

Séminaire "Les robots en classe" 1ere Journée - Pratiques
d'enseignement/apprentissage
30 juin 2021

Créativité dans les activités de résolution
créative de problèmes

@margaridaromero

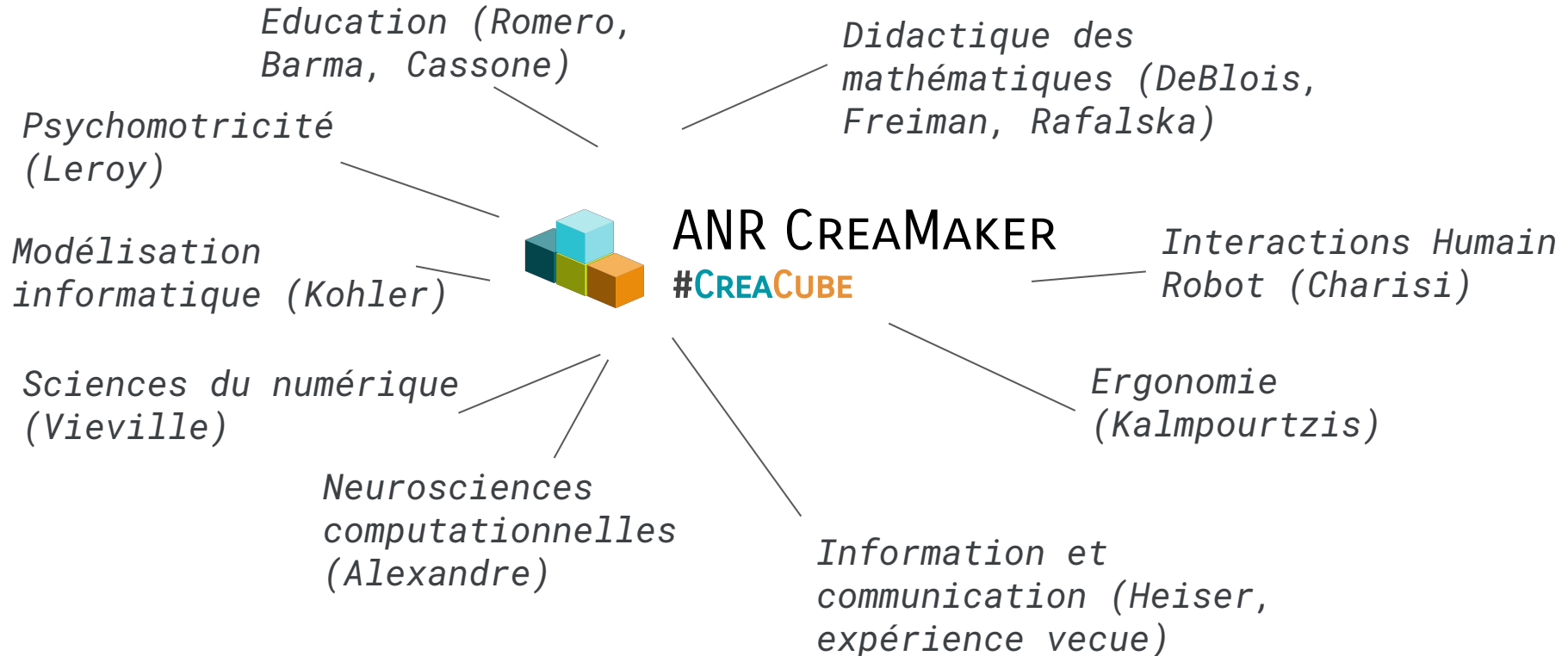
Margarida.Romero@unice.fr

Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Education (LINE)

Plan de la présentation

- Créativité et résolution de problèmes
 - Pourquoi s'intéresser à la résolution de problèmes ?
 - **Résolution créative de problèmes** : un phénomène complexe à appréhender
- Résoudre créative des problèmes avec des instruments.
- Analyser la résolution créative de problèmes à partir d'une tâche avec des robots modulaires
- Persévérance créative dans la tâche

Une **même activité** et protocole,
Une analyse visant la compréhension de la résolution créative de
problèmes dans une perspective pluridisciplinaire



Une **même activité** et protocole,

Une analyse visant la compréhension de la résolution créative de problèmes dans une perspective pluridisciplinaire

- Développement d'un **corpus de données** permettant des analyses de données plus intensives visant l'avancement vers les sciences de l'éducation computationnelles
- Développement d'une ontologie et une "grammaire" des actions du participant en lien à ses usages des instruments
- Analyse orientée **activité**, comme unité d'analyse de durée délimitée visant pouvoir analyser avec un niveau de profondeur suffisantes les processus

1.

Créativité, résolution de problèmes et pensée informatique

Résolution de problèmes en interdépendance

L'activité Bisoux-BlueBot vise le développement de la résolution de problèmes en mathématiques tout en travaillant le climat d'équipe par un protocole favorisant la prise de conscience et la régulation socioaffective de la résolution de problèmes en équipe.

Au sein d'une même équipe, les deux dyades contrôlent chacune leur robot (robot 1, robot 2) pour les faire parvenir en même temps en bordure de la case d'arrivée pour faire un bisou à leur doudou ou leur dessin de cœur.

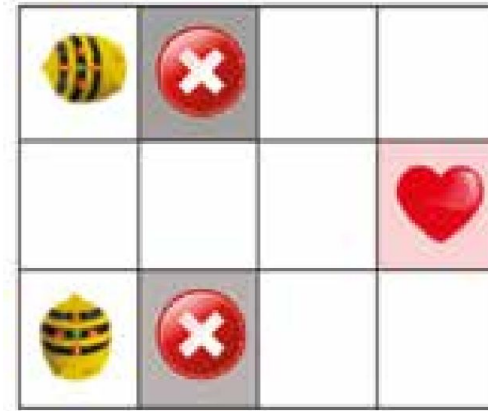


Figure 1. Situation initiale de l'activité Bisoux-BlueBot

Pourquoi s'intéresser à la résolution de problèmes ?


- Résoudre de problèmes, une compétence clé dans des nombreuses activités humaines.
- Une compétence clé pour les enseignants tant pour leur activité professionnelle que pour l'accompagnement des élèves (Kamga, 2019, Prix de la meilleure thèse AUF).



Créativité

Un concept complexe, qu'il ne faudrait pas réduire à la **pensée divergente** (Puozzo-Capron, 2011).

Production d'une **solution utile** à un problème, à la
fois **nouvelle** et **efficace** (Amabile, 1994, 1996).



Originalité
Valeur
Efficience



A person is riding a yellow bicycle with a unique, curved frame design. The person is wearing a dark blue jacket and grey pants. The bicycle has a yellow frame that curves around the rider's back and front. The background is a blurred outdoor setting with a railing.

Toute solution nouvelle et originale n'est pas créative...

