



HAL
open science

A design space for the exploration of motivational affordances continuity in hybrid learning environments

Audrey Serna, Elise Lavoué

► To cite this version:

Audrey Serna, Elise Lavoué. A design space for the exploration of motivational affordances continuity in hybrid learning environments. 32ème conférence internationale francophone sur l'interaction homme-machine, Apr 2021, Metz, France. hal-03223402

HAL Id: hal-03223402

<https://hal.science/hal-03223402v1>

Submitted on 10 May 2021

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.

Un espace de conception pour explorer la continuité des affordances motivationnelles dans un contexte scolaire hybride.

A design space for the exploration of motivational affordances continuity in hybrid learning environments

AUDREY SERNA

INSA de Lyon - CNRS, LIRIS UMR5205 F-69621

ANAGAEEL PEREIRA

Pole supérieur de design, Villefontaine

ELISE LAVOUE

University of Lyon, University Jean Moulin Lyon 3, iaelyon school of Management, CNRS, LIRIS UMR5205 F-69621

Hybrid environments in education can alter the notion of space and time for learners who may have difficulty making links and perceiving complementarity between the different times, places, spaces and tools they use. This discontinuity can have negative impacts on learners' motivation. Classical approaches to support motivation, such as gamification, are usually designed for a given context (or situation) and are not well adapted to support students with breaks in space and time. Some works inspired by tangible interfaces and data physicalization are emerging and try to fill in the gap between these different spaces. However, their design still raises lots of questions. In this article we propose to structure the reflection around the design of such objects by proposing a design space. Based on an exploratory study and the literature review, we propose to consider three dimensions of motivation (spatial, temporal and social) and seven properties to consider in order to design objects that ensure the continuity of motivation. Finally, we detail the next steps of this work and research avenue to consider.

CCS CONCEPTS • H.5.m. Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Miscellaneous

Additional Keywords: Hybrid learning environments, motivational affordances, design space, tangible interfaces, data physicalization

L'hybridation des environnements scolaires complexifie la notion d'espace-temps pour les apprenants qui peuvent rencontrer des difficultés à faire le lien et à percevoir une complémentarité entre les différents temps, lieux, espaces et outils de travail qu'ils utilisent. Cette discontinuité liée à l'hybridation peut affecter la motivation des apprenants. Les approches classiques pour soutenir la motivation, comme la ludification, ne sont souvent pensées que pour un contexte donné et non pour accompagner l'élève dans les ruptures d'espace-temps. Des travaux s'inspirant des interfaces tangibles et de la physicalisation des données commencent à émerger pour faire le lien entre ces différents espaces. Cependant leur conception soulève encore beaucoup de questions. Dans cet article nous nous proposons de structurer la réflexion autour du design de tels objets en proposant un espace de conception. A partir d'une étude exploratoire et de la littérature, nous proposons de considérer trois dimensions de la motivation (spatiale, temporelle et sociale) et sept propriétés à

considérer pour concevoir des objets permettant d'assurer la continuité de la motivation. Nous détaillons enfin les prochains travaux et pistes de recherche envisagées.

Mots-clés additionnels : Hybridation scolaire, affordances motivationnelles, espace de conception, interfaces tangibles, physicalisation

1 INTRODUCTION

L'enseignement d'aujourd'hui se transforme, les outils numériques prennent de plus en plus de place, passant d'un enseignement en présentiel à des modes hybrides ou mixtes (*hybrid or blended learning environments* [1]). Dans cet environnement scolaire en pleine évolution, les élèves « jonglent » entre espaces d'apprentissages physique en présentiel et outils pédagogiques numériques à distance. La notion d'espace-temps devient alors plus complexe, les élèves doivent s'adapter à différentes temporalités (journée à l'école et/ou à distance, puis soirée et week-end à la maison), plusieurs lieux (classe, maison) et espaces de travail (espace physique et espace numérique). Il n'est pas toujours évident de faire le lien et de percevoir une complémentarité entre ces différents temps, lieux, espaces et outils de travail. Cette discontinuité liée à l'hybridation de l'espace-temps peut affecter la motivation des apprenants. C'est ce que souligne une étude récente sur l'enseignement à distance menée par Molinari et Schneider [2] qui soulignent entre autres la difficulté des étudiants à aménager un espace de travail adéquat mais aussi à rester motivés sur la durée, à se rendre compte de leur progrès et à se récompenser eux-mêmes de leurs efforts.

