



HAL
open science

Le TanISe: Une interface utilisateur tangible pour soutenir l'apprentissage de l'autorégulation en contexte scolaire ?

Stéphane Faedda, J. M. Christian Bastien, Stéphanie Fleck

► To cite this version:

Stéphane Faedda, J. M. Christian Bastien, Stéphanie Fleck. Le TanISe: Une interface utilisateur tangible pour soutenir l'apprentissage de l'autorégulation en contexte scolaire?. Annexes des actes de la 32e conférence francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'20.21), Apr 2021, Virtual Event, France. pp.3:1-6, 10.1145/3451148.3458638 . hal-03562160

HAL Id: hal-03562160

<https://hal.science/hal-03562160>

Submitted on 8 Feb 2022

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.

Le TanISe : Une interface utilisateur tangible pour soutenir l'apprentissage de l'autorégulation en contexte scolaire ?

TanISe: A Tangible User Interface to Support Self-Regulation Learning in a School Context?

Stéphane Faedda
stephane.faedda@univ-lorraine.fr
Université de Lorraine, PErSEUs
F-57000 Metz, France

J. M. Christian Bastien*
christian.bastien@univ-lorraine.fr
Université de Lorraine, PErSEUs
F-57000 Metz, France

Stéphanie Fleck†
stephanie.fleck@univ-lorraine.fr
Université de Lorraine, PErSEUs
F-57000 Metz, France

ABSTRACT

Tangible user interfaces targeting the development by children of transversal skills remain infrequent despite significant demand from the school system. Based on design-based and user-centered researches, we present current work on the design of a tangible interface (the TanISe) that aimed at developing self-regulation by students of primary and secondary school class.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **User interface design**.

KEYWORDS

Tangible user interface, self-regulation, user-centered approach, transversal skills

RÉSUMÉ

Les interfaces utilisateurs tangibles portant sur le développement des compétences transversales sont rares malgré une forte demande au sein du système scolaire. Sur la base d'actions de recherche par la conception et centrées sur les utilisateurs finaux, nous présentons dans cette étude les travaux en cours portant sur la conception d'une interface tangible (le TanISe) destinée à développer l'autorégulation des élèves de l'école primaire et de collège.

MOTS-CLÉS

Interface utilisateur tangible, autorégulation, approche centrée utilisateur, compétences transversales

ACM Reference Format:

Stéphane Faedda, J. M. Christian Bastien, and Stéphanie Fleck. 2021. Le TanISe : Une interface utilisateur tangible pour soutenir l'apprentissage de l'autorégulation en contexte scolaire ? : TanISe: A Tangible User Interface to Support Self-Regulation Learning in a School Context?. In *32e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM '21 Adjunct)*, April 13–16, 2021, Virtual Event, France. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3451148.3458638>

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

IHM '21 Adjunct, April 13–16, 2021, Virtual Event, France

© 2021 Copyright held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-8377-6/21/04.

<https://doi.org/10.1145/3451148.3458638>

1 INTRODUCTION

La conception et l'évaluation d'interfaces utilisateur tangibles (TUI) de nouvelle génération, dédiées à l'apprentissage de compétences transversales en contexte scolaire est un domaine encore négligé par les recherches en Interaction Enfant-Machine. En effet, privilégiant les disciplines scolaires telles les mathématiques [21], les sciences [8] [9], l'éducation musicale [2], etc., peu de travaux explorent, à notre connaissance, les apports des TUIs pour l'apprentissage de compétences transversales. Pourtant au cœur des objectifs de la plupart des programmes scolaires dans le monde ([11] ; pour la France voir [5]), apprendre ces compétences indispensables au développement personnel et à l'insertion sociale diffère des apprentissages académiques traditionnels car elles ne sont pas basées sur le contenu de connaissances d'une discipline spécifique [6]. Reconnues par l'OCDE et l'UNESCO comme stratégiques pour l'éducation du 21ème siècle, nombre d'entre elles sont fondées, notamment, sur la maîtrise de la résolution de problèmes, de la pensée créative ou critique, ou de la maîtrise de l'information.

