarios », in : *International Conference Design, User Experience, and Usability (DUXU), Part of HCI International Conference*, Crete, Greece : Springer, p. 383-392 (cf. p. 134).
- SEDRAKYAN, Gayane, Erik MANNENS et Katrien VERBERT (2019), « Guiding the choice of learning dashboard visualizations : Linking dashboard design and data visualization concepts », in : *Journal of Computer Languages (COLA)*, t. 50, Elsevier, p. 19-38 (cf. p. 37).
- SETTOUTI, Lotfi Sofiane, Yannick PRIÉ, Jean-Charles MARTY et Alain MILLE (2007), « Vers des Systèmes à Base de Traces modélisées pour les EIAH », in : *Rapport de recherche RR-LIRIS-2007*, t. 16 (cf. p. 35).
- SETTOUTI, Lotfi Sofiane, Yannick PRIÉ, Jean-Charles MARTY et Alain MILLE (2009), « A trace-based system for technology-enhanced learning systems personalisation », in : *International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Riga, Latvia : IEEE Computer Society, p. 93-97 (cf. p. 35, 44, 46, 54).
- SHABANINEJAD, Shiva, Hassan KHOSRAVI, Marta INDULSKA, Aneesha BAKHARIA et Pedro ISAIAS (2020), « Automated insightful drill-down recommendations for lear-

- ning analytics dashboards », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, p. 41-46 (cf. p. 54, 98).
- SHAPIRO, Carl et Hal R VARIAN (1999), *Information rules : A strategic guide to the network economy*, Harvard Business Press (cf. p. 156).
- SIEMENS, George et Phil LONG (2011), « Penetrating the fog : Analytics in learning and education. », in : *EDUCAUSE review*, t. 46, 5, ERIC, p. 30 (cf. p. 20, 32).
- SINDRE, Guttorm, Reidar CONRADI et Even-André KARLSSON (1995), « The REBOOT approach to software reuse », in : *Journal of Systems and Software*, t. 30, 3, Elsevier, p. 201-212 (cf. p. 38).
- SINDRE, Guttorm, Donald G FIRESMITH et Andreas L OPDAHL (2003), « A reuse-based approach to determining security requirements », in : *International Workshop on Requirements Engineering : Foundation for Software Quality (REFSQ)*, p. 127-136 (cf. p. 46).
- SOLIMAN, Dina, Stacy COSTA et Marlene SCARDAMALIA (2021), « Knowledge Building in Online Mode : Insights and Reflections », in : *Education Sciences*, t. 11, 8, MDPI AG, p. 425 (cf. p. 41, 98).
- SUN, Kaiwen, Abraham H MHAILDI, Sonakshi WATEL, Christopher A BROOKS et Florian SCHAUB (2019), « It's my data! Tensions among stakeholders of a learning analytics dashboard », in : *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, Glasgow, Scotland, p. 1-14 (cf. p. 67).
- SURRY, Daniel W, David C ENSMINGER et Melissa JONES (2002), « A model for integrating instructional technology into higher education », in : *Annual meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, USA (cf. p. 71).
- VAN LEEUWEN, Anouschka (2019), « Teachers' perceptions of the usability of learning analytics reports in a flipped university course : When and how does information become actionable knowledge? », in : *Educational Technology Research and Development*, t. 67, Springer, p. 1043-1064 (cf. p. 50).
- VENKATESH, Viswanath et Fred D DAVIS (2000), « A theoretical extension of the technology acceptance model : Four longitudinal field studies », in : *Management science*, t. 46, 2, INFORMS, p. 186-204 (cf. p. 68).
- VERBERT, Katrien, Erik DUVAL, Joris KLERKX, Sten GOVAERTS et José Luis SANTOS (2013), « Learning analytics dashboard applications », in : *American Behavioral Scientist*, t. 57, 10, Los Angeles, USA : Sage Publications, p. 1500-1509 (cf. p. 66).

- VERBERT, Katrien, Xavier OCHOA, Robin DE CROON, Raphael A DOURADO et Tinne DE LAET (2020), « Learning analytics dashboards : the past, the present and the future », in : *International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK)*, p. 35-40 (cf. p. 23, 37).
- WILKINSON, Mark D, Michel DUMONTIER, Ijsbrand JAN AALBERSBERG, Gabrielle APPLETON, Myles AXTON, Arie BAAK, Niklas BLOMBERG, Jan-Willem BOITEN, Luiz Bonino da SILVA SANTOS, Philip E BOURNE *et al.* (2019), « Addendum : The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship », in : *Scientific data*, t. 6, 1, Nature Publishing Group, p. 6 (cf. p. 39).
- WILSON, Chunyu et Bernard SCOTT (2017), « Adaptive systems in education : a review and conceptual unification », in : *Journal of Information and Learning Technology (IJILT)*, t. 34, Emerald Publishing, p. 2-19 (cf. p. 41, 69).

1 Annexe : Étude comparative

1.1 Critères de comparaison de la capitalisation

Détail des critères pour la comparaison des approches. Utilisé en section 1.3.3, dans le tableau 1.1.

Appropriation

Les utilisateurs reprennent le contrôle des informations dont ils disposent, tous peuvent utiliser le système, quelles que soient leurs compétences techniques :

- Granularité des entités : chaque entité complexe peut être décomposée en entités plus petites et moins complexes.
- Choix de visualisation : il s'agit d'une partie importante de l'exploitation des données, un formalisme doit être capable de spécifier comment un indicateur sera visualisé, et une implémentation doit donner la possibilité de le modifier. Un outil devrait avoir des options de visualisation personnalisables.
- Catégorisation des entités : en classant toutes les entités, les utilisateurs peuvent y accéder plus facilement. La classification peut être appuyée par un système en arborescence ou avec des étiquettes.
- Recherche parmi les indicateurs existants : les utilisateurs peuvent accéder à des indicateurs existants et les sélectionner pour leur propre usage.
- Filtrage des indicateurs : le nombre d'indicateurs existents peut être réduit en spécifiant un besoin au travers de filtres.

Réutilisation

Toute entité créée est valorisée au sein du système, sans perdre sa valeur au fil du temps :

- Description des entités : toute information est considérée comme une métadonnée. Il est important qu'elles ne soient pas obligatoires, mais disponibles et actualisables par tout utilisateur. Cette co-construction pose la question des régulations de la communauté pour maintenir un haut niveau de fiabilité.
- Évolution des connaissances : l'évolution des entités existantes doit être facilitée. Un indicateur existant peut être modifié pour en créer plusieurs nouveaux, sans perdre les entités créées précédemment.
- Système de gestion des versions : il faut garder une trace de la construction de l'indicateur à travers les différentes étapes, ainsi que de son évolution lorsqu'il passe d'un utilisateur à l'autre. Cette fonctionnalité permettra une "évolution des connaissances" sans perte de valeur au fil du temps.
- Imbrication des indicateurs : possibilité de créer des indicateurs plus complexes non seulement à partir de traces mais aussi à partir d'autres indicateurs, toutes les entités devant pouvoir être reliées et ces liens modifiables. Il est plus facile de promouvoir l'"évolution des connaissances" en utilisant une certaine "granularité des entités".
- Stockage des entités : il est nécessaire de stocker les entités existantes et créées pour garantir leur réutilisation future. Cet aspect n'est pas nécessairement géré par l'outil lui-même, mais doit être pris en compte lors de la conception d'un système.

Partage

Pour promouvoir la communauté et la co-construction, la communication entre les utilisateurs du système peut être réalisée par différents moyens :

- Gestion de l'accès des utilisateurs : pour créer un système ouvert à de nombreux types d'utilisateurs, il est nécessaire de pouvoir gérer les rôles et les autorisations d'accès ou d'édition des données. D'un point de vue éthique, un système ouvert doit également prendre en compte les questions d'anonymisation et de protection des données.
- Diffusion des indicateurs aux utilisateurs : dans un effort de co-construction des connaissances, la diffusion des entités créées et existantes permettra différents niveaux d'engagement de la part des utilisateurs et une réelle réduction des coûts. Idéalement, toute entité ou ensemble d'entités peut être partagé avec n'importe quel groupe d'utilisateurs.