La considération de la motivation dans la conception de ces nouveaux environnements hybrides est au cœur de certaines approches. Les technologies positives, par exemple, sont définies par Riva et al. [3] comme « l'approche scientifique et appliquée de l'utilisation de la technologie pour améliorer la qualité de notre expérience personnelle ». Elles permettent de soutenir une expérience engageante, la réalisation de soi et le développement personnel. Parmi ces technologies, on retrouve la ludification, largement étudiée en Éducation, conçue pour augmenter la motivation et l'engagement des utilisateurs à réaliser une tâche. La ludification est généralement définie comme l'ajout d'éléments de jeux dans des contextes non jeu [4] et s'appuie notamment sur l'implémentation d'affordances.

Zhang [5] introduit le concept d'affordance motivationnelle en s'inspirant de la notion d'affordance, classiquement utilisée pour désigner la capacité d'un objet à suggérer sa propre utilisation par la perception des actions possibles. Appliquée à la motivation, le concept correspond aux propriétés d'un objet qui permettent de soutenir les besoins motivationnels des utilisateurs, favorisant ainsi leur engagement et leur expérience utilisateur. A partir des sources de motivation identifiées, essentiellement celle de la théorie de l'autodétermination (SDT) initiée par Deci et Ryan [6, 7], ou encore la théorie du flow [8], Zhang propose une théorie de conception positive pour le bien-être des utilisateurs [5]. Il décline des principes à appliquer à la conception d'environnements numériques interactifs et insiste en particulier sur la nécessité de soutenir l'autonomie, donner des feedbacks positifs ou encore induire des émotions positives durant l'interaction. Le concept d'affordance motivationnelle est repris plus spécifiquement pour la ludification par Deterding [9] pour proposer le concept d'affordance motivationnelle située, faisant référence aux travaux bien connus de Paul Dourish [10] sur l'interaction incarnée. Les affordances motivationnelles situationnelles correspondent aux opportunités de satisfaire les besoins motivationnels des utilisateurs créés par la relation entre les caractéristiques de l'artefact et les capacités d'un utilisateur dans une situation donnée. La prise en compte du contexte et de la situation est primordiale pour garantir le succès de l'interaction et la satisfaction des besoins motivationnels.

Or les travaux existants sur les environnements d'apprentissages ludifiés ne considèrent généralement qu'un contexte ou une situation fixe et ne sont pas pensés pour accompagner l'élève dans les ruptures d'espace-temps induites par l'hybridation. Cependant, des travaux commencent à s'intéresser à la question de la continuité, notamment au moyen

d'objets physiques faisant le lien avec l'espace numérique. Ces objets physiques se basent sur les principes de l'interaction tangible, qui d'après Hornecker et Bruu [11], englobe un large éventail de systèmes et d'interfaces reposant sur l'interaction incarnée [12], la manipulation tangible et la représentation physique des données (aussi connue sous le terme physicalisation [13], [14]. Les interfaces tangibles sont ancrées dans l'espace réel et permettent d'augmenter numériquement les espaces physiques. Dans notre contexte, les travaux de Sadka et al. [15] s'intéressent aux aspects sociaux de la motivation et à la continuité de « l'awareness » grâce à un objet mécanique qui accompagne la réflexion des parents sur leur rôle pendant l'interaction avec leur enfant. Molinari et Schneider [2] proposent une boîte à outil d'objets tangibles pour soutenir les mécanismes d'autorégulation et les stratégies volitionnelles pour les étudiants à distance. Ces objets tangibles, de par leurs affordances, permettent une manipulation active, avec un niveau d'engagement plus fort et une dimension sociale facilitée. Même si ces premiers travaux sont prometteurs, la conception d'objets tangibles et la physicalisation des données pour accompagner les changements d'espaces liés à l'hybridation et maintenir une continuité motivationnelle soulève de nombreuses questions. Dans cet article nous nous intéressons à structurer la réflexion autour du design de tels objets en proposant un espace de conception. A partir d'une étude exploratoire et de la littérature, nous proposons de considérer trois dimensions de la motivation (spatiale, temporelle et sociale) et sept propriétés à considérer pour concevoir des objets permettant d'assurer la continuité de la motivation.

