

Apports de l'IA et de l'IHM pour soutenir l'apprentissage en contexte éducatif : Émergence de nouveaux possibles

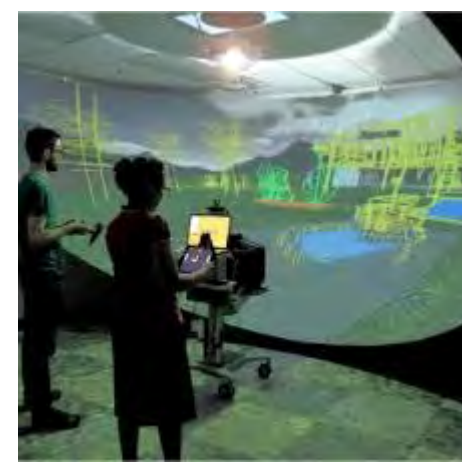
Stéphanie Fleck et Marie Lefevre

Psychologie Ergonomique et
Sociale pour l'Expérience
Utilisateurs

PErSEUs

INSPE Institut national
supérieur du professorat
et de l'éducation
Académie de Nancy-Metz

**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



Interdisciplinary Team
Leader: C. Bastien

Marie Lefevre

Laboratoire LIRIS

Equipe **TWEAK**

(Traces - Web - Education - Adaptation – Knowledge)



IC Raisonnement à Partir de l'Expérience Tracée
Découverte interactive de connaissances
Modélisation et acquisition des connaissances



Web sémantique
Web des objets
Raisonnement déductif
distribué, incrémental
Flux de données sémantiques

WEB

EIAH

Adaptive Learning
Learning Analytics
Modélisation de l'apprenant
Génération d'exercices
Approche par compétences



A. Calder

Apprentissage

Un ensemble de représentations mentales utilisées à la fois pour :

- Comprendre,
 - Répondre à des problèmes,
- reliées chacune à un aspect du monde, incluant les objets, les actions, les concepts et autres abstractions

qui se forme, se réarrange, se structure, se renforce grâce aux expériences vécues avec et dans l'environnement



Apprentissage

Le processus qui permet à une personne de construire des :

- Connaissances : être familier, comprendre un sujet, une tâche
- Hâbiletés : savoir quoi faire et comment accomplir une tâche
- Aptitudes/attitudes: développer un potentiel une disposition physique et/ou mental à faire quelques choses

et qui augmente ses opportunités de comprendre, explorer, et modifier son propre environnement

“

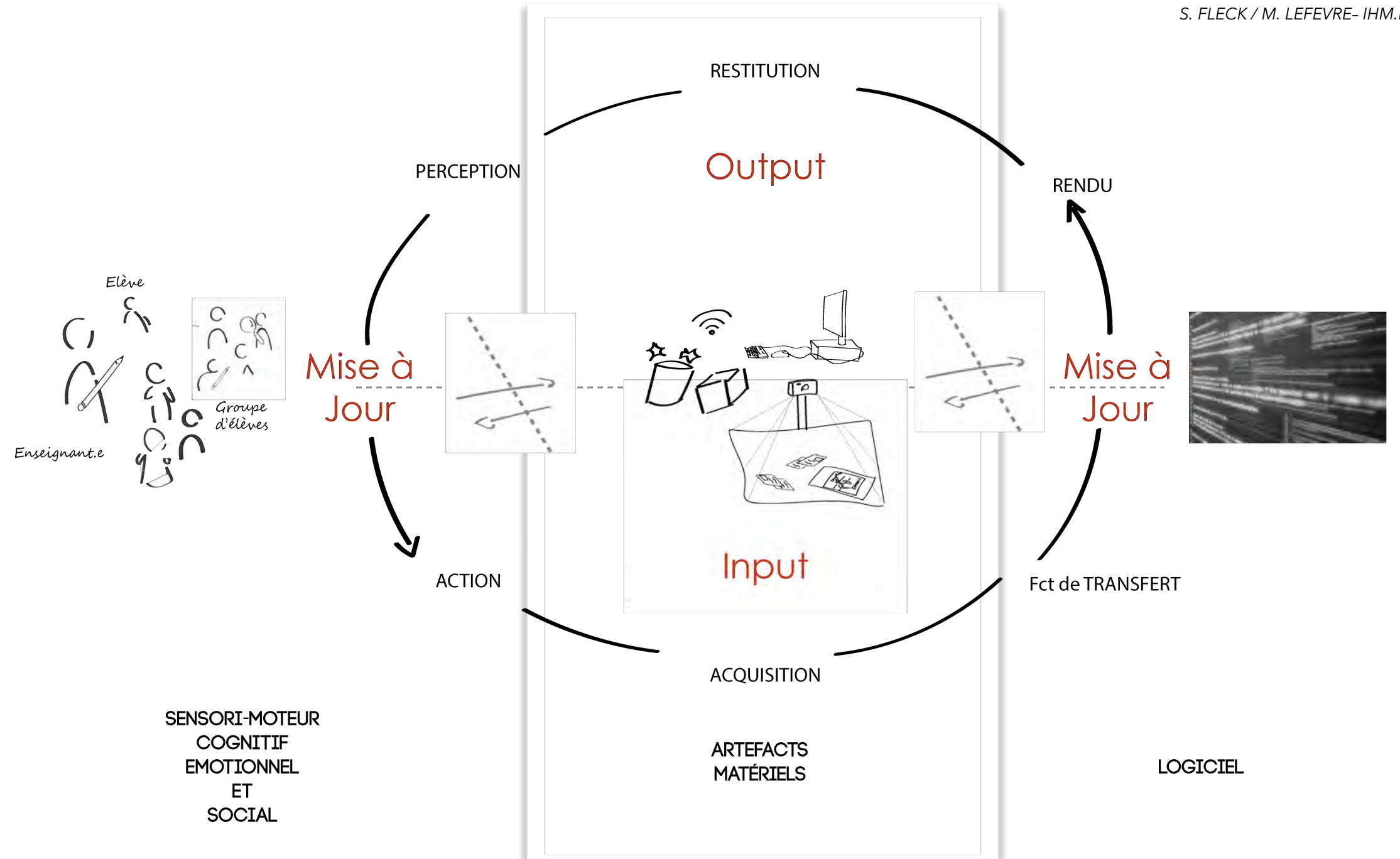
Competent is one who is able to solve complex and novel tasks that require the choice and combination of procedures learned

CARETTE, 2009



Carette, V. (2009). Et si on évaluait des compétences en classe ? A la recherche du "cadrage instruit". In L. Mottier Lopez & M. Crahay (Eds.), *Évaluations en tension* (pp. 147-163). Bruxelles: De Boeck.

Illustration from: Care, E., Vista, A., & Kim, H. (2019). *Assessment of transversal competencies*. Report number: ISBN: 978-92-9223-626-7 - Affiliation: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization



Mise à Jour

Mise à Jour

SENSORI-MOTEUR
COGNITIF
EMOTIONNEL
ET
SOCIAL

LOGICIEL

Co-conception d'une réalité hybride

Visant à fournir des environnements plus explicites ... proposant des contenus & des interactions enrichies

... Plus TANGIBLES

CARDS



Helios



Hobit

Grasp-IT

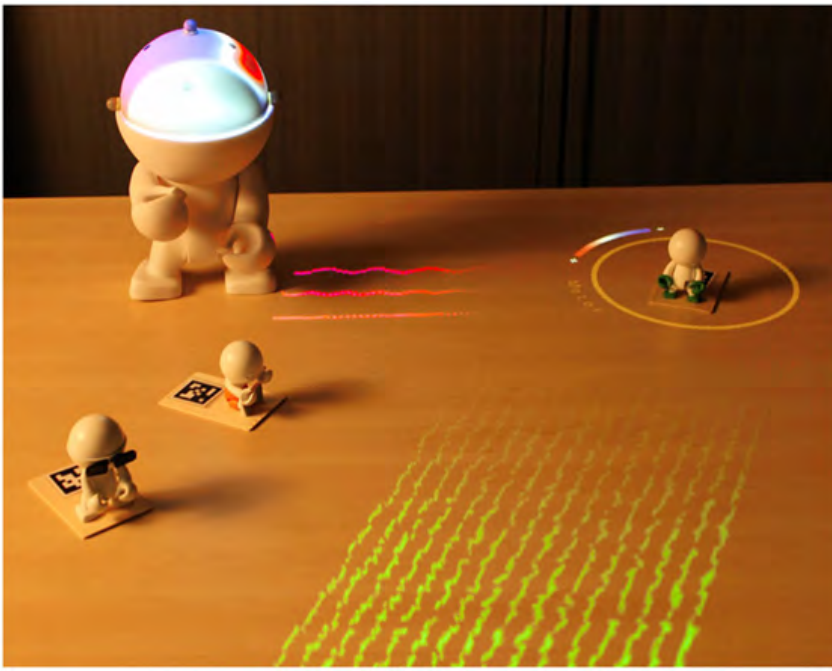


Prisme



Teegi





Réel
Physique

Saisissable
Manipulable

Mesurable
Contrôlable

Axiome Tangible

Evident
Perceptible

Meaningfull
Intelligible

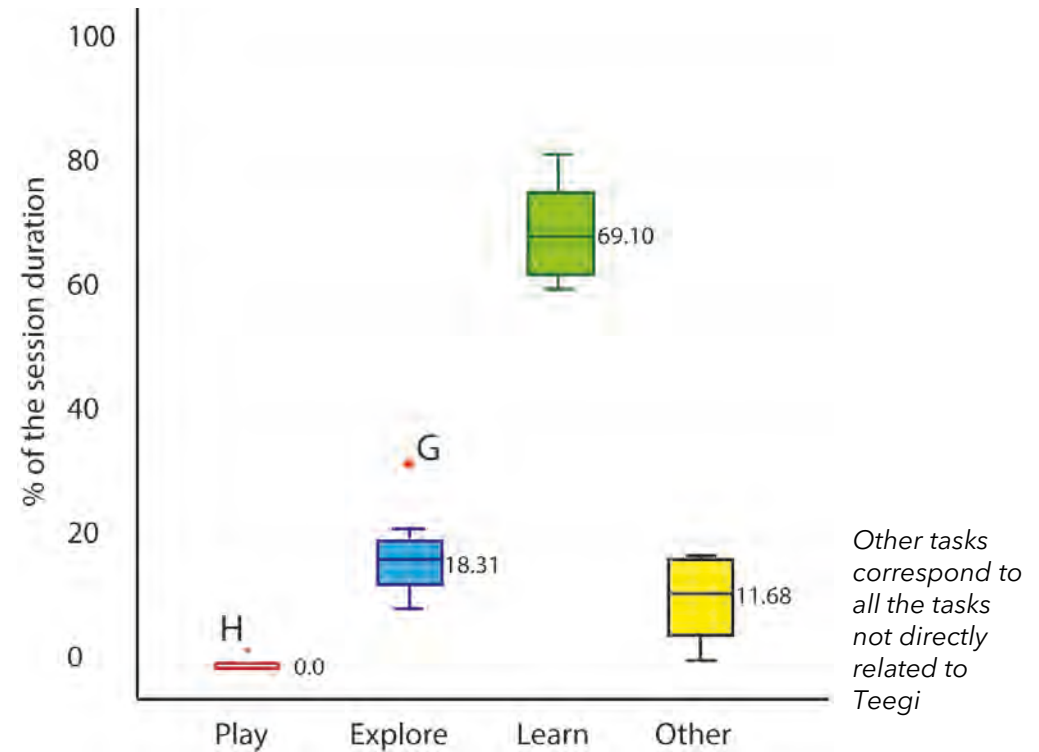
**Scientific Outreach
with Teegi,
a Tangible EEG Interface
to Talk about
Neurotechnologies**



Supporte les activités d'apprentissage

Identification de 3 classes d'actions

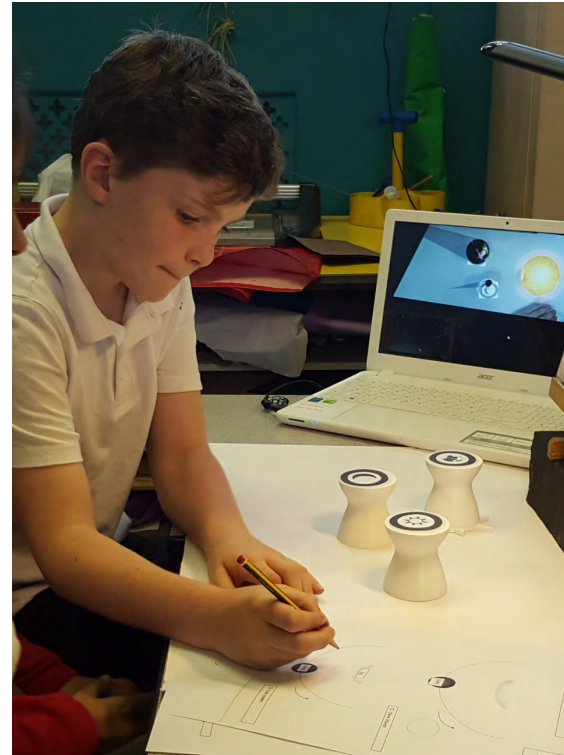
Stimule les enfants et permet la mobilisation de tâches d'apprentissage (i.e., observation et manipulation pour comprendre, investigation)



Comparison of the boxplots of the 4 oriented tasks involved with Teegi during the session duration.