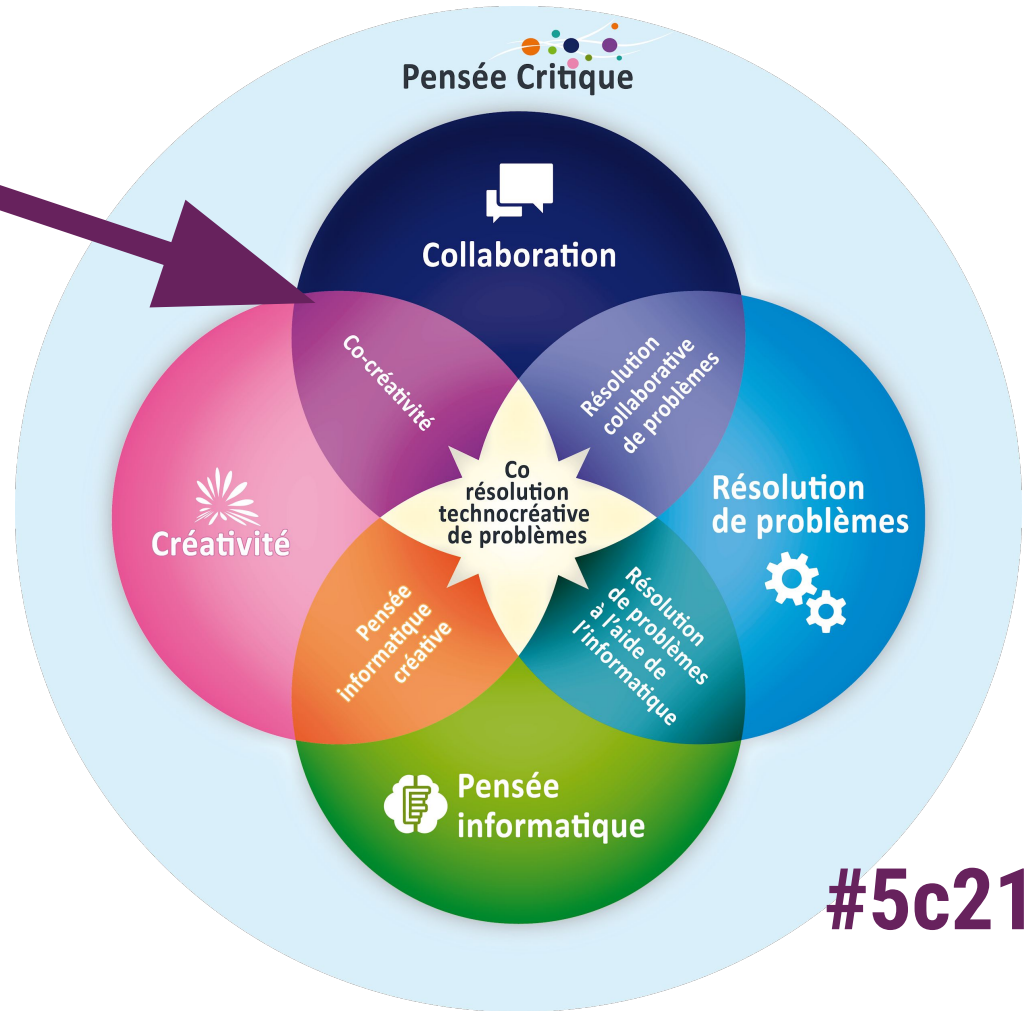
**Originalité
Valeur
Efficience**

Cocréativité

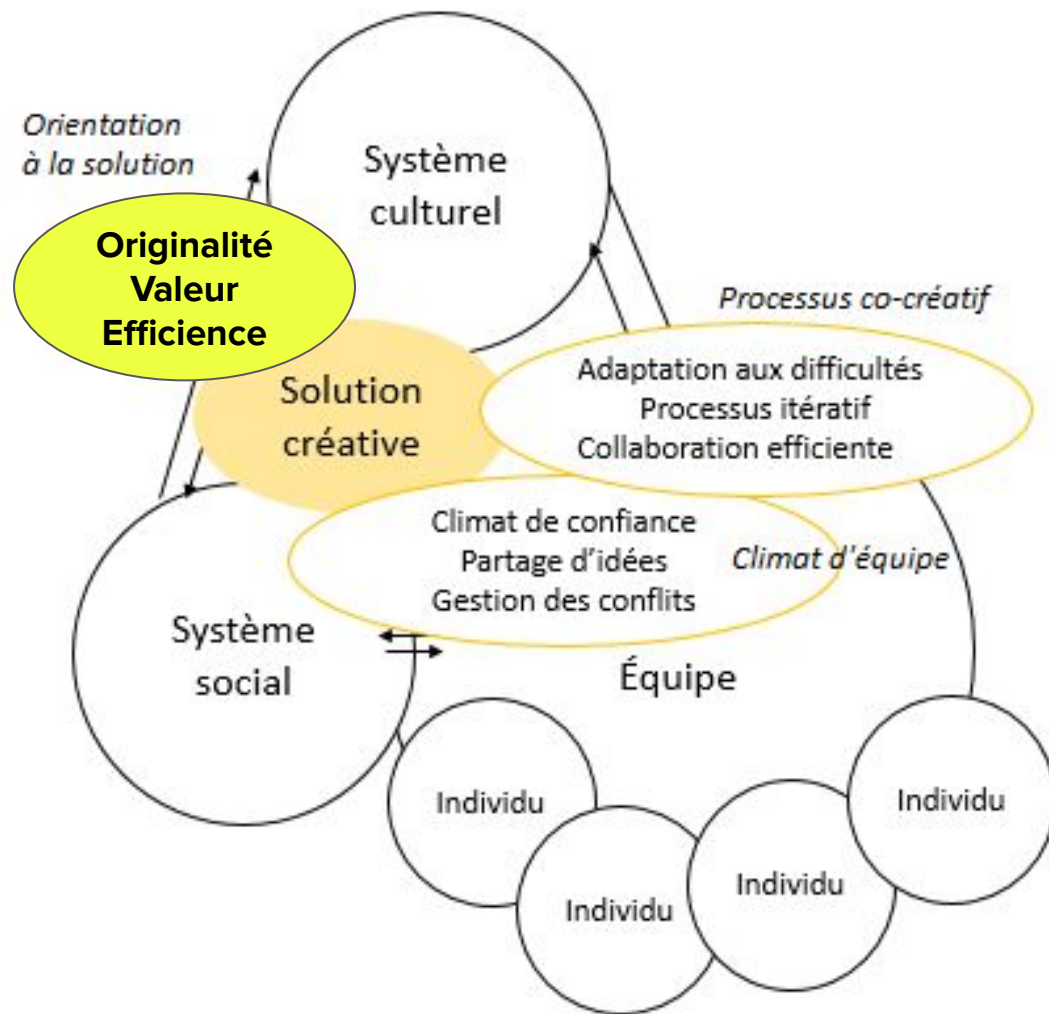
(ou créativité collaborative)

est un processus contextuel de création partagé de conception d'une idée ou d'une solution qui est jugée originale, pertinente et utile par un groupe de référence

(Romero & Barberà, 2015).



#5c21

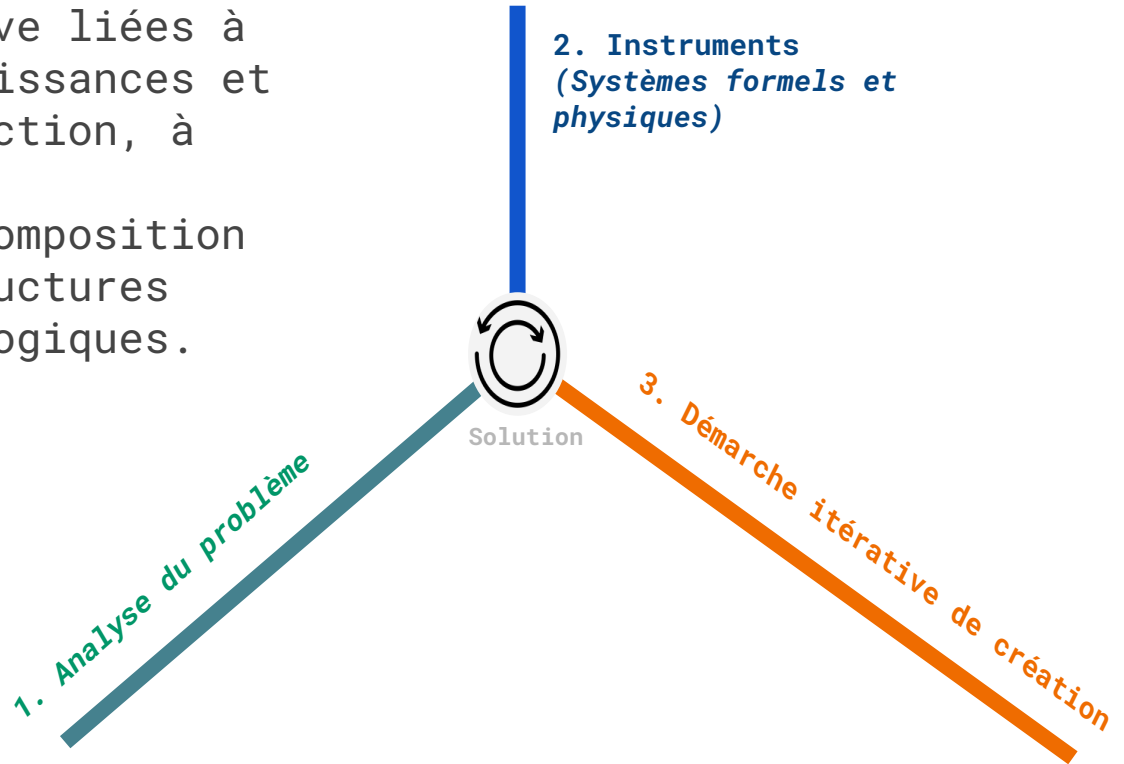


Résolution de problèmes : un phénomène complexe à appréhender

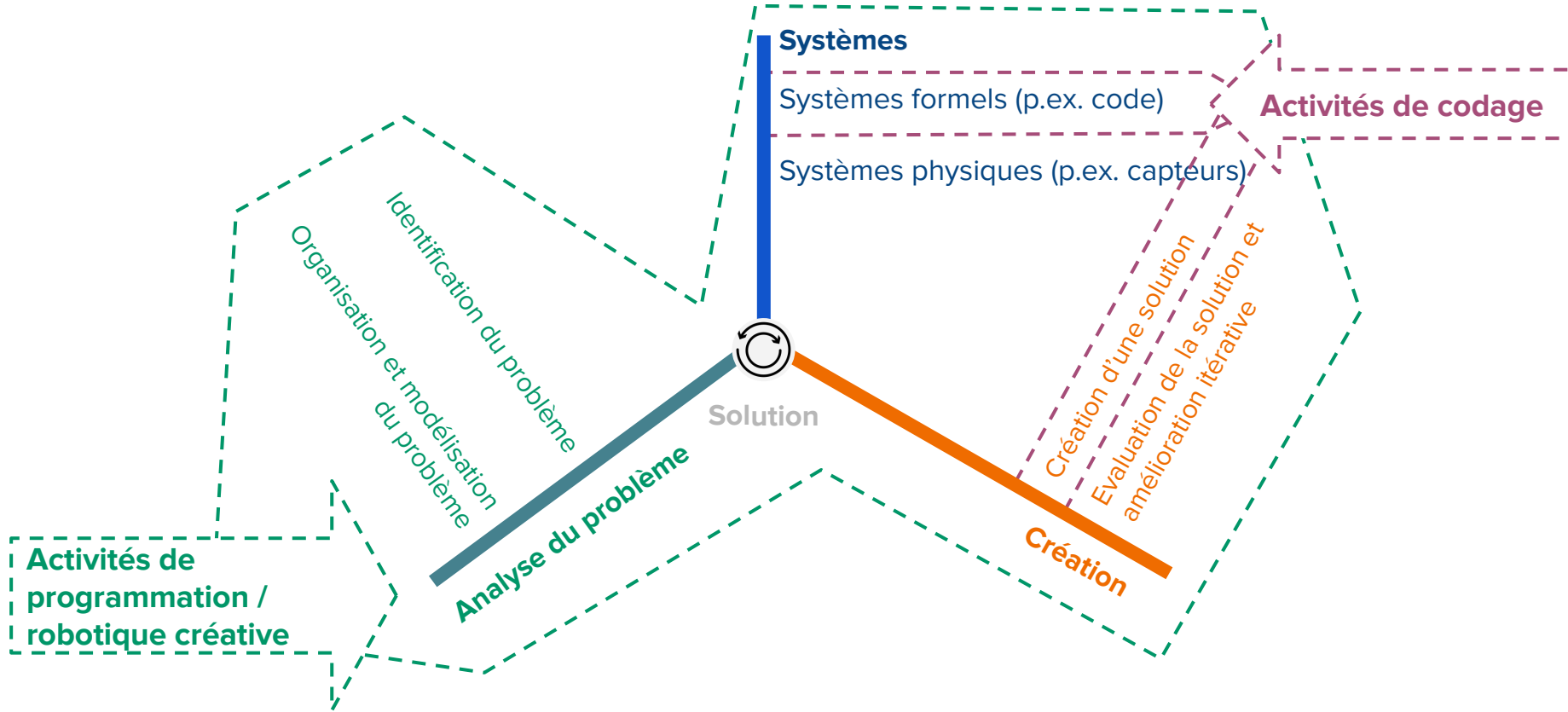
1. La résolution de problèmes est spécifique à un **domaine** et une **tâche** et dépendante des connaissances factuelles, conceptuelles, procédurales et stratégiques (Kilpatrick et al. 2001)
2. La résolution de problèmes se réalise dans un **contexte socioculturel** spécifique.
3. Cependant, nous avons tous un **cerveau** qui avec des processus (meta)cognitifs assez similaires entre les différents humains (apports de la psychologie cognitive, ergonomique, des neurosciences)



La **pensée informatique** est un ensemble de stratégies de pensée cognitive et métacognitive liées à la modélisation de connaissances et de processus, à l'abstraction, à l'algorithmique et à l'identification, la décomposition et l'organisation de structures complexes et de suites logiques.



Opérationnalisation de la compétence **pensée informatique** (Wing, 2006) en trois axes et 6 composantes ([Romero, Lepage, & Lille, 2017](#)).

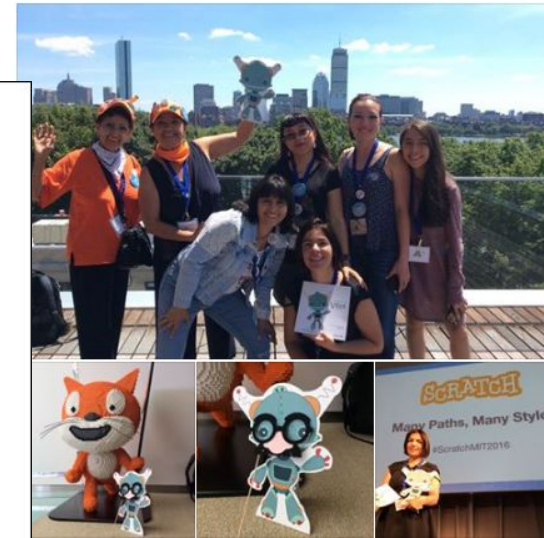
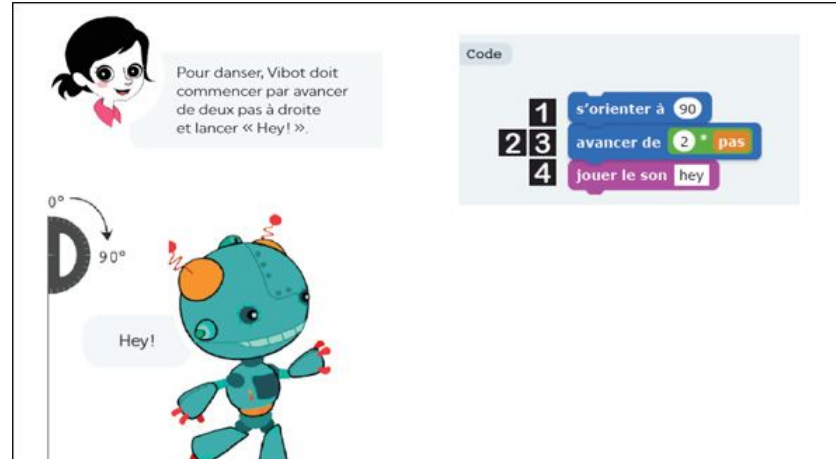
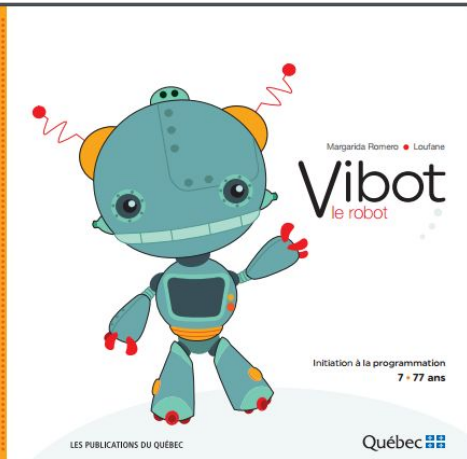