2 ETUDE EXPLORATOIRE : DISCONTINUITÉ DE LA MOTIVATION

La récente crise sanitaire dans laquelle nous nous trouvons a amplifié le passage à un enseignement en mode hybride et a révélé des points de rupture, notamment des problèmes d'articulation des différents temps et espaces pédagogiques. Pour tenter de comprendre comment les élèves ont vécu cette situation, nous avons mené en Septembre 2020 une série de quatre entretiens individuels auprès de collégiens en classe de 6e, 5e, 4e et 3e. Les entretiens téléphoniques ont été menés à distance, en utilisant une grille de questions ouvertes portant sur les difficultés rencontrées lors du premier confinement. Ensuite, nous avons réalisé un atelier en Novembre 2020 avec la participation de huit étudiants en master de design (âgés entre 20 et 22 ans), afin d'explorer les différents facteurs qui pourraient être cause de rupture de motivation. L'atelier s'est déroulé à distance via skype, mais les huit étudiants étaient tous dans une même salle physique. Dans cet atelier, chaque élève était invité à s'exprimer sur les différents facteurs qui le démotivent en situation de travail. Cette étude a fait émerger six grandes catégories :

- Les problèmes liés au numérique : manque de formation, problèmes techniques, outils non adaptés.
- Le manque d'interactions sociales : absence de l'enseignant, manque de collaboration entre élèves, disparition d'un espace commun, disparition de l'effet de groupe.
- Le manque de repères temporels : rupture temporelle entre différents moments, autonomie, nécessité d'autorégulation
- Le manque d'organisation : manque de concertation entre enseignants, surcharge de travail personnel
- L'intérêt personnel que l'on accorde à l'enseignement : assimilation à une contrainte, difficultés intrinsèques
- Le besoin de rupture : fatigue cognitive, nécessité de pauses.

Outre les aspects techniques liés aux environnements numériques, les problèmes soulevés par ces collégiens et étudiants peuvent se rapporter à des déficits des trois grands besoins motivationnels identifiés dans la théorie de l'autodétermination [6, 7], à savoir l'autonomie (avec le manque de repères temporels), la compétence (avec les aspects organisationnels et la fatigue cognitive) et les relations sociales. Dans leur récente étude auprès de jeunes étudiantes en formation à distance, Molinari et Schneider [2] identifient également des difficultés organisationnelles que nous pouvons définir en trois catégories : 1) des difficultés à gérer à la fois la vie privée, les loisirs et les études (témoigne d'une certaine porosité entre les différentes sphères ici professionnelles et celle de la formation) ; 2) des difficultés à se créer un espace

de travail adéquat lors d'un enseignement à distance (stimulations externes, interruptions, confusion entre espace privé et espace de travail) et 3) des difficultés à voir leur progrès et à se récompenser (déséquilibre perçu entre les compétences personnelles et les demandes associées à la tâche, manque d'opportunité de se récompenser).

3 ESPACE DE CONCEPTION POUR LE DESIGN D'OBJETS MOTIVATIONNELS DANS UN CONTEXTE HYBRIDE

3.1 Les dimensions de la motivation

Suite à nos entretiens et à nos analyses, trois dimensions nous paraissent importantes à considérer lorsque l'on veut soutenir la motivation en contexte hybride en évitant les discontinuités et les points de ruptures.

3.1.1 La dimension spatiale

L'hybridation de l'environnement d'apprentissage crée une diversité d'espaces de travail qui peuvent être répartis sur plusieurs lieux ou au contraire se confondre en un même lieu (espace physique ou espace numérique), créant ainsi un véritable paradoxe au niveau des besoins motivationnels.

Premièrement, les apprenants ont besoin de segmenter les espaces, et il est important de pouvoir dissocier l'espace de travail de l'espace privé ou de loisir. Généralement, nous associons un espace à une fonction. Le fait de se retrouver dans un lieu précis auquel nous avons associé la dynamique de travail, peut impacter notre comportement et participer à la mise en route des activités [2]. Lors de notre étude pendant le premier confinement, ces deux espaces se sont retrouvés confondus, ce qui a été une des causes de la baisse de motivation. Par exemple, Mathieu¹, élève de sixième, nous a expliqué lors des entretiens qu'il déteste travailler dans sa chambre, car il n'arrive pas à se plonger dans une dynamique de travail, il associe ce lieu aux loisirs et non aux études. "*Faire mes devoirs ne me dérange pas plus que ça, aller à l'école non plus, mais travailler 6h par jour alors que je suis chez moi, c'est beaucoup plus dur*". Pour pallier ce manque de distinction, Arthur, élève de seconde, s'est imposé pendant le confinement de n'étudier que dans une pièce qu'il a choisi de dédier au travail. On retrouve ce type de stratégie dans l'étude menée par Molinari et Schneider [2].