- Notation des indicateurs : afin de promouvoir la réutilisation des entités existantes et aider les nouveaux venus à s'y retrouver dans la quantité potentiellement importante d'entités. Il peut se faire de plusieurs manières, notamment en évaluant différents aspects des indicateurs, tels que leur utilité et leur pertinence.
- Commentaires sur les indicateurs : des commentaires peuvent être faits sur n'importe quel indicateur. Les utilisateurs participent, par l'intermédiaire du système de commentaires, à la description des indicateurs et de leurs propriétés.

Adaptation

Le système fournit un soutien solide à l'expansion de l'utilisation des indicateurs :

- Liste des entités existantes : une entité comprend des indicateurs, mais aussi des traces, des opérateurs, des processus d'analyse ou même des utilisateurs.
- Importation de traces externes : dans un nouveau contexte, les traces et les données en général ne seront pas nécessairement les mêmes ; l'ajout de nouvelles informations doit être facilité lors de la conception.
- Contexte de l'indicateur : si le contexte change, celui dans lequel un indicateur a été créé doit être spécifiquement détaillé dans sa description. Ce contexte comprend la situation pédagogique et l'environnement de l'EIAH.
- Abstraction des indicateurs : chaque indicateur peut être créé indépendamment, quel que soit le contexte d'utilisation.
- Traitement modulaire des données : le processus de calcul doit être facilement adaptable à un nouveau contexte, si possible automatiquement par le système, nécessitant un formalisme rigoureux défini dans "Abstraction des indicateurs".

2 Annexes : Observation

2.1 Cartes Indicateurs

Détail des 18 cartes Indicateurs utilisées dans l'*Expé 1*. Les couleurs des cartes sont associées aux catégories.

Liste des étudiants inscrits au cours

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-elle visualisée ?

Quand est-ce que cette liste sera utilisée ? À quoi servira-t-elle ?

Ldic

Niveau d'avancement

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quels objets pédagogiques sont concernés ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ? Comment sera-t-il utilisé ?

Na

Taux de réussite

Cognitif



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quels objets pédagogiques sont concernés ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ? Comment sera-t-il utilisé ?

Tr

Taux de complétion des modules

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ? Comment sera-t-il utilisé ?

Tcm

Evolution de l'engagement dans le temps

Action / Affectif



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quelle échelle de temps sera utilisé ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ? Comment sera-t-il utilisé ?

Eet

Taux d'engagement par module

Action / Affectif



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ? Comment sera-t-il utilisé ?

Tem

Consultation des ressources

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Cr

Taux de fréquentation

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quels objets pédagogiques sont concernés ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Tf

Taux de participation

Social



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quels objets pédagogiques sont concernés ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Tp

Difficulté des activités

Cognitif



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ? Quels objets pédagogiques sont concernés ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Da

Durée de réalisation de l'activité

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?

Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Dra

Temps de connexion

Action



Quelles informations sont nécessaires pour construire cet indicateur ?

Sous quelle forme sera-t-il visualisé ?


Quand est-ce qu'il sera utilisée ?
Comment sera-t-il utilisé ?

Tc



FIGURE 8 – Ensemble des *Cartes Indicateurs* créées pour l'atelier.

2.2 Fiche bilan

écri+
EVALUER VOS INTERACTIONS AVEC
LES INDICATEURS


Réutiliser un indicateur

Est-ce une activité complexe/laborieuse ? ☆☆☆☆☆

Détaillez en quoi cela consiste :

Dans le cadre de l'atelier, qu'est-ce qui vous a permis de les réutiliser ?

Comment pourrait-elle être améliorée ?

S'approprier un indicateur

Est-ce une activité complexe/laborieuse ? ☆☆☆☆☆

Détaillez en quoi cela consiste :

Dans le cadre de l'atelier, qu'est-ce qui vous a permis de vous les approprier ?

Comment pourrait-elle être améliorée ?

Adapter un indicateur

Est-ce une activité complexe/laborieuse ? ☆☆☆☆☆

Détaillez en quoi cela consiste :

Dans le cadre de l'atelier, qu'est-ce qui vous a permis de les adapter ?

Comment pourrait-elle être améliorée ?

Partager un indicateur

Est-ce une activité complexe/laborieuse ? ☆☆☆☆☆


Détaillez en quoi cela consiste :

Dans le cadre de l'atelier, qu'est-ce qui vous a permis de les partager ?

Comment pourrait-elle être améliorée ?

Merci de votre participation !

Contact Information:
Albane GRILL
albane.grill@univ-lemans.fr



questionnaire de satisfaction

FIGURE 9 – Fiche bilan utilisé dans les ateliers de l'Expé 1, à compléter à groupe.

2.3 Script atelier pour la plénière du projet écrit

Script de déroulement de l'atelier : *Albane sur le Grill Venez préparer la recette pour suivre vos étudiants (Expé 1 cf. section 2.3).*

Préparation de la salle de l'atelier

1. Lancer le diaporama
2. Créer des îlots de tables de 3-4 personnes
3. Préparer par groupe :
 - Des formulaires de satisfaction
 - Un jeu de carte indicateur
 - Un jeu de carte actions
4. Installer par groupe :
 - Des post-its [Roses, Verts, Jaunes, Bleu]
 - Des feutres / Style / Marqueurs (pr étoiles)
 - Feuille A1 / autres feuilles de couleur
 - Installer le matériel d'enregistrement

Rôle des encadrants

- Modérateur : noté [M]
 - redonner les consignes
 - recadrer les discussions
 - relancer les discussions
 - s'assurer que tout le monde parle
- Observateur : noté [O]
 - prendre des notes
 - gérer l'enregistrement
 - prendre des photos des rendus
- Si questions, se référer au responsable [RM] ou [RO]
- La prise de note doit prendre en compte qui a dit quoi, les participants pouvant être référés par un ID, anonymisation sera faite lors du traitement

Activité - Mise en situation : recette

1. Les participants choisissent tous ensemble un plat, parmi les 4 suggestions.
2. Co-création d'une recette de cuisine à l'aide de post-it
 - Consigne : « *Que doit-on faire et que doit-on utiliser pour faire ce plat ? / Comment concevoir ce plat ?* ».
 - Identifier les ingrédients, ustensiles et construire les étapes de la recette nécessaires à la réalisation du plat.
 - Les participants utilisent les post-it sur leur table pour donner à [RM] les différents éléments selon le code couleur proposé [Chaque groupe est nommé responsable d'une couleur ?]
 - durée : 15 min

RM Proposition de cas d'incident/actions selon la situation (changement d'ingrédient pour régime particulier, d'ustensiles, personnalisation du plat, etc.)

- Consigne : Modifier la recette selon les nouvelles contraintes et nouveaux besoins.
- Trouver des solutions aux différentes contraintes proposées
- Les participants peuvent donner des solutions à l'orale de façon spontanée
- durée : 5 min

** remise en contexte général **

Activité - 1 : constituer une liste d'indicateurs

M distribue toutes les Cartes Indicateurs aux participants. Activité réalisée en groupe

1. Les participants prennent le temps d'interpréter et d'évaluer chacun de leurs indicateurs
 - Consigne : noter chaque indicateur sur 5 étoiles : « *Est-ce que je le veux dans mon tableau de bord ?* ».
 - Les cartes ont des titres qui sont volontairement sujets à interprétation, toute interprétation est valide.
- O note les indicateurs attribués à chaque participant (se référer à l'ID en bas de carte).
- durée : 5 min => Une fois tous les indicateurs notés, passer à la suite

2. Chaque participant présente UN indicateur choisi, avec son interprétation personnelle
 - Les questions sont un guide, [M] insister sur la récolter du besoin auquel il répond, des traces qui le constituent, et de sa visualisation/utilisation pour éviter les hors sujets. [Éviter d’employer des termes comme traces.]
 - A la fin de chaque présentation, [M] demande si un autre participant du groupe aurait une autre interprétation / avis sur l’indicateur en question. [O] noter si des avis divergents
 - durée : 20 min
3. Le groupe fait un classement des indicateurs présentés par chacun
 - Consigne : mettre en avant une hiérarchie d’importance ou des liens entre les différents indicateurs choisis s’il y en a. Le but est aussi d’en choisir UN pour l’activité suivante.
 - durée : 5 min