Cet article expose le travail en cours, mené en collaboration avec l'Éducation Nationale française, ayant pour objectif la conception d'une TUI destinée à soutenir le développement des compétences intrapersonnelles dites d'autorégulation par des élèves de l'école primaire et du collège. Au centre des processus d'autonomisation, l'autorégulation désigne la capacité d'un individu à se gérer par lui-même pour mener de manière optimale ses activités, ce qui inclue, par exemple, la gestion du temps, de ses étapes de travail, du stress et de ses émotions, etc. [22]. La nature de la compétence ciblée soulève de nombreuses problématiques, notamment pour rendre tangibles des éléments d'une compétence aux contours flous et répondre à des besoins en contexte réel. Nous présentons ici les travaux menés dans le cadre de la conception de l'interface TanISe (pour "Tangible Interface for Self-regulation") conçue à partir des besoins recensés en conditions écologiques scolaires. Au-delà de la compétence visée, l'originalité de l'approche repose sur une méthode de recherche couplant des méthodes issues des sciences de l'Éducation et de l'Interaction Homme-Machine (IHM), ce, dès les phases exploratoires du design. Dans cet article, nous allons tout d'abord définir l'autorégulation des apprentissages. Ensuite, nous allons décrire la méthodologie de recherche utilisée dans ce travail en cours pour enfin énoncer les résultats obtenus. Nous terminerons par la présentation du TanISe.

2 L'AUTORÉGULATION DES APPRENTISSAGES

La maîtrise au cours de l'enfance de l'autorégulation permettant l'auto-contrôle d'un comportement choisi et orienté vers un objectif est une compétence centrale dans le processus général de développement des enfants. En effet, une méta-analyse récente portant sur 150 études [20] a montré que la capacité à s'autoréguler dès l'enfance est prédictive de la réussite scolaire et sociale (e.g., moins d'échec scolaire, de situation de chômage à l'âge adulte, etc.), de comportements interpersonnels positifs (e.g., comportements prosociaux), d'une bonne santé mentale et d'une vie saine plus tard.

Cependant, comme l'indique Nader-Grobois [15], cette capacité autorégulatrice ne serait pas innée, mais s'acquerrait au cours du développement de l'enfant. La méta-analyse conduite par Pandey et al. [16] couvrant l'étude de plus de 23000 enfants, montre ainsi qu'il est possible d'améliorer les capacités d'autorégulation et par la même améliorer le devenir des enfants. Les interventions basées sur un soutien pour progresser scolairement et au développement de compétences sociales et personnelles semblent, selon ces auteurs, les plus efficaces. Cependant, l'autorégulation présente deux dimensions dont les contours font encore débat [23] : l'une liée à la régulation émotionnelle et l'autre liée au contrôle de soi en vue d'atteindre des objectifs. La diversité des dimensions impliquées au sein de l'autorégulation et leurs caractères immatériels (e.g., la cognition, la motivation, la volition [13], l'attention [17], les émotions, la métacognition [24], etc.) font que ce concept associé au processus d'autonomisation n'est pas directement et facilement appréhendable des enfants voire de leurs enseignants [3].

L'apprentissage de l'autorégulation nécessiterait donc une aide extérieure, c'est-à-dire une hétérorégulation [12] pouvant provenir d'un pair ou du contexte [13]. Dans cette étude, nous posons comme hypothèse que cette hétérorégulation pourrait être fournie par un artefact interactif. Or, les éléments de réponse tant théoriques qu'empiriques manquent donc encore. En effet, si quelques interfaces ciblant l'autorégulation émotionnelle et destinées à des enfants émergent (voir par exemple EmoEcho [27], ou les travaux récents de Cibrian et al. 2020 [4] pour des enfants ayant des troubles neuro-développementaux (TDAH)), à notre connaissance, les travaux ciblant spécifiquement la conception d'interfaces tangibles en vue de soutenir l'autorégulation des apprentissages sont lacunaires.

3 MOYENS ET MÉTHODES

Dans le but de répondre à ce manque, nous suivons un processus de recherche interdisciplinaire couplant une approche basée sur la conception (DBR pour Design-Based Research) à une approche centrée utilisateurs finaux (UCD pour User-Centered Design), ici les élèves et enseignants. Le processus de conception du TanISE, présentée ci-après, suit ainsi une approche en quatre phases complémentaires et itératives :

- (1) Un état de l'art portant notamment sur les spécificités de la compétence visée et des IHM tangibles
- (2) Une importante phase exploratoire en contexte scolaire incluant :
 - 10h d'observations passives à visées descriptives de 18 activités scolaires en classes sans artefacts