Au contraire, utiliser plusieurs espaces de travail dans différents lieux peut être source de démotivation chez certains apprenants. Le passage d'un espace à un autre s'accompagne de changement de pratiques (utilisation d'outils numériques ou non par exemple) et provoque des interruptions dans le travail et la motivation. Il a été relevé par exemple que les étudiants à distance ont plus de mal à voir leur progrès et à récompenser leurs efforts [2]. Ce manque de continuité entre les espaces de travail peut être perturbant, source de dispersion ou de perte d'efficacité et donc de démotivation. Pour résumer, il est important de pouvoir dissocier les espaces en fonction des actions que l'on souhaite leur attribuer tout en créant des liens pertinents entre les espaces.

3.1.2 La dimension temporelle

De la même manière que pour les espaces, il est important d'associer une activité à un temps donné. Il faut définir des temps distincts entre moment de travail et moment de repos. Or, depuis la démultiplication des espaces de travail, les apprenants se retrouvent de plus en plus confrontés à travailler lors de différentes temporalités (moment de classe, moment à la maison). Il est compliqué pour eux de segmenter les différents temps et de réussir à s'imposer des moments de rupture. Louis, élève en première, a fait en sorte pendant le confinement de créer des moments distincts dans sa

¹ Les prénoms ont été changés pour rester anonyme

routine quotidienne, le matin était associé au travail, et l'après-midi aux loisirs. De son côté, Valentine, élève en CM2, s'est créé un emploi du temps pour organiser ses journées, ce qui l'a aidé à savoir quand elle devait travailler et quand elle pouvait se distraire.

Paradoxalement, les ruptures temporelles sont aussi négatives car elles peuvent casser le rythme de travail. On peut parler de ruptures lorsque l'élève doit arrêter sa tâche pour aller manger ou parce que le cours est terminé, alors qu'il était encore investi dans celle-ci. En créant une rupture dans son travail, l'apprenant perd l'attention qu'il portait à sa tâche. C'est ce que nous confirme Camille, étudiante en design dans le supérieur, lors de l'atelier : "*Le fait de quitter la classe, de devoir prendre les transports pour rentrer chez moi, crée une coupure de temps qui me fait décrocher*". Il est ensuite plus difficile pour les élèves de se motiver à nouveau, de se replonger dans une dynamique de travail.

Pour résumer, il semblerait que nous avons besoin de rythmer notre quotidien (alternance travail/repos) tout en maîtrisant ce rythme afin de ne pas subir de ruptures temporelles et de pouvoir se réengager dans l'activité interrompue.

3.1.3 La dimension sociale

Pour finir, comme présenté précédemment, la dimension sociale est un aspect important de la motivation [6, 7]. En éducation, comme le précise Galand [16], "les préoccupations des apprenants ne se limitent pas à la compétence et à la réussite, mais incluent également des aspects sociaux". Cela peut passer par la création d'une relation de confiance avec leur enseignant ou encore le sentiment d'appartenir à un groupe et une meilleure intégration au sein de la classe. L'étude de Molinari et Schneider [2] souligne l'importance du groupe comme fonction motivationnelle pour partager les émotions et se soutenir. Cette dimension affective et relationnelle a donc un impact positif sur l'engagement scolaire de l'élève. La motivation peut alors être considérée comme une co-construction et nous soulignerons l'importance des interactions. Lors de l'atelier décrit précédemment, sur les huit étudiants interrogés, quatre ont fait savoir que la dynamique de groupe avait un impact très fort sur leur motivation et leur mise en action au travail. A contrario, le fait de se retrouver seul et de ne plus être porté par l'effet de groupe était pour eux source de démotivation.

Pour résumer, une partie des ressorts de la dynamique motivationnelle est liée aux interactions avec les différents interlocuteurs de l'apprenant (élèves, enseignants, parents) avec plus ou moins d'influence au fil du temps. Il est donc important de soutenir les buts sociaux des apprenants et favoriser les interactions.