Activité - 2 : Construire votre indicateur

M Installer la feuille A1, les stylos et les post-it sur la table

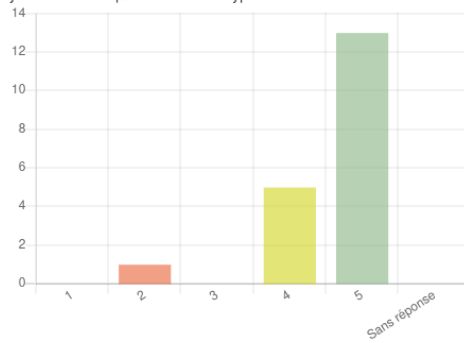
1. Les participants doivent concevoir l’indicateur choisi entre eux tous.
 - Cette activité comprend des temps en autonomie et en collaboration entre les membres du groupe, peut nécessiter des recadrages [M].
 - Identifier les traces (ingrédients), support et outils (ustensiles), et construire les étapes du processus d’analyse (étape) nécessaires à la conception de l’indicateur.
 - Consigne : « *Comment concevoir cet indicateur ?* ».
 - La visualisation de l’indicateur final qu’ils souhaitent concevoir peut-être rappelé. Les éléments choisis (traces ...) n’ont pas besoin d’être juste, mais si un doute persiste, leur demander d’explicitier, sans les corriger pour autant.
- O prendre des photos des rendus finaux, mais aussi intermédiaire si nécessaire (modification en cours de réflexion).
 - La légende (couleur post-it) est à titre indicatif seulement et tout rendu est valide, éventuellement demander des explications aux participants.
 - durée : 30 min (recadrer les débats sur le but 10 min avant la fin du temps pour éviter que le groupe n’ai pas de rendu)

2.4 Questionnaire satisfaction

Détail des questions et des réponses du questionnaire de satisfaction diffusé aux participants à l'atelier de notre *Expé 1*.

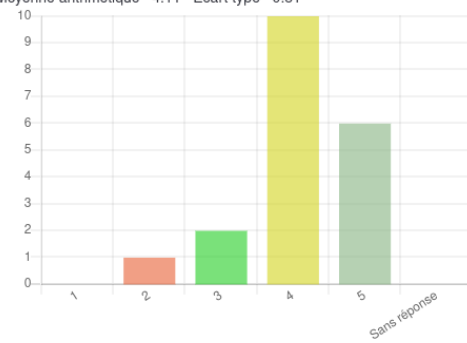
Le cadre du focus group était-il clairement posé ?

Moyenne arithmétique 4.58 Écart type 0.77

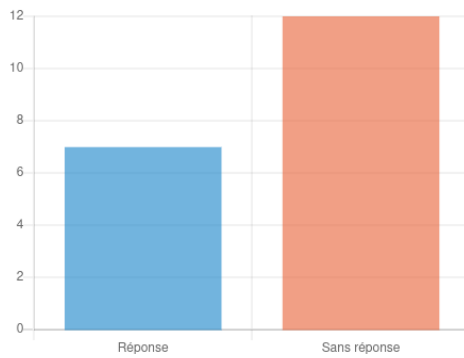


Les définitions des notions (traces, indicateurs, processus de conception ...) étaient-elles suffisantes ?

Moyenne arithmétique 4.11 Écart type 0.81

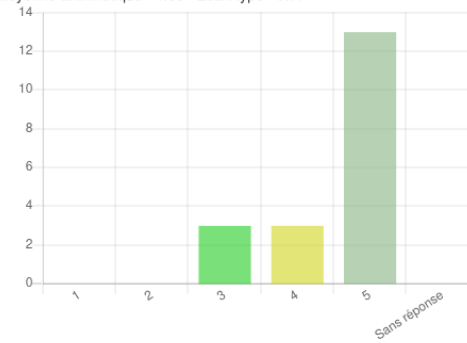


Quelles notions vous ont posé problème ?



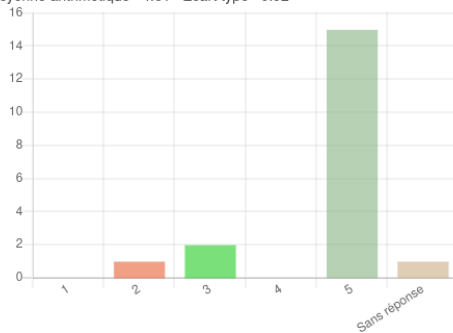
Les consignes étaient-elles suffisamment explicitées ?

Moyenne arithmétique 4.53 Écart type 0.77



L'activité de mise en situation (recette de cuisine) vous a-t-elle semblé pertinente ?

Moyenne arithmétique 4.61 Écart type 0.92

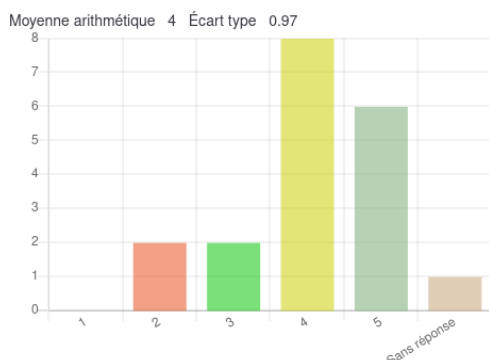


La manipulation de cartes (ludification) vous a-t-elle aidé dans votre réflexion ?

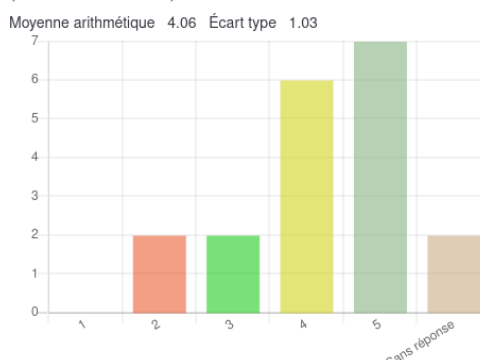
Moyenne arithmétique 4 Écart type 1.19



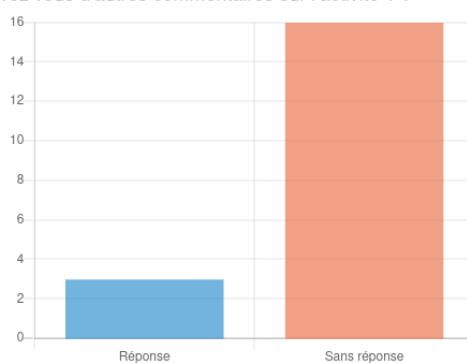
Le contenu des Cartes Indicateurs été-il adapté ?



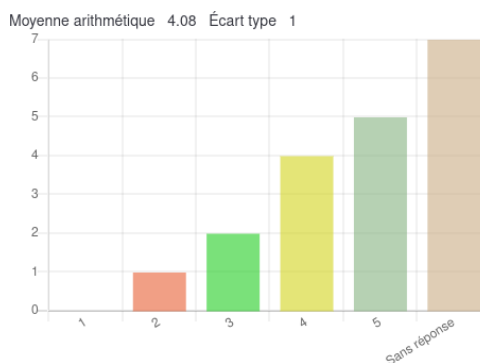
Est-ce que l'utilisation d'une liste prédéfinie d'indicateurs (Cartes Indicateurs) a nourri ou bridé votre réflexion ?