- 1 enquête en ligne auprès d'enseignant.e.s de l'école primaire (réponses complètes : n=110)
 - des sessions de conception participative incluant 13 participants enseignant.e.s portant sur l'identification des besoins des enseignants, de leurs élèves en lien directe avec
 - i) les attentes institutionnelles pour le développement de compétences transversales,
 - ii) l'hétérogénéité des enfants
 - et iii) l'introduction et l'usage d'artefacts interactifs dans les pratiques scolaires.
 - 2 études préliminaires dans le cadre de projets de Master Métier de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation (MEEF) incluant le pré-test de prototypes cartons impliquant un total de 88 enfants.
- (3) Une phase de conception des différentes dimensions des IHM
 - Identification et définition des interactions tangibles à partir des résultats des phases 1 et 2
 - Prototypage itératif de l'interface et interactions associées
 - (4) Une phase d'évaluation à courts et moyens termes de la solution tangible proposée :
 - de l'expérience utilisateur(s) en situations contrôlées (en lien avec la phase 3) puis en contexte scolaire (i.e., utilité, utilisabilité, désirabilité, émotions etc.)
 - du potentiel pédagogique vis-à-vis de la compétence visée basée sur les critères identifiés par [20] pour une autorégulation dite réussie : a) Suivre un cadre et/ou un objectif précis ; b) Être motivé.e par l'activité poursuivie ; c) Être capable de résister aux distractions.

Cette approche multi-méthodes, actuellement à la phase 3 du processus, vise l'étude de l'apprentissage humain en contexte écologique [19] selon un point de vue systémique [25].

4 PRINCIPAUX RÉSULTATS DES PHASES 1 ET 2

4.1 Des besoins élèves ET enseignants

Les observations passives mettent en évidence qu'avoir une gestion autonome de leur travail semble être une réelle difficulté des élèves. Notamment, ils ne savent pas identifier leur degré de compétence dans les tâches prescrites, et n'ont pas une perception claire du temps nécessaire à la conduite des tâches. Ceci a pour conséquence dans les comportements observés une lenteur à s'engager dans la tâche, des retards fréquents dans la finalisation de la tâche et des activités d'apprentissage incomplètes, générant de la frustration et des sur-sollicitations de leur enseignant.e pour se rassurer ainsi qu'une augmentation du volume sonore de classe. Les focus groupes mettent en évidence les besoins non seulement des élèves mais aussi des enseignants. Les enseignants impliqués ont fait émerger plusieurs dimensions à hétéroréguler, telles la gestion du temps de travail, du degré d'autonomie et/ou de confiance dans son travail, venant confirmer les observations et les travaux de Famos et Margnes [13]. Ils regrettent également la difficulté à pouvoir fournir des feedbacks individuels sur ces dimensions à leurs élèves. De plus, parmi les 110 enseignants ayant répondu à l'enquête en ligne, 65% estiment avoir besoin d'outils de régulation. Cependant, un.e participant.e sur trois n'en utiliserait pas, principalement par manque de connaissance et de formation de ce genre d'outil (respectivement 50% et 39%). Dans le cas des enseignant.e.s qui utilisent des outils pour aider

leurs élèves à se réguler, elles ou ils citent les utiliser pour réguler (1) les comportements, (2) l'autonomie, (3) l'ambiance sonore, (4) l'utilisation du temps et (5) la demande d'aide, ici classés par ordre de priorité. De plus, les résultats révèlent aussi que plus le nombre d'éléments à réguler est important, plus le nombre d'outils augmente en conséquence (mesure du coefficient de corrélation des rangs de Spearman : $Rho = .764$, $p < .01$), induisant une gestion simultanée de ces derniers, ce qui peut être un frein à leur utilisation efficiente.

4.2 Vers une hétérorégulation instrumentale ?

La première étude préliminaire a mis en évidence pour un échantillon d'une classe d'élèves donnée ($n = 15$, âge moyen = 9.5 ans, $\sigma : 0.6$, durée 6 semaines) que les sollicitations pour demande d'aides peuvent atteindre une sollicitation toutes les minutes (nb. moyen = 1 toutes les 2 minutes). Cependant, seuls 6.8% des demandes étaient liées à de réelles difficultés (38.5% besoin de réassurance pour valider une réponse, 22.3% incertitude dans la compréhension de la consigne, 6.8% problème de matériel, 4.5% tâche terminée plus vite que prévue). Ceci met en évidence que toutes les demandes d'aides ne se valent pas et que la majorité pourrait être autorégulée. Cette étude exploratoire a également montré que limiter le nombre de questions autorisées (ici via des petites baguettes "magiques" en nombre restreint) associé au fait que l'élève puisse rendre visible la difficulté ressentie dans une activité (ici via un tétraèdre en carton inspiré du tétra-aide, voir [10]) permet de réguler la nature des questions des élèves, les élèves étant contraints de réfléchir à leurs besoins réels avant de poser une question pour ne pas épuiser leur stock trop tôt. Cela a ainsi divisé par 10 le nombre de questions sans rapport avec un besoin en termes d'apprentissage.