3.2 Les propriétés de l'espace de conception

Ces trois dimensions permettent d'identifier les éventuels points de ruptures créant des discontinuités de motivation. Nous proposons maintenant de structurer la réflexion autour de la conception d'objets tangibles et de physicalisation de données pour accompagner les ruptures causées par les changements d'espaces liés à l'hybridation. Beaucoup de travaux proposent des méthodes et outils pour accompagner les concepteurs dans la spécification d'éléments motivationnels pour des contextes classiques [17, 18]. Nous partons du principe que ces méthodes peuvent être utilisées en amont pour définir les éléments essentiels (mécaniques motivationnelles, personne ou groupe de personnes concernées par l'élément, etc.) et nous nous intéressons ici plus particulièrement aux propriétés spécifiques que devraient avoir ces éléments motivationnels pour s'adapter aux formes hybrides.

En IHM, les espaces de conception permettent justement de faciliter l'exploration et guider les choix de conception [19]. Il en existe pour de très nombreux aspects de l'interaction, certains permettant notamment d'explorer la représentation physique et multisensorielle des données [20]. Nous proposons un espace de conception (cf. Tableau 1) articulé autour de sept propriétés permettant de considérer des aspects liés à la fois aux dimensions spatiale, temporelle et sociale. Chaque propriété correspond à une question que les concepteurs peuvent se poser lorsqu'ils conçoivent un

objet (par exemple : est-ce que je veux que l'objet soit partageable ?) ou bien à une contrainte liée au contexte (mon objet doit être transportable car il doit faire le lien entre l'espace classe et l'espace maison). Ces propriétés sont définies avec un certain nombre de valeurs (pour la plupart excluant). Les quatre premières propriétés couvrent chacune des aspects des trois dimensions, avec une (ou deux) dimension(s) dominante(s), identifiées par les carrés colorés de différentes tailles dans le tableau. Les trois dernières sont liées à la mise en œuvre de l'hybridation (indépendantes des dimensions).

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 2px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #e67e22; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #f1c40f; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #27ae60; border: 1px solid black;"></div> </div>	Propriétés	Valeurs		
	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 2px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #9b59b6; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #3498db; border: 1px solid black;"></div> </div>	Support	Numérique	Physique
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 2px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #9b59b6; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #f1c40f; border: 1px solid black;"></div> </div>	Transportable (ancrage dans un lieu)	Mobile (en dehors du contexte)	Fixe (ancré à un contexte)	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 2px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #9b59b6; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #3498db; border: 1px solid black;"></div> </div>	Distribution dans l'espace	Non distribué	Distribué dans l'espace numérique	Distribué dans l'espace physique
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 2px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #9b59b6; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #3498db; border: 1px solid black;"></div> </div>	Partage	Non partageable	Partage à tous	Partage limité
	Interactivité	Visualisation	Interactions pour des tâches d'exploration	Interactions pour des tâches de manipulation
	Mise à jour de la représentation	Automatique	Manuelle (par l'utilisateur)	
	Modalité sensorielle	Haptique	Visuelle	Auditive
		Gustative	Thermoception	

Tableau 1 : Espace de conception pour assurer la continuité de la motivation en contexte hybride (chaque ligne représente une propriété accompagnée des valeurs possibles, les dimensions sont représentées par les carrés de couleur).

Support : Le support correspond à la forme principale de l'objet dans l'environnement et se réfère principalement à la dimension spatiale. Un objet numérique est une représentation visuelle classique de l'élément motivationnel sur un support numérique (ordinateur, smartphone, smartwatch, etc.). Un objet physique se matérialise concrètement dans l'espace physique, il peut être fabriqué à partir de divers matériaux (papier, legos, bois, fils, etc. [20]). Sa forme peut être simple [15] ou bien plus complexe (sa géométrie correspondant encodant directement les données comme dans l'approche de physicalisation [13]). Enfin, l'objet peut être mixte, combinant à la fois des matériaux physiques et des matériaux informatiques ou électroniques (arduino par exemple), comme c'est le cas des interfaces tangibles [21]. Le choix du support aura probablement des conséquences sur les valeurs que pourront prendre les autres propriétés.

Transportable : La propriété transportable est en lien avec la dimension d'espace et de temps et fait référence à la mobilité d'un objet. Si celui-ci est mobile alors il peut être utilisé dans différents lieux avec une temporalité plus large. A l'inverse lorsque l'objet est fixe, il est automatiquement associé à son contexte et ne peut s'en détacher. Cela a des conséquences sur la visibilité de l'élément motivationnel selon les espaces et le temps, mais également selon la dimension sociale puisqu'un objet transportable peut être plus facilement montré à d'autres (liens avec la propriété de partage).