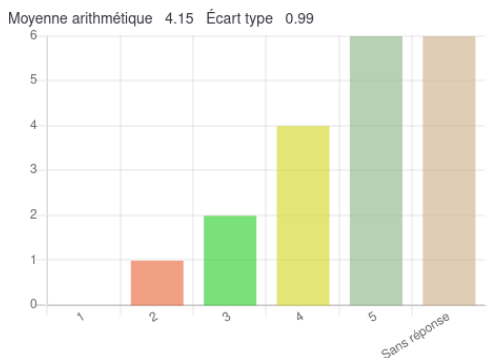
Avez-vous d'autres commentaires sur l'activité 1 ?



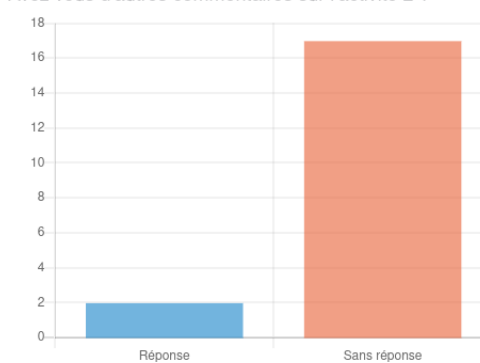
Le contexte des Cartes Actions est-il facile à identifier ?



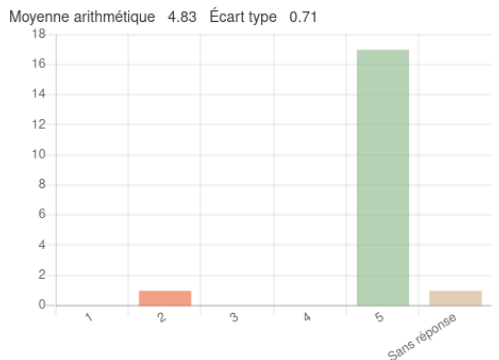
Est-ce que ces cartes vous ont fait avancer votre réflexion ?



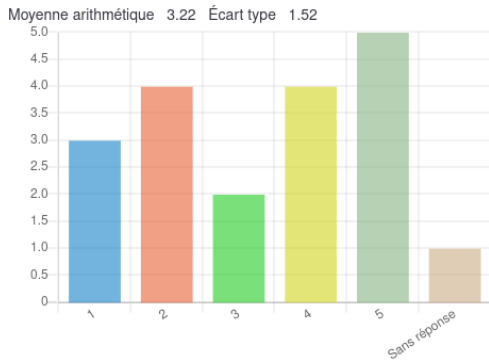
Avez-vous d'autres commentaires sur l'activité 2 ?



Le travail de groupe est-il adapté à l'expérimentation ?



La durée de la session est-elle suffisante ?



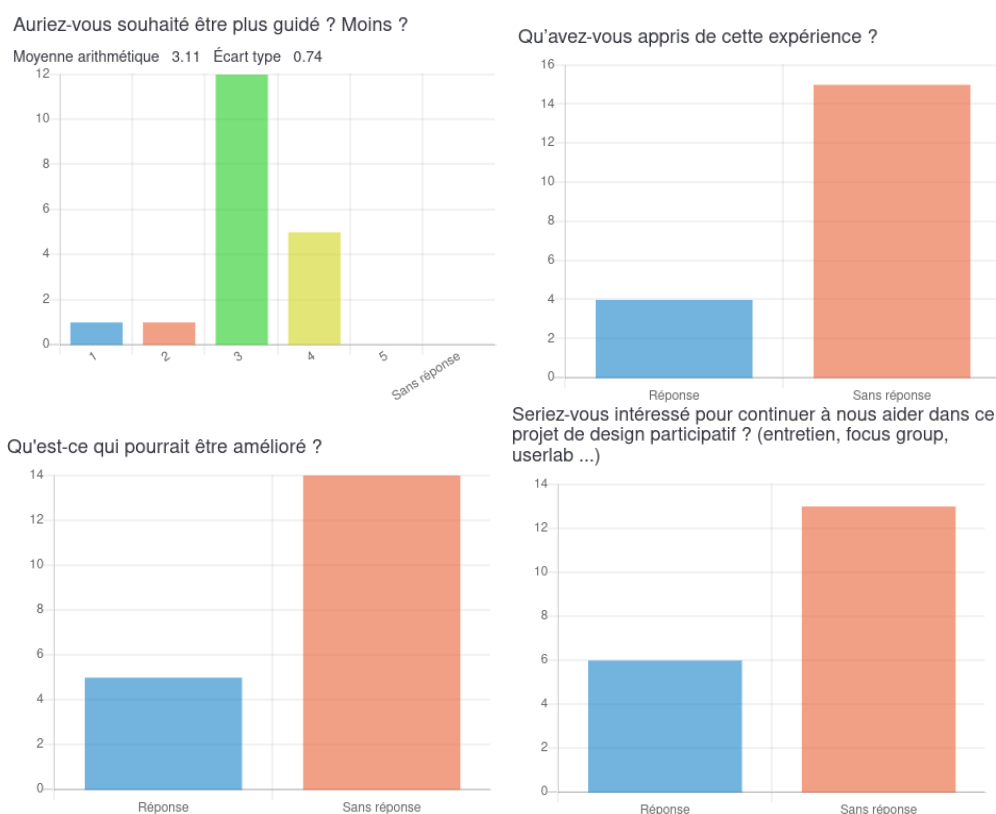


FIGURE 10 – Détail des résultats du questionnaire de satisfaction de l’atelier extraits de *LimeSurvey*.

3 Annexes : Interactions

3.1 Liste des interactions identifiées

Détail des interactions identifiées dans la section 3.2.1.

s’Approprier

- Décrire l’indicateur : un utilisateur ajoute ou modifie le nom, la description, l’objectif d’un indicateur. Plus particulièrement, le contexte pédagogique d’un indicateur est précisé à travers des points techniques détaillés.
- Configurer l’indicateur : un utilisateur choisit de calculer (à nouveau) un indicateur en changeant certains paramètres pour le faire correspondre à un usage spécifique et à ses besoins personnels.

- Manipuler l'indicateur : l'affichage d'un indicateur est configuré, à la fois en changeant le type de visualisation, en filtrant et zoomant dynamiquement sur les données affichées.
- Analyser l'indicateur : les utilisateurs proposent une analyse spécifique pour un indicateur. Ils peuvent également comparer, lier et corréler plusieurs indicateurs affichés côte à côte dans un tableau de bord d'apprentissage.

Réutiliser

- Accéder à la liste des indicateurs : la liste complète des entités existantes est consultée par les utilisateurs, cela comprend tous les indicateurs, mais aussi les cas d'utilisation précédents et les liens entre les indicateurs.
- Chercher parmi les indicateurs existants : un indicateur pertinent est sélectionné en fonction de l'observation requise et les résultats sont filtrés en fonction de divers critères liés aux indicateurs.
- Consulter les détails d'un indicateur : tous les détails d'un indicateur sont disponibles pour l'utilisateur la description, les traces utilisées et le calcul précis, mais aussi des exemples spécifiques et des données liées au contexte pédagogique de l'utilisation et de l'évaluation de l'indicateur et d'autres informations liées à l'utilisation.
- Inspecter l'historique de l'indicateur : l'historique complet d'un indicateur est sauvegardé et mis à la disposition des utilisateurs pour qu'ils puissent accéder aux différentes versions d'une entité, en tant qu'indicateurs intermédiaires, afin de mieux comprendre l'indicateur.

Partager

- Gérer l'accès à un indicateur : les droits d'accès à un indicateur calculé sont modifiés en fonction des profils et rôle des utilisateurs. Un indicateur et les traces qui le constituent sont anonymisés avec le résultat de l'indicateur s'il est rendu public.
- Distribuer des indicateurs aux utilisateurs : un indicateur est rendu public, tout en partageant un indicateur calculé et ses cas d'utilisation. Cette distribution peut également être restreinte à un public particulier.
- Évaluer l'utilisation d'un indicateur : un utilisateur décrit et évalue son expérience personnelle.

- Faire partie d'une communauté de pratique : une communauté de pratique permet aux utilisateurs d'échanger leurs expériences, de valider la pertinence d'un indicateur, de recommander des indicateurs à d'autres, mais aussi d'ouvrir une réflexion éthique sur les indicateurs et leur utilisation.