Apprendre la programmation à partir de la littérature jeunesse

#VibotLeRobot, un conte d'introduction à la programmation et à la robotique

vibot-le-robot/

Vibot rencontre la communauté Scratch au MIT Media Lab



Guide d'activités technocréatives pour les enfants du 21e siècle

Margarida ROMERO
@MargaridaRomero

Viviane VALLERAND
@VVallerand

Avec les contributions d'Isabelle ALEXANDRE, Gaëlle SEGOUAT,
Mathieu LOUCHARD, Valérie BOLLET, Stéphanie NETTO,
Patrick TOUCHETTE et Amélie BEAULIEU DEMERS



Pensée Critique

Collaboration

Créativité

Pensée Informatique

Résolution de problèmes

Le résolveur technocréatif de problèmes



Activités débranchées

- 01 Programmation de notre ami robot
- 02 Du théâtre à la programmation



Robotique créative

- 03 Création d'un conte avec le robot conteur
- 04 Le robot-loup et les trois petits cochoBots
- 05 La course de robots sans gagnant



Programmation créative

- 06 Programmation des trois petits cochons
- 07 De l'heure du conte à l'heure du code
- 08 Programmation d'une histoire dont vous êtes le héros
- 09 La chaîne alimentaire programmée

15 activités d'usages créatifs des TIC



Activités débranchées

- 01 Programmation de notre ami robot
- 02 Du théâtre à la programmation



Robotique créative

- 03 Création d'un conte avec le robot conteur
- 04 Le robot-loup et les trois petits cochoBots
- 05 La course de robots sans gagnant



Programmation créative

- 06 Programmation des trois petits cochons
- 07 De l'heure du conte à l'heure du code
- 08 Programmation d'une histoire dont vous êtes le héros
- 09 La chaîne alimentaire programmée



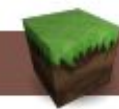
Création d'une bande dessinée

- 10 Création intergénérationnelle d'une BD interactive



Electronique créative et Makey Makey

- 11 Les drôles d'objets conducteurs de musique
- 12 Le jeu-questionnaire avec un témoin sonore
- 13 Code-danse avec un jeu vidéo actif



Activités de création 3D

- 14 Une mangeoire pour oiseaux modélisée en 3D
- 15 Construction de ma maison en 3D avec *Minecraft*



Consommation passive



Consommation interactive



Création de contenu



Co-création de contenu



Co-création participative de connaissances

Programmation

Apprentissage de la programmation

Lire ou écouter des ressources pédagogiques sur la programmation.
P.ex. le cours ouvert et massif. "Code Yourself! An Introduction to Programming" de la plateforme Coursera.

Recette de programmation pas à pas. P.ex. le tutoriel de programmation "Flappy" de l'heure du code (Hour of Code, Code.org).

Apprentissage par le biais de la programmation

Création de contenu (contes, animations, simulations...) par le biais de la programmation.
P.ex. Créer un système solaire sur Scratch pour représenter la terre qui tourne autour du soleil.

Co-création de contenu (contes, animations, simulations...) par le biais de la programmation.
P.ex. Créer un système solaire sur Scratch pour représenter la terre qui tourne autour du soleil.

Co-création participative de connaissances. P.ex. programmer une histoire interactive sur l'expérience de vie d'une personne du quartier de manière participative.

Potentiel constructionniste (*learning-by-making*)

Potentiel socio-constructiviste

<https://project.inria.fr/classcode/un-dessin-pour-comprendre-lapprentissage-creatif/>



Projets de robotique co-créative orienté à résoudre des défis



Exposition passive à la robotique (sans manipulation)

Niveau 1



Discussion/débat autour de la robotique (sans manipulation)

Niveau 2



Robotique procédurale (pas à pas) individuelle ou en équipe

Niveau 3



Robotique-ingénierie individuelle ou en équipe

Niveau 4



Projet de robotique co-créative orienté à résoudre un défi réaliste ou réel.

Niveau 5

2.

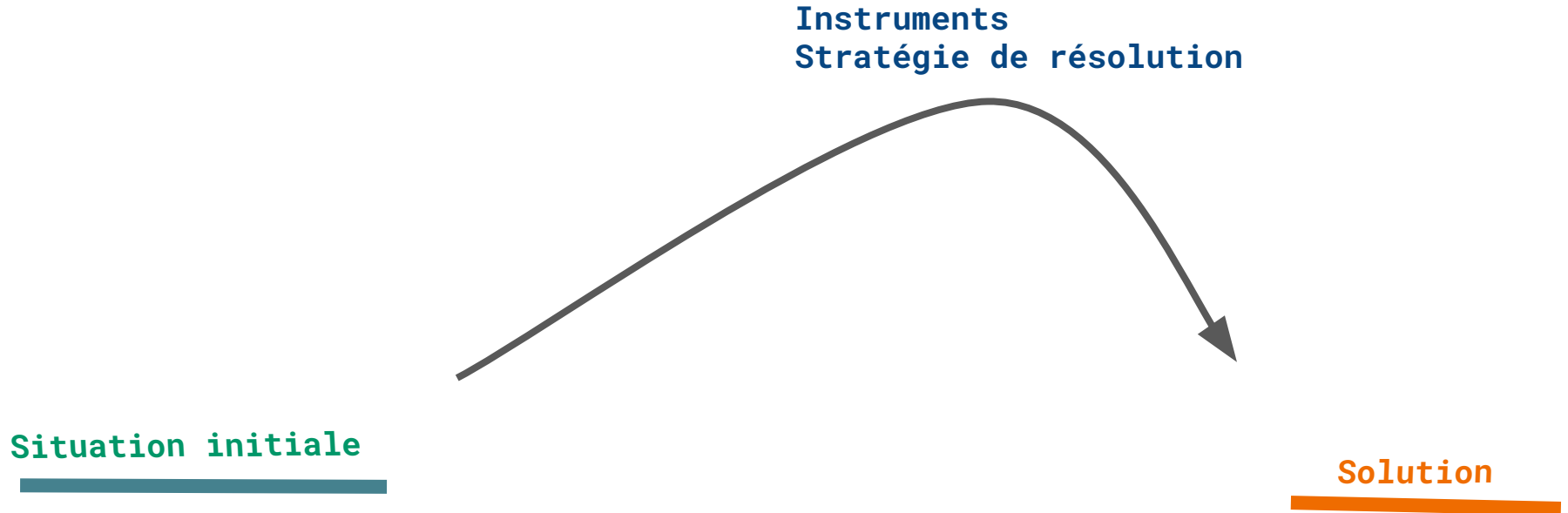
Résoudre créative des problèmes avec des instruments.

Comment arriver à croiser le fossé entre l'état initial et l'objectif ?

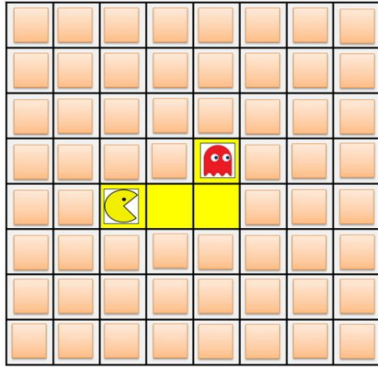
Résolution créative de problèmes

- Problèmes avec un **modèle de résolution connu**, l'apprenant peut appliquer des connaissances existantes (Aldon & Olivier, 2017), tandis que sur des problèmes avec un **modèle de résolution inconnu**, l'apprenant doit se montrer créatif dans la manière de mobiliser ses connaissances, faire des mises à l'essai de solutions intermédiaires et tenter de trouver une solution convenable. Les problèmes sans modèle de résolution connu ont le potentiel d'engager l'apprenant dans une démarche créative.
- Sur ce type de problèmes « il existe de nombreuses façons de le résoudre, et les solutions sont influencées par le point de vue et l'expérience de chacun » (Greenwald, 2000, p. 28).

Résolution de problèmes avec modèle de solution connu



Résolution de problèmes avec modèle de solution connu



2. Instruments
(*Systemes formels et
physiques*)

1. Analyse du problème

Situation initiale



Solution

3. Démarche itérative de création



Solution

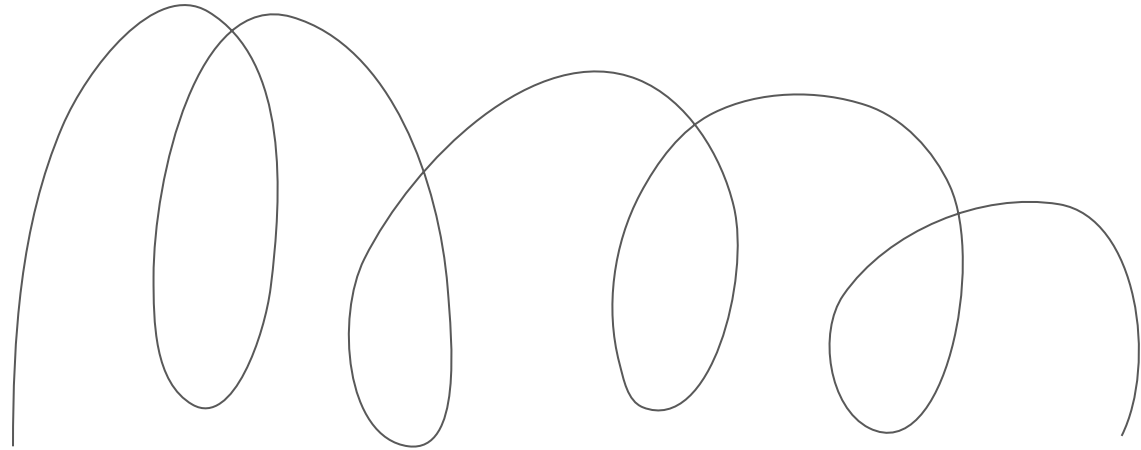
Résolution de problèmes avec modèle de solution inconnu

Instruments (?)

Stratégie de résolution (?)