Distribution dans l'espace : La distribution dans l'espace fait référence à la répartition ou à la démultiplication de l'objet dans plusieurs espaces (dimension spatiale), le rendant consultable dans plusieurs lieux ou à des moments différents. La distribution dans l'espace physique signifie que l'objet sera présent plusieurs fois sous sa forme physique. On pourrait imaginer par exemple que l'apprenant possède un objet en classe et un autre à la maison (pas besoin de transporter l'objet avec soi quand on change de lieu). La distribution peut également se faire dans l'espace numérique, ce qui signifie que l'élément motivationnel sera présent sur plusieurs supports digitaux différents (travaux bien connus en IHM sur le terme de plasticité [22]). Enfin avec un support mixte, la distribution peut être physique et numérique.

Partage : La propriété de partage est en lien direct avec la dimension sociale, il peut être possible pour l'apprenant de partager l'objet de manière plus ou moins restreinte de façon à créer une émulation collective ou un effet de groupe. Soit l'objet est privé (pas de partage), soit il est partageable dans un cadre limité (par exemple seulement avec d'autres élèves du collège), soit il est partageable avec tous. Comme indiqué précédemment, cette propriété peut être liée à la propriété "transportable" de l'objet et peut être associée également à la notion d'espace.

Interactivité : L'interactivité décrit la manière dont l'apprenant va agir avec l'objet. Il peut s'agir simplement de la consultation passive de l'objet (visualisation) ou bien la réalisation de différentes tâches interactives avec l'objet, à savoir les tâches d'exploration, (par exemple, zoomer dans la représentation visuelle), ou les tâches de manipulation (par exemple, manipulation de l'objet pour réaliser une commande du système). Cette propriété permet de discriminer si l'on est plutôt dans une approche de physicalisation, ou d'interactions tangibles, comme le précise [13].

Mise à jour de la représentation : La mise à jour de la représentation concerne la manière dont l'élément va se mettre à jour. La mise à jour peut être manuelle, c'est-à-dire que l'utilisateur ou un autre intervenant va construire la représentation au fur et à mesure de l'activité (par exemple, je rajoute une brique lego lorsque j'ai terminé une tâche). Ou alors celle-ci peut être automatisée, c'est-à-dire calculée automatiquement par le système. Pour les objets physiques cela reste encore un challenge ouvert [13]. Cette propriété est propre à l'hybridation, car dans un environnement où les élèves jonglent entre outils physique et numérique, la mise à jour peut tout aussi bien être manuelle qu'automatique et va dépendre du support choisi.

Modalité sensorielle : Selon [20] la représentation des données peut mobiliser plusieurs sens pour la percevoir. De façon générale, les modalités visuelle et haptique sont les plus suscitées. Mais on peut toutefois imaginer des modalités sonores (sonification des données), thermique, voire même gustative [20].

3.3 Illustration des propriétés de l'espace de conception sur un exemple

Nous avons choisi d'illustrer les différentes valeurs des propriétés de l'espace de conception sur un exemple d'élément motivationnel dans un contexte hybride (Figure 1). Nous avons choisi la barre de progression, qui est un élément classique et qui fait référence au besoin motivationnel de compétence et d'autonomie. Cet élément peut permettre à l'apprenant de prendre conscience de ses progrès, visualiser l'état d'avancement dans son activité d'apprentissage ou encore l'atteinte des objectifs pédagogiques, etc. Nous explorons les différentes formes qu'il pourrait prendre au travers de l'espace de conception. Chaque propriété est explorée et nous proposons une idée de mise en œuvre différente pour chaque valeur des propriétés. Des annotations sur la figure décrivent succinctement les propositions.

4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Dans cet article nous proposons de structurer la réflexion autour de la conception d'objets numériques, tangibles ou physiques pour accompagner les apprenants dans les différents espaces induits par l'hybridation des environnements d'apprentissage.