AIBLE-HELIOS®

Hybrid Environment to Learn Influence
of Sun in the solar system





AIBLE-HELIOS®

Hybrid Environment to Learn Influence
of Sun in the solar system

Version 2

Resultats

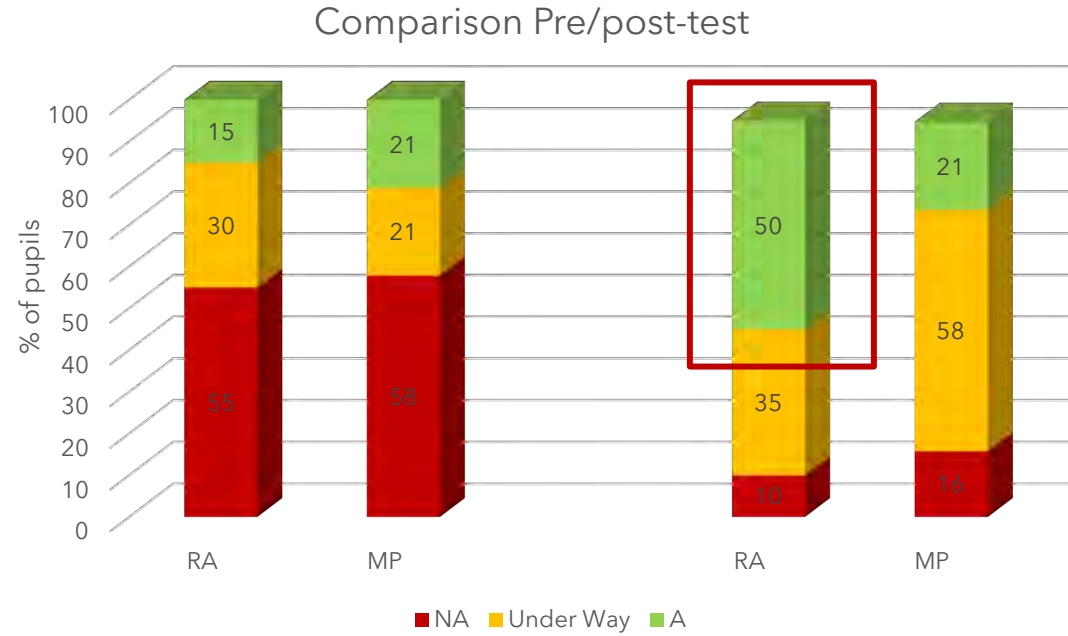
3 études

#1- Etude Comparative
N=39 élèves de la même école
grade 4-5 (âge moyen = 9,3)

Panel A (Helios)
Panel B (modèle physique)

#2 - Efficacité pédagogique et
didactique
panel A étendu : N= 69 élèves de
2 école différentes

#3 - Barrières Culturelles
Panel A étendu : N = 27 élèves
d'une école de Manchester (UK)



Fischer Test:
 p -value = 0.019 panel A
 p -value = 0.935 panel B

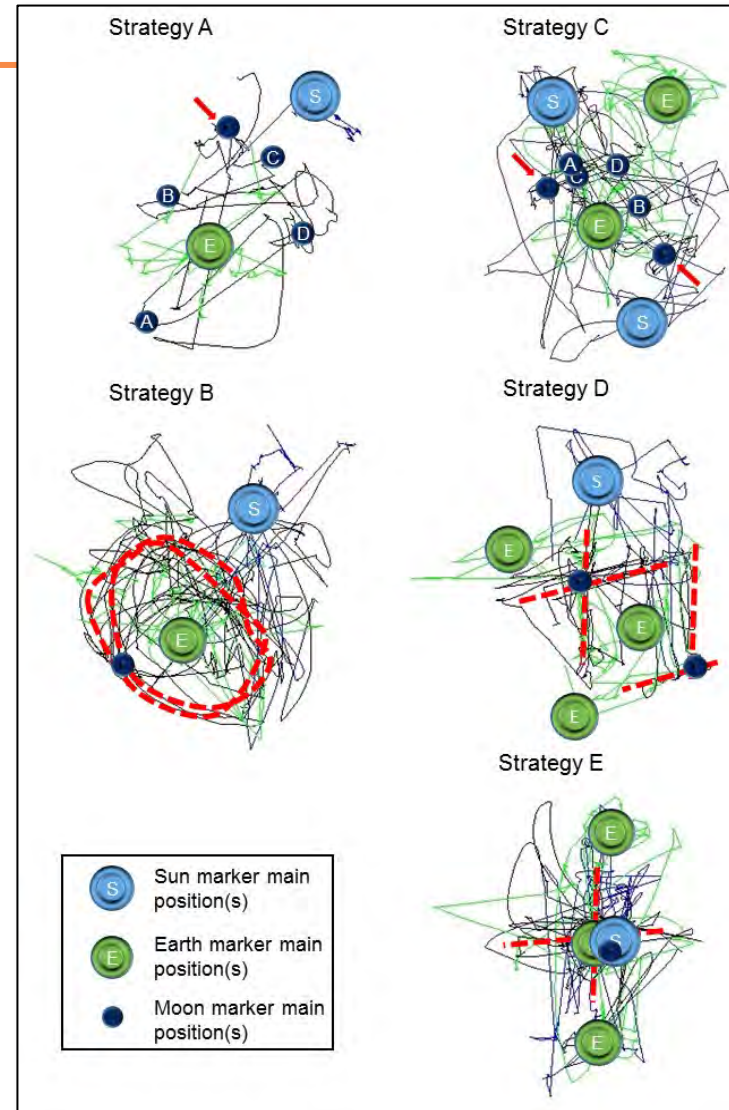
Les résultats d'apprentissage
augmentent significativement
grâce à HELIOS



Offre un accès aux patterns mentaux

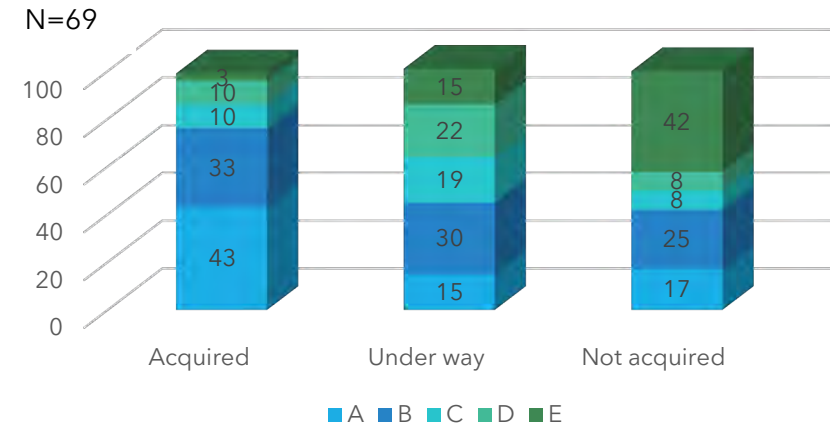
- 5 stratégies classées selon leur
- Degré de précision pour placer les marqueurs,
 - Les types de déplacements,
 - Le degré de tâtonnement engagé pour résoudre le problème

Les mouvement des marqueurs mettent en évidence les typologies d'hypothèses et les modèles métacognitifs

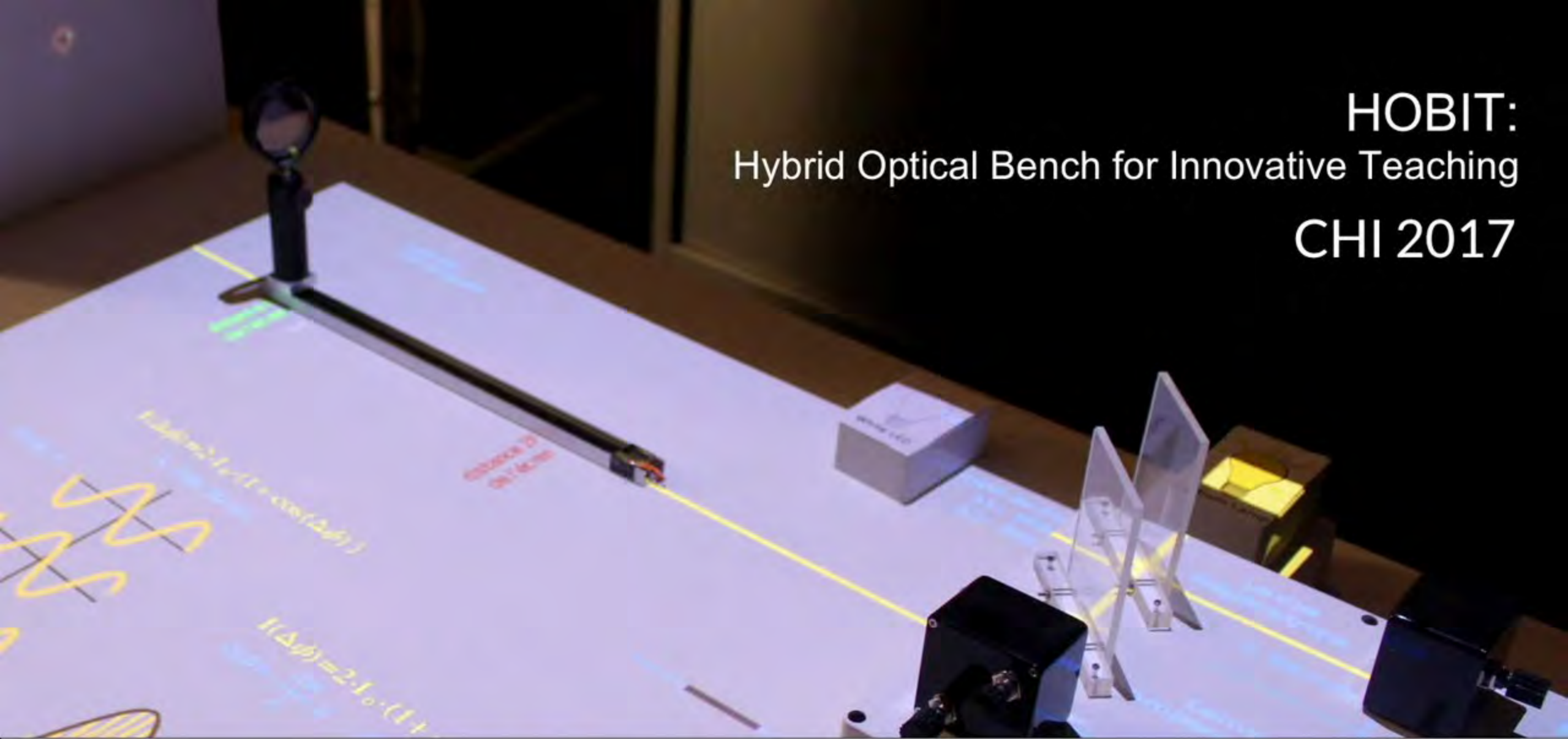


- A: High accuracy - verification of knowledge
 B: Grouping using astronomical knowledge
 C: Verification of knowledge using geometrical strategy
 D: Grouping using geometrical strategy
 E: Trial and error. Motions without evident goal.

Strategies in fonction of post test



HOBIT: Hybrid Optical Bench for Innovative Teaching CHI 2017



Guide les Choix Pédagogiques

HOBIT avant MI

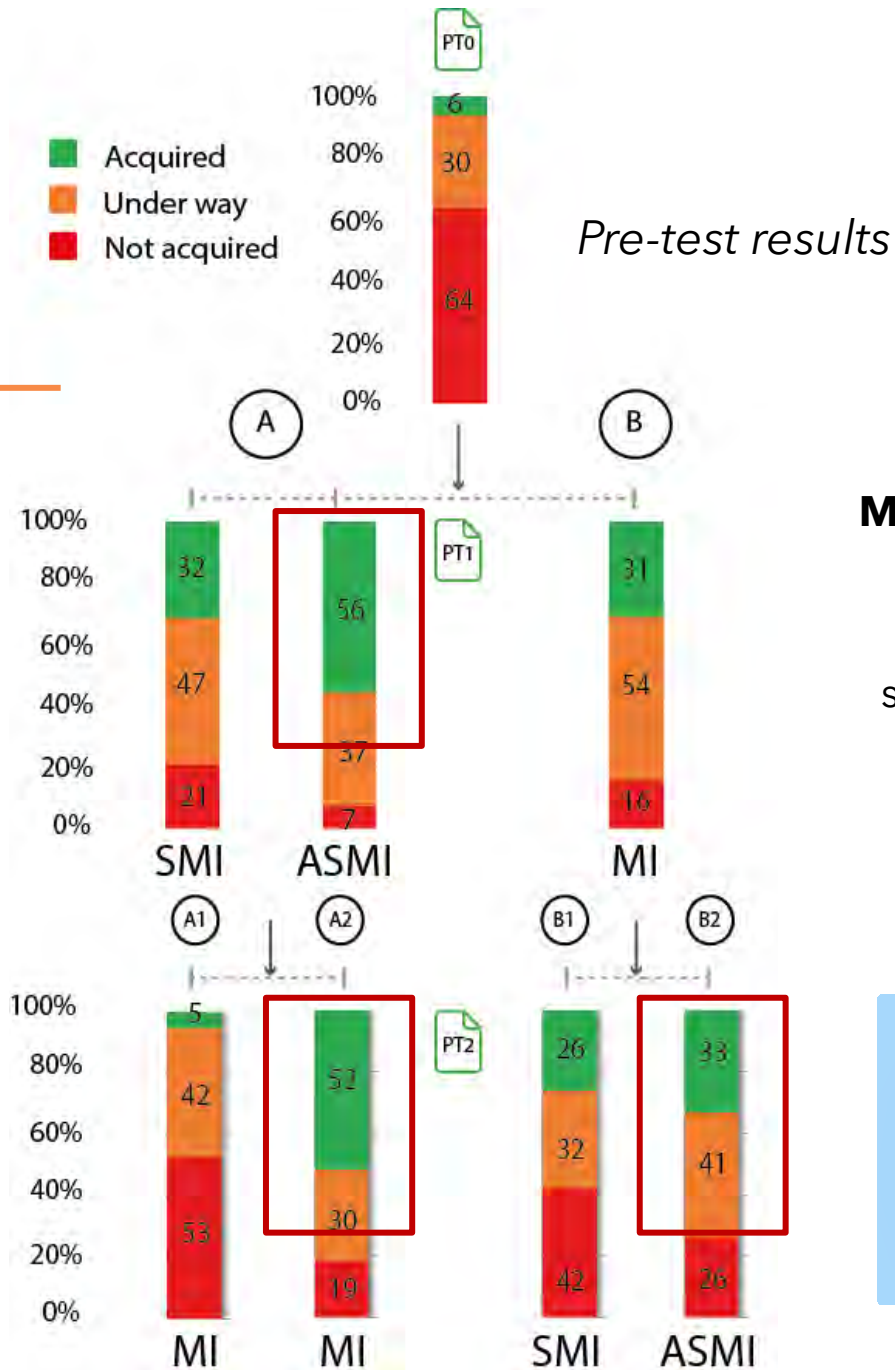
Seuls les étudiants qui ont travaillé avec ASMI ont été capables de transférer leur connaissances sur l'interféromètre réel (MI)