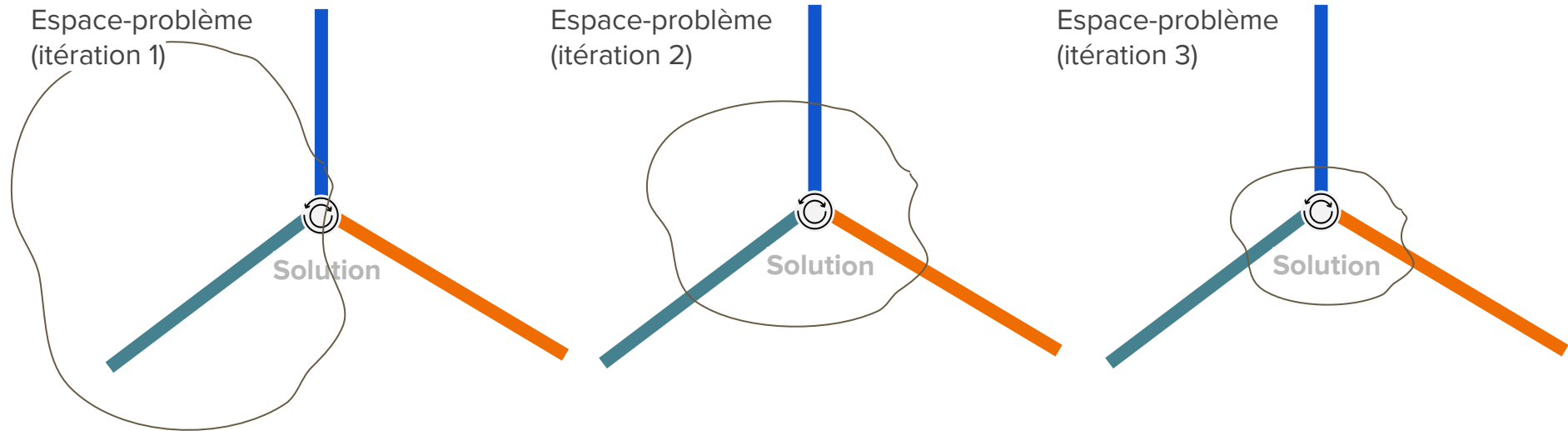
Situation initiale

Solution



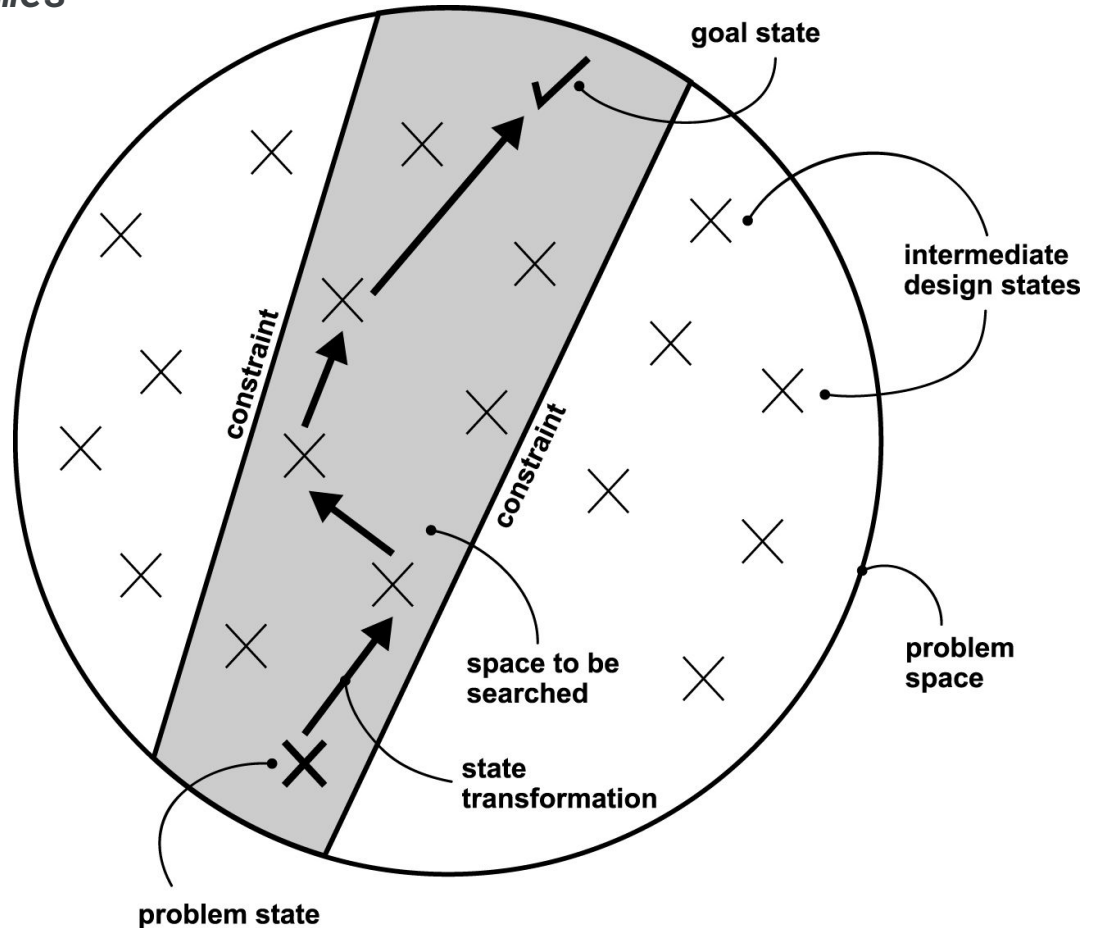
Résolution créative de problèmes

Torrance et Goff (1989) : processus consistant à trouver des réponses à des problèmes pour lesquels les individus ne peuvent pas simplement obtenir la réponse appropriée; ils doivent plutôt **créer des solutions à ces problèmes.**

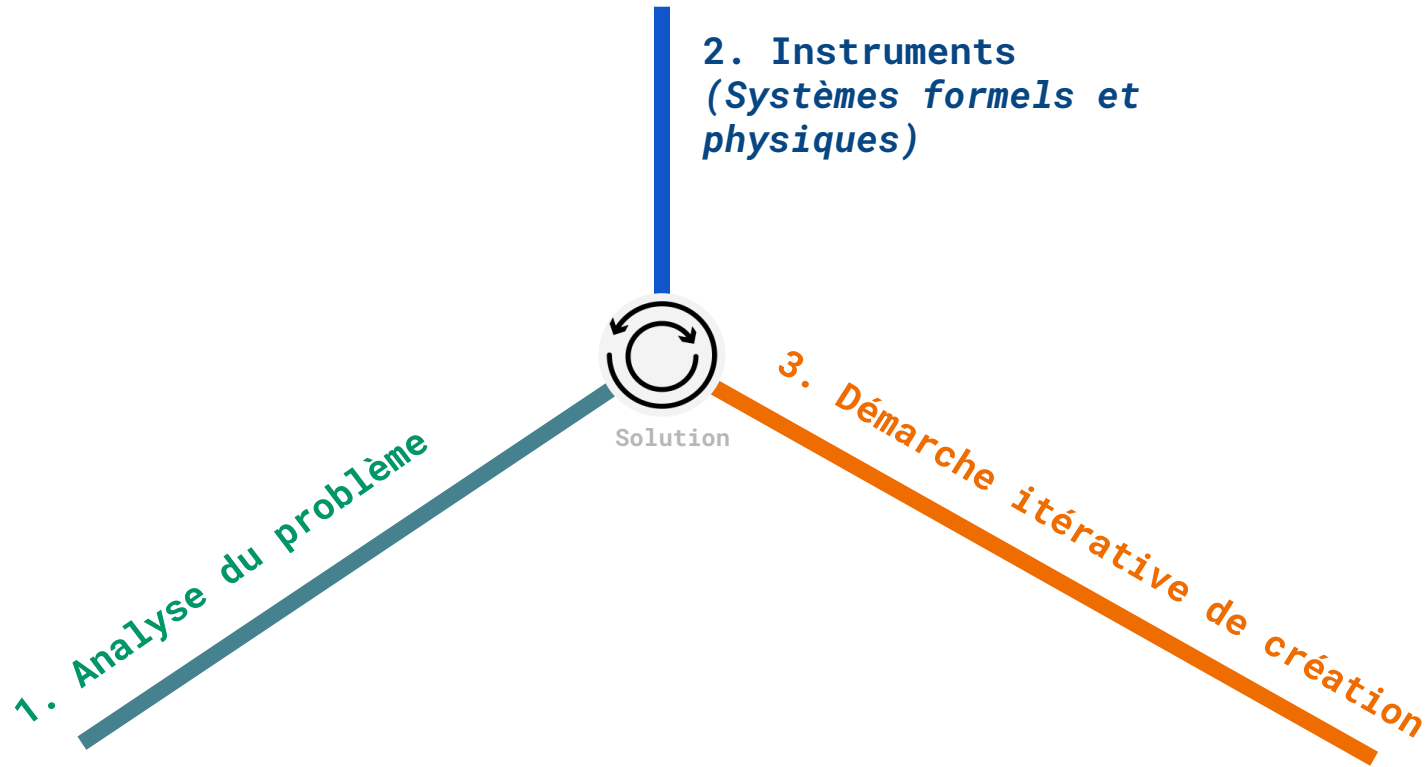


Résolution créative de problèmes

La résolution de problèmes
comme une **démarche dynamique**
avec des **feedbacks**, orientée
à un **objectif**



Résolution techno-créative de problèmes



3.

Analyser la résolution créative de problèmes à partir d'une tâche avec des robots modulaires

Modéliser la tâche

L'enjeu de la granularité selon le but de l'analyse

=> États principaux pour l'analyse du processus de résolution créative de problèmes

=> Création d'une ontologie tenant compte d'aspects liés au modèle de l'apprenant (buts, connaissances préalables...) et de la tâche

=> Modèle de traces pour l'analyse de la résolution créative de problèmes

Résolution créative de problèmes à partir de la tâche CreaCube

“Construisez un véhicule à partir des quatre cubes allant du point rouge au point noir”

Instruments (?)



Stratégie de résolution (?)

Situation initiale

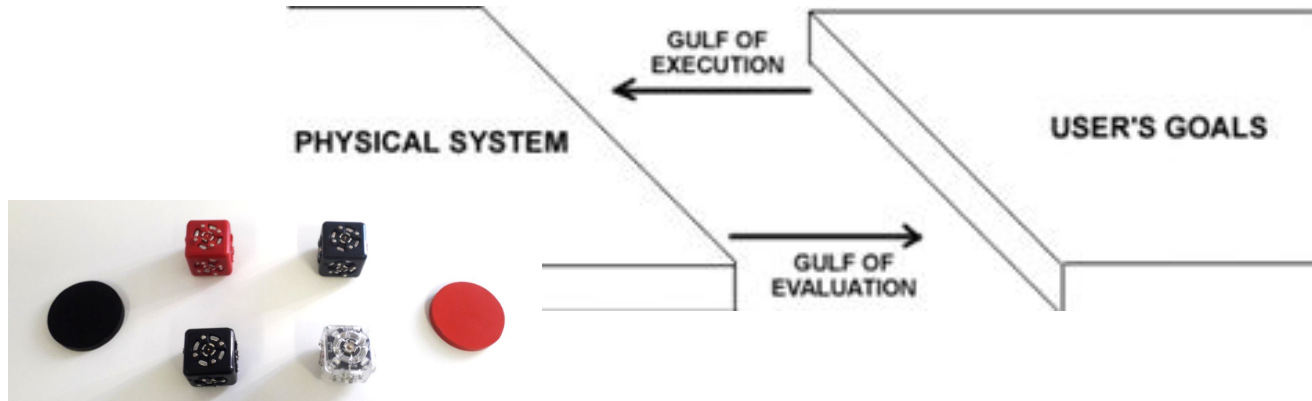
Solution

Résolution créative de problèmes à partir de la tâche CreaCube



Résolution créative de problèmes : un “gouffre” d'exécution

Norman (1986) désigne comme le “gouffre de l'exécution” (gulf of execution), la distance entre les objectifs de l'utilisateur et les moyens de les atteindre à travers le système.



