
Co-concevoir avec des enseignants un environnement numérique en mathématiques pour le rendre affordant

Co-design with teachers a digital environment in mathematics to make it affordant

Stéphanie Reyssier



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dms/5831>

DOI : 10.4000/dms.5831

ISSN : 2264-7228

Éditeur

CNED-Centre national d'enseignement à distance

Ce document vous est offert par Université Lumière Lyon 2



Référence électronique

Stéphanie Reyssier, « Co-concevoir avec des enseignants un environnement numérique en mathématiques pour le rendre affordant », *Distances et médiations des savoirs* [En ligne], 32 | 2020, mis en ligne le 12 décembre 2020, consulté le 22 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/dms/5831> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dms.5831>

Ce document a été généré automatiquement le 22 décembre 2020.



DMS-DMK est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

Co-concevoir avec des enseignants un environnement numérique en mathématiques pour le rendre affordant

Co-design with teachers a digital environment in mathematics to make it affordant

Stéphanie Reyssier

Introduction

- 1 L'usage d'environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) en classe, qui peuvent se définir comme des environnements informatiques accompagnant, favorisant ou régulant les apprentissages des apprenants, crée parfois des tensions chez les enseignants, ayant pour conséquence un manque d'appropriation réelle de ces EIAH (Amadiou et Tricot, 2014). Les facteurs de non-usages les plus souvent cités ont trait à l'absence de preuve de leur efficacité, au manque de formation des enseignants (Peraya, 2002 ; Depover et al., 2007), au temps nécessaire pour les intégrer ou à des problèmes d'accès à ces environnements, qui peuvent être insuffisants au sein de la classe ou en partage avec d'autres enseignants au sein de l'établissement (Ben Youssef et Rallet, 2009). Parmi les explications possibles, nous retenons celles qui considèrent un écart persistant entre ce qui est attendu et ce qui réellement vécu au moyen de l'EIAH mobilisé (Simonian, 2014), pouvant générer des désillusions pédagogiques et didactiques (Amadiou et Tricot, 2014), un non-usage, voire un usage catachrétique (Rabardel 1995 ; Simonian et Audran, 2012).
- 2 Certains auteurs, comme Paquelin (2007) et Rizza (2010), notent que les enseignants qui mobilisent des EIAH, ne tirent pas pleinement profit des possibilités qu'ils offrent. Or, il est considéré que pour qu'un enseignant s'approprie un EIAH et l'intègre de façon

significative et signifiante à ses pratiques, il doit percevoir ses potentialités d'actions (Akrich, 2006 ; Depover et Strebelle, 1997 ; Lameul et al., 2011 ; Paquelin, 2007). Il est possible d'étudier la perception de ces potentialités à partir du concept d'affordance, en référence à Gibson (1979). Cette perception est fortement dépendante du contexte d'utilisation et des dimensions socioculturelles des enseignants (Morgagni, 2011 ; Niveleau, 2006 ; Norman, 1988, 2013 ; Simonian, 2014 ; Simonian, Quintin et Urbanski, 2016).

- 3 Aussi, dans le cadre du design centré sur l'humain, certains auteurs (Norman, 1988 ; 2013 ; Hassenzahl, 2014) suggèrent d'intégrer dans la conception de ces EIAH l'utilisateur final. Cette association, avec des enseignants permettrait d'identifier à la fois leurs besoins et intentions, de la conception de l'environnement à la réalisation effective d'une séance d'apprentissage, à partir d'invariants (ou patterns d'informations) pouvant être intégrés et reconnus par tous les enseignants dans l'EIAH développé. C'est dans cette perspective que le projet LudiMoodle¹ a été initié. Il présente un double objectif : co-construire avec des enseignants un EIAH ludifié² d'apprentissage en calcul littéral pour favoriser la motivation des élèves ; et favoriser les affordances de cet environnement pour les enseignants dans une perspective de généralisation. La présente étude concerne l'affordance de l'EIAH co-conçu préalablement avec des enseignants volontaires. Cinq enseignants ont participé à cette phase écologique dont deux ont participé à la co-conception de l'environnement. Conformément au cadre théorique mobilisé, il s'agit de s'assurer que les patterns d'informations implémentés au cours de la co-conception sont effectivement perçus et reconnus en situation, permettant ainsi aux enseignants de développer leurs capacités, mais aussi celles des élèves.
- 4 D'un point de vue méthodologique, nous avons réalisé cinq entretiens d'explicitation d'une action et 10 captations vidéo portant sur la même séance intitulée « la double distributivité en calcul littéral ». Nous avons développé une méthode d'analyse reposant à la fois sur l'entretien d'explicitation de Vermersch (1994) et sur la méthode de Morineau « *Turing Machine Task Analysis* » (2010), permettant de mettre au jour les invariants socioculturels issus du prescrit, les affordances intentionnelles et réelles perçues par chaque enseignant, jusqu'à la perception de leur efficacité.

Le concept d'affordance

- 5 Jusque dans les années 1920, les travaux en phénoménologie de la forme suggèrent que le simple fait de percevoir un objet, ses contours en particulier, renseigne le sujet sur la nature de l'objet et lui montre en quelque sorte comment l'utiliser (Werner, 1926). La perception est alors comprise comme l'élément déterminant du processus permettant la réalisation d'une action puisque l'objet contiendrait des patterns structuraux de l'environnement. Le premier à remettre en question cette définition est Köhler (1929). Il montre que c'est parce que le sujet poursuit un but, qu'il perçoit dans l'objet une fonction et une signification. Mais pour Gibson (1979), cette perception n'est rendue possible que dans la mesure où le sujet et l'objet font partie d'une même niche écologique (environnement où se développent des capacités). Dans cette approche écologique, le sujet a une perception globale de son environnement, mais aussi des invariants qui le caractérisent et le lient à l'environnement. La perception d'au moins un invariant permettrait au sujet d'envisager diverses possibilités ou « affordances »

émergeant de cette rencontre entre le sujet, l'objet et leur environnement commun. Un invariant est une propriété perçue de tous permettant de percevoir les mêmes possibilités d'agir. Par exemple, la dureté et l'horizontalité du sol sont des propriétés qui permettent de laisser croire les sujets qu'ils peuvent y poser une chaise pour s'asseoir sans s'enfoncer ou bien tomber. A l'inverse, si le sol n'est pas stable ou incliné, cette possibilité n'est plus perçue. Ainsi, dans sa première acception, la perception est envisagée comme directe et basée sur la perception de stimuli d'ordre tactile, visuel, olfactif, auditif, etc.