La pertinence du simulateur (SMI) est ici remise en question

STEP1

STEP2



MI avant HOBIT

Pas d'amélioration significative observée



HOBIT est surtout efficace si intégré dès les premières étapes de formation



Espaces de formation, de recherche et d'animation numérique

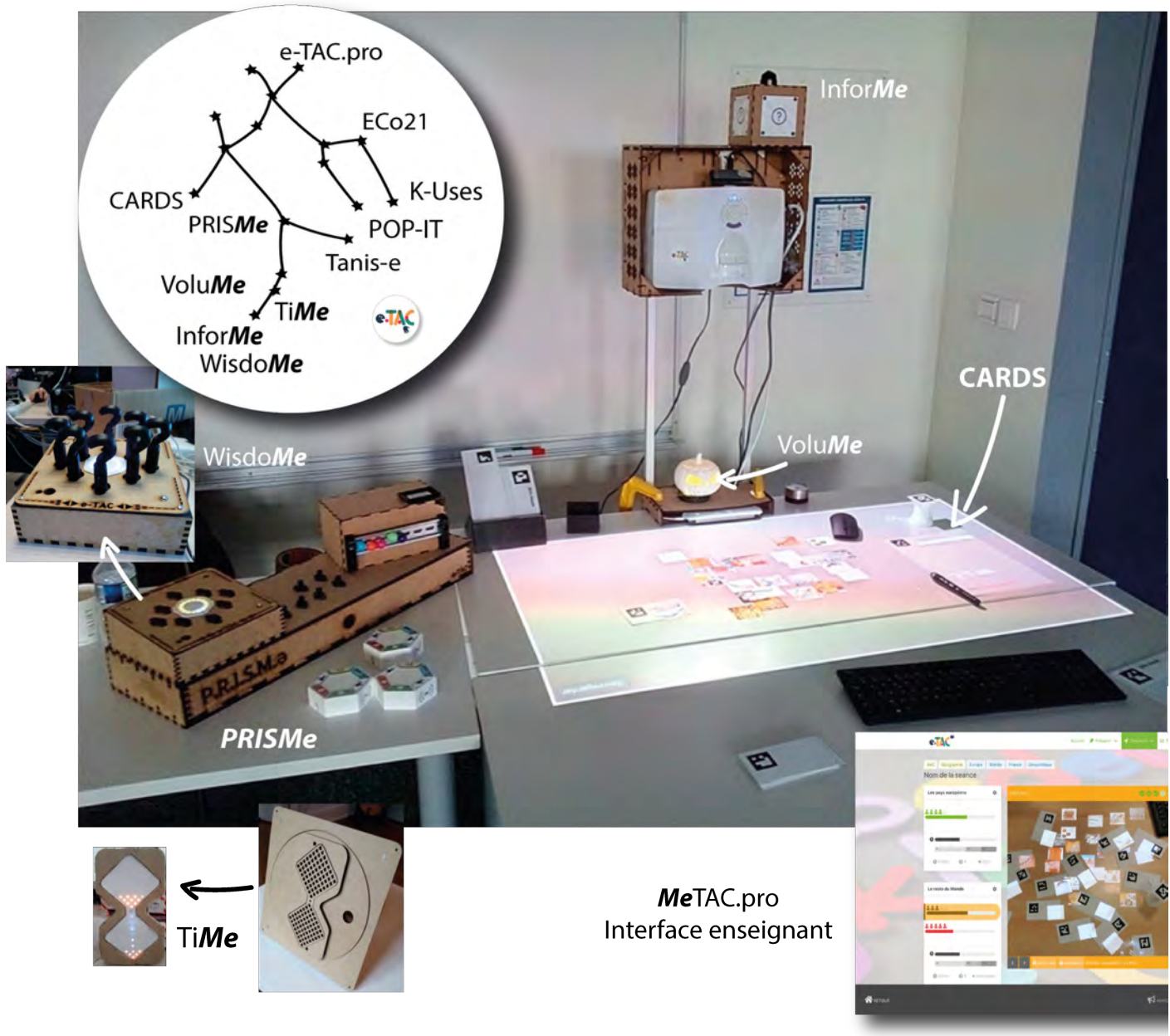
e-FRAN > DES TERRITOIRES ÉDUCATIFS
D'INNOVATION NUMÉRIQUE

S. FLECK / M. LEFEVRE- GROUPE



eTAC Environnement
Tangible, Augmenté
et Collaboratif ●





e-TAC

Tangible and Augmented Collaborative learning Environments



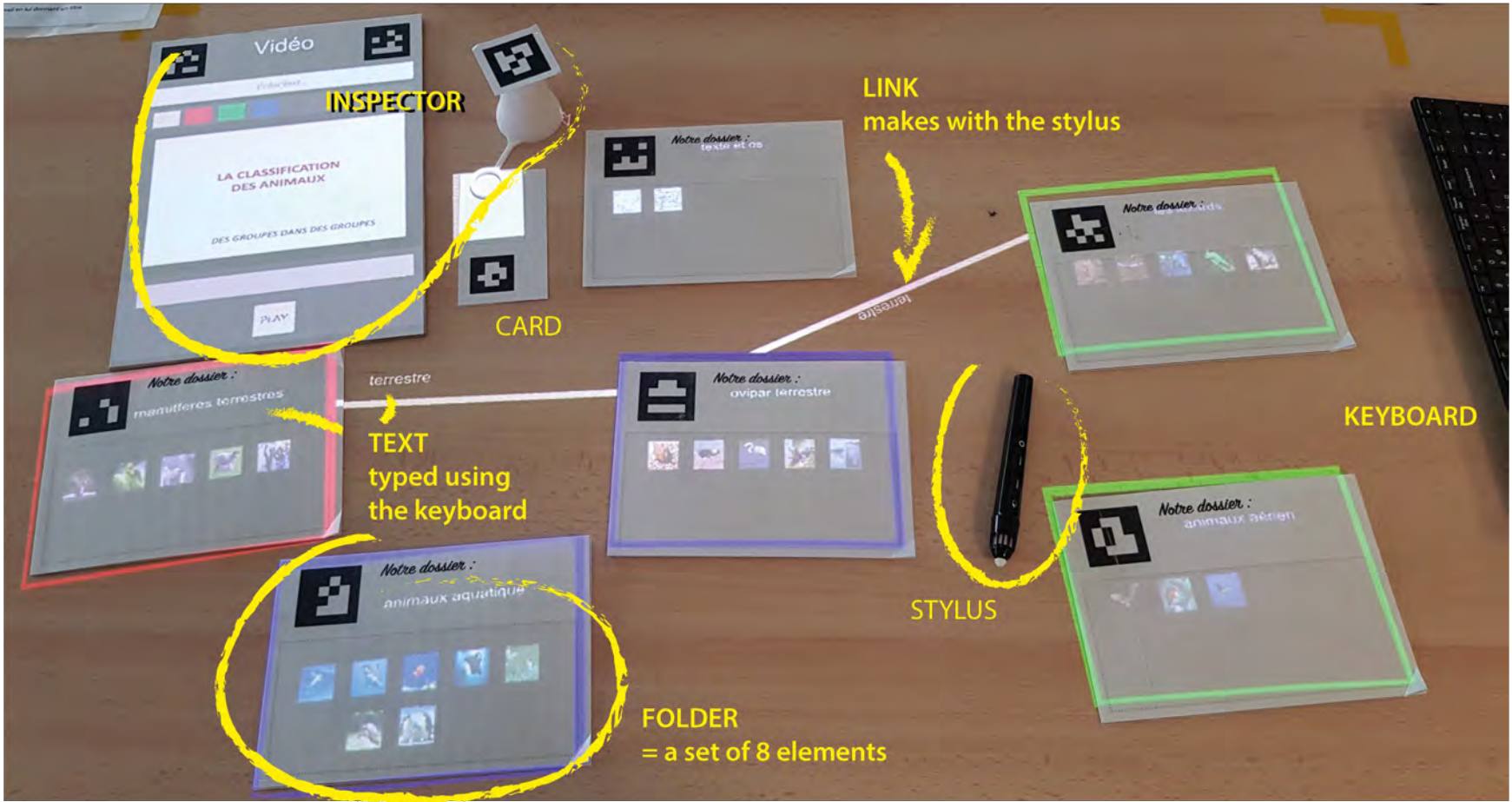
MeTAC.pro
Interface enseignant



VIDEOPROJECTOR

WEBCAM

eBEAM



INSPECTOR

LINK
makes with the stylus

CARD

KEYBOARD

TEXT
typed using
the keyboard

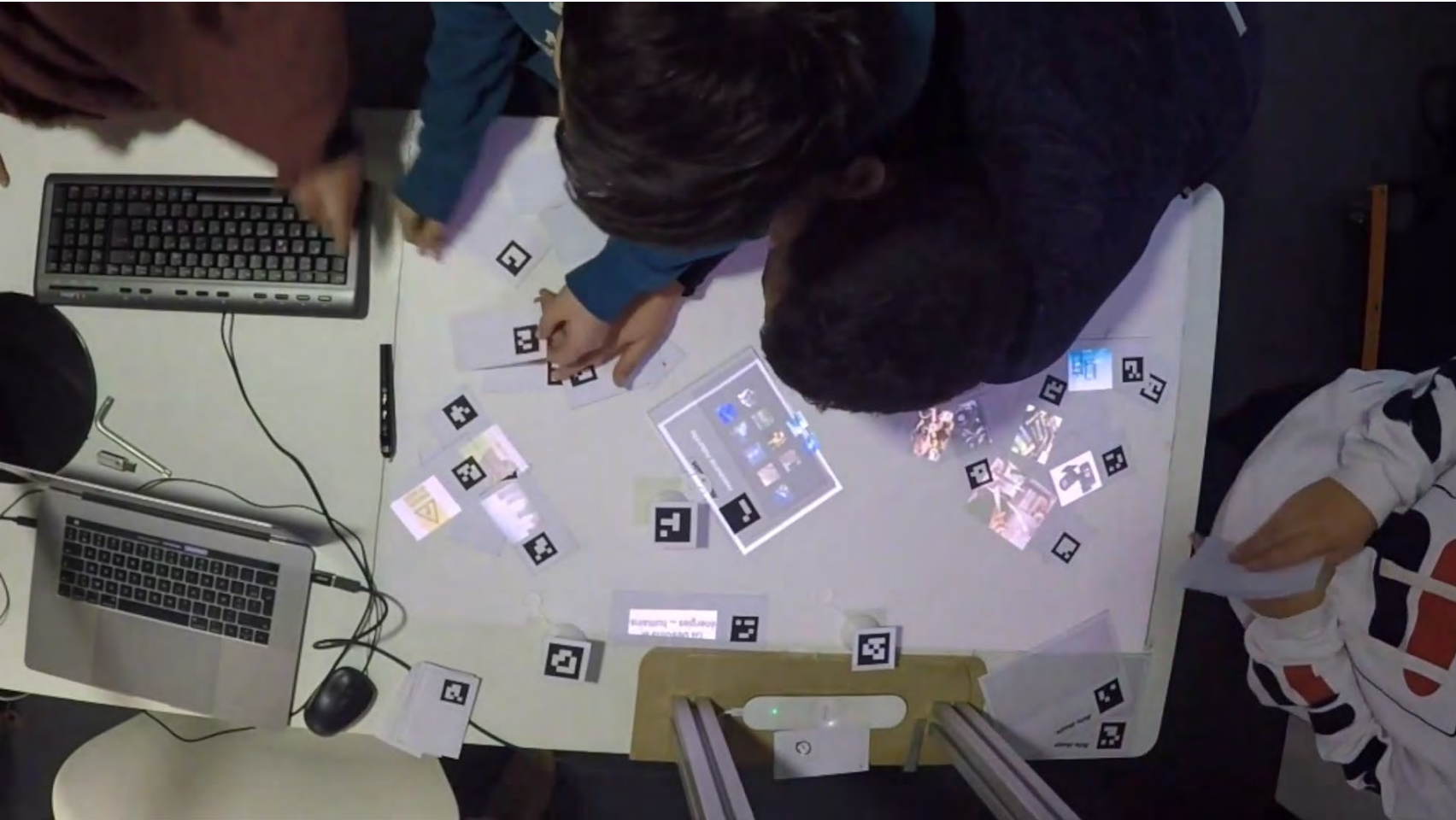
STYLUS

FOLDER
= a set of 8 elements

e-TAC

Tangible and Augmented Collaborative learning Environments

CARDS



Une multiplicité de traces



L'IA pour analyser
les traces
d'apprentissage

Analyser les traces

Pour quoi faire ?