Situation initiale

Solution

Tâche

“Construisez un véhicule à partir des quatre cubes allant du point rouge au point noir”

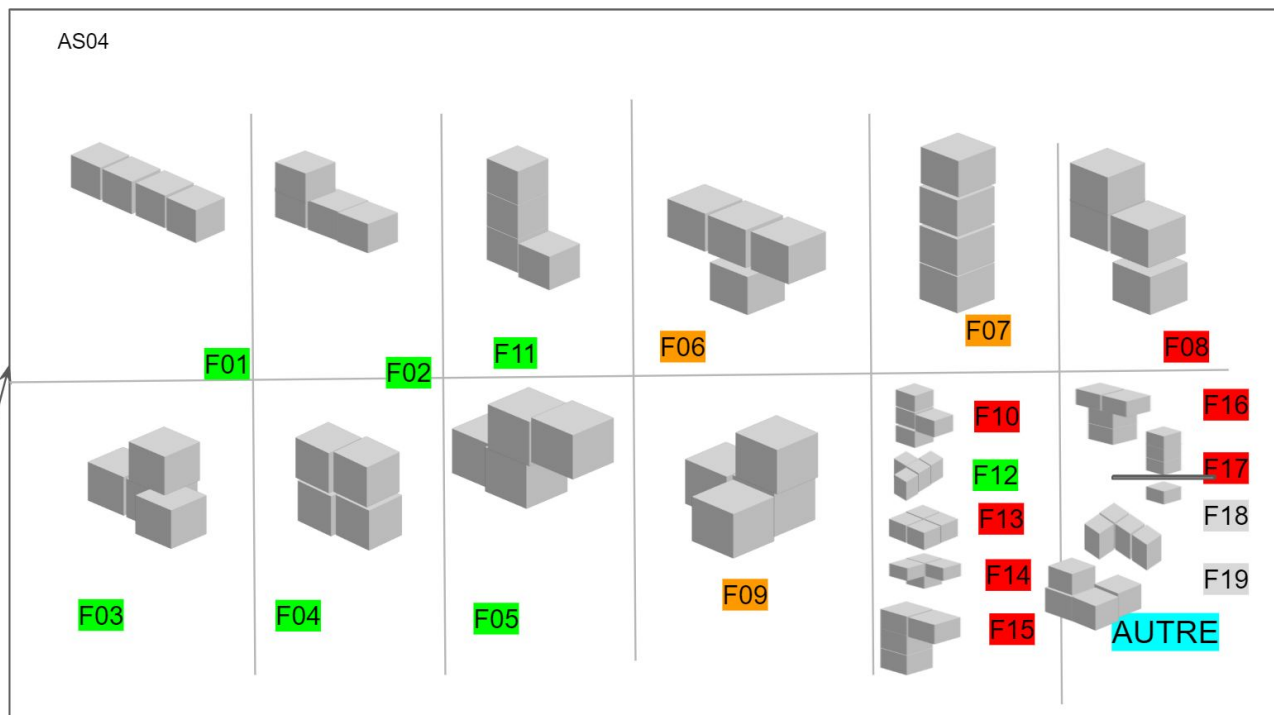
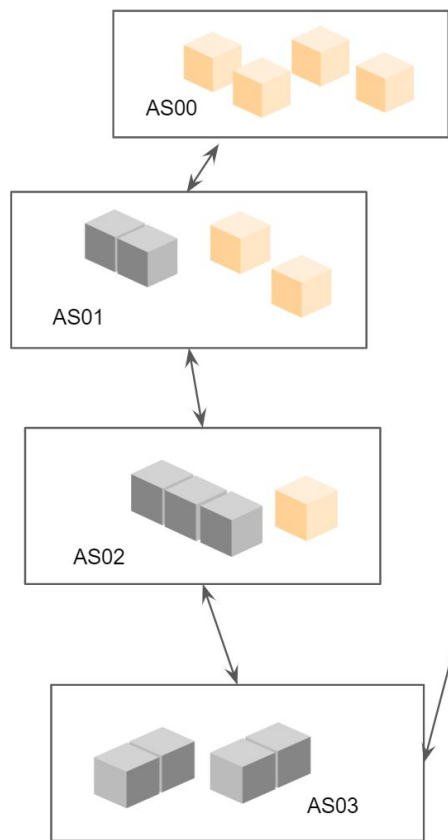
Instruments



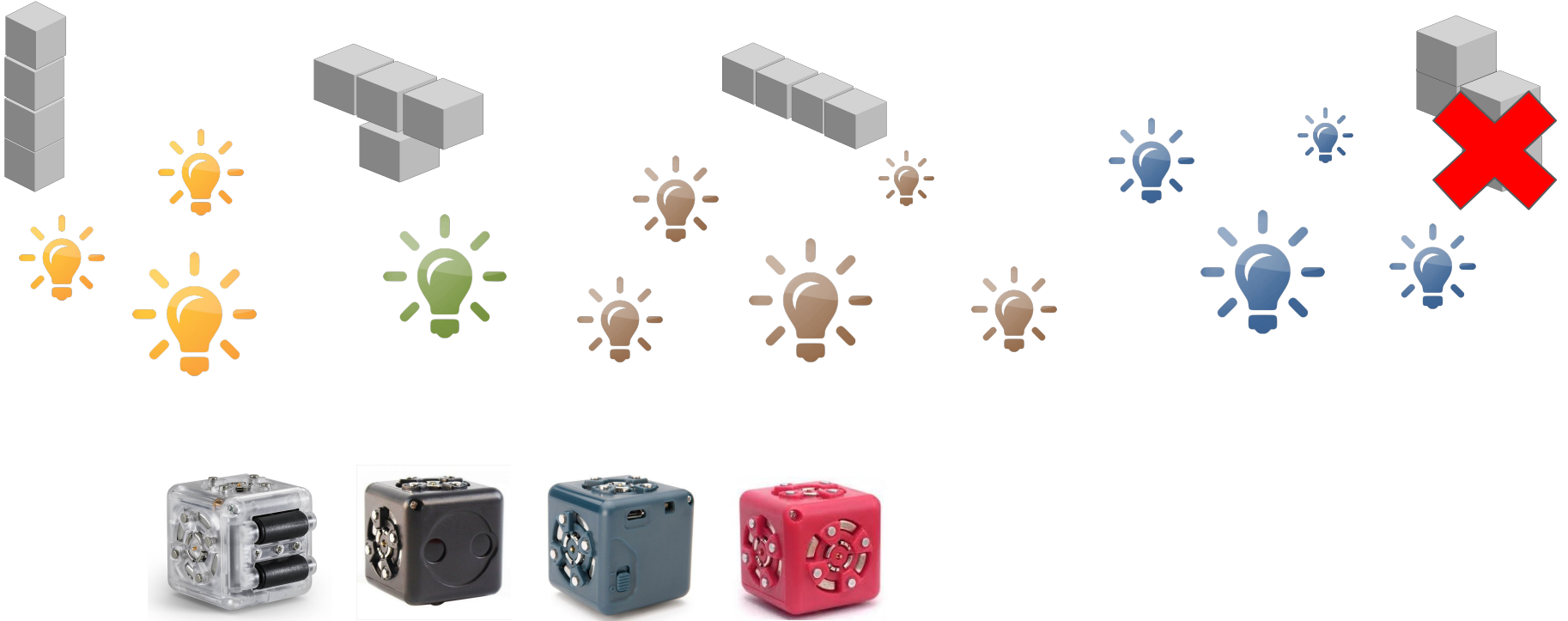
Corpus de données

172 participants en binôme

337 participants en individuel



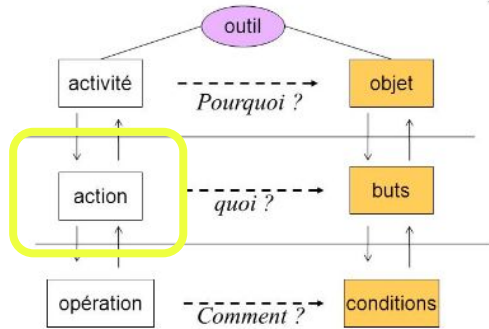
Créer des configurations (pensée divergente) et les évaluer (pensée convergente)



Quels observables et traces pouvons nous considérer ?

Modèle d'observables à partir d'actions : configurations réalisées, identification des affordances, (des)assemblages, problèmes

Bardram, 1998



CREACUBE		2. Activity							
FL01 Turn cube w/ reloc	U00. Play instructions	U02. Questioning instructions	U03. No cubes in hand (no manipulation)	U04. Hands up with 1 cube	U05. Hands up with 2 cubes	U06. Hands up with 3 cubes	U07. Hands up with 4 cubes	T01. No test	P01. Imbalance
FL02 Repositioner cube même forme	U01. Stop instructions							T02. Drop Out / Abandon	P02. Rotation
	B01. Trial/error	B02. Analytical/systemic	B03. Hypothesizing	B04. Ego preservation	B05. Complaining	E01. Ecstasy/Joy/Serenity	E02. Admiration/Trust/Acceptance	E03. Terror/Fear/Apprehension	P03. Wrong direction
START		AF01. Wheels	AF02. Magnets	AF03. Button on/off	AF04. Two eyes	AF05. Sensors	E05. Grief/Sadness/Pensiveness	E06. Loathing/Disgust/Boredom	P04. Reverse (outward)
						UNDO ✕		E07. Rage/Anger/Annoyance	P05. Reverse (to the person)
								E08. Vigilance/Anticipation/Interest	P06. Colour association
									P07. Connexion
									P08. Doesn't move (wheels)
									P09. Doesn't move (on/off)
									P10. Doesn't move (capteur)
									P11. Doesn't move (invers)

Quels observables et traces pouvons nous considérer ?

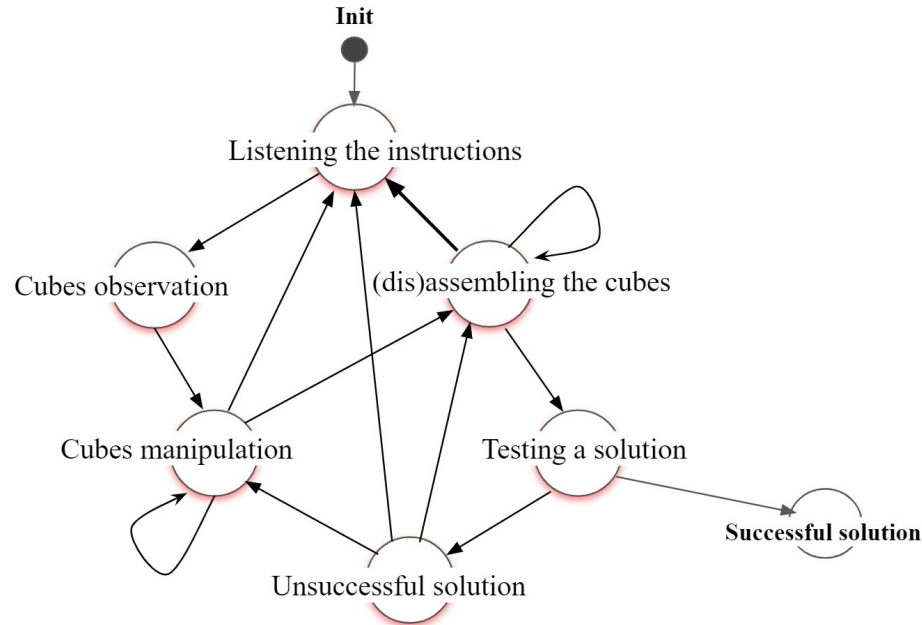
Modèle d'observables à partir d'actions : configurations réalisées, identification des affordances, (des)assemblages, problèmes

- Modèle de fichier format hiérarchique typé (syntaxe JSON, avec les données brutes calculées et la description de chaque type d'information et de leurs relations)
- Génération à partir d'une interface ad hoc développé
- Viser la manipulation formelle et représenter au mieux la structure des informations collectées en lien à l'ontologie
- Chaque donnée pour la tâche CreaCube se présente comme une séquence temporelle d'états correspondant, soit à une configuration de la tâche, soit à un état de l'apprenant dans la tâche (extrait 1, ci-dessous).

```
{"clicks": [{"time": "46", "click": "AS01"}, {"time": "50", "click": "AS02"}, {"time": "58", "click": "AS01"}, {"time": "67", "click": "AS00"}, {"time": "82", "click": "AS01"}, {"time": "93", "click": "AS00"}, {"time": "101", "click": "AS01"}, {"time": "109", "click": "AS02"}], "idParticipant": "p362"}
```

Dans le fichier JSON la liste des observables est enregistrée de manière chronologique, lors de l'analyse de la vidéo. Ces données sont ensuite traitées pour analyser, par exemple, les fréquences des structures ou d'autres mesures temporelles des différents observables, afin de caractériser la démarche de résolution de problème au cours de l'activité. La méthodologie pour générer un ensemble organisé de traces à partir de l'analyse de vidéos est développée en SEF depuis des années, tant pour l'étude de l'activité que pour l'usage des vidéos comme outil de rappel stimulé ou de formation (Albero, Guérin, 2014 ; Leblanc, Gaudin, 2020).