Dans le cadre de la seconde étude exploratoire, deux artefacts en carton ont également été utilisés (i.e., un cube anti-bruit, voir [1], adapté pour l'expérimentation et un régulateur sonore). Leurs fonctions étaient de (1) faire définir par les élèves la condition sonore nécessaire au travail en lien avec les activités mises en oeuvre (i.e., silence, possibilité de chuchoter, possibilité d'échanger dans le calme, possibilité de parler sans crier) et (2) rendre visible, dans la classe, le niveau sonore subjectif ressenti ici par l'enseignant.e. Cette étude a impliqué un échantillon de 73 élèves (41 filles et 32 garçons) répartis dans 3 classes différentes avec une moyenne d'âge de 7.8 ans ($\sigma : 0.67$). Les données relevées dans cette étude indiquent que le nombre de décibels dans les classes diminuerait en moyenne de 2.8dB(A) (51.3dB(A) sans artefacts et 48.4dB(A) avec les deux). De plus, les données indiquent qu'en moyenne le nombre de pics supérieurs à 60dB(A) (correspondant au seuil de pénibilité selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS [26]) et le nombre d'interventions de l'enseignant.e lié à l'ambiance sonore (e.g., les bruits individuels et collectifs, les bavardages et les bruits de fond, les élèves qui rigolaient, etc.) seraient divisés par 2,5 (avec respectivement 1.67 pics/seconde en moyenne sans artefact et 0.67 pics/seconde avec les artefacts, ainsi que 26.6 interventions en moyenne sans artefact et 10.5 avec les deux au cours de séances d'une durée moyenne de 30 minutes). Les résultats obtenus montrent ainsi que l'utilisation d'artefacts de ce type permet de diminuer considérablement le nombre d'interventions sur l'ambiance sonore générale ainsi que le

nombre de pics de décibels supérieurs à 60dB(A) et donc contribuer à diminuer l'intensité sonore moyenne dans les salles de classe.

Ces premiers résultats tendent à confirmer la pertinence de l'hypothèse qu'un artefact interactif pourrait fournir une hétérorégulation instrumentale.

5 LE TANISE

Les résultats des phases 1 et 2 de l'étude, synthétisés dans le tableau 1, ont également permis d'orienter la conception d'une première version d'un prototype : Le TanISe pour "Tangible Interface for Self-regulation" (voir Figure 1). TanISe est une interface tangible conçue pour aider l'élève à contractualiser, auto-évaluer et contrôler plusieurs grandes dimensions de ses activités d'apprentissage : la gestion du temps de travail, de nécessité ou non d'aide, de son comportement dans le travail et de son degré de confiance et d'autonomie.

Ainsi, le TanISe permet à l'élève, avec l'aide de l'enseignant.e ou non, la programmation/contractualisation de 4 caractéristiques d'une activité matérialisées par des totems manipulables différents (voir Figure 1 - B) dont l'esthétique, basée sur l'analogie avec des objets/symboles connus des enfants, renforce le caractère tangible [7].

En amont de ses activités d'apprentissage et en fonction de la tâche qui lui est donnée, l'élève est invité à utiliser :

- Un totem "questions". Ce totem en forme de point d'interrogation incite l'élève à fixer le nombre de questions qu'il pense avoir besoin de poser pendant l'activité (maximum 10)
- Un totem "timer". Ce totem en forme de réveil demande de définir la durée de ses activités (de 5 à 60 minutes avec un pas de sélection de 5 minutes) pour aboutir dans la tâche demandée
- Un totem "Modalité de travail et son". Ce totem en forme de haut-parleur demande de définir la modalité de travail (seul/e, en binôme, en groupe) et ainsi fixer un seuil de décibel acceptable, respectivement 50dB(A), 60dB(A) et 70dB(A) modifiable par l'enseignant.e.

Cette dernière fonction est couplée à un capteur sonore, situé à la base de l'artefact (voir Figure 1-A).