- 6 Or, pour les tenants de la perception indirecte, l'acception de Gibson (1979) est trop réductrice, car elle fait fi des capacités cognitives du sujet, de son développement psychologique et de ses expériences passées. Les recherches sur l'affordance ont intégré, au fil du temps, les spécificités humaines : capacités des sujets (Turvey, 1992), intentions (Stroeffgen, 2003), socio-culture (Morgagni, 2011 ; Simonian, 2019a, 2019b). Morgagni (2011), s'appuyant notamment sur les travaux de Pierce (1878, 1976), montre que c'est parce que les expériences antérieures du sujet sont mémorisées sous la forme de signifiants, ou de patterns d'informations, que ce dernier perçoit des possibilités de réaliser une action, lorsqu'il se trouve de nouveau confronté à une situation similaire. Pour Niveleau (2006), la perception de signifiants n'est pas suffisante. En effet, tant que le sujet n'a pas fait l'expérience de cette possibilité en situation réelle, rien ne peut prédire que l'affordance qu'il a perçue en amont de la réalisation de cette action soit effective. Leonova (2004) propose d'approfondir ce raisonnement, reprenant les travaux d'écologistes de la perception sociale comme Mc Arthur et Baron (1983), pour mettre en évidence que les affordances peuvent aussi être sociales lorsque des signes sociaux, résultant de l'interaction observateur-environnement-buts poursuivis, sont perçus et mis au service de l'action. Norman (1988) ou encore Simonian (2014, 2019a) suggèrent que les affordances impliquent la prise en compte de dimension socioculturelle spécifique à un environnement ou un groupe humain spécifique, puisque perçues à partir de celles déjà existantes dans un environnement socioculturel régit par des normes, des us et coutumes, valeurs, etc. Dans cette même perspective, Philipette et Fastrez (2013), proposent dans une approche cognitive distribuée, de différencier les « affordances épistémiques », qui représentent l'ensemble des nouveaux concepts et règles permettant l'appréhension des nouvelles caractéristiques du monde dans lequel le sujet évolue, des « affordances pragmatiques », qui concernent plutôt les nouveaux savoir-faire, savoirs techniques et procédures perçus. Cette dernière acception, différenciant affordances épistémiques et pragmatiques, est précieuse pour différencier les savoirs et les savoir-faire. Nous retiendrons donc cette différenciation pour considérer qu'une affordance matérialise la possibilité offerte par un environnement, média et médiatisé par un EIAH, dans un environnement donné, comprenant des invariants épistémiques et pragmatiques spécifiques à des groupes professionnels (dans notre cas, les enseignants en mathématiques). Cependant, certaines perceptions peuvent être erronées comme l'ont montré Gregory (1973) ou Gaver (1991). C'est pourquoi il est nécessaire pour l'individu de manipuler l'objet en situation réelle afin qu'il puisse comparer les possibilités perçues en amont de l'action avec celles effectives, nécessitant de fait une actualisation des signifiants mémorisés précédemment, y compris pour connaître les conséquences positives ou négatives de son action pour lui et, plus largement, son environnement.

Problématique et hypothèses : la co-conception pour favoriser l'affordance d'un EIAH ludifié

- 7 Pour Norman (1988, 2013), en tant qu'ergonome s'intéressant aux mécanismes psychologiques à la base de la relation humain-machine, la conception de tout objet doit tenir compte des besoins du sujet, de la façon dont il l'habitude d'agir et de l'environnement réel auquel il se destine. Il préconise de s'intéresser à la façon dont le sujet réalise une action, en distinguant la phase « d'exécution » liée au but que se fixe le sujet, à la façon dont il planifie son action, prévoit des séquences d'actions et les effectue ; et la phase « d'évaluation » où le sujet perçoit le résultat de ses actes, les interprète et les compare au but initial. Dans cette perspective, Morineau met au point en 2010 le modèle TMTA (*Turing Machine Test Analysis*) afin de déceler l'apraxie de certains patients. Il distingue ainsi les différentes étapes cognitives liées à la réalisation d'un « thé au lait » en s'appuyant sur les hiérarchies d'abstraction et d'agrégation empruntées au domaine de l'ingénierie cognitive. Morineau (2010) montre ainsi que le passage d'une étape à l'autre s'effectue par le changement d'état mental du sujet directement lié à sa perception des différents patterns d'informations appartenant aux propriétés de certains composants lui permettant d'agir dans l'environnement puis d'évaluer si son action est positive ou négative, pouvant amener le sujet à modifier son action ou changer d'objet au cours de l'action. Dans ce modèle, un des enjeux de l'affordance est de pouvoir agir dans son environnement en fonction de ses intentions. La perception d'un invariant contenu dans un objet (1) ou non (0) s'effectue dans la mise en relation sujet-objet. Une fois cette mise en relation effectuée, il est possible de constater l'effectivité de son action instrumentée (1), mais aussi son inefficacité (#).
- 8 Pour accroître l'efficacité d'un objet, il est nécessaire de le concevoir en fonction de la culture, de l'environnement et de l'intention des publics concernés. L'enjeu ici n'est pas de « normer », mais bien de permettre la découverte de possibilités en situation réelle. Dans notre contexte, il s'agit d'associer des enseignants en mathématiques à la conception d'un EIAH ludifié qui leur est destiné, pour leur permettre d'implémenter des invariants socioculturels (pédagogiques et didactiques) dans l'environnement pour qu'ils soient, ensuite, reconnus par d'autres enseignants testeurs. En effet, le fait qu'ils partagent une culture commune, un programme et des fiches d'accompagnement identiques, des outils numériques et des expériences d'enseignement proches, devrait favoriser la perception de ces invariants à la fois au moment de préparer leur séance d'apprentissage avec l'EIAH « LudiMoodle », mais surtout en situation réelle de classe (hypothèse 1). D'autres affordances devraient également être perçues en situation réelle, tenant compte à la fois d'évènements imprévus ou d'une prise en compte de public différente, nécessitant une adaptation de l'enseignant. Dit autrement, il est nécessaire de vérifier, en situation réelle, si l'implémentation de ces invariants socioculturels a permis la découverte de « nouvelles » affordances réelles (hypothèse 2). Enfin, comme le suggère Norman (2013), il est nécessaire de s'assurer lors de la phase d'évaluation que les affordances réelles perçues par les enseignants ont été efficaces, c'est-à-dire qu'elles ont réellement satisfait le but initial de leur point de vue ; ainsi les affordances peuvent être perçues positivement (+) ou négativement (-).

Méthodologie

- 9 Les séances de co-conception ont eu lieu l'année précédant l'expérimentation en classe, où il a pu être analysé si les enseignants co-concepteurs percevaient des invariants socioculturels à implémenter dans l'EIAH ludifié. Nous avons ensuite testé et analysé en situation réelle l'affordance réelle de l'EIAH, notamment en observant la réalisation de la séance portant sur la distributivité double, et en menant ensuite des entretiens d'explicitations avec les enseignants co-concepteurs et les enseignants testeurs. Ces entretiens visent à identifier les affordances intentionnelles et réelles perçues en termes d'affordances épistémiques et pragmatiques.