- comprendre les usages et les mécanismes d'apprentissage
- construire un modèle cognitif et comportemental de l'apprenant
- prédire les succès et/ou échecs pour offrir des interventions proactives
- adapter / personnaliser automatique (ou non) du système
- recommander pour donner le contrôle à l'apprenant
- permettre de réflexivité pour faire prendre conscience à l'apprenant de son apprentissage et de ses méthodes de travail

➤ Comprendre la manière dont les humains apprennent.

➤ Comprendre la manière dont chaque apprenant singulier apprend.

Diversité des traces d'apprentissage

Données qualitatives des apprenants

- Réponses aux formulaires, aux tests...
- Scores obtenus
- ...

Données collectées à partir des actions des apprenants ou des enseignants

Actions explicites

- Connexion à la plateforme
- Activités faites
- Demande d'aide
- Participation au forum (lecture, posts, message..)
- Affectation d'une ressource à un apprenant
- ...

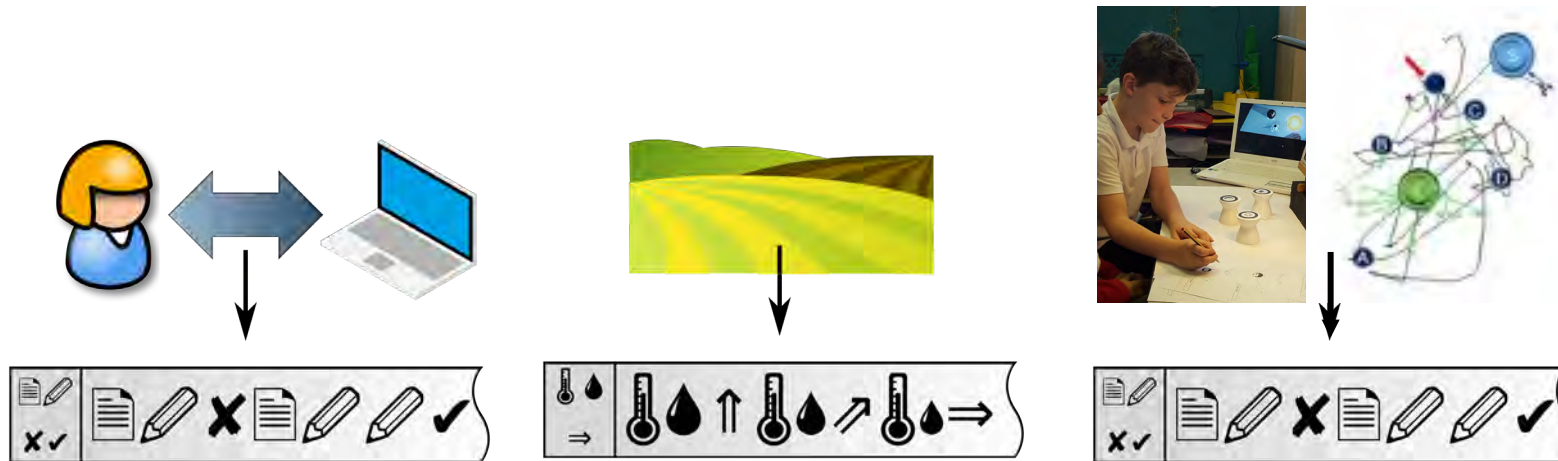
Actions implicites

- Temps de consultation d'une ressource
- Temps d'inactivité
- Les gestes

Modélisation des traces

Trace : séquence d'informations temporalisées décrivant une activité numérique
→ source dynamique de connaissances sur l'activité tracée

Exemples :



Approches d'analyse

EDM

- Priorise le développement de nouveaux outils et algorithmes pour révéler les modèles enfouis dans les données d'apprentissage.
- Objectif : **donner au logiciel** la capacité de prédire les résultats d'un apprenant et de personnaliser sa stratégie d'apprentissage

LAK

- Modélisation et visualisation des données transmises aux acteurs de l'apprentissage
 - Apprenants, parents, personnels d'éducation, enseignants, gestionnaires, administrateurs...
- Objectif : amplifier le **rôle décisionnel des acteurs** de l'apprentissage en leur donnant les moyens d'explorer les données d'apprentissage, sans les noyer, pour améliorer l'expérience d'apprentissage

Un outil d'analyse de traces

Traces modélisées : **décrire la sémantique des données**

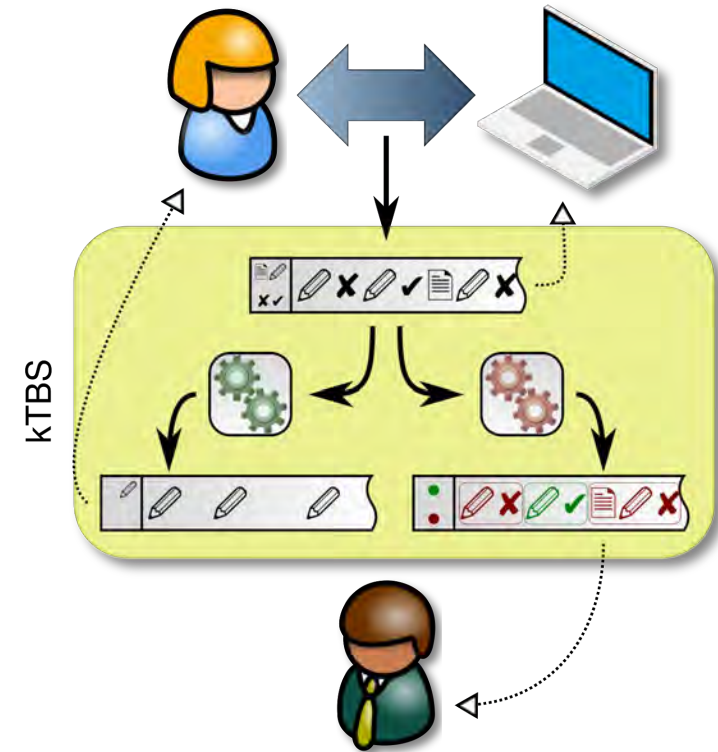
- suite d'obsels
- un modèle pour chaque application

Un obsel : **un élément observé**

- type
- attributs
- date de début et de fin

Système à base de traces kTBS :

- traces en RDF
- interrogeables en SPARQL



kTBS4LA : kTBS for Learning Analytics



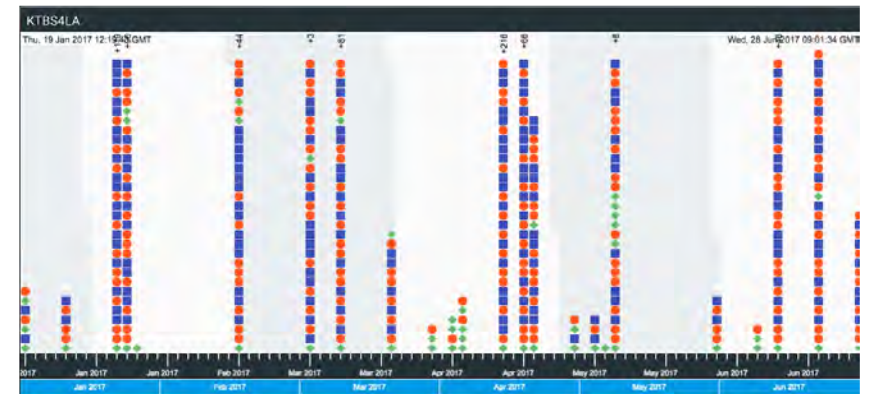
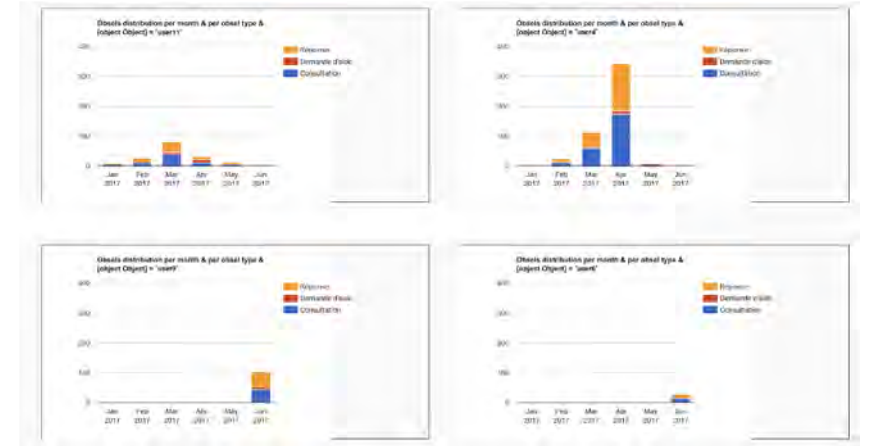
HUBBLE : 2014-2018

N. Guin, PA. Champin, R. Casado

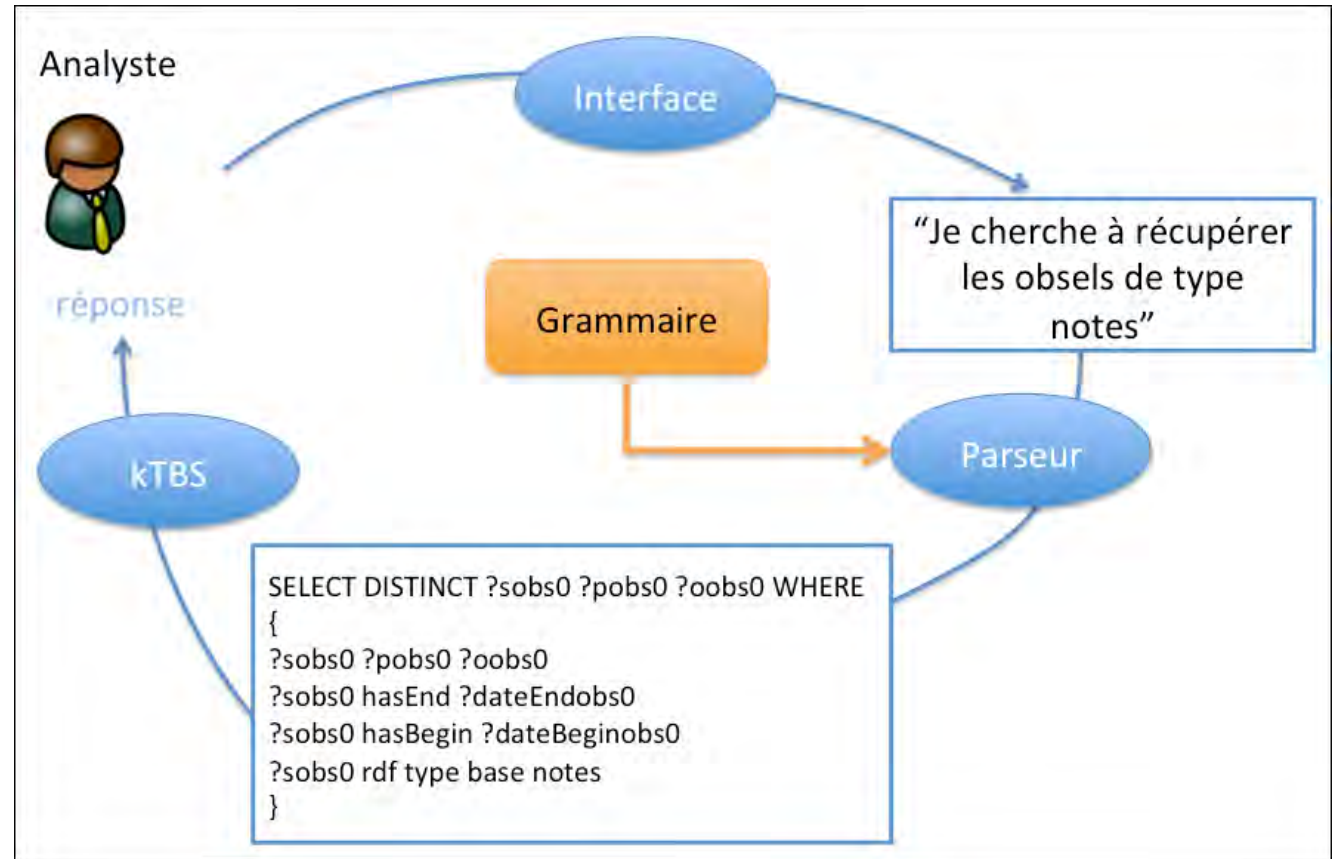


Explorer les traces avec kTBS4LA

- Importance donnée à la temporalité des traces
- Représentation explicite de la sémantique des interactions tracées
- Possibilité pour l'utilisateur de manipuler directement les données qu'il analyse et de **construire de manière dynamique et interactive le processus d'analyse** répondant à ses besoins



SPARE-LNC : SPARql REquêtes en Langage Naturel Contrôlé



Un langage contrôlé proche du français

- Je cherche à **recupérer** les obsels ayant un attribut réponse de valeur fausse.
- Je **compte** les obsels de type réponse ayant un attribut de valeur fausse, que je nomme B.
- Je veux récupérer les obsels de type A **suivis** par un obsel de type B, lui-même suivi par un obsel de type C.
- Je veux récupérer les obsels de type note **que je nomme** Notes. Soit A les attributs résultats de Notes. Soit Moyenne = $AVG(A)$. Ce qui permet de calculer la moyenne des notes.
- Je veux récupérer les obsels de type note que je nomme Notes. **Parmi** Notes, je veux les obsels ayant un attribut de valeur Eric, que je nomme Notes_Eric.