Nous envisageons très prochainement de tester cet espace de conception pour mesurer son utilité et sa complétude pendant les phases de conception, notamment pour évaluer la pertinence de chaque propriété, vérifier la cohérence des valeurs, etc. Pour cela, nous envisageons de conduire des ateliers avec des étudiants d'une école de design. Nous réaliserons un poker face, atelier qui consiste à générer des idées en faisant piocher les participants un certain nombre de cartes, chacune constituant une contrainte à prendre en compte. Dans notre cas, nous proposerons trois catégories de cartes : les cartes "propriétés" couplées à des valeurs (ex : propriété transportable, valeur mobile), les cartes "éléments de motivation" (ex : récompenses de type badge) et des cartes "situations" (ex : je dois réaliser un certain nombre

d'exercices, si je n'ai pas terminé sur le temps de classe, je devrai terminer à la maison). Les participants pourront se servir directement de l'espace de conception comme outil pour générer des idées d'objets. Nous sommes particulièrement intéressés à observer l'appropriation de l'outil par les concepteurs. Nous aimerions également observer les dépendances entre propriétés : est-ce que certains choix de valeurs (par exemple le choix du support physique) contraignent d'autres propriétés (la mise à jour automatique de la représentation avec un support physique paraît plus compliquée à mettre en œuvre par exemple). A partir de ces observations, l'espace de conception sera amené à évoluer.

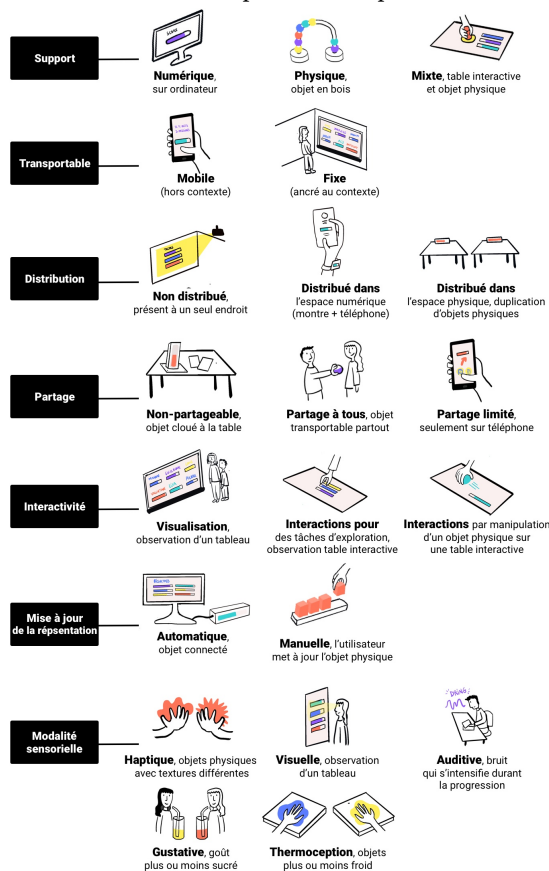


Figure 1. Illustration des différentes propriétés de l'espace de conception pour l'élément "barre de progression"

Nous envisageons dans un second temps de réfléchir à d'autres propriétés pour aller plus loin dans les ressorts motivationnels de ces objets. Nous savons, par exemple, que les aspects liés à l'adaptabilité et au paramétrage sont des éléments jouant un rôle important dans la motivation des apprenants [23]. Nous pourrions alors explorer des objets capables de s'adapter à l'utilisateur (profil de l'apprenant), à l'environnement (différentes formes en fonction de l'espace ou du temps), ou encore à l'activité (formes différentes en fonction de la tâche). Enfin, à plus long terme, nous souhaitons nous concentrer sur la conception d'objets motivationnels tangibles en nous aidant de l'espace de conception pour analyser les impacts de tels objets sur la motivation des apprenants en conduisant des expérimentations en conditions écologiques auprès d'élèves en situation d'apprentissage hybride.

ACKNOWLEDGMENTS

Ce projet a obtenu le soutien financier du CNRS à travers les programmes interdisciplinaires de la MITI.