Méthode retenue pour mettre au jour les affordances perçues

- 10 Afin d'identifier les affordances intentionnelles et réelles perçues par les enseignants, nous nous sommes inspirés des méthodes d'analyse du discours issues des théories de l'activité humaine (Vygotsky, 1978 ; Leontiev, 1981 ; Engeström, 2001 ; Akrich, 1993 ; Linard, 2001 ; Albero et Brassac, 2013), dont un des objectifs est de montrer comment les sujets s'adaptent en situation, et par déduction, perçoivent des invariants les informant de potentialités d'action. Leplat et Hoc (1983) considèrent que l'activité peut être décrite à partir des tâches prescrites et des tâches effectives qui correspondent à ce que l'individu a réellement traité. Dans cette perspective, l'entretien d'explicitation d'une action proposé par Vermersch (1994) a semblé pertinent puisqu'il permet d'identifier les différentes informations satellites de l'action dans le discours (prescrit, intentionnel, procédural, jugement) et donc d'identifier les différentes étapes de construction et de réalisation d'une activité. Il s'agit ici de comprendre leur logique d'action et de favoriser la prise de conscience des actions effectives, en les verbalisant. Dans notre cas, lorsqu'un enseignant conçoit sa séance sur la distributivité double, il tient compte du prescrit (programmes, fiches pédagogiques, expériences antérieures, caractéristiques socioculturelles des élèves, outils mobilisables), il se fixe des objectifs de séance, prépare son déroulé puis l'applique en classe et réfléchit à ce qui a fonctionné et aux améliorations possibles. Il s'agit donc ici d'identifier dans chacune de ces étapes, les affordances perçues par chacun des enseignants. Plus spécifiquement, il s'agit de repérer au niveau du discours, tous les éléments de syntaxe ayant trait aux possibilités de faire, à la volonté de faire, ainsi que les verbes d'action, mais aussi de jugement (Simonian, 2019b).
- 11 Pour parvenir à ce résultat de catégorisation, nous avons retranscrit chaque entretien et nous sommes inspirés d'une méthode mise au point par Vermersch (2009) pour analyser les verbatim d'entretiens d'explicitation, dans laquelle il identifie deux étapes dans l'analyse : l'analyse temporelle, et l'analyse statique. L'analyse temporelle consiste à numéroter les répliques et relances, éventuellement de les sous-numéroter au moindre changement de thème. Puis nous avons séparé ce qui relève du prescrit, de l'intentionnel, du procédural et du jugement, ce qui revient déjà à faire une première thématisation. Nous avons ensuite dissocié les énoncés relatifs aux concepts de ceux relatifs aux actions. Ainsi, il a été plus aisé de mettre au jour les invariants conceptuels révélant la présence d'affordances épistémiques, et les affordants pragmatiques, révélant la présence d'affordances pragmatiques. Par exemple, l'objectif de la séance

était de faire simple (=épistémique), ce qui revient concrètement à ne pas mettre de nombres relatifs ou de chiffres supérieurs à 5 (=pragmatique).

- 12 Une fois ce travail de séparation d'énoncés effectué, nous sommes passés à l'analyse statique qui consiste à segmenter des unités de sens et à requalifier chacune dans un langage qui l'interprète. Nous inspirant, pour partie, des travaux de Morineau (2010) sur les différents degrés d'abstraction d'une tâche, nous avons choisi de noter la découverte d'affordances intentionnelles et réelles de la façon suivante : affordance pertinente pour la tâche (1), affordance non pertinente pour la tâche (0), affordance intentionnelle pertinente, mais non retenue en situation (#). Dans l'état jugement, les affordances perçues comme efficaces ont été notées (+) et celles non efficaces (-). Enfin, dans chaque état de réalisation de la tâche, nous avons séparé les affordances épistémiques des affordances pragmatiques, afin de mieux identifier les invariants.

Tableau 1 : grille d'analyse des entretiens

	Ensemble des nouveaux concepts, savoirs perçus (affordances épistémiques)	Ensemble des potentialités d'actions perçues (affordances pragmatiques)
État prescrit : Affordances perçues dans le prescrit	Savoirs théoriques, formalisés : connaissances à acquérir, programme, formations, expériences antérieures ou consignes justifiant l'action	Savoirs procéduraux : compétences à développer et moyens mis à disposition, expériences antérieures justifiant l'action
État intentionnel : Affordances intentionnelles	Buts, sous-buts sous-tendant les actions mentales, pouvant être caractérisés par des verbes de volonté liés aux concepts, intention d'intéresser (0, 1)	Buts, sous-buts sous-tendant les actions pragmatiques, pouvant être caractérisés par des verbes de volonté liés aux procédures. Moyens pouvant permettre d'intéresser (0, 1)
État procédural : Affordances réelles perçues en situation	Actions mentales en vue de la réalisation conceptuelle d'une action, pouvant être caractérisées par des verbes de perception externe et/ou interne, ou indiquant une attitude propositionnelle (1, #)	Réalisation pratique d'une action, pouvant être caractérisée par des verbes d'action (1, #)
État jugements : Évaluation des affordances perçues	Évaluation globale portant sur les connaissances acquises, sur l'intérêt suscité, caractérisée par des verbes de jugement avec proposition d'amélioration conceptuelle (+, -)	Évaluation portant sur les procédures, les compétences acquises, les outils mobilisés, caractérisée par des verbes de jugement avec des propositions d'amélioration technique (+, -)

- 13 Pour pallier le risque d'oubli, puisqu'il existe un décalage entre la réalisation de la séance en classe et l'entretien, nous avons réalisé 10 captations vidéo d'une même séance³ d'une durée de 55 minutes chacune, permettant ainsi de procéder à une première analyse de la situation réelle. Ainsi, chaque captation a fait l'objet ensuite, d'une prise de notes portant à la fois sur les échanges verbaux et non verbaux, et a été traitée de façon identique que les entretiens, pour identifier les affordances épistémiques et pragmatiques perçues en situation réelle. Les entretiens, d'une durée d'une heure environ, ont été réalisés individuellement avec chaque enseignant, dans la semaine suivant la captation, et se sont déroulés sur leur lieu de travail.

Corpus de recherche et séances de co-conception

- 14 Notre choix s'est porté sur les élèves de collège, est plus particulièrement sur la classe de 4^e, car il s'agit d'un âge délicat d'un point de motivationnel (Gillet *et al.*, 2012). Trois premières réunions de co-conception avec sept enseignants de cinq collèges différents

ont permis de cibler notre objet de savoirs. Le calcul littéral a été privilégié, car son apprentissage compliqué et répétitif se prêtait bien à la ludification⁴. Sur les sept enseignants ayant participé à la première phase de co-conception, seuls deux (P3 et P4) ont poursuivi le projet sur deux années. Ils ont été rejoints par trois nouveaux que nous nommerons P1, P2 et P5.

Tableau 2 : caractéristiques des enseignants participant à ce projet

Enseignant	Sexe	Age	Ancienneté	Zone Citadin/Rural	% d'élèves en difficulté	Nombre d'élèves
P1	F	47	19	C	25	28
P2	M	36	2	R	45	28
P3	M	42	19	R	30	26
P4	F	35	12	C	30	28
P5	M	40	17	C	25	28

- 15 Il a été demandé aux enseignants de réfléchir aux dynamiques qu'ils souhaitent impulser et ils ont fait le choix de mettre les élèves en autonomie, grâce aux rétroactions littérales prévues⁵, et de leur permettre de s'entraîner sans se soucier du résultat (aucune évaluation n'avait été prévue), de manière ludique. En effet, l'un des objectifs du projet LudiMoodle, est de proposer un EIAH ludifié en mathématiques, dans le but de favoriser davantage de comportements motivés de la part des élèves. Concrètement, il s'agit de récompenser l'élève par des points, des badges, ou d'autres éléments de jeu. Les enseignants ont choisi différents éléments ludiques⁶ censés favoriser le comportement motivé des élèves.