Etude 1. Modéliser la tâche de résolution créative de problèmes sous forme d'un ensemble d'états afin de comprendre les enjeux clés pour la résolution créative de problèmes



Les affordances dans l'activité de résolution créative de problèmes avec des instruments

- Du point de vue du concepteur (Norman, 2013; Gaver, 1991) l'affordance fait allusion à la création des possibilités d'action et à faire remarquer ces possibilités d'action
- "Une affordance est avant tout une perception qui permet une adaptation immédiate de l'individu sous la forme d'une action prenant en compte cette perception. L'intégration de l'affordance dans la boucle perception-action ne nécessite pas de médiateurs cognitifs relevant de signes, dont la sémantique serait stockée dans une mémoire déclarative" (Morraineau, 2001).



Les affordances dans l'activité de résolution créative de problèmes avec des instruments

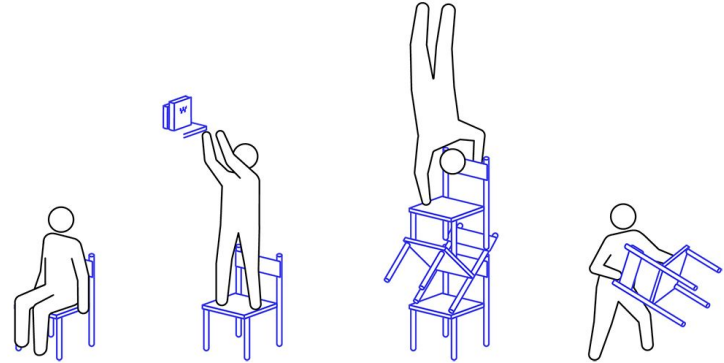
Détourner l'objet de leurs usages habituels

Alternative Use Test (Guilford, 1967)

Affordance =>
usage habituel

Inhibition de
l'usage habituel

Création d'un nouvel
usage

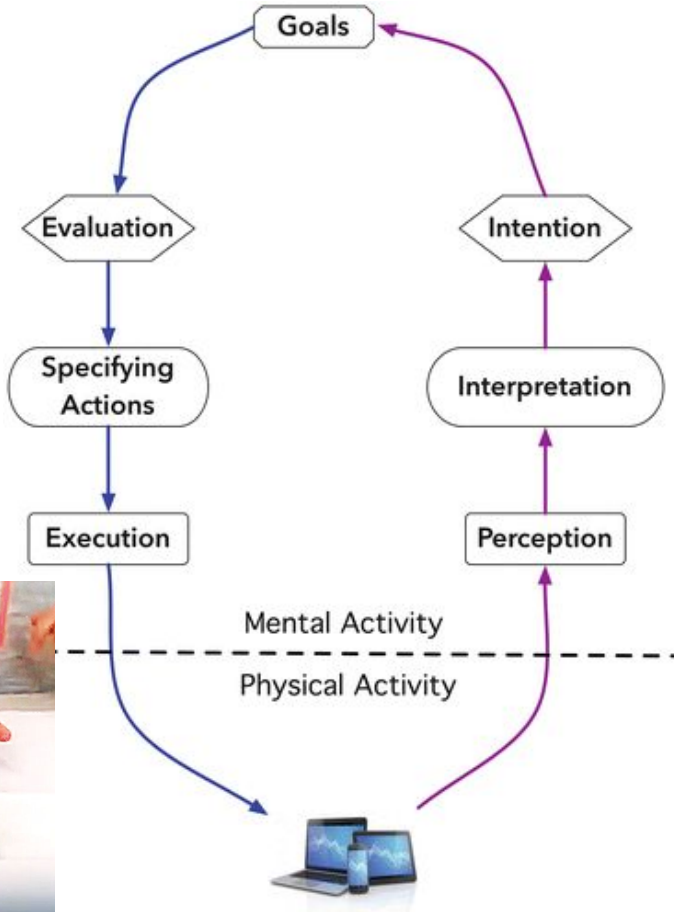


Résolution créative de problèmes avec des objets tangibles

- Dans la résolution créative de problèmes avec des objets tangibles, des aspects spécifiques sont liés à la nature des objets de jeu constructifs (*visuo-spatiales constructive play object*, VCP0)
 - La perception des potentiels (**affordances**)
 - Des activités d'exploration
 - Des activités de manipulation
 - Des reconfigurations (usages alternatifs) (Guilford, 1967)

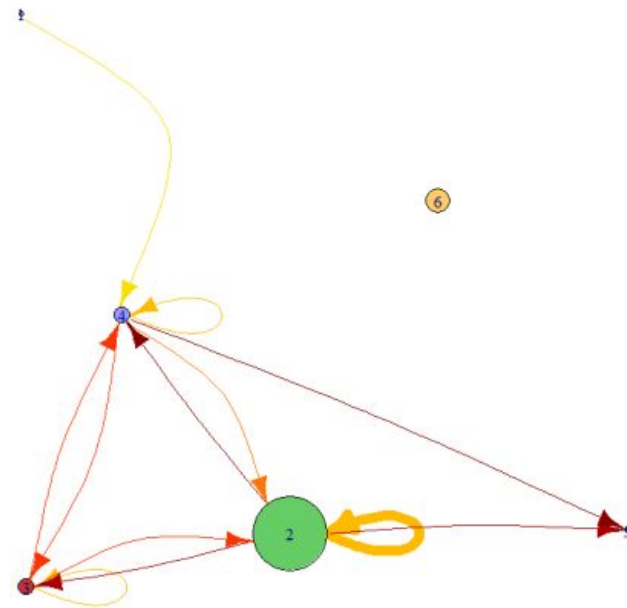
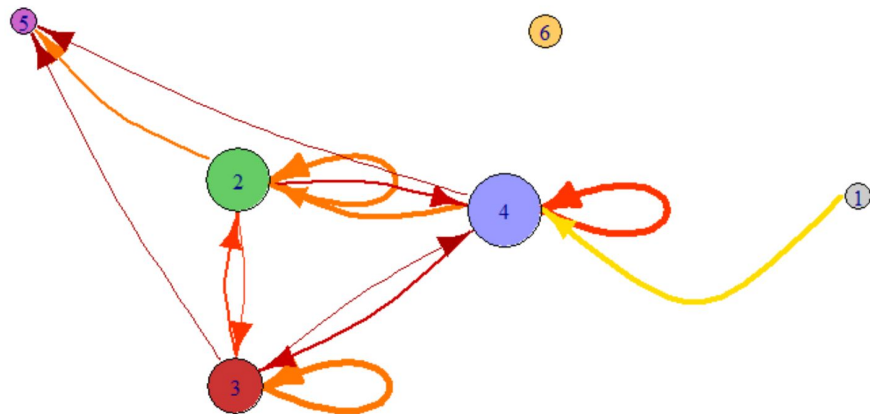
Enaction et cognition incarnée : quelles boucles d'interaction entre le participant et le instruments ?

“un organisme vivant couplé à son environnement de façon dynamique grâce à ses boucle sensori-motrices va faire émerger un monde de significations (au lieu de représenter une information déjà spécifiée à l'avance dans le monde)”



Monôme de personne rapide pour l'activité 1 (33 personnes, moyenne = 184)

Monômes lents (9 personnes, moyenne = 599.6)

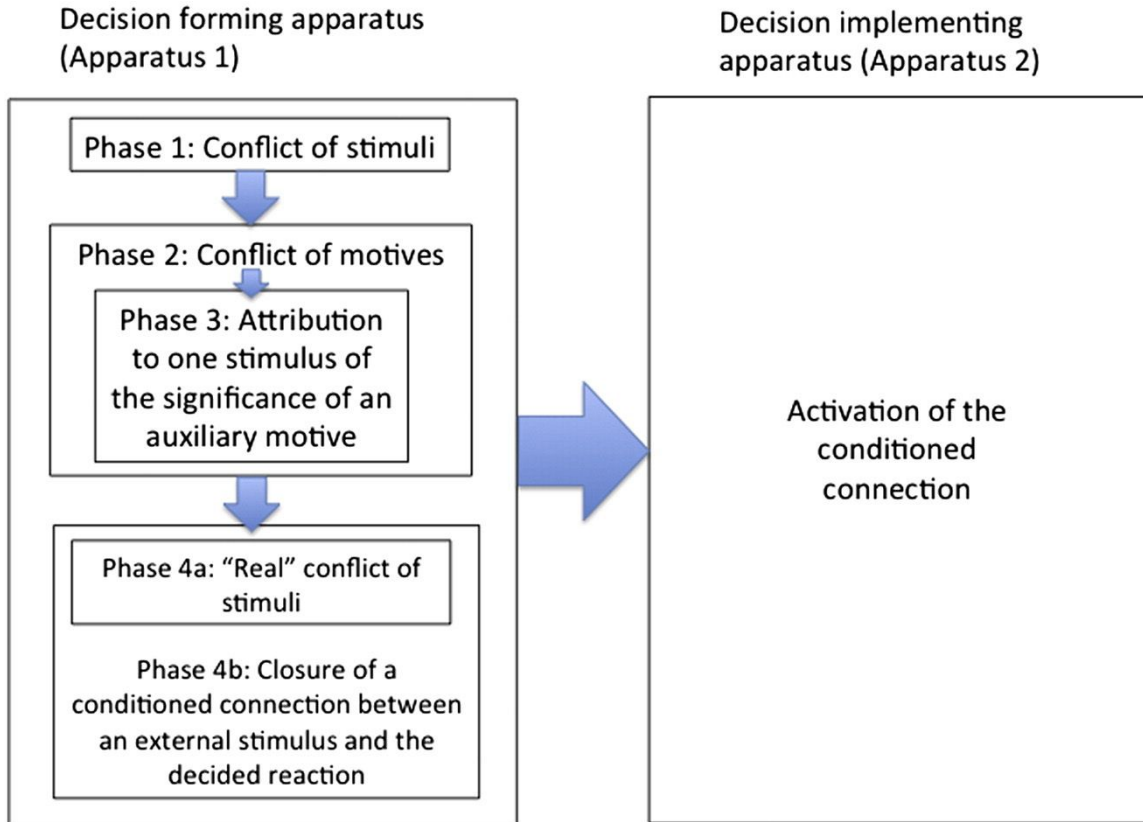


Couleurs des états

Fréquence

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|
|  | 1: Départ |  | 1 action toutes les 1 seconde (ou moins) |
|  | 2: Forme Valide |  | 1 action toutes les 1-2 secondes |
|  | 3: Forme non-valide |  | 1 action toutes les 2-3 secondes |
|  | 4: Affordance |  | 1 action toutes les 3-5 secondes |
|  | 5: Fin/Réussite |  | 1 action toutes les 5-10 secondes |
|  | 6: Evènement PXX et Anomalies |  | 1 action toutes les 10-30 secondes |

Etude 2. Analyser la tâche sous une approche activité à partir du modèle de double stimulation (Sannino, 2015)



Etude 3. Évaluer les composantes de pensée divergente au cours de la tâche de résolution créative de problèmes



AUT (Guilford, 1967)