Pendant la phase d'activité, un totem supplémentaire permet de garder une continuité avec l'interface [14] via :

- Un totem "autonomie dans le travail". Ce totem en forme de bureau permet d'auto-évaluer et moduler son sentiment d'autonomie durant l'activité en cours et signaler une demande d'aide si nécessaire

Ces quatre totems font du TanISe une interface conçue pour décomposer les activités en deux temps : la préparation et l'activité. Rangés préalablement sur l'interface (voir Figure 1-A)), les totems vont être illuminés par 3 LEDs RGB, positionnées sous chaque réceptacle, en fonction de la phase dans laquelle se situe l'utilisateur. Dans un premier temps, les LEDs sous les totems de la phase de préparation (i.e. totems "questions", "timer" et "modalité de travail et son") vont s'illuminer alternativement avec un cinquième réceptacle correspondant à la base active des totems (voir Figure 1-A). Puis, dans un second temps, ce sont les LEDs sous le réceptacle du totem "autonomie dans le travail" (i.e. phase d'activité) qui s'illuminent

RESULTATS - Besoin Identifié	Identifié via					Exprimé par		Solution proposée
	EA	CP	Q	Ob	PE	Elèves	Enseignants	
Réguler								
les sollicitations non liées à un besoin d'aide pédagogique		X		X	X		X	limiter le nombre de questions à l'enseignant fournir un feedback sur l'intensité sonore
le bruit/bavardages/distractions	X	X	X	X	X	X	X	
Soutenir								
la gestion du temps de travail	X		X			X		contractualiser/programmer son temps de travail déclarer son degré d'autonomie perçue fournir des cues/feedbacks directs
le degré d'autonomie/de confiance	X	X			X		X	
la meta-cognition	X	X					X	
Faciliter								
l'appropriation de la TUI		X	X		X		X	concevoir une interface unique privilégier une interface tangible multiplexée dans l'espace limiter la taille de l'artefact
la perception des éléments à réguler/soutenir	X					X	X	
l'usage en classe		X		X	X	X	X	

Table 1: Tableau résumant les principaux résultats des phases 1 et 2 ayant conduit aux choix de conception de TanISe. EA = Etat de l'art; CP = Session de conception participative; Q = Questionnaire; Ob = Observations passives; PE = pre-test expérimental de prototypes cartons en classe

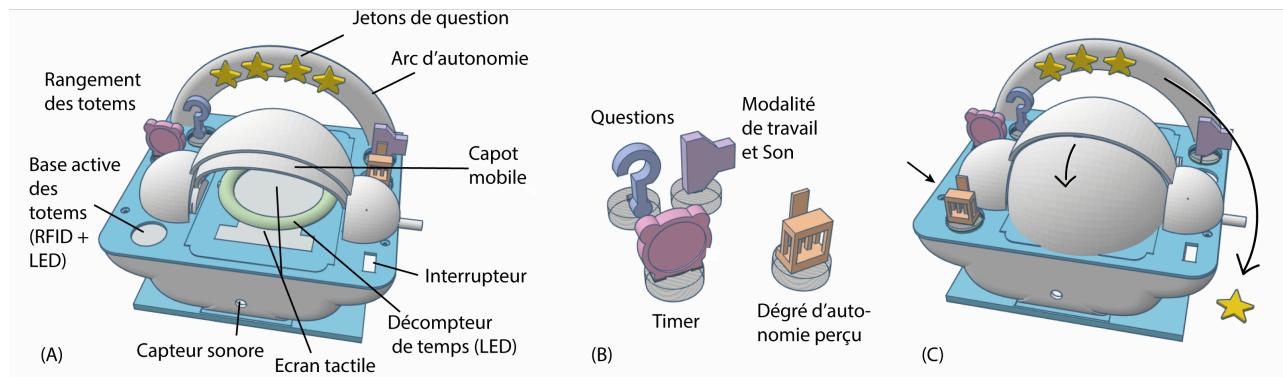


Figure 1: Le TanISe. (A) Eléments physiques et électroniques de l'interface, mécanisme ouvert ; (B) Détail des 4 totems tangibles sur leur base translucide laissant passer la lumière des LEDs ; (C) Exemple d'utilisation : ici le Totem "autonomie" est actif indiquant que l'activité est en cours et durant laquelle une question a déjà été posée; Le mécanisme est ici fermé signalant une ambiance sonore trop importante

à leur tour, alternativement avec celles de la base active. Cette interaction cherche à stimuler l'intention d'action.