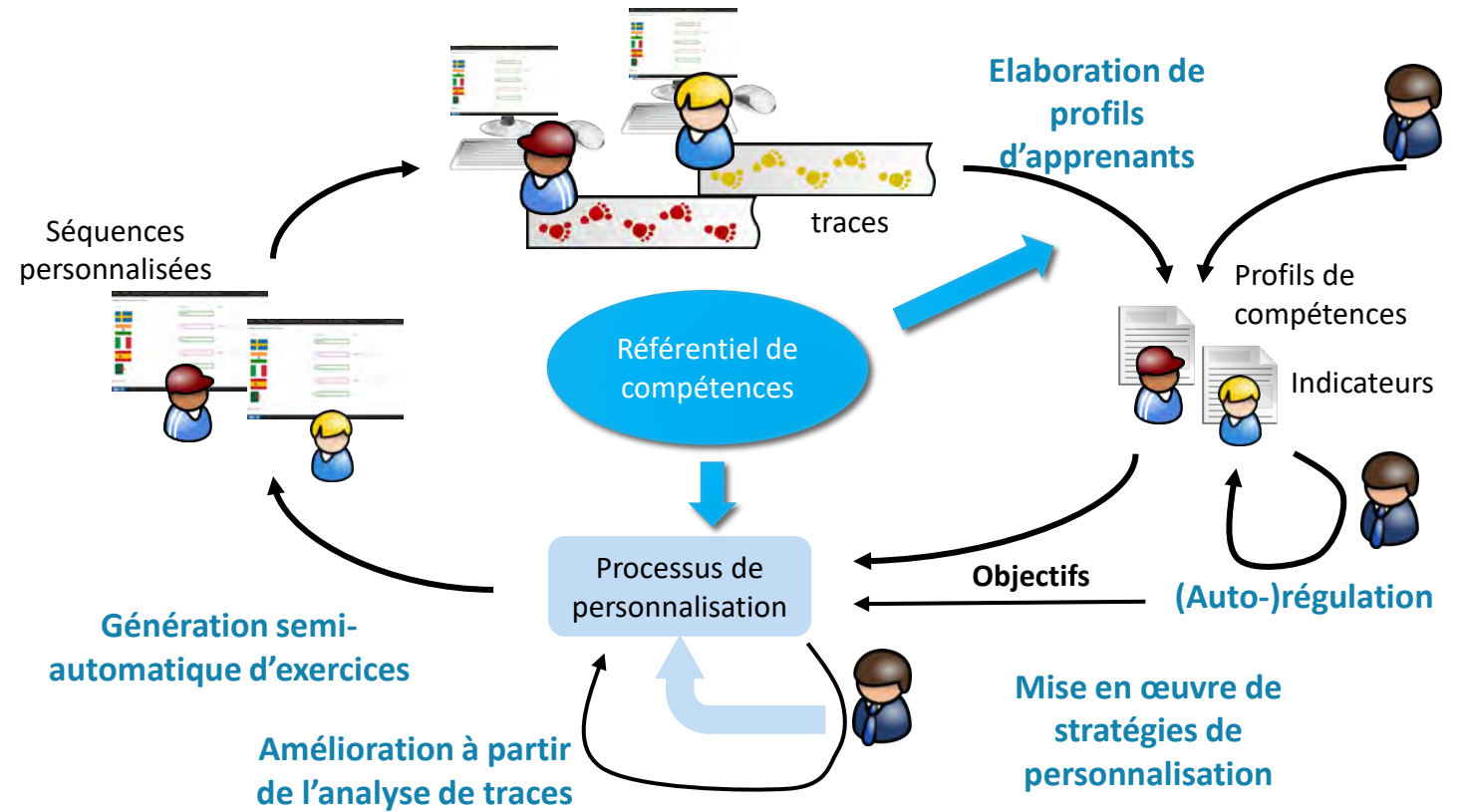
Analyser les traces
pour recommander

ComPer : COMPétences et PERsonnalisation

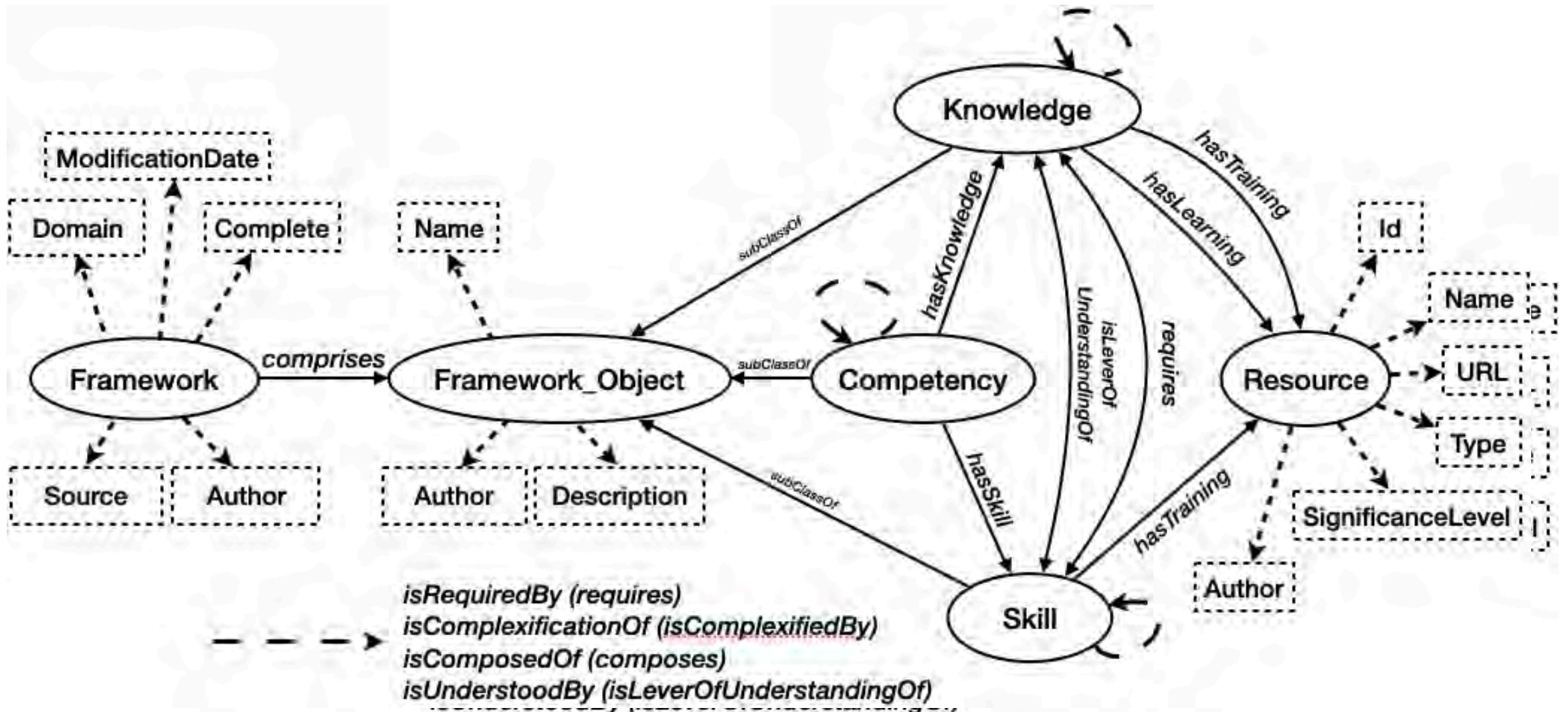


COMPER : 2019-2022

LIRIS, IRIT, Techné, LHUMAIN,
Pégase, Educlever



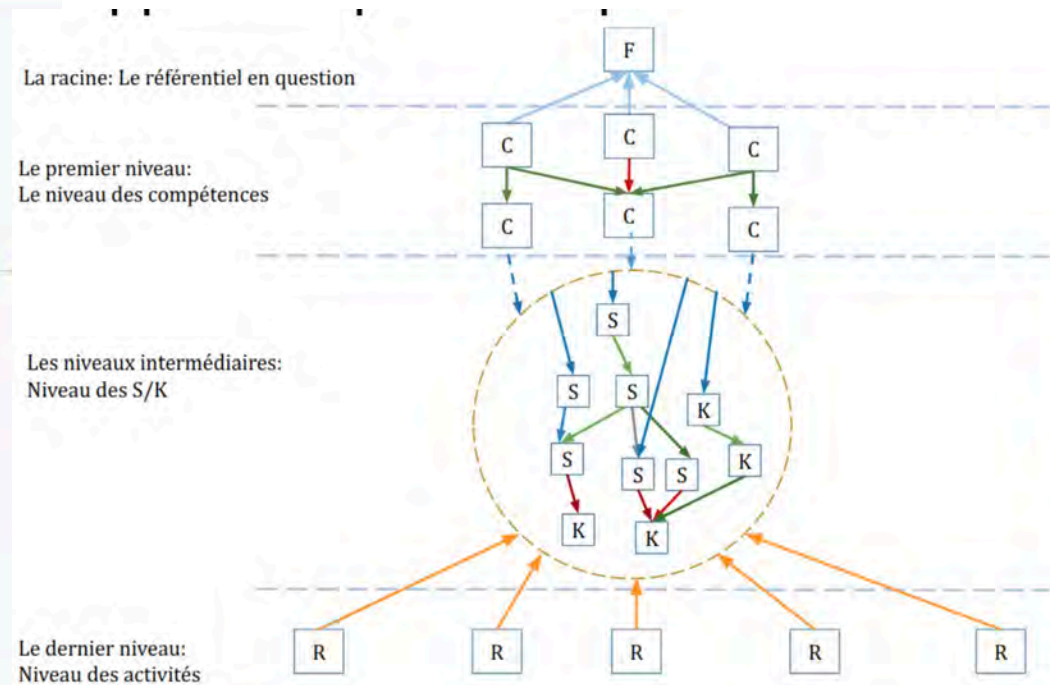
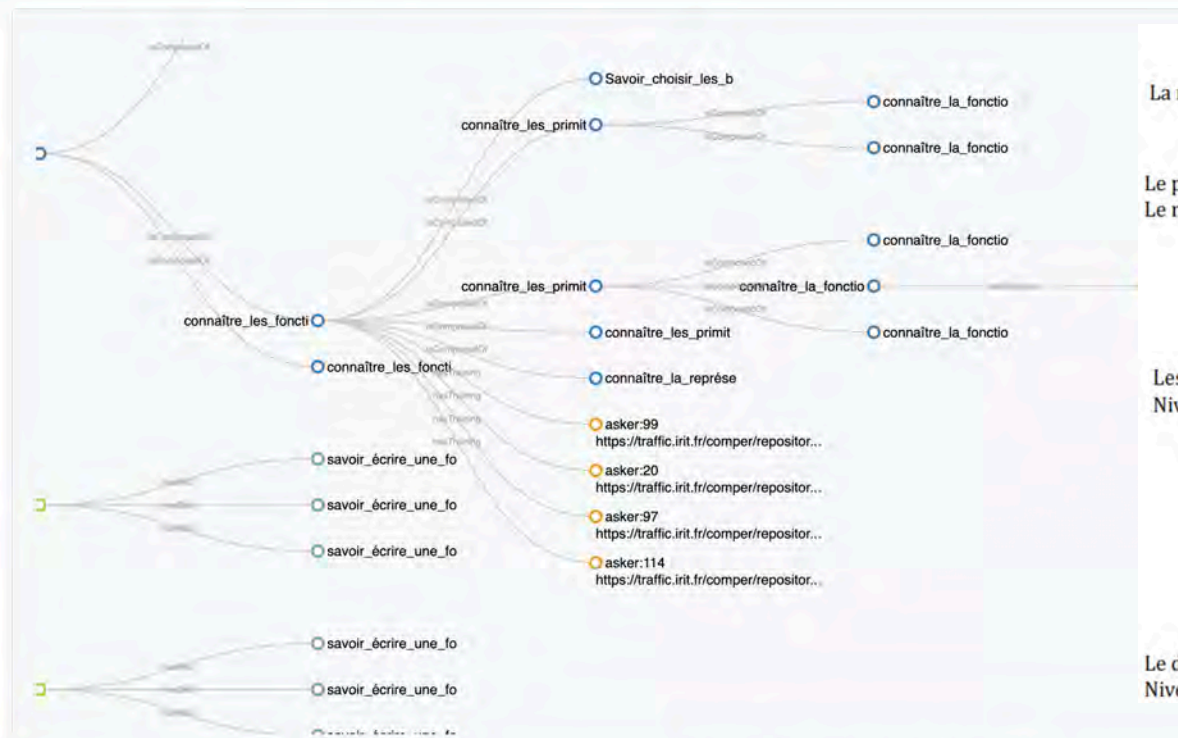
Méta-modèle de référentiels de compétences



Calculer le profil de compétences

Objectif : estimer le niveau de maîtrise de l'apprenant pour chaque élément du référentiel