Figure 1 : éléments ludiques retenus par les enseignants co-concepteurs (de gauche à droite en partant du haut : points/classement/timer/progression/avatar/badges)



- 16 Puis, ils ont réalisé une trace écrite intitulée « à retenir » (P1 s'est chargée de sa rédaction), pour harmoniser les pratiques, et conçu 6 exercices de 10 questions et un exercice bonus de 5 questions (à faire sur tablette), répartis sur deux séances d'une heure (séances 6 et 7), prévoyant au départ une progressivité allant de la simple découverte de la notion abordée à la résolution de problème, tenant compte ainsi des recommandations du Bulletin Officiel (BO spécial n°11 du 26 novembre 2015). Pour des raisons techniques, aucune situation-problème n'a pu être implémentée. Un extrait de la médiatisation des séances 6 et 7 dans la figure ci-dessous :

Figure 2 : extrait de la médiatisation d'une séance

Séance 6 « à retenir »*Rappel du contenu de la séance précédente : activité distributivité simple-simplification de produits***Double distributivité**Quels que soient les nombres a , b , c , et d on a :

$$(a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd$$

Que l'on peut écrire:

Exemples:

Développer puis réduire $L = (3x + 2)(5 - x)$ Développer puis réduire $M = (2x - 1)(5 - 3x)$ Développer puis réduire $N = (3x - 2)(-5 + 3x) + 3(6 - 2x)$ Développer puis réduire $O = (4x + 1)(x - 3) - (5x + 2)(3 - 2x)$ **Exercices sur tablette :***Exercice 1 : Développe et simplifie les expressions suivantes (maximum un signe -) :*

Q.1 $(x + 3)(x + 5) = x^2 + 8x + 15$

Etc.

Exercice 2 : Développe et simplifie les expressions suivantes (maximum un signe -) :

Q.1 $(2x + 3)(3x + 5) = 6x^2 + 19x + 15$

Séance 7*Exercice 3 : Développe et simplifie les expressions suivantes (maximum deux signes -) :*

Q.1 $(x - 3)(x - 5) = x^2 - 8x + 15$

Etc.

Exercice 5 : Développe et simplifie les expressions suivantes (maximum trois signes -) :

Q.1 $(-x - 3)(x - 5) = -x^2 + 2x + 15$

Bonus : Pour aller plus loin... Développe et simplifie les expressions suivantes :

Q.1 $(-x - 3)(-x - 5) = x^2 + 8x + 15$

Déroulé de l'expérimentation

- 17 Il a été demandé aux enseignants testeurs ainsi qu'aux enseignants co-concepteurs, de suivre le déroulé de la médiatisation prévue (cf. figure 2), de façon à harmoniser les pratiques. Concrètement, après avoir fait l'appel, les enseignants faisaient un rappel des notions vues la séance précédente, c'est-à-dire des notions de « distributivité simple » et de « simplification de produits ». Ils devaient ensuite expliquer la nouvelle notion abordée intitulée « distributivité double », et réaliser avec les élèves les 4 exemples proposés. Après cette première étape réalisée sans l'EIAH, les enseignants devaient distribuer les tablettes, ouvrir les droits de connexion à la séance du jour, et les élèves devaient réaliser les exercices proposés, en autonomie. Une seule consigne avait été donnée aux enseignants : consacrer au moins 30 minutes aux exercices sur l'EIAH, pour que l'effet motivationnel des éléments ludiques reçus puisse être testé. Chaque enseignant était libre cependant d'agencer sa classe, comme bon lui semble. Aucune directive concernant une possible adaptation de l'EIAH n'avait été donnée.

Résultats

- 18 Nous commencerons par présenter les invariants relevés lors de la phase de co-conception. Puis nous vérifierons dans l'état intentionnel, si ces invariants ont été perçus et reconnus à la fois par les enseignants co-concepteurs, mais aussi les enseignants testeurs, et s'ils ont favorisé la découverte d'affordances intentionnelles. Nous nous focaliserons ensuite sur l'état procédural pour vérifier si ces affordances ont été effectives en situation réelle et si de nouvelles ont été perçues en situation. Enfin,

nous étudierons l'état jugement afin d'apprécier l'efficacité des affordances effectives du point de vue des enseignants.

Invariants identifiés lors de la phase de co-conception

- 19 Lors de la co-conception, les échanges entre enseignants co-concepteurs et l'équipe de recherche ont fait l'objet d'une prise de note et les verbes, qui caractérisent la présence d'affordances ont été relevés, y compris dans la trace écrite produite. Nous avons identifié des invariants communs épistémiques et pragmatiques qu'ils ont décidé d'implémenter dans l'environnement numérique co-construit (cf. tableau 3).

Tableau 3 : invariants épistémiques et pragmatiques implémentés

Invariants épistémiques	Invariants pragmatiques
Maîtriser une technique	Savoir développer Savoir réduire
Mettre en autonomie	Recourir aux feedbacks automatiques
S'entraîner	Mobiliser l'environnement numérique comme un exerciceur
Intéresser	Insérer des éléments ludiques
Différencier	Adapter la difficulté Prévoir des exercices bonus
Harmoniser les pratiques	Utiliser une trace écrite commune

État intentionnel : affordances intentionnelles perçues avec LudiMoodle

- 20 L'analyse des entretiens montre que les enseignants, lors de la préparation de leur séance, ont perçu deux affordances épistémiques communes : « maîtriser une technique » et « intéresser ». La possibilité de différencier en « adaptant la difficulté » n'a été perçue que de P3 qui est co-concepteur, et celle d'harmoniser les pratiques en utilisant une trace écrite que de P1 qui l'a rédigée. Les possibilités d'entraîner les élèves et de les mettre en autonomie n'ont pas été perçues à ce stade de réalisation de la tâche. Par ailleurs, il est noté que les affordances pragmatiques perçues sont hétérogènes et propres à chaque enseignant.

Tableau 4 : affordances intentionnelles perçues avec LudiMoodle

Ensemble des nouveaux concepts, savoirs perçus (affordances épistémiques)	Ensemble des potentialités d'actions perçues (affordances pragmatiques)
Maîtriser une technique (1)	Savoir développer (tous hors P3) Savoir réduire (tous hors P3) Créer des automatismes (tous hors P1 et P5) Savoir gérer les nombres relatifs (P4) Savoir démontrer (P5) Résoudre des équations (P5) Evaluer (P5)
Intéresser (1)	Insérer des éléments ludiques (tous hors P5) Mobiliser la tablette numérique (P5)
Différencier (P3)	Adapter la difficulté (P3) Prévoir des exercices bonus (0)
Harmoniser les pratiques (P1)	Utiliser une trace écrite commune (P1)
Mettre en autonomie (0)	recourir aux feedbacks automatiques (0)
S'entraîner (0)	Mobiliser LudiMoodle comme un exerciceur (0)