Adapter

- Créer un indicateur résultant : une nouvelle version d'un indicateur est créée et liée à sa première version ou bien plusieurs indicateurs sont combinés.
- Éditer le calcul de l'indicateur : le processus de calcul d'un indicateur est modifié. Cela peut se faire en changeant les traces utilisées, en ajoutant des informations, même manuellement, en modifiant la formule ou en ajoutant des paramètres.
- Modifier les détails de l'indicateur : d'autres informations relatives à un indicateur sont modifiées, comme le nom et la description. Il est également possible de suggérer sa visualisation.
- Demander de l'aide : un utilisateur peut obtenir de l'aide d'un expert, mais aussi du système lui-même. L'utilisateur bénéficie de guides pour la conception d'indicateurs et d'exemples d'indicateurs existants.

3.2 Catégories de l'analyse thématique de verbatims

4 Annexe : Modélisation

4.1 Réflexion vers une analyse des indicateurs extraits du corpus

Cette réflexion se place à la suite de la création du corpus basé sur la modélisation proposée en chapitre 4.

Dans la perspective de validation du modèle proposé pour la capitalisation, nous avons également analysé le corpus modélisé pour en faire ressortir son adéquation du point de vue utilisateur, dans la continuité de la question de recherche 1 (cf. section 2.2 du chapitre d'introduction). Ainsi, avec les verbatims collectés en section 2.3.3, puis modélisés en section 4.2, nous étudions comment l'indicateur est perçu par l'utilisateur, au moyen d'une analyse statistique.

TABLEAU 4 – Observations et verbatims catégorisés dans l'analyse thématique (*Expé1*).

	Interactions	Détails observations / verbatims
Appropriation	Décrire l'indicateur	Nommer l'indicateur Choisir la catégorie d'un indicateur Modifier la description d'un indicateur Définir l'objectif d'observation de l'indicateur
	Configurer l'indicateur	Contextualiser pédagogiquement l'indicateur Calculer de l'indicateur pour un usage précis Paramétrer l'indicateur Paramétrer la visualisation de l'indicateur
	Manipuler l'indicateur	Modifier la valeur de certains paramètres Visualiser l'indicateur calculé pour un usage précis Zoomer (échelle temporelle, granularité, cohorte) Filtrer dynamiquement les données visualisées par un indicateur
	Analyser l'indicateur	Comparer entre plusieurs visualisation possible Proposer une analyse de l'indicateur Grouper les indicateurs (cote à cote) dans un TBA Comparaison des indicateurs entre eux Analyser la corrélation entre des indicateurs
Réutilisabilité	Accéder à la liste des indicateurs	Afficher la liste de tous les indicateurs disponibles Visualiser des cas d'usages précis d'indicateurs
	Chercher parmi les indicateurs existants	Accéder aux liens entre les indicateurs disponibles Filtrer les résultats de recherche selon des critères précis Sélectionner un indicateur pertinent par rapport au besoin d'observation
	Consulter le détail d'un indicateur	Consulter la description d'un indicateur Consulter la note d'un indicateur Connaitre la catégorie d'un indicateur Consulter les traces utilisées Consulter le calcul précis d'un indicateur Consulter le contexte pédagogique d'utilisation de l'indicateur Consulter un exemple visuel de l'indicateur Consulter des suggestions d'analyse du résultat de l'indicateur
	Inspecter l'historique de l'indicateur	Accéder aux indicateurs intermédiaires Accéder aux différentes versions d'une même entité Disposer d'explication sur l'indicateur Appréhender l'explicabilité de l'indicateur
Partage	Gérer l'accès à un indicateur	Changer les droits d'accès à un indicateur calculé Choisir parmi plusieurs droits d'accès selon les profils Anonymiser un indicateur et les traces qui le constituent Anonymiser le résultat de l'indicateur mis en public
	Diffuser les indicateurs aux utilisateurs	Diffuser un indicateur calculé Diffuser un cas d'usage d'indicateur Rendre un indicateur public Partager un indicateur à un public restreint
	Évaluer l'utilisation d'un indicateur	Évaluer son expérience d'utilisation d'un indicateur Décrire l'expérience personnelle d'un indicateur Attribuer une note de pertinence à un indicateur Faire valider par la communauté la pertinence de l'indicateur
	Faire partie d'une communauté de pratique	Ajouter un commentaire sur l'utilisation personnelle d'un indicateur Échanger avec la communauté Recommander des indicateurs à autre usager Ouvrir une réflexion d'éthique sur l'indicateur et ses usages
Adaptabilité	Créer un indicateur résultant	Créer une nouvelle version d'un indicateur lié à la première Combiner plusieurs indicateur pour en créer un nouveau
	Modifier les détails de l'indicateur	Changer de traces utilisées Ajouter manuellement des informations (traces) Modifier le processus d'analyse Ajouter des paramètres
	Modifier le détail de l'indicateur	Changer la description d'un indicateur Donner un nom à l'indicateur résultant Attribuer une catégorie à l'indicateur Proposer une visualisation de l'indicateur
	Demander de l'aide	Obtenir de l'aide d'un expert Avoir de l'assistance automatique du système Disposer de guides pour la conception d'indicateurs Disposer des exemples d'indicateurs existants

Bien que les analyses proposées dans cette section manquent de données pour un résultat concluant, la preuve de concept ouvre ainsi des perspectives d'analyses automatisées en adéquation avec les questions d'accompagnement de la capitalisation par le système vu en section 3.3.1. Nous pouvons ainsi valider notre démarche de collecte de verbatims sur les indicateurs et leurs usages.

Objectifs En analysant les verbatims produits par les participants, lors de leur interprétation de chaque indicateur, nous voulons isoler les moyens d'expression de l'usage de l'indicateur. Faire émerger des pratiques des utilisateurs permet une validation statistique des observations ayant abouti au modèle proposé dans ce chapitre.

Nous voulons également voir s'il est possible de déterminer des caractéristiques fortes dans l'interprétation/choix/expression d'un indicateur. Nous nous demandons ainsi si le modèle proposé facilite la sélection d'un indicateur, pour sa réutilisation par exemple. Une méthode de recherche par *Nearest Neighbour* peut être envisagée pour remplacer une méthode par mots clés. Nous utilisons alors une méthode de *clustering* sur *embeddings*, pour déterminer si des formes d'expression sont déterminantes dans ce processus.

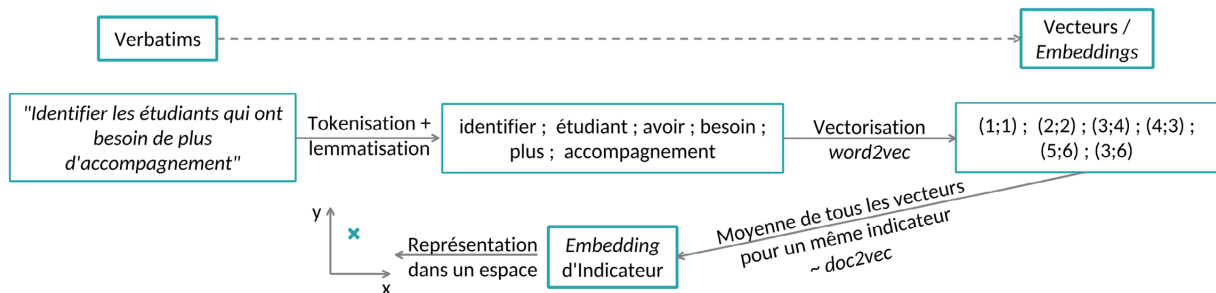


FIGURE 11 – Vectorisation des verbatims pour une représentation dans l'espace d'un indicateur.