Flexibilité : différentes utilisations alternatives trouvées par objet

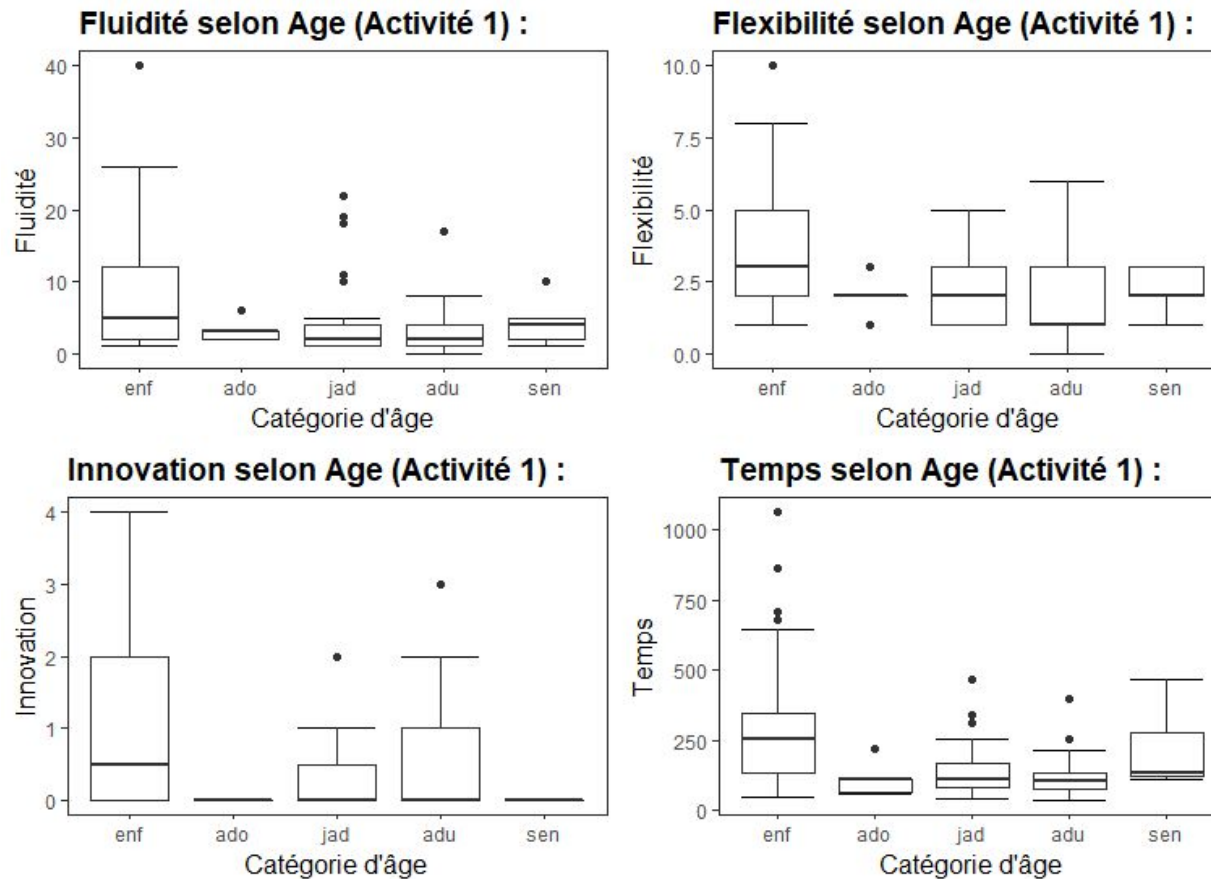
Fluidité: nombre total d'utilisations alternatives trouvées par objet

Originalité: unicité de chaque réponse

DT components	Results: mean score (standard deviation) for the AUT task	Results: mean score (standard deviation) for the CreaCube task
Fluency = total number of ideas for the objects in AUT and total number of configurations for the CreaCube Task	$M = 5.8 (1.49)$	$M = 4.9 (3.89)$
Flexibility = number of different category or different configurations	$M = 3.97 (1.07)$	$M = 2.85 (1.77)$
Originality = response given by fewer than 5% of the participants	$M = 0.82 (0.78)$	$M = 0.51 (0.79)$

Leroy, A., Romero, M., & Cassone, L. (2021). Interactivity and materiality matter in creativity: educational robotics for the assessment of divergent thinking. *Interactive Learning Environments*, 1-12.

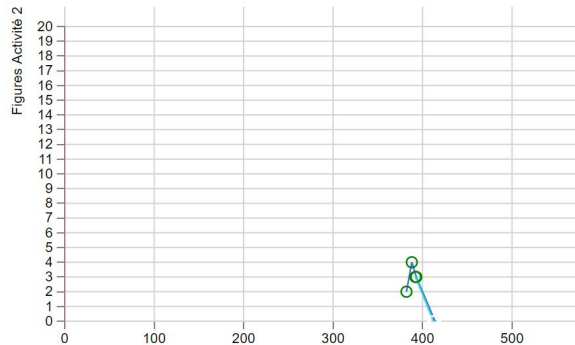
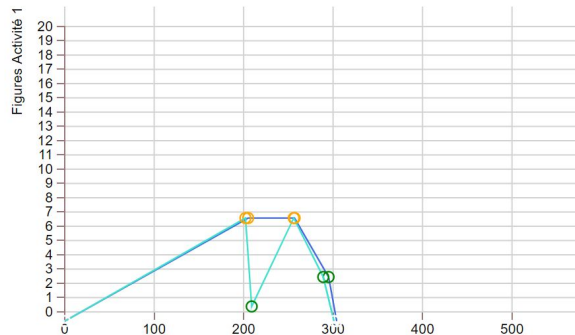
Etude 4. Résolution créative de problèmes selon l'âge (Romero & Kohler, 2021)



Etude 5. Évaluer la coordination dans le cadre de la résolution en binôme de la tâche

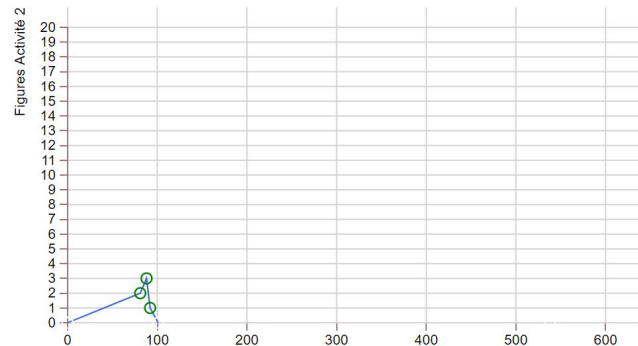
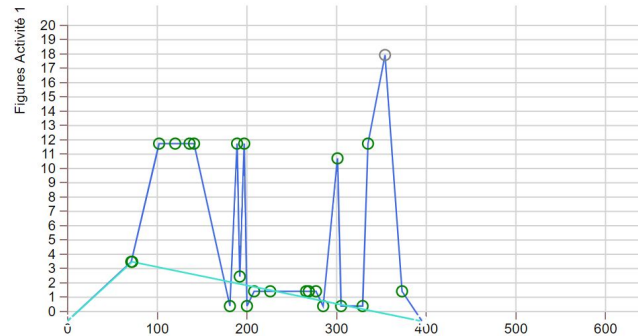
Déroulement de l'activité

Evolution de l'espace problème



Déroulement de l'activité

Evolution de l'espace problème

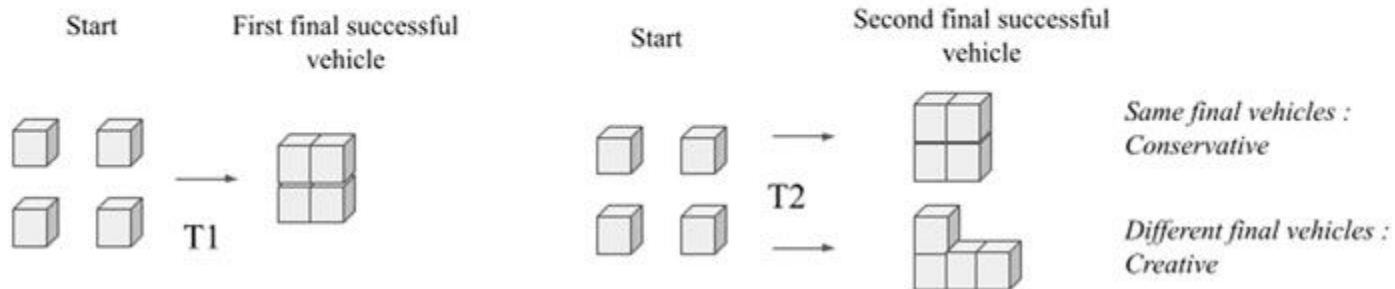


4.

Persévérance créative dans la tâche

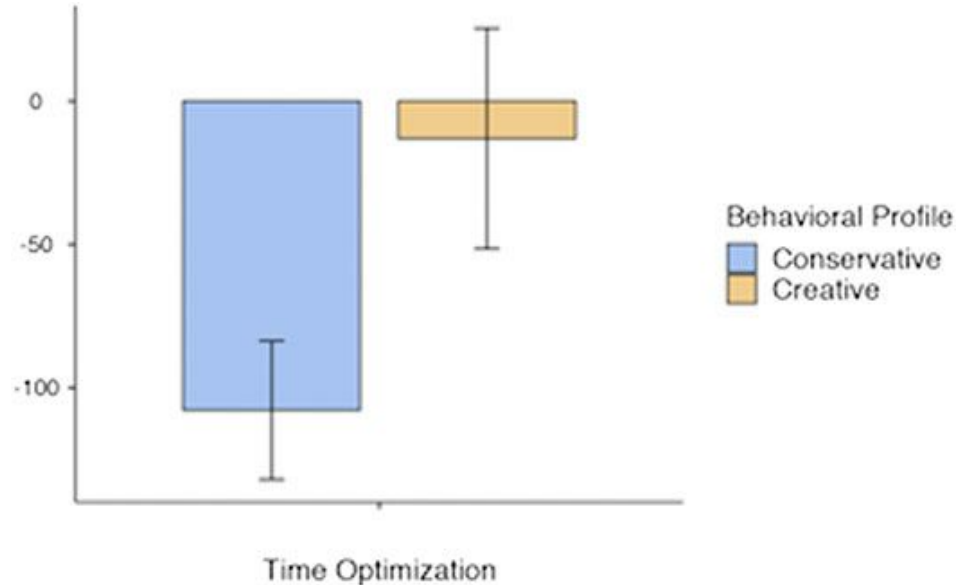
Etude 5. Persévérance créative dans la tâche

- 37 enseignants du primaire (neo titulaires) qui participaient à une formation continue sur les usages créatifs des technologies numériques.
- Répétition de la tâche CreaCube
 - Première activité sans modèle de solution
 - Deuxième activité avec modèle de solution
 - Un **comportement conservateur** est observé lorsque le participant applique une solution existante, souvent comme moyen de résoudre les tâches le plus rapidement.
 - Le **comportement créatif** nécessite d'inhiber les solutions précédentes et d'explorer de nouvelles idées.



Etude 4. Persévérance créative dans la tâche

- La plupart des participants (n=27) adoptent un comportement conservateur
- Les participants conservateurs ont eu besoin de moins de temps pour réussir la deuxième activité, par rapport à la première (108 s en moyenne +/-24), tandis que les écarts de temps des participants créatifs entre les deux tâches étaient minimes (-13 s en moyenne, SE : 35).