Framework Editor



| | |
|----------------|-----------------------------|
| Green box | Is ComposedOf |
| Red box | Requires |
| Blue box | Has Skill/Knowledge |
| Orange box | Is LearningOf/Is TrainingOf |
| Light blue box | Belongs To |
| Purple box | isComplexificationOf |
| White box | Is LevelOf UnderstandingOf |

Calculer le profil de compétences

Trois valeurs entre 0 et 1 pour chaque nœud :

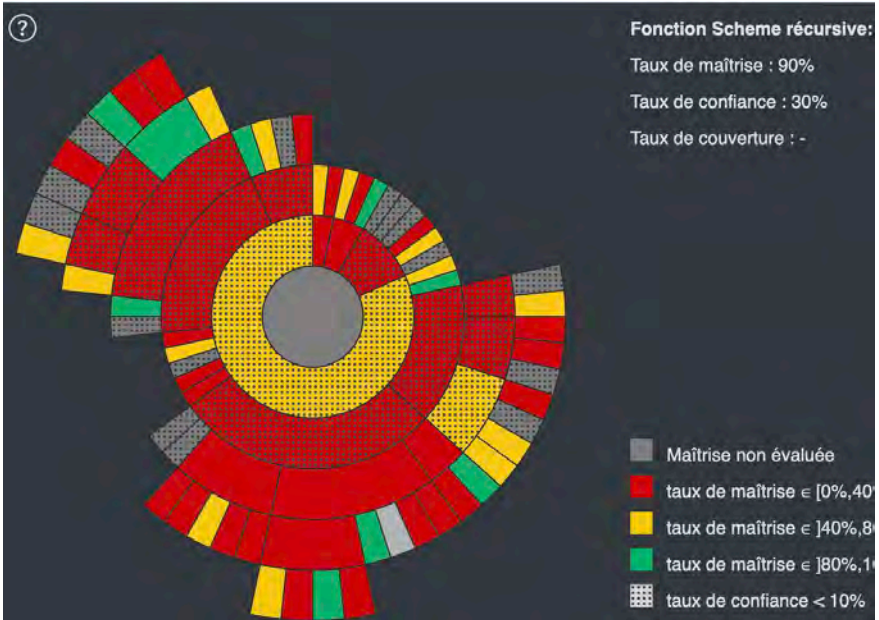
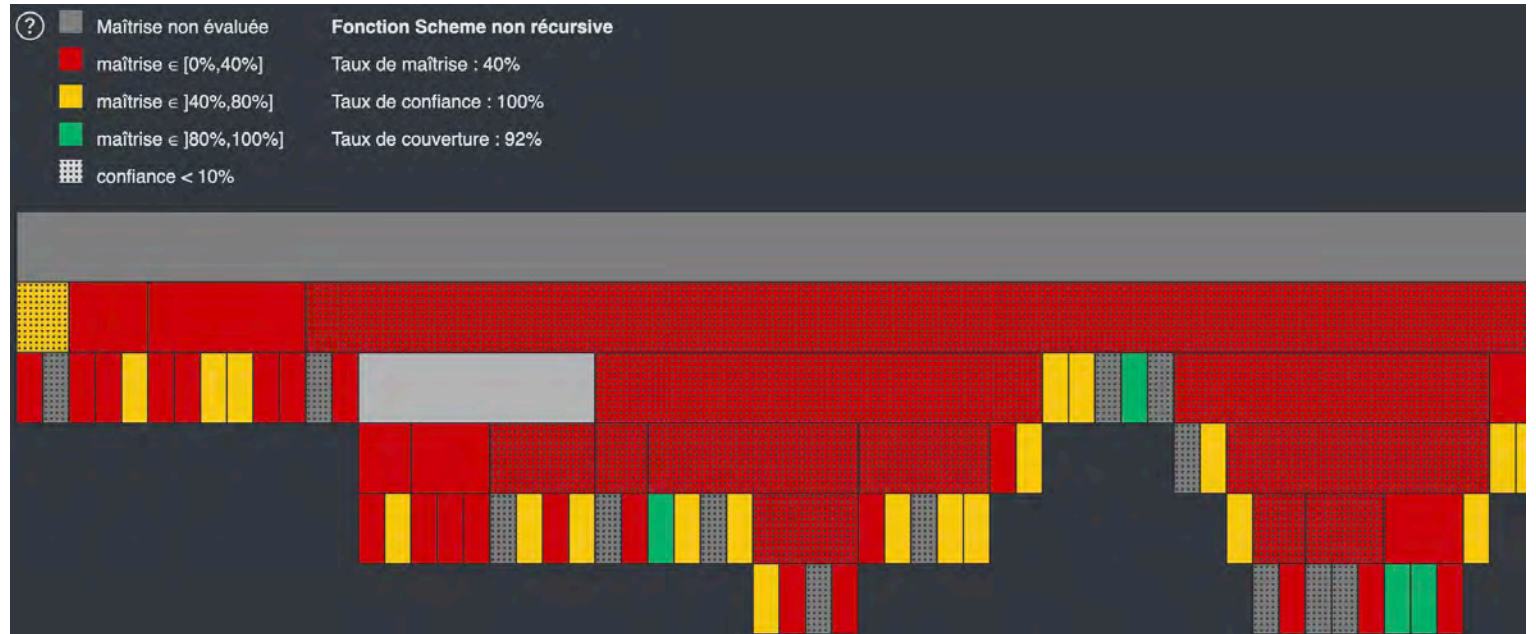
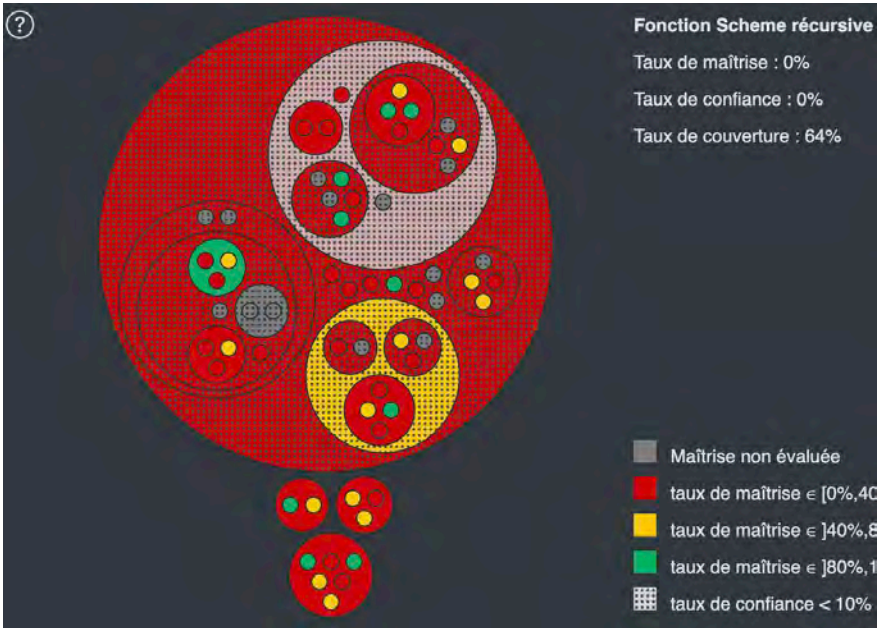
- Taux de maîtrise
- Taux de confiance dans cette valeur calculée pour le taux de maîtrise
 - nombre de réponses sur lequel se fonde le calcul
 - Ancienneté des traces
 - importance des exercices
 - origine des informations : traces ou avis humain
- Taux de couverture que représente cette valeur
 - dépend des noeuds fils par la relation IsComposedOf

Calculer à partir des traces

Puis propager via les relations du référentiel



| | maîtrise | confiance | couverture |
|--------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------|
| LIFAP2 | - | - | - |
| Fonction Scheme | 0% | 0% | 84% |
| Primitives sur les arbres | 40% | 0% | 75% |
| Primitives sur les arbres: Primitives de test | 20% | 40% | - |
| Primitives sur les arbres: Primitives de construction | 20% | 10% | - |
| Primitives sur les arbres: Primitives d'accès | 0% | 0% | - |
| Primitives sur les arbres: Représentation d'un arbre binaire | 10% | 20% | - |
| Fonctions prédéfinies | 0% | 0% | 60% |
| Fonction sur les listes | 0% | 0% | 80% |
| Fonction sur les listes: choisir la bonne primitive | 0% | 0% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de test | 0% | 100% | 100% |
| Fonction sur les listes: primitive de test null?/empty? | 30% | 30% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de test pair? | 90% | 40% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de test list? | 0% | 30% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de construction | 60% | 100% | 100% |
| Fonction sur les listes: primitive de construction list | 20% | 20% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de construction append | 60% | 30% | - |
| Fonction sur les listes: primitive de construction cons | 50% | 40% | - |



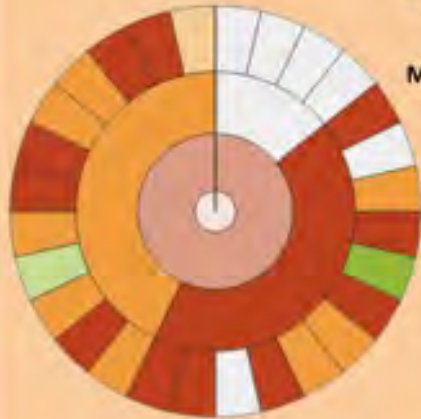
Visualisations du profil de compétences

Organiser mon travail

Consignes de l'enseignant : pour la semaine prochaine

- réviser "savoir utiliser le let pour mémoriser une valeur"
- travailler "savoir écrire une fonction Scheme récursive sur des listes qui retourne une liste de 2 résultats"

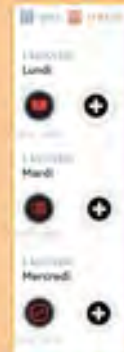
Mes compétences



Mes objectifs à maîtriser cette semaine / ce mois :

- "savoir écrire une fonction Scheme récursive sur des listes"

Mon planning de travail



Mon activité



Ma séance de travail

20mn
sur mobile
Réviser "savoir utiliser le
let pour mémoriser une
valeur"

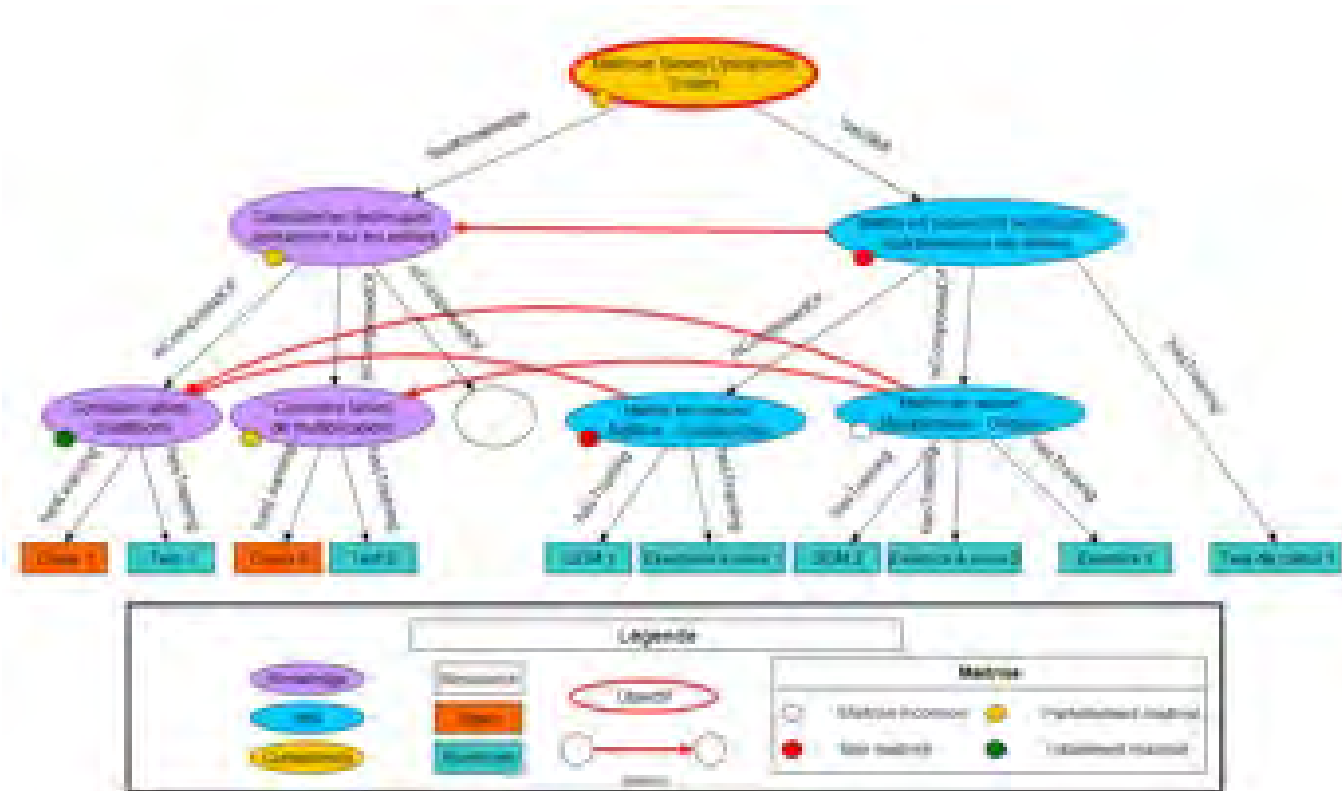
Faire ma séance

Autorégulation de l'apprentissage

Recommandations pédagogiques via les acteurs

En fonction :

- des objectifs pour la séance
 - thème : un KSC du référentiel
 - intention : découverte, approfondissement, remédiation, révision, etc.
- des objectifs
 - fixés par l'apprenant (auto-régulation)
 - proposés par l'enseignant
- du profil de compétences de l'apprenant
- du contexte de la séance (temps, support)



Recommandations pédagogiques via l'apprentissage automatique



Collaboration avec l'entreprise Nomad Education



Ressources pédagogiques :

Cours
Quizzes à choix multiples
Fiches de révision - Essentiels
Annales d'examen

Apprenants :

Utilisateurs de l'application,
Tous profils
Démarche volontaire et
parascolaire



IA au service des acteurs

➤ Fouille manuelle des traces pour créer un processus automatique

➤ Alléger le travail des analystes tout en leur donnant la main

➤ Analyser les traces pour construire des connaissances (profils, recommandations...)