Méthode Comme montré dans la figure 12, l'analyse réalisée se base sur la vectorisation de document. Les documents sont ici l'ensemble des verbatims, liés à un même indicateur, tous cas d'usage confondus. Notons que nous utilisons pour cette vectorisation un modèle pré-entraîné sur un corpus français non spécialisé¹, car la faible quantité de données ne nous permet pas de le faire nous-mêmes. Nous avons fait une moyenne des vecteurs de l'ensemble des vecteurs de mots, *lemmatisés* et *tokenisés*, de chaque document, cf. figure 11. Cette méthode statistique appelée *embedding* permettant une représentation

1. <https://fauconnier.github.io>

vectorielle qui réduit ainsi le nombre de dimensions. Ces dimensions, caractérisant les indicateurs, sont ici les mots de verbatims associés. Nous les réduisons à un vecteur unique avec la méthode *doc2vec* (MANNING *et al.* 2017).

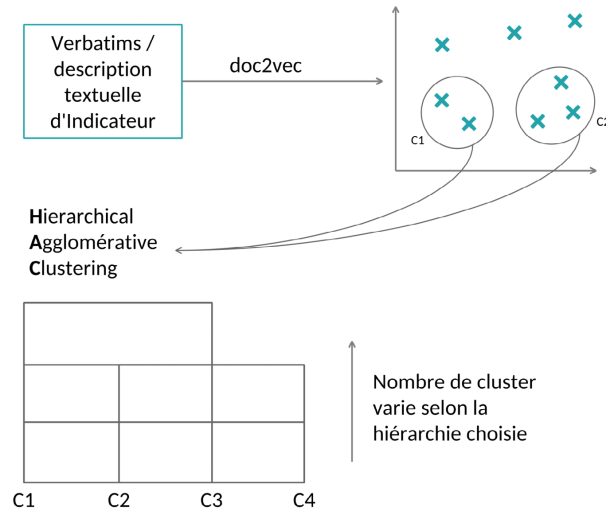


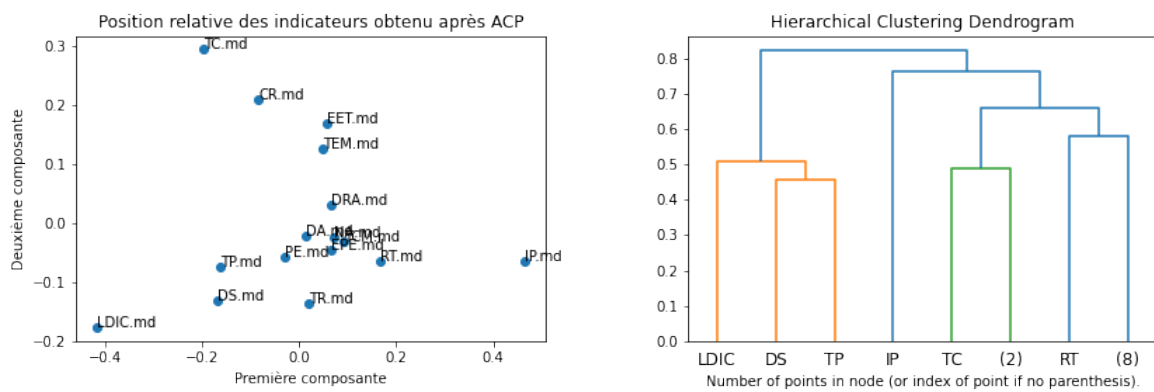
FIGURE 12 – Méthode d’analyse par clustering non supervisé.

Une fois chaque document/indicateur transformé en vecteur, nous procédons à l’étape de *clustering*. Là encore, il existe plusieurs possibilités, nous avons choisi un *Hierarchical Agglomerative Clustering*, visualisé aussi par un *Hierarchical Clustering Dendrogram* (MANNING *et al.* 2010).

Données Nous avons réalisé ces analyses une première fois en considérant l’intégralité du document (verbatim liés à un indicateur), et une seconde fois en prenant seulement les informations sur un élément similaire dans chaque indicateur, l’objectif, la définition (description de l’indicateur), l’utilisation (contexte), les traces (processus) et la visualisation (résultat), cf. tableau 5. Aussi, nous n’avons qu’une quantité très faible de verbatims, par rapport au besoin de ce type d’analyse. Nous pouvons ainsi considérer cette approche comme une preuve de concept dans la perspective de la collecte de plus de données, structurées de la sorte par la capitalisation des indicateurs. En effet, le *projet écrit+* donne la perspective intéressante d’une collecte plus importante de données.

TABLEAU 5 – Le nombre de mots par documents, où chaque document contient les verbatims de l'indicateur correspondant.

ID indic	Total nb-Mots	Objectif nbMots	Description nbMots	Contexte nbMots	Processus nbMots	Produit nbMots
LDIC	42	20	4	4	21	9
DA	59	42	8	2	8	6
NA	187	28	65	11	70	21
PE	187	33	11	2	64	85
TR	98	54	2	12	25	13
TCM	47	30	3	6	10	10
TP	49	11	10	8	22	6
DRA	109	40	50	14	11	6
CR	114	38	10	19	32	23
DS	30	7	5	2	17	6
EPE	66	15	19	12	23	9
TEM	108	18	32	8	57	5
TF	2	2	2	2	2	2
EET	43	15	3	4	26	7
RD	2	2	2	2	2	2
RT	20	10	2	4	9	3
IP	25	2	5	7	16	3
TC	18	2	18	2	2	2



(a)

FIGURE 13 – Clustering d'indicateurs par *embedding* de verbatims avec une *Hiérarchique Agglomerative Clustering* et sa visualisation par *Dendrogram*. Représentation graphique avec une Analyse en Composante Principale (ACP), excluant les indicateurs RD et TF.

Résultats Une analyse automatisée des données récoltées nous a permis d’obtenir les résultats suivants. Il est visible, dans une projection 2D, des *embeddings* d’indicateur.

Les résultats sont mitigés (cf. figure 13), en effet nous ne pouvons former de clusters ou de tendances claires, chaque point représente un indicateur et est nommé avec son code correspondant. Le manque visible de données, avec plusieurs indicateurs sans aucun mots mis à part leurs noms (lorsqu’il y a seulement 2 mots dans tableau 5), ne permet pas d’identifier des *features*/caractéristiques pertinentes. La distance entre les différents indicateurs, les points, n’est pas significative dans la création de clusters et pour l’émergence de caractéristiques. En revanche, nous voyons que ce type d’analyse est rendu possible par l’utilisation de champs libre, collectant des informations textuelles, les verbatims. En incorporant cette forme de collecte de données dans la capitalisation des indicateurs, nous avons la possibilité d’une analyse pertinente, améliorant le processus. Cette démarche prendra donc tout son sens avec la diffusion de pratiques de capitalisation des indicateurs pour l’apprentissage.

5 Annexes : Prototype

5.1 Page d'accueil texte

Dans cette application web, vous pouvez interagir avec les indicateurs d'apprentissage à votre guise. ×

Les indicateurs, générés à partir des traces d'activité sur une plateforme d'apprentissage, permettent de gagner en efficacité et de faire évoluer les pratiques pédagogiques.

Ils peuvent remplir des objectifs aussi divers que l'Adaptation d'une séance, l'Évaluation des groupes, l'Évolution du déroulement des cours, la Planification des activités, la Remédiation auprès des étudiants ou le Suivi des activités.

Besoin d'aide sur le terme "indicateur" ? Consultez la [page FAQ](#)

Dans le cadre de ma thèse écrite sur la capitalisation des indicateurs d'apprentissage dans le contexte pédagogique, et suite aux ateliers réalisés avec des utilisateurs pour un recueil de besoins, j'en suis à l'étape de développement d'un prototype. L'objectif de ce dernier est de permettre aux utilisateurs non experts de faire évoluer les indicateurs en fonction de leurs besoins.

Collecte d'indicateurs

L'utilisateur choisit les indicateurs qui l'intéressent

L'utilisateur va...

Les ADAPTER

- Les ajuster afin de les utiliser dans d'autres contextes ou pour d'autres besoins.