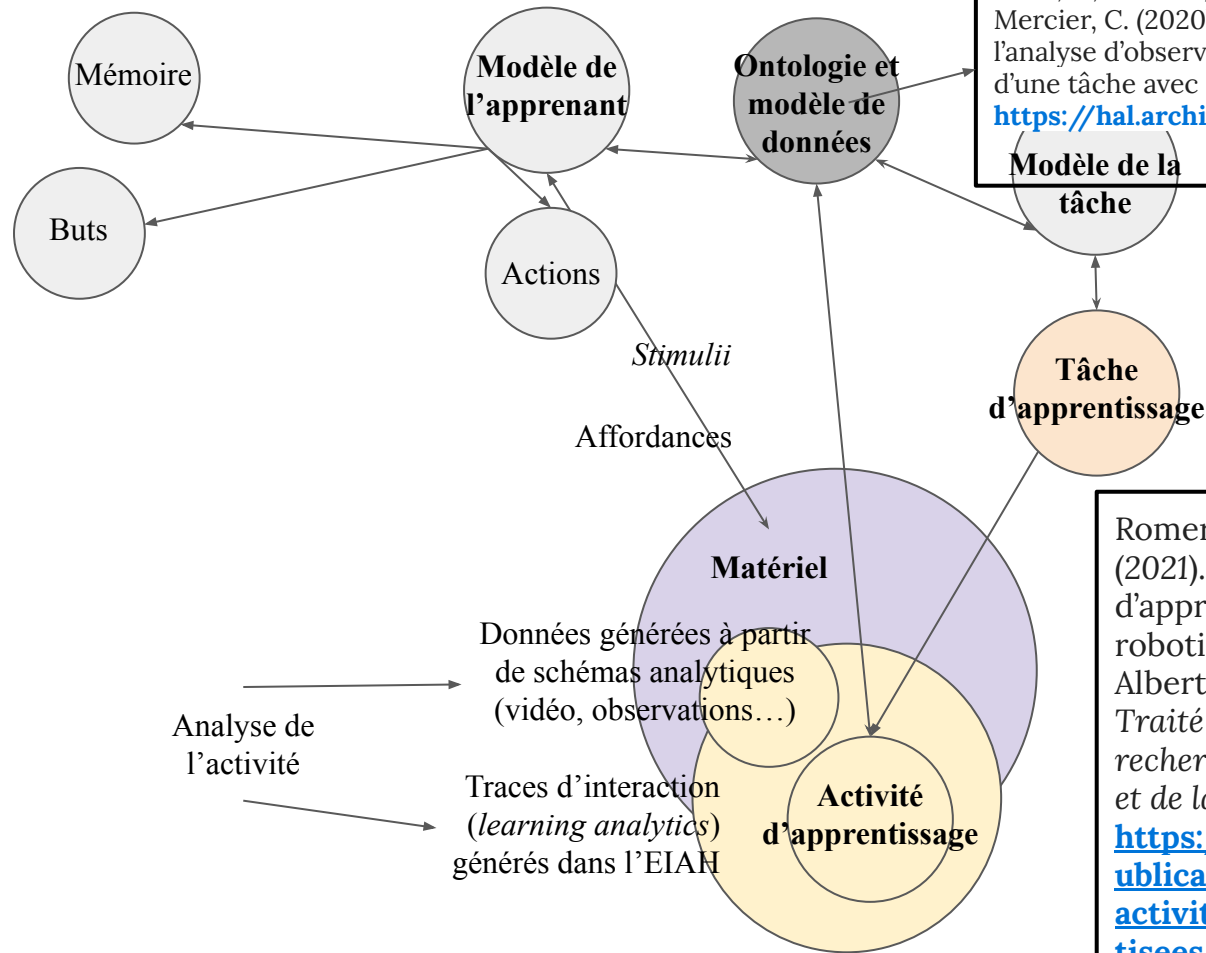


Enjeux éducatifs

- L'attitude avec laquelle une activité est abordée influence sa réalisation. 40 % des participants considérant l'invitation à réaliser la deuxième activité comme une invitation à la mémorisation.
- Pour être créatif, il faut aller plus loin que simplement se souvenir et reproduire les étapes initiales ou la manière sans effort de résoudre un problème.

5.

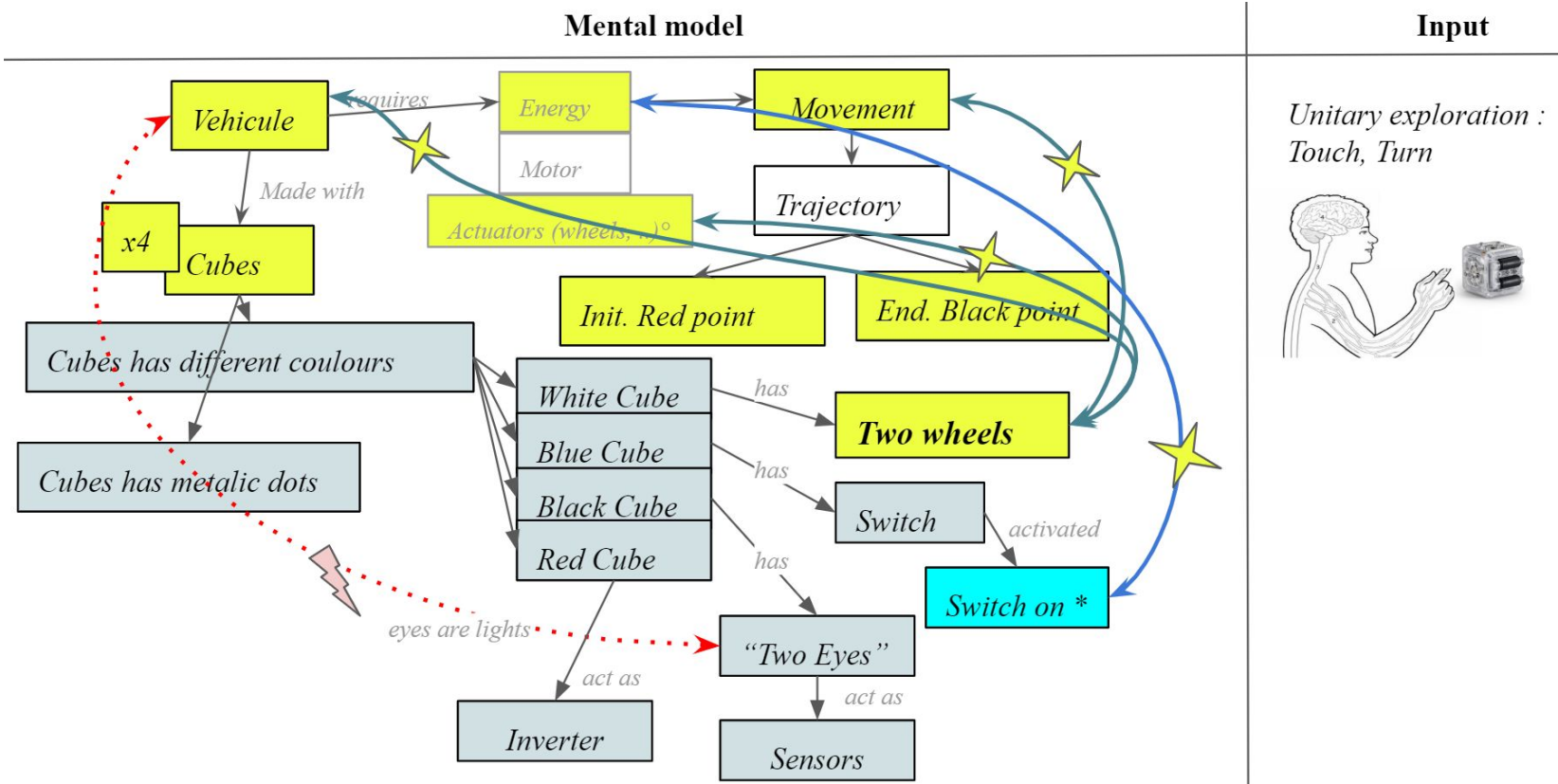
Modélisation par le biais d'un ontologie



Roux, L., Romero, M., Alexandre, F., Viéville, T., & Mercier, C. (2020). Développement d'une ontologie pour l'analyse d'observables de l'apprenant dans le contexte d'une tâche avec des robots modulaire. *Inria*. 2020, 48. <https://hal.archives-ouvertes.fr/LINE/hal-03013685v1>

Romero, M., Viéville, T. & Heiser, L. (2021). Analyse d'activités d'apprentissage médiatisées en robotique pédagogique. Dans Alberto, B., Thievenaz, J. (in press). *Traité de méthodologie de la recherche en Sciences de l'Éducation et de la Formation*. https://www.researchgate.net/publication/344151929_Analyse_d'activites_d'apprentissage_mediatisees_en_robotique_pedagogique

Défi de modélisation de la construction de connaissances au cours de la tâche de résolution créative de problèmes



(*) required technological knowledge and action to solve the task

Défis à venir

- Modélisation de la construction de connaissances
- Analyse des motivations des participants
- Identification des types de comportements selon les motivations
- Meilleure compréhension de l'expérience vécue par l'apprenant en lien aux observable
- Comprendre les différences interindividuelles dans la résolution créative de problèmes
- Prise en compte des émotions et de l'attention au cours de la tâche
- Combinaison multimodale de data streams (Emerson et al. 2020)

Les travaux en cours

- CreaMaker

<https://creamaker.wordpress.com/2019/02/06/publications-within-the-creamaker-project/>

- Artificial Intelligence Devoted to Education

<https://team.inria.fr/mnemosyne/fr/aide/>

Séminaire "Les robots en classe" 1ere Journée - Pratiques
d'enseignement/apprentissage
30 juin 2021

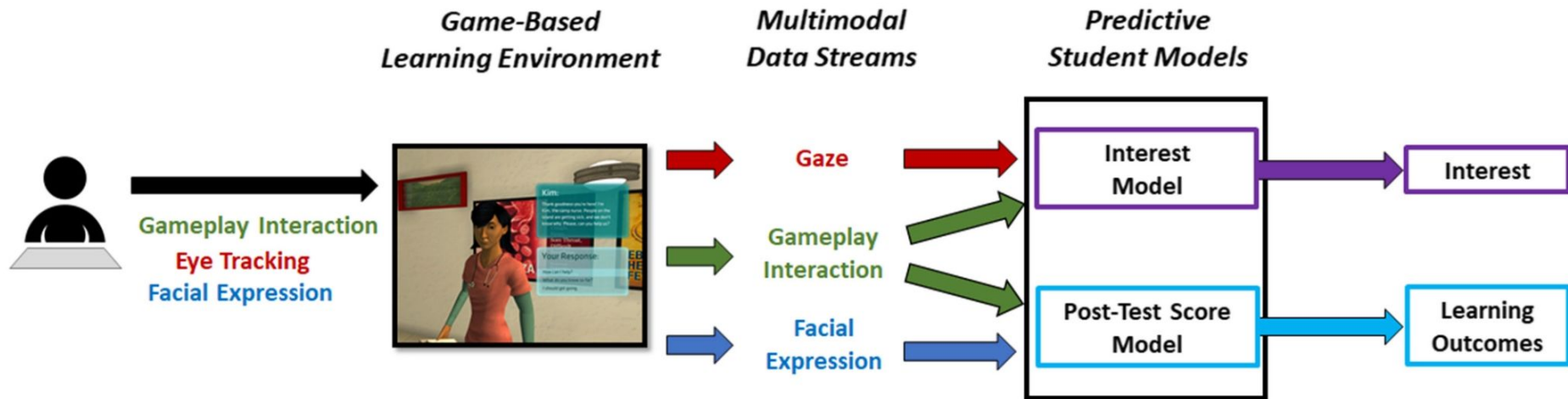
Créativité dans les activités de résolution
créative de problèmes

@margaridaromero

Margarida.Romero@unice.fr

Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Education (LINE)

Combinaison multimodale de data streams (Emerson et al. 2020)



Multimodal Predictive Models

Gameplay Interaction + Gaze Outperforms

Gameplay Interaction + Facial Expression Outperforms

Unimodal Predictive Models

Gameplay Interaction → Interest

Gameplay Interaction → Learning Outcomes