REFERENCES

- [1]R. T. Osguthorpe et C. R. Graham, « Blended learning environments: Definitions and directions », *Q. Rev. Distance Educ.*, vol. 4, n° 3, p. 227-33, 2003.
- [2]G. Molinari et E. Schneider, « Soutenir les stratégies volitionnelles et améliorer l'expérience des étudiants en formation à distance. Quels potentiels pour le design tangible? », *Distances Médiations Savoirs Distance Mediat. Knowl.*, n° 32, 2020, doi: <https://doi.org/10.4000/dms.5731>.
- [3]G. Riva, R. M. Baños, C. Botella, B. K. Wiederhold, et A. Gaggioli, « Positive technology: using interactive technologies to promote positive functioning », *Cyberpsychology Behav. Soc. Netw.*, vol. 15, n° 2, p. 69-77, 2012.
- [4]S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, et L. Nacke, « From game design elements to gamefulness: defining gamification », in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 2011, p. 9-15, Consulté le: mars 09, 2017. [En ligne]. Disponible sur: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>.
- [5]P. Zhang, « Technical opinion Motivational affordances: reasons for ICT design and use », *Commun. ACM*, vol. 51, n° 11, p. 145-147, 2008.
- [6]E. L. Deci et R. M. Ryan, « The general causality orientations scale: Self-determination in personality », *J. Res. Personal.*, vol. 19, n° 2, p. 109-134, 1985.
- [7]R. M. Ryan et E. L. Deci, « Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions », *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 25, n° 1, p. 54-67, 2000.
- [8]M. Csikszentmihalyi, *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row, 1990.
- [9]S. Deterding, « Situated motivational affordances of game elements: A conceptual model », 2011, vol. 10, n° 1979742.1979575.
- [10]P. Dourish, *Where the action is: the foundations of embodied interaction*, 1. MIT Press paperback ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004.
- [11]E. Hornecker et J. Buur, « Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction », in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems - CHI '06*, Montréal, Québec, Canada, 2006, p. 437-446, doi: 10.1145/1124772.1124838.
- [12]P. Marshall et E. Hornecker, « Theories of Embodiment in HCI », in *The SAGE Handbook of Digital Technology Research*, 1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1SP United Kingdom: SAGE Publications Ltd, 2013, p. 144-158.
- [13]Y. Jansen et al., « Opportunities and Challenges for Data Physicalization », in *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15*, Seoul, Republic of Korea, 2015, p. 3227-3236, doi: 10.1145/2702123.2702180.
- [14]S. Stusak, A. Tabard, F. Sauka, R. A. Khot, et A. Butz, « Activity Sculptures: Exploring the Impact of Physical Visualizations on Running Activity », *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 20, n° 12, p. 2201-2210, déc. 2014, doi: 10.1109/TVCG.2014.2352953.
- [15]O. Sadka, H. Erel, A. Grishko, et O. Zuckerman, « Tangible interaction in parent-child collaboration: encouraging awareness and reflection », in *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, Trondheim Norway, juin 2018, p. 157-169, doi: 10.1145/3202185.3202746.
- [16]B. Galand, « La motivation en situation d'apprentissage : les apports de la psychologie de l'éducation », *Rev. Fr. Pédagogie*, n° 155, p. 5-8, juin 2006, doi: 10.4000/rfp.59.
- [17]S. Deterding, « The lens of intrinsic skill atoms: A method for gameful design », *Human-Computer Interact.*, vol. 30, n° 3-4, p. 294-335, 2015.
- [18]S. Hallifax, A. Serna, J.-C. Marty, et E. Lavoué, « A Design Space For Meaningful Structural Gamification », in *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2018, p. LBW073.
- [19]M. Shaw, « The role of design spaces », *IEEE Softw.*, vol. 29, n° 1, p. 46-50, 2012.
- [20]T. Hogan et E. Hornecker, « Towards a Design Space for Multisensory Data Representation », *Interact. Comput.*, p. 147-167, mai 2016, doi: 10.1093/iwc/iww015.
- [21]S. Fleck, C. Baraudon, J. Frey, T. Lainé, et M. Hachet, « "Teegi's so cute!": assessing the pedagogical potential of an interactive tangible interface for schoolchildren », in *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, Trondheim Norway, juin 2018, p. 143-156, doi: 10.1145/3202185.3202731.
- [22]G. Calvary, J. Coutaz, D. Thevenin, Q. Limbourg, L. Bouillon, et J. Vanderdonck, « A Unifying Reference Framework for multi-target user interfaces », *Interact. Comput.*, vol. 15, n° 3, p. 289-308, juin 2003, doi: 10.1016/S0953-5438(03)00010-9.
- [23]S. Hallifax, A. Serna, J.-C. Marty, et E. Lavoué, « Adaptive Gamification in Education: A Literature Review of Current Trends and Developments », in *Transforming Learning with Meaningful Technologies*, Cham, 2019, p. 294-307.