État procédural : affordances réelles perçues en situation

- 21 Nous notons que sur les deux affordances intentionnelles épistémiques communes perçues en amont, seule la possibilité de « maîtriser une technique » a été effective en situation et a donné lieu à la perception de deux nouvelles affordances pragmatiques : « ranger par puissances de x décroissantes » et « savoir supprimer les parenthèses ». Aucun enseignant n'a perçu la possibilité d'intéresser ses élèves grâce aux éléments ludiques par exemple.
- 22 Nous observons également la perception d'affordances épistémiques et pragmatiques liées à l'implémentation d'invariants, comme « mettre en autonomie grâce aux feedbacks automatiques », « s'entraîner en mobilisant l'environnement numérique comme exerciceur » ou « harmoniser les pratiques grâce à une trace écrite commune ».
- 23 Deux nouvelles affordances épistémiques communes ont été perçues en situation : « faciliter l'utilisation » et « faire de la remédiation ». Même constat pour les affordances pragmatiques : « anticiper les règles d'écriture », « désigner des responsables tablettes », « mobiliser le brouillon », « annoter au tableau », « faire de la remédiation individuelle ».
- 24 Enfin, des variations sont remarquées : trois des enseignants ont simplifié l'apprentissage de cette notion en sélectionnant les exemples de la trace écrite et/ou les exercices sur tablette grâce à la possibilité qu'ils avaient de le faire, et seul P3 a rajouté un exemple concret pour donner du sens à la notion.
- 25 Par ailleurs, des similitudes, mais aussi des variations portant sur une adaptation de l'espace classe, sont observées entre enseignants. Si tous, hors P5, laissent leurs élèves s'entraider, seuls P1 a choisi de faire des groupes de 4, P2 les a placés sur des tables disposées en U, quant à P3 et P4, ils ont conservé une disposition traditionnelle par 2 face au tableau.

Tableau 5 : affordances réelles perçues en situation suite à l'observation

Affordances épistémiques perçues	Affordances pragmatiques réelles
Maîtriser une technique (1)	Savoir réduire (tous hors P1) Savoir développer (tous hors P1) Savoir gérer les nombres relatifs (tous) Ranger par puissance de x décroissante (tous hors P1) Savoir supprimer des parenthèses (P5)
Intéresser (0)	Insérer des éléments ludiques (0) Mobiliser la tablette numérique (0)
Différencier (0)	Adapter la difficulté (0)
Harmoniser les pratiques (1)	Utiliser une trace écrite commune (1)
Mettre en autonomie (1)	Recourir aux feedbacks automatiques (P1) Laisser se débrouiller (tous)
S'entraîner (1)	Mobiliser LudiMoodle comme exerciceur (tous hors P5)
Nouvelles affordances épistémiques perçues	Nouvelles affordances pragmatiques perçues
Donner du sens (P3)	Rajouter un exemple concret (P3)
Faciliter l'utilisation (1)	Anticiper les règles d'écriture (1) Désigner des responsables tablettes (1) Déposer les tablettes sur les tablettes en début de journée (P4)
Faire de la remédiation (1)	Mobiliser le brouillon (1) Annoter au tableau (1) Faire la remédiation individuelle (1) Autoriser les échanges (tous hors P5) Mobiliser le vidéoprojecteur (tous hors P1 et P5) Mobiliser le rapport dynamique (P2, P5 en fin de séance) Mobiliser la calculatrice (P2) Insérer des flèches colorées (tous hors P1) Mettre le signe – en rouge (tous hors P1 et P2)
Simplifier (P1, P4, P5)	Sélectionner les exemples de la trace écrite (P1, P4) Sélectionner les exercices sur tablette (P1, P4, P5)

État jugement : évaluation des affordances réelles perçues

- 26 Lors de l'analyse des entretiens, nous nous sommes aperçus que l'efficacité perçue pour une même affordance réelle n'était pas la même selon l'enseignant interrogé. Afin de rendre compte de ces variations, nous avons réuni ces affordances (cf. tableau 6 ci-dessous). Puis il a été précisé celles jugées positives et négatives, en fonction de l'enseignant considéré.

Tableau 6 : évaluation des affordances réelles perçues

Affordances effectives		Efficacité perçue	
épistémiques	pragmatiques	+	-
Maîtriser une technique	Savoir réduire Savoir développer Savoir factoriser Créer des automatismes Savoir gérer les nombres relatifs Ranger par puissance de x décroissante Savoir supprimer des parenthèses Evaluer	P4	P1/P2/P5
Harmoniser les pratiques	Utiliser une trace écrite commune		P1/P3/P4/P5
Mettre en autonomie	Recourir aux feedbacks automatiques Laisser se débrouiller	P1	P2
S'entraîner	Mobiliser LudiMoodle comme exerciceur	P1/P2	P3
Faciliter l'utilisation	Anticiper les règles d'écriture Designier des responsables tablettes Déposer les tablettes sur les tablettes en début de journée	P2/P4	
Faire de la remédiation	Mobiliser le brouillon Annoter au tableau Faire de la remédiation individuelle Autoriser les échanges Mobiliser le vidéoprojecteur Mobiliser le rapport dynamique Mobiliser la calculatrice Insérer des flèches colorées Mettre le signe – en rouge	P5	P1
Simplifier	Sélectionner les exemples de la trace écrite Sélectionner les exercices sur tablette	P1	P3
Donner du sens	Rajouter un exemple concret		P1/P2/P3/P4
Intéresser	Insérer des éléments ludiques Mobiliser la tablette numérique	P2/P3/P4 P1/P2/P4/P5	P1/P5

- 27 Seule P4 estime que l'environnement a permis à ses élèves de maîtriser la notion de distributivité double, les autres jugeant que le manque d'évaluations ne leur permettait pas de se prononcer à ce sujet. Tous (hors P2) s'accordent à dire que l'harmonisation des pratiques n'était pas souhaitable, qu'ils avaient tous des pratiques différentes et qu'ils ne se retrouvaient pas dans cette façon de faire cours.
- 28 Les enseignants ne se sont pas tous prononcés quant à l'efficacité des affordances perçues, et certains d'entre eux ont fait part de leur regret de ne pas avoir perçu certaines potentialités, comme intéresser les élèves grâce aux éléments ludiques qui avaient pourtant été implémentés ; donner du sens en faisant un exercice rituel, en recourant aux tours de magie ou aux programmes de calcul (P1), en utilisant la « technique de la Playstation » qui consiste à remplacer les lettres par des formes (P2), en recourant au calcul d'aires (P1 et P4) ou en passant par la résolution de problèmes (P5), qui n'avait pas été implémentée.