Les RÉUTILISER

- Les utiliser à nouveau dans un même contexte

Se les APPROPRIER

- Les Appréhender et les personnaliser

Les PARTAGER

- Les diffuser à plusieurs autres personnes

Les indicateurs évoluent en permanence et gardent leur intérêt

Processus d'amélioration continue

Maintenant j'ai besoin de vous afin de tester mon prototype. Cela me permettra de voir comment vous utilisez l'outil et de vérifier qu'il est correctement adapté à votre profil et à vos besoins.

N.B. : à date, cet outil est bien un prototype et n'est donc pas totalement fonctionnel.

Par quoi voulez-vous commencer ? Choisissez un parcours

FIGURE 14 – Capture d'écran de la page d'accueil de POPCORN, le texte présenté est à destination des membres du projet écrit+.

5.2 Page d'édition du profil

The screenshot shows a web interface for editing a user profile. At the top, there is a header '2 Profil de Albane'. Below it, a message states: 'Sur cette page, vous pouvez accéder à vos informations personnelles.' The profile information is organized into two columns of form fields. The left column contains: 'Nom' (Albane), 'Email' (albane.gril@univ-lemans.fr), 'Groupe' (Ingénieur), 'Rôle' (User), and 'Mot de passe' with a 'Modifier mot de passe' button. The right column contains: 'Identifiant écrit+' (albane.gril.etu@univ-lemans.fr), 'Établissement' (LMU), 'Discipline' (informatique), 'Experience pédagogique' (novice), and 'Utilisation d'indicateur d'apprentissage' (intermédiaire). At the bottom, there are two buttons: 'Enregistrer' (orange) and 'Supprimer profil' (blue link).

Nom	Albane	Identifiant écrit+	albane.gril.etu@univ-lemans.fr
Email	albane.gril@univ-lemans.fr	Établissement	LMU
Groupe	Ingénieur	Discipline	informatique
Rôle	User	Experience pédagogique	novice
Mot de passe	Modifier mot de passe	Utilisation d'indicateur d'apprentissage	intermédiaire

[Enregistrer](#) [Supprimer profil](#)

FIGURE 15 – Capture d'écran de la page profil de POPCORN, permettant l'ajoute et la modification des informations personnelles.

6 Annexes : Analyse POPCORN

6.1 Fiche bilan

La fiche bilan est identique à celle de l'*Expé 1* : cf. figure 9. Elle est cette fois complétée par le Modérateur au cours du bilan de l'entretien.

6.2 Capture d'écran du logiciel d'eye tracking

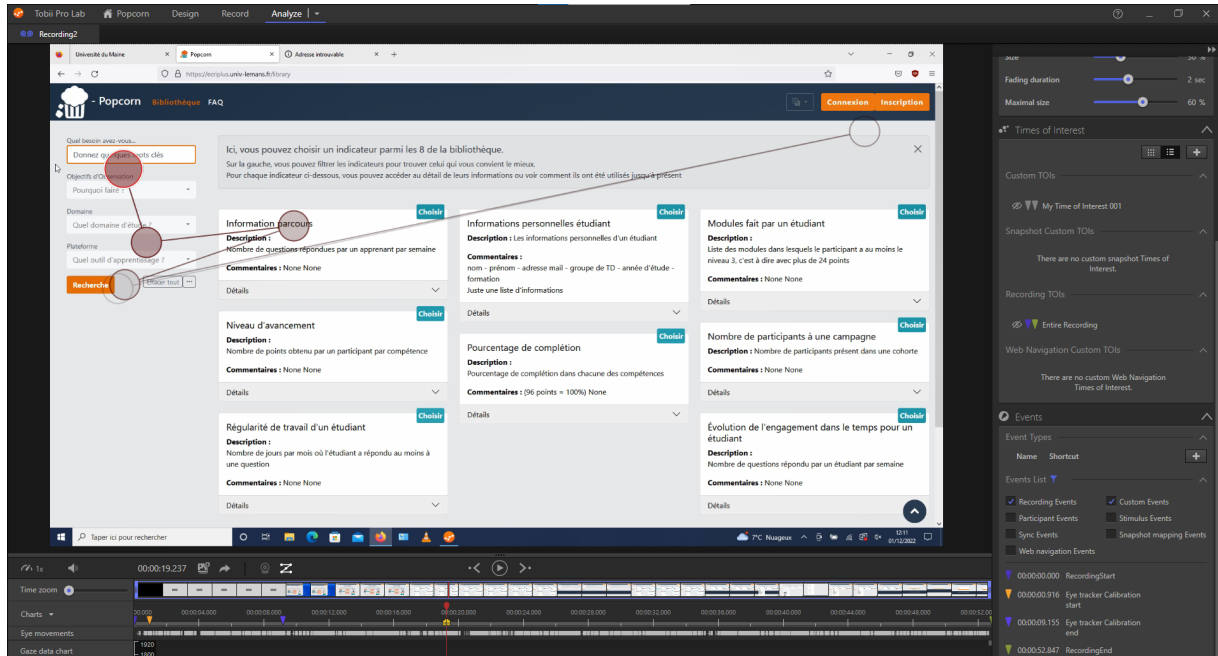


FIGURE 16 – Capture d'écran du logiciel Tobii Pro Lab pour l'eye tracking.

6.3 User Experience Questionnaire

Extraits des résultats de l'*User Experience Questionnaire*, réalisé dans le cadre de l'analyse ergonomique de POPCORN. Les données ont été recueillies pour 7 participants, ne permettant pas une analyse complète. L'analyse est issue du *Data Analysis Tools* disponible sur <https://www.ueq-online.org>.

UEQ Scales (Mean and Variance)		
Attraction	1,104	0,61
Compréhensibilité	0,719	1,79
Efficacité	1,375	0,46
Contrôlabilité	1,000	0,64
Stimulation	1,000	0,80
Originalité	0,250	1,30

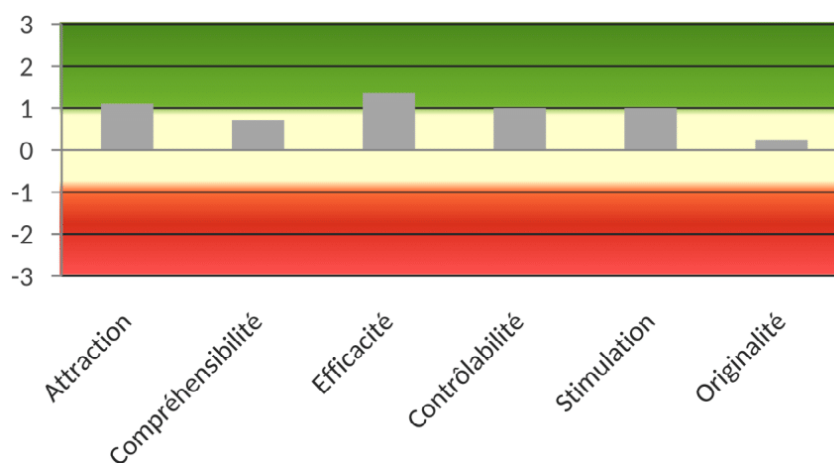


FIGURE 17 – Représentation des scores du UEQ

Confidence intervals (p=0.05) per scale						
Scale	Mean	Std. Dev.	N	Confidence	Confidence interval	
Attraction	1,104	0,781	8	0,541	0,563	1,646
Compréhensibilité	0,719	1,339	8	0,928	-0,209	1,647
Efficacité	1,375	0,681	8	0,472	0,903	1,847
Contrôlabilité	1,000	0,802	8	0,556	0,444	1,556
Stimulation	1,000	0,896	8	0,621	0,379	1,621
Originalité	0,250	1,142	8	0,791	-0,541	1,041

6.4 Script expérimentation POPCORN

Détail du script de l'*Expé 2* en section 6.1.

Début Page d'accueil de l'application, non connecté à un compte. (<https://ecriplus.univ-lemans.fr/>, identifiants environnement fournis)

Questions sur chaque page avant consigne

- Que voyez-vous ?
- Quelle est cette page ? À quoi sert-elle ?
- Que voulez-vous faire ? Pourquoi ?