5.1 Phase de préparation

Grâce à la technologie RFID, un lecteur sous la base active vient lire le code d'un transpondeur translucide implémenté dans la base de chaque totem. Positionné sur la base active, la lecture du code vient activer la fonction, ce qui permet de programmer les différentes modalités de cette phase de préparation. Pour ce faire, l'utilisateur interagit avec un écran tactile qui permet de : (1) programmer la durée de l'activité avec le totem "timer", (2) sélectionner la modalité de travail avec le totem "modalité de travail et son" et (3) définir le nombre de questions avec le totem "questions". De plus, pour transmettre des feedbacks, de nombreuses LEDs supplémentaires sont intégrées dans l'interface, avec l'écran tactile, contrôlé par une Raspberry pi 4. Dans ce sens, lorsque l'utilisateur active la fonction "timer", un train de LED circulaire autour de l'écran s'allume en fonction de la durée sélectionnée (e.g., 30 minutes d'activités sélectionnées équivaut à la moitié du train de LED allumé). De même, lorsque le totem "questions" est positionné sur la base active, un feedback sur l'écran tactile demande à l'utilisateur le nombre de jetons à sa disposition, accompagné d'une animation lui indiquant de placer les jetons sur l'arc de l'autonomie. Similaire à la forme d'un arc-en-ciel, cet arc permet de fixer les jetons via des

aimants sur un des côtés (voir Figure 1-C) et, de l'autre, une LEDs s'allume dès lors qu'un jeton est positionné (10 LEDs maximum pour 10 jetons). Ce circuit électronique à double face permet donc de donner des feedbacks non seulement à l'utilisateur mais aussi à des tiers extérieurs (i.e. élèves et/ou enseignant.e). La dernière modalité correspondant au totem "modalité de travail et son" se programme par pression tactile sur l'écran en sélectionnant une des trois modalités correspondantes à l'activité. Ce choix de conception, par l'intermédiaire d'un écran tactile, vise ainsi à intégrer sur un espace réduit plusieurs caractéristiques dans une seule interface. Les principales caractéristiques de cette dalle tactile sont non seulement de programmer les modalités des fonctions « questions, timer et son », mais aussi de renvoyer les informations liées à l'activité en cours (i.e., durée et nombre de questions restant, modalité de travail). Elle vise aussi à signaler une action attendue et à rendre explicites et attractives les quatre fonctions pour de jeunes utilisatrices et utilisateurs.

5.2 Phase d'activité

Dès lors que la phase de préparation est terminée et que les trois modalités sont programmées, l'élève peut débiter la phase d'activité. Lorsque le totem est positionné sur la base active, le

timer s'enclenche avec un double feedback : le train de LED circulaire et la durée sur l'écran se lance. De plus, l'utilisateur a désormais la possibilité d'évaluer son degré d'autonomie dans la tâche par l'intermédiaire d'un curseur virtuel. Reprenant les couleurs généralement utilisées et connues des élèves et des enseignants (vert, jaune, orange, rouge), ce curseur, similaire à une échelle de Likert, permet de considérer que l'élève peut réussir la tâche demandée soit (1) seul et rapidement (vert), (2) seule mais avec du temps (jaune), (3) seul en essayant de surmonter les difficultés (orange) ou bien (4) en envisageant l'aide d'un pair (rouge). Cependant, dans chacun de ces niveaux d'autonomie, l'utilisateur a toujours la possibilité de demander de l'aide via les jetons à question. Pour cela, deux possibilités sont envisagées : il peut répondre aux messages de l'interface demandant si une aide est nécessaire lorsque le curseur virtuel est positionné sur les niveaux rouge ou orange, ou retirer directement un jeton (voir Figure 1 - C) sans passer par un de ces derniers niveaux. De ce fait, lorsqu'un jeton est retiré, l'intensité des LEDs de l'arc de l'autonomie fluctue plus ou moins rapidement en fonction du temps passé à attendre. Enfin, si le seuil du niveau sonore est proche d'être dépassé, le mécanisme, contrôlé par un motoréducteur, se ferme à moitié pour signaler à l'utilisateur que l'ambiance sonore est trop importante. Cependant, lorsque ce seuil est dépassé, le mécanisme se ferme (voir Figure 1 - C). Le temps continue de s'écouler, mais les utilisateurs n'ont plus la possibilité de demander de l'aide jusqu'au retour au calme.