Discussion

- 29 Les résultats obtenus montrent que parmi les invariants épistémiques implémentés, certains (« maîtriser une technique », « harmoniser les pratiques », « s'entraîner » et « mettre en autonomie ») ont été plus opérationnels que d'autres (« intéresser », « différencier »). En effet, même s'ils n'ont pas tous été perçus dans l'état intentionnel (« mettre en autonomie » et « s'entraîner » sont perçus seulement dans le réel), ils l'ont été en situation réelle. Pour les invariants pragmatiques implémentés, seule la possibilité de « mobiliser une trace écrite commune » a été perçue de tous. Ce premier constat permet de valider partiellement notre première hypothèse : la co-conception a permis la découverte d'invariants qui ont favorisé la découverte d'affordances

socioculturelles réelles communes, à la fois épistémiques et pragmatiques. Cette reconnaissance n'a été possible que parce que les enseignants appartiennent à une même niche écologique (Gibson, 1979), et qu'ils partagent une même culture (Norman, 1988 ; Simonian, 2019a), c'est-à-dire un prescrit et des objectifs de séance communs, liés à l'apprentissage de cette notion. Parmi les affordances communes perçues, certaines (« harmoniser les pratiques », « mobiliser une trace écrite commune ») sont davantage liées à la médiatisation de la notion. La perception d'affordances résulterait donc à ce stade, d'une prise en compte des nouvelles contraintes de l'environnement (nouvel outil et médiatisation commune) et d'une sélection des possibles du prescrit, ce qui corrobore les résultats d'autres recherches sur le sujet ayant montré que le degré de prescription du scénario avait une influence sur « l'homogénéité de la population en matière d'affordances » (Simonian et Audran, 2012 ; Simonian et al., 2016 ; Simonian, Chaker, Kaplan, 2019). Le concept de genèse instrumentale de Rabardel (1995) apporte aussi un éclairage dans la transition de l'affordance intentionnelle à celle réelle, puisqu'il permet comprendre que l'intention de départ de l'enseignant est liée à des schèmes d'utilisation et d'action acquis précédemment ; puis, en manipulant l'EIAH, dans un contexte d'utilisation particulier (physique et technique), il découvre de nouvelles potentialités d'action jusqu'à modifier ses schèmes préexistants (processus d'instrumentation explicitant, en partie, la variabilité des affordances réelles).

- 30 Par ailleurs, de nouvelles affordances épistémiques (« faciliter l'utilisation », « faire de la remédiation ») et pragmatiques (« savoir gérer les nombres relatifs », « ranger par puissances de x décroissantes », etc.) communes à tous les enseignants ont été découvertes en situation réelle. De ce point de vue, si la phase de co-conception n'a pas permis d'identifier tous les invariants implémentés, elle a possiblement favorisé la découverte d'affordances qui pourraient être implémentées dans l'EIAH, conscient que la variabilité des affordances est dépendante du contexte d'usage et s'inscrit, plus largement, dans une approche sociotechnique des usages (Chambat, 1994 ; Jouët, 1992, Perriault, 1989). Des articulations seraient ici à envisager entre sociologie des usages et affordance socioculturelle. En effet, des variations dans la découverte d'affordances épistémiques réelles ont été observées, comme la possibilité de « simplifier » (commune à P1, P4 et P5) ou de « donner du sens à l'apprentissage de la distributivité double » (P3). Ceci est d'autant plus marqué lorsque nous nous intéressons aux variations d'affordances pragmatiques perçues. Nous avons cherché ce qui pouvait potentiellement expliquer ces variations dans le prescrit de chacun de ces enseignants et dans la façon dont s'est déroulée leur séance. Nous avons observé des conditions de réalisation de séance différentes selon les enseignants : P1 a disposé les tables de façon à ce que les élèves puissent travailler par quatre et s'entraider ; P3 et P4 les ont laissé travailler et échanger par binômes ; les élèves de P5 travaillaient par table de deux, mais n'avaient pas le droit d'interagir entre eux. Chacune des classes observées présente environ 30% d'élèves en difficulté. Seul P3 a insisté lors de l'entretien sur la nécessité qu'il avait de s'adapter (« simplifier », « donner du sens ») à un public se destinant à quitter l'enseignement général après la troisième. En analysant le rapport au prescrit de chacun, nous avons noté que P1, P3 et P4, cherchent d'habitude à donner du sens à cette notion de manière différente, en faisant un exercice rituel, des tours de magie ou des programmes de calcul (P1), en illustrant la technique de la distribution par des flèches (P3 et P4), en recourant au calcul d'aires (P1 et P4) ou à la résolution de problèmes (P3). Trois d'entre eux mobilisent par ailleurs, des outils différents : P1 utilise Maths en Poche, Domino et le tableur, P3 Labomep et P5 mobilise

Scratch et le tableur. P1 et P3 sont les seuls à trouver dans les outils qu'ils utilisent, les possibilités de différencier les apprentissages et d'adapter la difficulté. Ces différents rapports au prescrit permettent d'expliquer les variations observées : les enseignants, en fonction de leur public et des outils qu'ils ont l'habitude de mobiliser, perçoivent des affordances différentes. Ces « empreintes de la technique » (Perriault, 1989, p.14) différentes illustrent la transposition des habiletés et schèmes acquis précédemment par chacun des enseignants, à ce nouvel EIAH, à ce nouveau contexte d'apprentissage. Plus généralement, ces variations au fonctionnement « prescrit », matérialisé par les invariants implémentés, illustrent un processus de traduction (Boltanski et Thevenot, 1991) de la part de ces quatre enseignants, d'adaptation à un contexte classe, d'où la nécessité de s'intéresser à l'activité réelle, pour mettre au jour l'affordance réelle de l'outil (hypothèse 2 validée).

- 31 Cependant, force est de constater que toutes les affordances perçues n'ont pas été jugées efficaces. Ces évaluations négatives, alors même que des affordances réelles ont été perçues en situation, s'expliquent par la comparaison qui est faite par certains enseignants avec celles perçues traditionnellement dans le prescrit, et correspondent de fait, à une non-atteinte du but initial de leur point de vue (Norman, 2013). En effet, si la plupart des enseignants s'accordent à dire qu'il y a eu effectivement un « effet tablette » positif, seuls P2, P3 et P4 ont trouvé les éléments ludiques pertinents. Tous, hors P1 qui a conçu la trace écrite, notent que celle-ci était insuffisante en termes de contenu et que cette harmonisation des pratiques n'était pas souhaitable. Ils ont regretté un manque d'évaluations intermédiaires leur permettant de vérifier les acquis des élèves, une absence de possibilité de présenter la notion comme ils le feraient traditionnellement et surtout un manque de sens au profit d'une automatisation de cette technique, pourtant préconisé dans les documents d'accompagnement⁷. Par ailleurs, du fait des contraintes de l'expérimentation, l'apprentissage du calcul littéral s'est fait sur 3 semaines, alors même qu'une « progression spiralee » et qu'un va-et-vient entre savoirs théoriques et savoirs pratiques, ou « dévolution », sont préconisés (Brousseau et Balacheff, 1988), pour permettre l'acquisition de connaissances et de compétences. Enfin, certains ont trouvé que le fait de faire tout un chapitre sur tablette, sans varier les supports pouvait manquer d'intérêt. Ce constat permet de penser que le rapport à l'environnement numérique co-construit est certes signifiant, mais pas totalement affordant, ce qui pose la question de sa médiatisation, puisqu'il semble que cet environnement ne réponde pas suffisamment aux besoins des enseignants, rejoignant ainsi les propos de Linard (1989, p. 186) : « la médiatisation technique ne peut ni remplacer ni garantir la médiation humaine ». En d'autres termes, si l'affordance de l'EIAH est effective, elle ne peut être totalement médiatisée. L'affordance est davantage comprise comme un médiateur de l'environnement socioculturel : rapport au prescrit, sens de l'activité pour l'enseignant, valeurs, etc. Ce qui permet de comprendre la conjugaison d'affordances communes (invariants) et différentes (variabilités).