➤ Proposer ces résultats sans imposer

➤ Mais attention, le système ne voit pas tout...

➤ ... et les résultats doivent être acceptés et donc compris par les différents acteurs

A red circular graphic with a gradient, partially overlapping the bottom right corner of the slide.

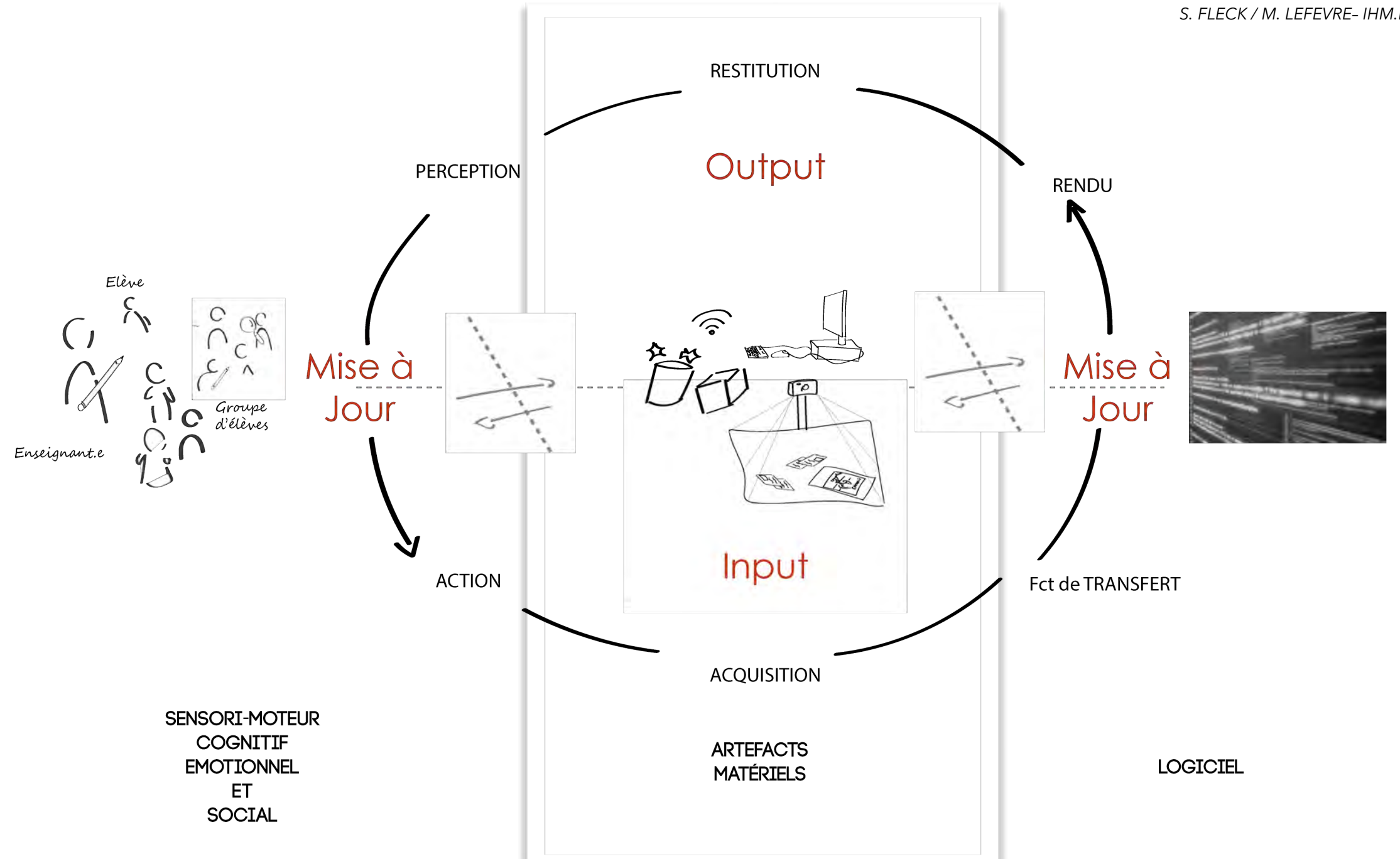
Explainable
Artificial
Intelligence (XAI)

Designing HCI for human learning remains a challenging issue

“

Good design is actually a lot harder to notice than poor design, in part because good designs fit our needs so well the design is invisible

DON NORMAN





PAPER



TOUCH



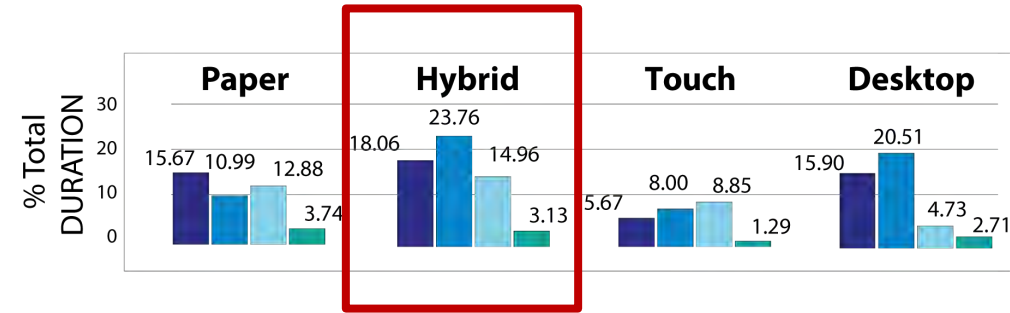
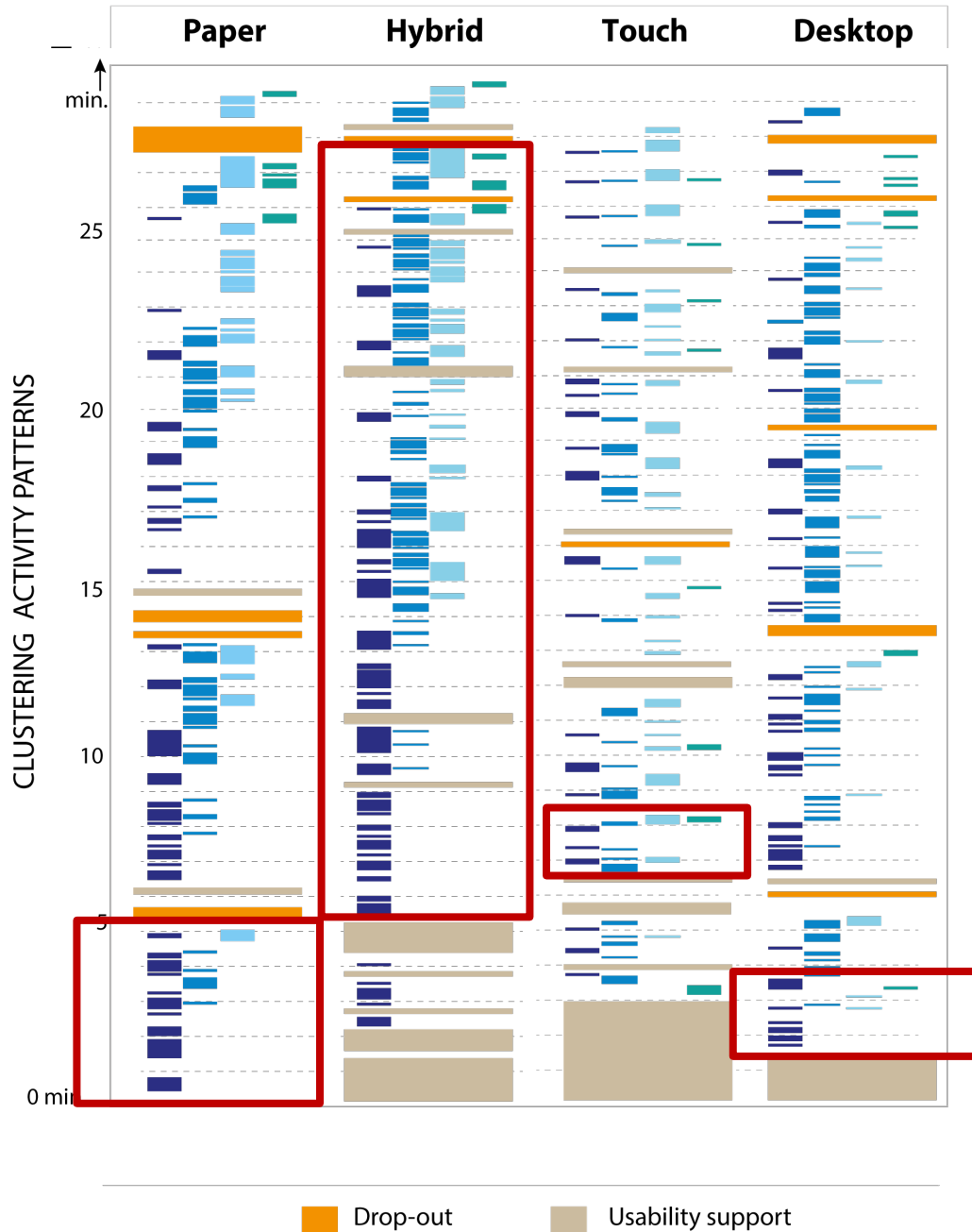
HYBRID



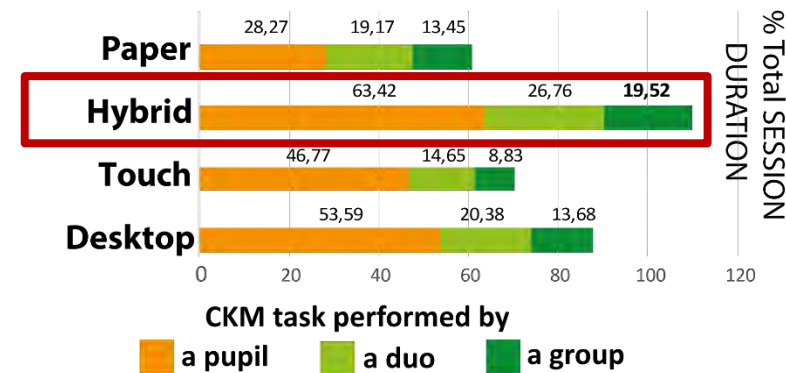
DESKTOP

They realized clustering activities through a generation of knowledge maps

L'Interface influence l'activité



Modalité de travail mobilisée par les enfants





Attention

Age des élèves

Moment de la
journée



Climat de classe

Connaissances
antérieures



Lieu

Modalité de travail

Relation avec la matière



Durée de l'activité

Effet maître

Hétérogénéité



~~Efficacité pédagogique~~



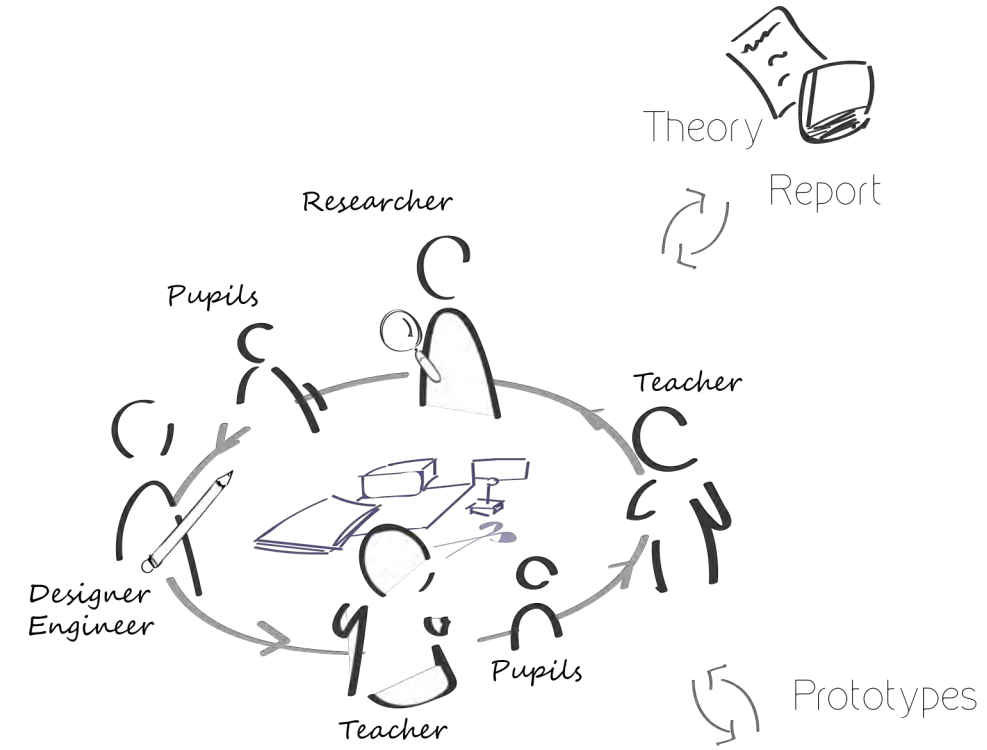
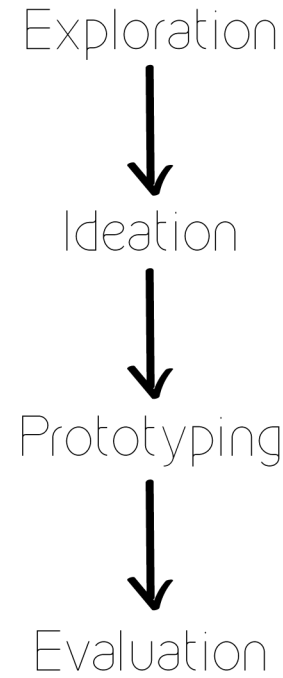
Potentiel pédagogique