5.3 Le design du TanlSe

Enfin, pour favoriser l'appropriation de l'interface par les utilisateurs, le TanlSe est conçu et pensé pour être fabriqué en classe (e.g., utilisation de l'impression 3D, de micro-cartes, etc.) et intègre des éléments pouvant être personnalisés. Au sein de cet artefact interactif, les utilisateurs peuvent par exemple modifier les jetons à question, dans lesquels on vient simplement insérer un aimant, ou encore les représentations des totems qui peuvent facilement se séparer de leur base permettant ainsi d'insérer de nouvelles formes, tout en gardant le transpondeur et le codage de la fonction. Au-delà des éléments personnalisables, le design du TanlSe tente de transmettre une atmosphère calme et relaxante aux utilisateurs par l'intermédiaire des formes arrondies et de la représentation métaphorique renvoyant aux éléments d'un ciel paisible (i.e. nuage blanc, étoiles, couleurs, arc-en-ciel, etc.). Dans ce sens, ces formes proches de l'univers des enfants, tentent de renvoyer à la métaphore du bien-être.

6 TRAVAUX FUTURS

Cette approche multiméthodes, actuellement à la phase 3 du processus, se centrera en phase 4 sur l'étude de l'influence des interactions sur l'apprentissage humain dans le but i) d'élaborer des solutions aux problèmes réels d'autorégulation en classes et ii) définir le champ instrumental (voir [18]) de la TUI, c'est-à-dire l'ensemble des valeurs fonctionnelles et subjectives que l'artefact tangible peut prendre au sein de l'activité d'autorégulation d'un individu. Les travaux à moyen terme chercheront à vérifier le fait que réguler ses comportements de manière directement appréhendable (i.e. gestion du temps, régulation des questions et de l'ambiance sonore, contrôle de la demande d'aide) grâce à une interface tangible pourrait

influencer les compétences intrapersonnelles et l'épanouissement scolaire des élèves.

REMERCIEMENTS

Cette étude est soutenue par le projet e-TAC (PIA – e-FRAN/ porté par l'Université de Lorraine, PERSEUS), soutenu par la Caisse des dépôts et Consignation, et le projet PLANETE porté par l'académie Nancy-Metz via la Délégation Académique au Numérique Educatif (DANE). Les auteurs remercient la start-up française Open Edge pour sa collaboration dans la conception numérique et électronique, ainsi qu'Isabelle Ciré pour les nombreux brainstorming lors de la réflexion sur le design du TanlSe.

RÉFÉRENCES

- [1] Gaëlle Abrassart, Etienne Cléda, Annick Cockaerts, Laurence Leclercq, Olivier Mottint, and Julie Tordoir. 2015. L'environnement sonore à l'école : AGIS-SONS! Dossier pédagogique. Niveau fondamental - CoDES 06. <https://www.codes06.org/a/327/l-environnement-sonore-a-l-ecole-agis-sons-dossier-pedagogique-niveau-fondamental/>
- [2] Mattia Davide Amico and Luca Andrea Ludovico. 2020. Kibo: A MIDI Controller with a Tangible User Interface for Music Education. In *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2020)*, Vol. 1. 7.
- [3] Valérie Becquet and Richard Étienne. 2016. Les compétences transversales en questions. Enjeux éducatifs et pratiques des acteurs. *Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE* 41 (July 2016). <http://journals.openedition.org/edso/1634>
- [4] Franceli L. Cibrian, Kimberley D. Lakes, Arya Tavakoulnia, Kayla Guzman, Sabrina Schuck, and Gillian R. Hayes. 2020. Supporting Self-Regulation of Children with ADHD Using Wearables: Tensions and Design Challenges. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, Honolulu HI USA, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376837>
- [5] France Ministère de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche. 23 avril 2015. Bulletin officiel n° 17. Socle commun de connaissances, de compétences et de culture - décret n° 2015-372 du 31-3-2015 - J.O. du 2-4-2015. (23 avril 2015).
- [6] Chris Dede. 2010. Comparing frameworks for 21st century skills. *21st century skills: Rethinking how students learn* 20, 2010 (2010), 51–76.
- [7] Kenneth P. Fishkin. 2004. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing* 8, 5 (2004), 347–358. <https://doi.org/10.1007/s00779-004-0297-4>
- [8] Stéphane Fleck, Charlotte Baraudon, Jérémy Frey, Thibault Lainé, and Martin Hachet. 2018. "Teegi's so Cute!": Assessing the Pedagogical Potential of an Interactive Tangible Interface for Schoolchildren. In *ACM SIGCHI 17th International Conference on Interaction Design and Children IDC'18*. 143–156.
- [9] Stéphanie Fleck, Martin Hachet, and J. M. Christian Bastien. 2015. Marker-based augmented reality: Instructional-design to improve children interactions with astronomical concepts. In *ACM SIGCHI 14th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, 21–28. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771842>
- [10] Stéphane Goudet. 2021. Tetraèdre ou tétra'aide : un outil pour gérer le travail en groupe, réguler la parole, animer une séquence - C.P.E et Vie scolaire. <http://cpe.ac-dijon.fr/spip.php?article737>
- [11] Sylvie Ann Hart and Danielle Ouellet. 2014. *Les compétences du 21e siècle*. Vol. 4. Observatoire compétences-emplois. <https://oce.uqam.ca/les-competences-qui-font-consensus/>
- [12] Fabienne Lemétayer. 2005. Le développement de l'autorégulation du comportement dans un contexte interactionnel au cours de la deuxième année de vie. *L'année psychologique* 105, 4 (2005), 573–590. <https://doi.org/10.3406/psy.2005.30493>
- [13] Eric Margnes and Jean-Pierre Famosé. 2016. *Apprendre à apprendre: la compétence clé pour s'affirmer et réussir à l'école*. De Boeck supérieur, Louvain-la-Neuve (Belgique).
- [14] Milena S. Markova, Stephanie Wilson, and Simone Stumpf. 2012. Tangible user interfaces for learning. *International Journal of Technology Enhanced Learning* 4, 3/4 (2012), 139–155. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051578>
- [15] Nathalie Nader-Grosbois. 2007. Chapitre 1. Vers un modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation? In *Régulation, autorégulation, dysrégulation*. Mardaga, 15–30. <https://www.cairn.info/regulation-autoregulation-dysregulation--9782870099322-page-15.htm>
- [16] Anuja Pandey, Daniel Hale, Shikta Das, Anne-Lise Goddings, Sarah-Jayne Blake, and Russell M. Viner. 2018. Effectiveness of Universal Self-regulation-Based

- Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics* 172, 6 (June 2018), 566. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.0232>
- [17] Hélène Poissant, Isabelle Neault, Sandra Dallaire, Mélanie Rouillard, Valérie Emond, Marie-Claude Guay, and Philippe Lageix. 2008. Développement de l'autorégulation et de l'inhibition chez des enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *L'Enc ephal* 34, 2 (April 2008), 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2007.01.007>
- [18] Pierre Rabardel. 2005. Instrument, activité et développement du pouvoir d'agir. *Entre connaissance et organisation: l'activité collective* (2005), 251–265.
- [19] Peter Reimann. 2011. Chapter 3: Design-Based Research. In *Methodological Choice and Design*. Springer Netherlands, Dordrecht, 37–50. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8933-5>
- [20] Davina A. Robson, Mark S. Allen, and Steven J. Howard. 2020. Self-regulation in childhood as a predictor of future outcomes: A meta-analytic review. *Psychological bulletin* 146, 4 (2020), 324.
- [21] Lea Dujic Rodic and Andrina Granic. 2018. Tangible User Interfaces for Enhancement of Young Children's Mathematical Problem Solving and Reasoning: A Preliminary Review of Relevant Literature. In *Central European Conference on Information and Intelligent Systems*. Vara zdin, Croatia, 77–84.
- [22] M.J. Dewiyani Sunarto. 2015. Improving Students Soft Skills Using Thinking Process Profile Based On Personality Types. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)* 4, 3 (Sept. 2015), 118. <https://doi.org/10.11591/ijere.v4i3.4502>
- [23] Kathleen D. Vohs and Roy F. Baumeister. 2016. *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications*. Guilford Publications.
- [24] Bastien Wagener. 2015. L'autorégulation conjointe de la cognition et des émotions : quel impact sur les apprentissages ? *Voix Plurielles* 12, 1 (May 2015), 82–103. <https://doi.org/10.26522/vp.v12i1.1176>
- [25] Feng Wang and Michael J. Hannafin. 2005. Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development* 53, 4 (2005), 5–23.
- [26] Weltgesundheitsorganisation and Regionalb uro für Europa. 2018. *Environmental noise guidelines for the European Region*. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1 OCLC: 1129816077.
- [27] Kieran Woodward, Eiman Kanjo, Samuel Burton, and Andreas Oikonomou. 2018. EmoEcho: A Tangible Interface to Convey and Communicate Emotions. In *Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers - UbiComp '18*. ACM Press, Singapore, Singapore, 746–749. <https://doi.org/10.1145/3267305.3267705>