Conclusion

- 32 Co-concevoir un EIAH en calcul littéral avec des enseignants semble donc pertinent (Norman, 2013) dans la mesure où cette association facilite la découverte d'invariants socioculturels, permettant en situation réelle de découvrir des affordances

épistémiques et pragmatiques pour certaines communes aux enseignants co-concepteurs et enseignants-testeurs ; et, pour d'autres, spécifiques au contexte, valeur, sens, que donne un enseignant à ce qu'il fait. Il n'y a pas de contradiction entre « invariants » et « variabilités » puisqu'un instrument implique également des catachrèses (Rabardel, 1995) pour s'adapter à la situation dans un contexte spécifique, mais aussi pour être en accord avec la manière dont l'enseignant interprète le prescrit. Il est, en effet, observé des variations au prescrit pouvant s'interpréter comme une traduction des déterminismes individuels, liés à une adaptation à des contextes différents (physiques, humains et techniques). L'ensemble de ces déterminismes individuels participe de fait à la construction sociale de l'EIAH créé. Nous assistons ainsi à une double médiation, à la fois technique et environnementale (Jauréguiberry et Proulx, 2011), rendue possible par une logique sociale d'usages et par l'ensemble des déterminismes individuels en action.

- 33 Néanmoins, le fait que l'efficacité de certaines affordances perçues en situation réelle soit plutôt négative incite à reconsidérer l'implémentation d'invariants dans l'EIAH comme la scénarisation de l'activité d'apprentissage, mais aussi la préparation du contexte réel d'usage (la spécificité des élèves, les dispositions des élèves dans la classe, etc.) : « dans la plupart des domaines, la capacité des utilisateurs à exécuter correctement les procédures établies ne suffit plus. Il faut aussi qu'ils puissent s'adapter aux changements permanents, souvent imprévisibles, de leurs repères et méthodes habituels. Mais toute adaptation dans le domaine du vivant présuppose un minimum d'autonomie et de liberté d'action pour pouvoir s'effectuer. Avec les TIC, la capacité d'intégrer le changement par une action relativement autonome devient un critère central d'efficacité, aussi bien pour les individus que pour les groupes sociaux » (Linard, 2002, p. 4). Par conséquent, le fait de constater une pluralité d'affordances et de ne pas avoir homogénéisé des scénarios dans la phase de co-conception, sont une manière de favoriser une certaine liberté et autonomie, avec la contrepartie de réduire l'homogénéisation d'usage. La liberté d'agir dans un environnement est d'ailleurs au fondement de l'affordance (Gibson, 1979, Norman, 1988) puisque du moment qu'un être vivant agit, il peut exprimer une partie de ses connaissances et compétences, tout en s'appropriant son environnement. Ainsi l'EIAH n'est qu'un médiateur de l'environnement socioculturel plus large dans lequel il s'inscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- Akrich, M. (1993). Les objets techniques et leurs utilisateurs. De la conception à l'action. Dans M. Akrich, M. Callon et B. Latour (dir.), *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs* (p. 179-199). Paris : Presses des mines.
- Akrich, M. (2006). Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. Dans M. Akrich, M. Callon et B. Latour (dir.), *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs* (p. 253-265). Paris : Presses des mines.

- Albero, B. et Brassac, C. (2013). Une approche praxéologique de la connaissance dans le domaine de la formation. Éléments pour un cadre théorique. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 184, 105-119.
- Amadiou, F. et Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique : Mythes et réalités*. Paris : Retz.
- Ben Youssef, A. et Rallet, A. (2009). Usage des T.I.C. dans l'enseignement supérieur. *Réseaux*, 155, 9-20.
- Boltanski L. et Thévenot L. (1991). *De la justification. Les économies de grandeur*. Paris : Gallimard.
- Brousseau, G. et Balacheff, N. (1998). *Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble : La Pensée sauvage.
- Chambat P. (1994). Usages des technologies de l'information et de la communication : évolution des problématiques. *Technologies de l'information et société*, 6(3), p. 249-269.
- Depover, C. et Strebelle, A. (1997). *Un modèle et une stratégie d'intervention en matière d'introduction des TIC dans le processus éducatif*. IRDP. Récupéré de : <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000821/>
- Depover, C., Karsenti, T. et Komis, V. (2007). *Enseigner avec les technologies : favoriser les apprentissages, développer des compétences*. Québec : Presses universitaires du Québec.
- Deterding, S., Dixon, D. Khaled, R. et Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness : Defining gamification. *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 9-15. New York : ACM.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Gaver, W. (1991). Technology affordances. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 79-84. Récupéré de : <https://doi.org/10.1145/108844.108856>
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to human perception*. Boston : Houghton Mifflin.
- Gillet, N., Vallerand, R. J. et Lafrenière, M.-A. K. (2012). Intrinsic and extrinsic school motivation as a function of age: the mediating role of autonomy support. *Social Psychology of Education*, 15(1), 77-95.
- Gregory, R. L. (1973). *Eye and brain: The psychology of seeing*. Princeton : Princeton University Press.
- Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. Synthesis. *Lectures on Human-Centered Informatics*, 3(1), 1-95.
- Jauréguiberry F. et Proulx S. (2011). *Usages et enjeux des technologies de communication*. Toulouse : Érès.
- Jouët, J. (1992). *Pratiques de communication et changement social*. Grenoble : Université de Grenoble III.
- Köhler, W. (1929). *Psychologie de la forme*. Paris : Gallimard.
- Lameul, G., Simonian, S., Eneau, J. et Carraud, F. (2011). Regards croisés de chercheurs praticiens sur le dispositif de formation hybride FORSE : Comment les enseignants transforment-ils leur modèle pédagogique en intervenant en ligne ? *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 8(1-2), 81-91.
- Leonova, T. (2004). L'approche écologique de la cognition sociale et son impact sur la conception des traits de personnalité. *Année psychologique*, 104(2), 249-294.