Contexte du besoin lors du test

- enseignant : "J'ai créé un quizz/campagne à faire en ligne de façon autonome par un groupe, je veux savoir comment ça se déroule"
- étudiant : "J'ai fait un quizz/campagne en ligne et je veux savoir comment je m'en sors"
- concepteur : "Les étudiants ont participé à des campagnes/examen, comment ça s'est passé?"

Étapes

- Consigne 1 (sur /) : Créez-vous un compte
- Consigne 2 (retour sur /) : Choisissez le parcours "Explorer"
- Consigne 3 (sur /library/) : Choisissez un indicateur qui vous plaît.
- Consigne 4 (sur /guide/) : Complétez les informations qui vous semblent pertinentes avant de visualiser l'indicateur sur votre tableau de bord
- Consigne 5 (sur /dashboard/) : Dans l'application, donnez votre avis sur l'indicateur
- Consigne 6 (sur /profil/) : Complétez votre profil dans le cadre de ce test utilisateur
- Consigne 7 : Remplissez la fiche finale du protocole

6.5 Traces d'interactions collectées

Les données détaillées ici ont permis de conduire à la création de la figure 6.5 en section 6.3.1.

TABLEAU 6 – Extrait des traces d'interactions collectées en *Expé2* sur 7 participants dans la manipulation de *POPCORN*.

Page	Interaction	Taux de réussite	Temps moyen
Bibliothèque		100%	0 :02 :19
	utiliser barre recherche	14%	
	utiliser filtres	29%	
	voir détails	29%	
	choix	100%	
Objectifs		100%	0 :02 :00
	utiliser aide	100%	
	éditer titre	71%	
	éditer description	71%	
	choix type objectif	86%	
	ajout objectif	64%	
Contexte		100%	0 :01 :16
	utiliser aide	14%	
	ajoute contexte	93%	
	choix domaine	100%	
	créer domaine	43%	
	choix plateforme	86%	
	créer plateforme	0%	
	choix type d'apprentissage	86%	
	choix format apprentissage	86%	
	choix modalité apprentissage	86%	
Paramètres		100%	0 :01 :15
	ajouter commaintaire	57%	
	choix type visualisation	29%	
	clic "Mode Expert"	29%	
	clic "Appel Expert"	14%	
Affichage		100%	0 :00 :31
	scroller résultat	29%	
	interagir avec visualisation	29%	
	choix affichage TBA	14%	
TBA		100%	0 :04 :02
	maj affichage	29%	
	interagir avec données	71%	
	utiliser aide	50%	
	clic appropriation	43%	
	clic partage	43%	
	clic explorer	36%	
Évaluation		20%	0 :00 :56
	note pertinence	100%	
	note simplicité	100%	
	note fiabilité	86%	
	ajoute commentaire	57%	

7 Annexe : Réflexions

7.1 Fiche test itératif

Cette fiche de suivie est utilisée par le modérateur comme guide de l'entretien et support de prise de notes.



 CAHIER DE BORD SUR LA CAPITALISATION AVEC POPCORN 	
<p>Fiche technique</p> <p>Participant ID :</p> <p>Date :</p> <p>Lieu :</p> <p>Cohorte :</p> <p>Scénario pédagogique :</p>	<p>Scénario & Consignes</p> <p>Verbalisation de l'expérience. On a 5-10 minutes. Toujours demander la confirmation des interactions observées/interprétées.</p> <p>Quelles informations voulez vous avoir, sur ce qu'on fait les étudiants sur la plateforme écrit+ test ? Y a-t-il quelque chose que vous souhaitez voir, vérifier, analyser, comprendre, faire évoluer, remédier.</p> <p>Quelles interactions voulez vous avoir avec les indicateurs ? Pour avoir des indicateurs qui sont pertinent pour vous.</p> <p>Arrivez-vous à trouver l'indicateur qui vous intéresse sur POPCORN ? Est ce que les interactions disponible répondent à vos besoins ? Sinon, qu'est ce que vous voudriez pouvoir faire, ajouter, modifier, créer, partager, pour pouvoir répondre à votre besoin ?</p>
<p>Détail des interactions réalisées</p> <p>Tracer le parcours : Où ? Quand ? Pourquoi ?</p>	
<p>Détail des besoins exprimés</p> <p>Quels sont les besoins d'observation ?</p> <p>Comment le prototype peut être amélioré ?</p>	
<p>Point sur les actions</p> <p>Quelles interactions de réutilisation ?</p> <p>Quelles interactions de appropriation ?</p> <p>Quelles interactions de adaptation ?</p> <p>Quelles interactions de partage ?</p>	
<p>Merci de votre participation ! Quand sera le prochain point ?</p>	

FIGURE 18 – Fiche utilisée dans les entretiens de l'Expé 3, complétée par le Modérateur.

Titre : Capitalisation des indicateurs pour l'apprentissage humain : modèle et étude des interactions avec les utilisateurs

Mot clés : indicateur, capitalisation, interaction utilisateur, learning analytics

Résumé : Nous nous intéressons aux indicateurs pour l'apprentissage. Ils sont utilisés par différents acteurs (apprenants, enseignants, responsables de formation,) pour l'analyse et l'amélioration de l'apprentissage. Leurs usages reflètent alors la grande diversité des pratiques pédagogiques existantes. Nous souhaitons répondre aux défis de conception et d'adoption de ces indicateurs en proposant un processus de capitalisation. Ce processus a pour objectif de donner le contrôle de l'évolution et de la pertinence des indicateurs disponibles à tous les utilisateurs.

En examinant les approches actuelles de conception des indicateurs, nous constatons que les utilisateurs sont de plus en plus sollicités, au rythme de recueils de besoins et consultations de validation, mais restent souvent passifs. Les choix de modélisation de l'indicateur limitent également leur évolution au cours du temps et des usages. Nous émettons l'hypothèse que ces utilisateurs sont les moteurs de la capitalisation des indicateurs.

Une première expérimentation nous a per-

mis d'observer comment les utilisateurs perçoivent les indicateurs. Elle nous a également permis de considérer la place que les utilisateurs pourraient avoir dans le processus de capitalisation. Ces observations nous ont amené à identifier des interactions entre utilisateurs et indicateurs pouvant conduire à la capitalisation.

Nous proposons alors un modèle d'indicateurs capitalisés capable de s'enrichir de chacune des interactions identifiées.

Ces éléments sont implémentés dans un prototype, POPCORN, pour la capitalisation des indicateurs. Cette instrumentation nous permet d'expérimenter nos propositions théoriques auprès des utilisateurs, principalement des enseignants. Nos analyses se prolongent vers de nouvelles expérimentations, toujours dans l'objectif de faire de l'utilisateur le chef d'orchestre de la capitalisation. Ces expérimentations nous permettent aussi de valider notre modèle d'indicateurs capitalisés comme notre contribution majeure au processus de capitalisation.

Title: Capitalization of data indicators for human learning: model and study of user interactions.

Keywords: data indicator, capitalization, user interaction, learning analytics

Abstract: We are interested in data indicators for learning. They are used by different actors (learners, teachers, training managers, etc.) to analyze and improve learning. Their use reflects the wide diversity of existing pedagogical practices. We aim to meet the challenges of designing and adopting these data indicators by proposing a capitalization process. The aim of this process is to give all users control over the evolution and relevance of the available indicators.

In examining current approaches to indicator design, we note that users are increasingly solicited, through needs gathering and validation consultations, but often remain passive. Indicator modeling choices also limit their evolution over time and through use. We hypothesize that these users are the driving force behind the capitalization of data indicators.

An initial experimentation enabled us to

observe how users perceive data indicators. It also enabled us to consider the part users could play in the capitalization process. These observations led us to identify interactions between users and indicators that could lead to capitalization.

We then developed a model of capitalized indicators capable of being enriched by each of the interactions identified.

These elements are implemented in a prototype, POPCORN, for data indicator capitalization. This instrumentation enables us to test our theoretical proposals with users, mainly teachers. Our analyses are extended to new experiments, always with the aim of making the user the orchestrator of capitalization. These experiments also enable us to validate our model of capitalized indicators as our major contribution to the capitalization process.