- Leontiev, A. N., et Wertsch, J. V. (1981). *The concept of activity in Soviet psychology*. New York : Routledge.
- Leplat, J. et Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), 49–63.
- Linard, M. (1989). *Des machines et des Hommes. Apprendre avec les nouvelles technologies*. Paris : L'Harmattan.
- Linard, M. (2001). Concevoir des environnements pour apprendre : L'activité humaine, cadre organisateur de l'interactivité technique. *Sciences et techniques éducatives*, 8(3-4), 211-238.
- Linard, M. (2002). Conception de dispositifs et changement de paradigme en formation. *Éducation permanente*, 152, 143-155.
- McArthur, L. et Baron, R. (1983). Toward an Ecological Theory of Social Perception. *Psychological Review*, 90(3), 215–238.
- Morgagni, S. (2011). Repenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques. *Intellectica*, 55, 241–267.
- Morineau, T. (2010). La méthode TMTA d'analyse écologique de la tâche et son application à une tâche praxique. *Travail humain*, 73(2), 97–122.
- Niveleau, C.-E. (2006). Le concept gibsonien d'affordance : entre filiation, rupture et reconstruction conceptuelle. *Intellectica*, 1(43), 159–199.
- Norman, D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York : Basic Books.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things*. New York : Basic Books.
- Paquelin, D. (2007). *Ressources, dispositifs : Processus de co-construction de situations de formation*. Avignon : Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- Perriault, J. (1989). *La logique de l'usage*. Paris : L'Harmattan.
- Philippette, T. et Fastrez, P. (2013, mai). *Les technologies de l'intelligence distribuée : Une étude des affordances épistémiques sociales dans les jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs*. Séminaire « Usages du numérique », Saint-Malo, 23/05/2013). Récupéré de : <http://hdl.handle.net/2078.1/135940>
- Pierce, C. S. (1878). La logique de la science. *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, VI, 6-7.
- Pierce, C. S. (1976). *New Elements of Mathematics*, 1-14. The Hague : Mouton.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rizza, C. (2010). *Les TICE dans la formation initiale des enseignants. France, étude de cas national*. Récupéré de : <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC638552>
- Simonian, S (2014). *L'affordance socioculturelle : une approche éco-anthropocentrée des objets techniques*. Rennes : Université Rennes 2.
- Simonian, S. (2019a). Changer de paradigme : Approche écologique et problématique de l'affordance. Dans B. Albero, S. Simonian et J. Eneau (dir.), *Des humains & des machines : Hommage aux travaux d'une exploratrice*. Dijon : Raison et Passions.
- Simonian, S. (2019b). L'affordance, pour comprendre les rapports au numérique. *Éducation Permanente*, 219.

- Simonian, S., Audran, J. (2012). Approche anthropologique du non usage. Le cas des outils communicationnels des plateformes d'apprentissages en ligne. *Recherches et éducations*, 6, 161-177.
- Simonian, S., Quintin, J.-J. et Urbanski, S. (2016). La construction des collectifs dans l'apprentissage collaboratif à distance : L'affordance socioculturelle des objets numériques. *Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 49(1), 63-90.
- Simonian, S., Chaker, R. et Kaplan, J. (2019). Affordance en e-formation et régulation de l'apprentissage: une exploration dans un contexte d'études universitaires. *TransFormations*, 1(19).
- Stoffregen, T. A. (2003). Affordances as properties of the animal-environment system. *Ecological psychology*, 15(2), 115-134.
- Turvey, M. T. (1992). Affordances and prospective control: An outline of the ontology. *Ecological psychology*, 4(3), 173-187.
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris : ESF.
- Vermersch, P. (2009). Méthodologie de l'analyse et de l'interprétation des données de verbalisation relatives au vécu. *Expliciter*, 82. Récupéré de : https://expliciter.fr/IMG/pdf/expliciter_82__decembre_2009.pdf
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard : Harvard university press.
- Werner H. (1926). *Einführung in die Entwicklungspsychologie*. New York : International Universities Press.

NOTES

1. Le projet LudiMoodle, porté par l'Université de Lyon, en partenariat avec le Rectorat de l'académie de Lyon, est une opération soutenue par l'État dans le cadre du volet e-FRAN du Programme d'Investissement d'Avenir, opéré par la Caisse des Dépôts. Ce projet regroupe des chercheurs en informatique et en sciences de l'éducation, pôle d'accompagnement pédagogique, inspecteurs, enseignants et entreprise autour d'un même axe de recherche : la motivation des élèves en mathématiques. Ainsi, partant des différents constats vus précédemment, deux laboratoires de recherche, Éducation Culture et Politique (Lyon 2) et le Laboratoire d'Informatique en Image et Systèmes d'Information (Lyon 1), se sont associés au Pôle d'Accompagnement à la Pédagogie de Numérique (Lyon 3), spécialisé en ingénierie pédagogique, et à l'entreprise Edunao, spécialiste de la plateforme Moodle, pour développer des ressources en mathématiques ludifiées, en collaboration avec des enseignants.
2. Un EIAH ludifié est un EIAH enrichi par des éléments de jeu censés déclencher des comportements motivés chez les apprenants, et les rendre actif de leur apprentissage. Il permet également de différencier les apprentissages en fonction du profil des apprenants.
3. Une caméra grand angle était positionnée en fond de classe et aucun observateur n'était présent, afin de ne pas perturber les élèves, mais aussi pour réduire l'effet du dispositif sur le comportement des élèves, ou du moins l'observer de façon identique entre les classes.
4. Ce concept ne sera pas développé car il n'est pas l'objet de la présente étude. Mais nous pouvons le définir par l'ajout d'éléments de jeu dans un contexte non-jeu (Deterding *et al.*, 2011).
5. Les élèves avaient la possibilité de recommencer chaque exercice pour améliorer leur résultat. Lorsqu'ils se trompaient, une croix rouge apparaissait. Ils avaient alors la

possibilité de corriger leurs erreurs à la fin des 10 questions posées. Pour pouvoir passer à l'exercice suivant, un minimum de 70% de réussite à l'exercice était requis.

6. Six éléments ludiques ont ainsi été sélectionnés : avatar, score, badges, progression, classement, timer. Ces éléments ont été répartis entre les élèves de chaque classe de manière aléatoire excepté pour le respect de la parité garçons-filles.

7. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques, cycle 4, calcul littéral, 2018, p. 4, repéré à <https://eduscol.education.fr/experitheque/fiches/fiche9998.pdf>

RÉSUMÉS

Cette recherche s'intéresse aux enjeux et limites d'une co-conception avec des enseignants d'un environnement numérique en mathématiques pour favoriser la perception de ses potentialités, ou encore affordances. S'appuyant sur l'entretien d'explicitation d'une action de Vermersch (1994) et l'analyse praxéologique de Morineau (2010) pour les captations vidéo d'une même séance, les analyses montrent la pertinence de cette co-conception qui permet d'identifier des invariants socioculturels dans le prescrit, favorisant ensuite la découverte de certaines affordances identiques entre enseignants co-concepteurs et enseignants testeurs, mais aussi d'affordances spécifiques. Néanmoins, le manque d'efficacité de certaines affordances découvertes *in situ* incite à reconsidérer la totale pertinence de cet environnement numérique co-construit pour l'apprentissage de cette séance de mathématiques.

This research focuses on the stakes and limits of a co-conception with teachers, of a digital environment in mathematics, to promote the perception of its potentialities, or affordances. Based on the explanatory interview by Vermersch (1994) and the praxeological analysis by Morineau (2010), for the video capititation of a same training session, analyses show the relevance of this co-conception, which allows to identify socio-cultural invariants in the prescribed state. These invariants then, foster the discovery of some common affordances between co-designer teachers and test teachers, but also specific affordances. However, the lack of effectiveness of some affordances *in situ*, urges to reconsider the total relevance of the mediation of the numeric environment for this training mathematics session.

INDEX

Keywords : affordance, numeric, co-conception, teacher, mathematics, mediation

Mots-clés : affordance, numérique, co-conception, enseignant, mathématiques, médiation

AUTEUR

STÉPHANIE REYSSIER

ISPEF, Université Lyon 2, laboratoire Éducation, Cultures, Politiques (EA 4571),
stephanie.reyssier@univ-lyon2.fr