Approches multiméthodes

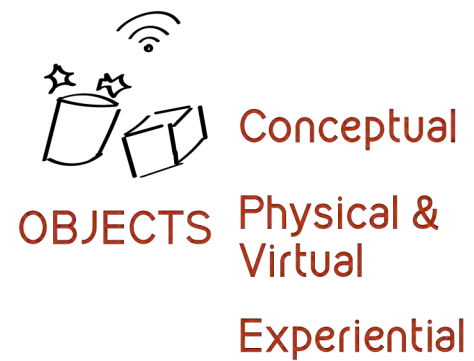
| FACTORS / TESTS | Enquêtes et écrits | | | Pictorial | Analyse des comportements | | |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|------|----------------------|--------------------------------|--------------------|----------------|
| | Oral | | | | | | |
| | Rapide desirability testing | Attrakdiff survey | MVLA | Post-Test perception | Pre & Post Tests Rep. Drawings | Observation Sheets | Video analyses |
| 1 : usable and attractive | ⊗ | ⊗ | | | | | ⊗ |
| 2: contents and/or tasks to learn recognizable | | | | ⊗ | | ⊗ | ⊗ |
| 3: learning outcomes achieved | | | ⊗ | | ⊗ | ⊗ | |
| 4: school motivation stimulated | ⊗ | ⊗ | ⊗ | | | | ⊗ |

Overview of the tests chosen to assess the pedagogical potential of Teegi

Co-Design
&
Participatory
Design



Design for, with and by users



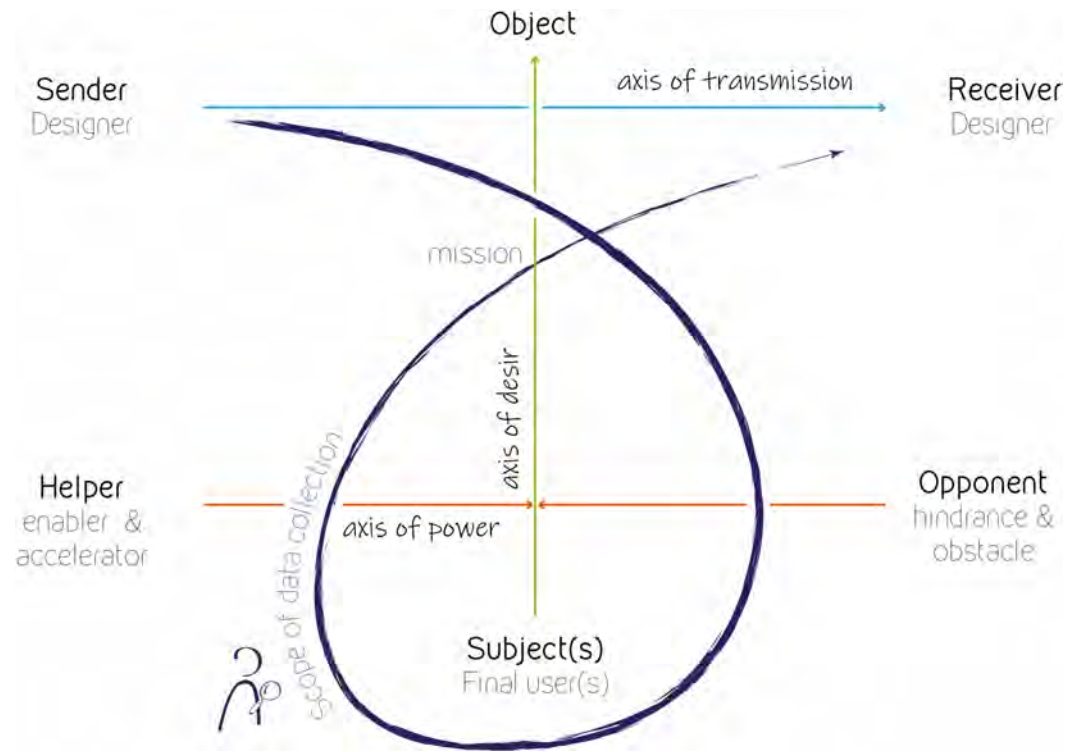
Teachers select applications of technology that align with their selections of curricular variables and methods (e.g., teaching strategies) and that also align with their existing beliefs about 'good' education.

Jo Tondeur et al. (2008)



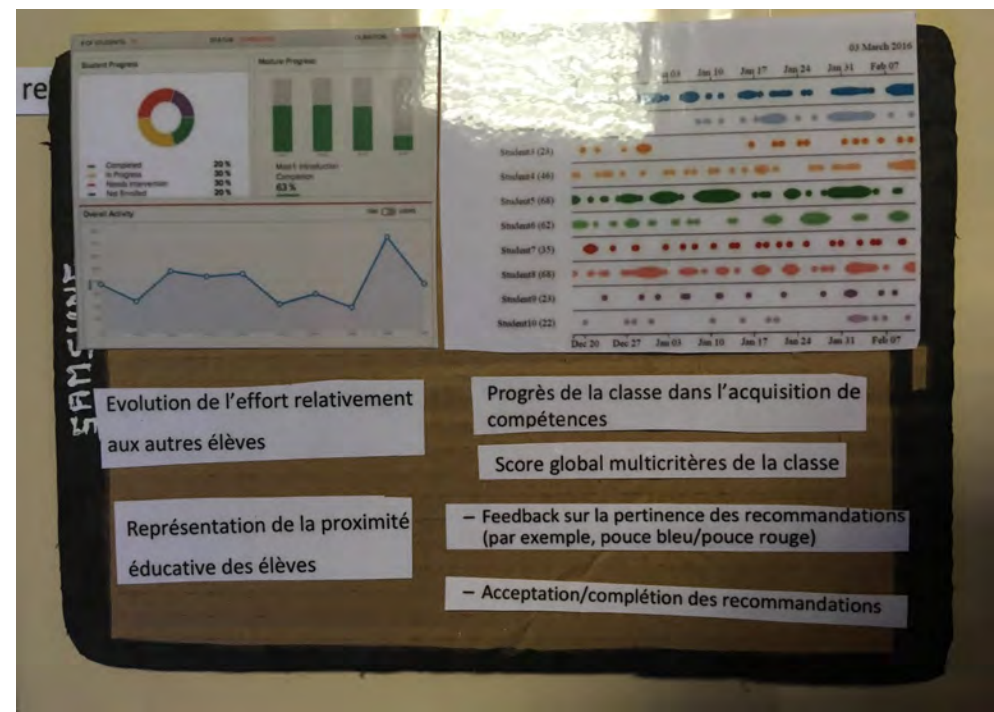
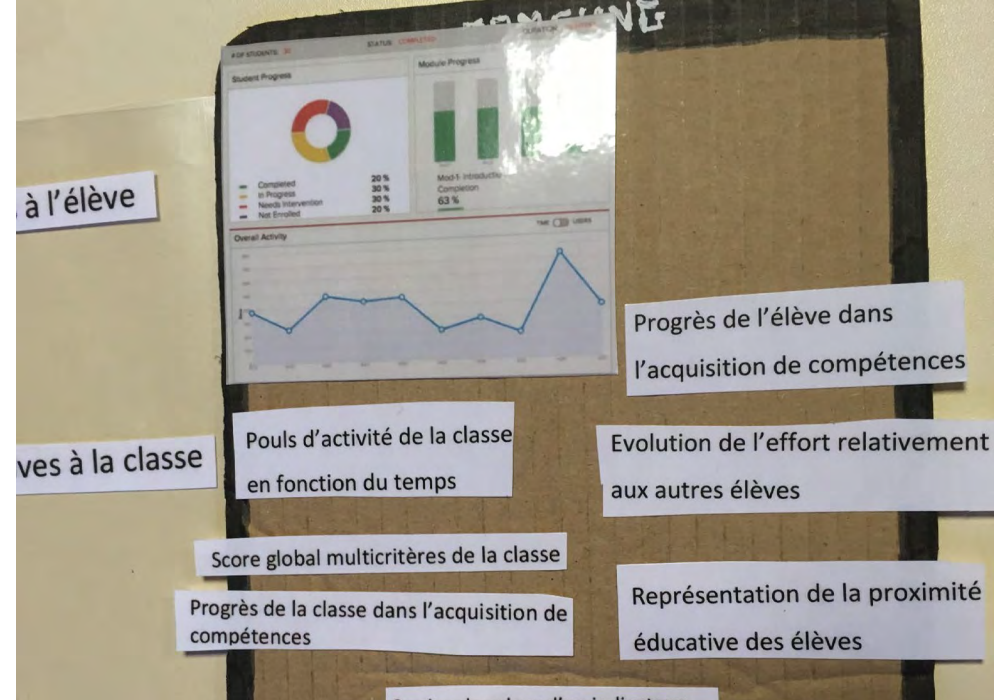
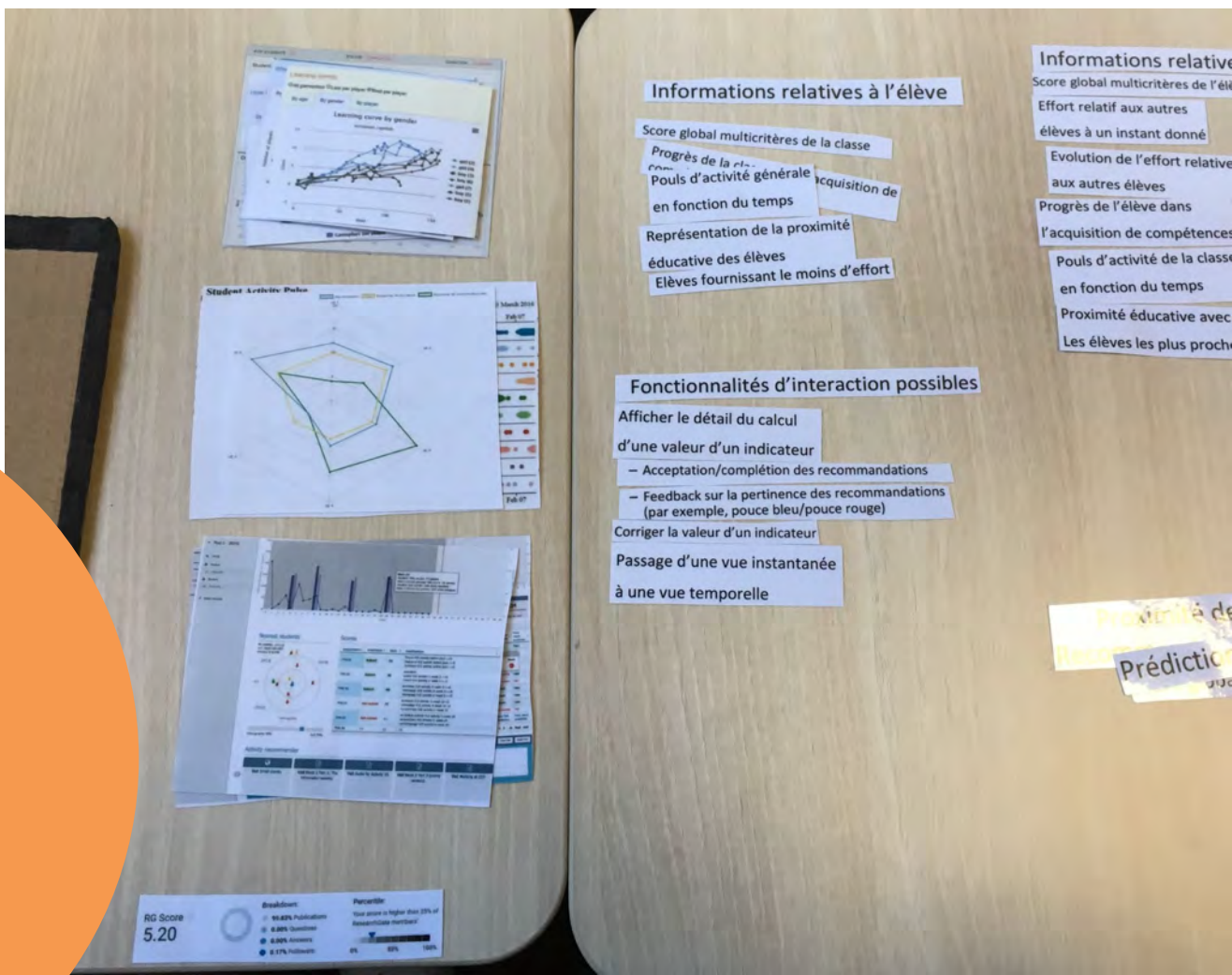
Développement de kits d'exploration participative :

- 1- Workshop supporté par le storytelling
- 2- Outils de sonde Culturelle
- 3- Prototypage carton

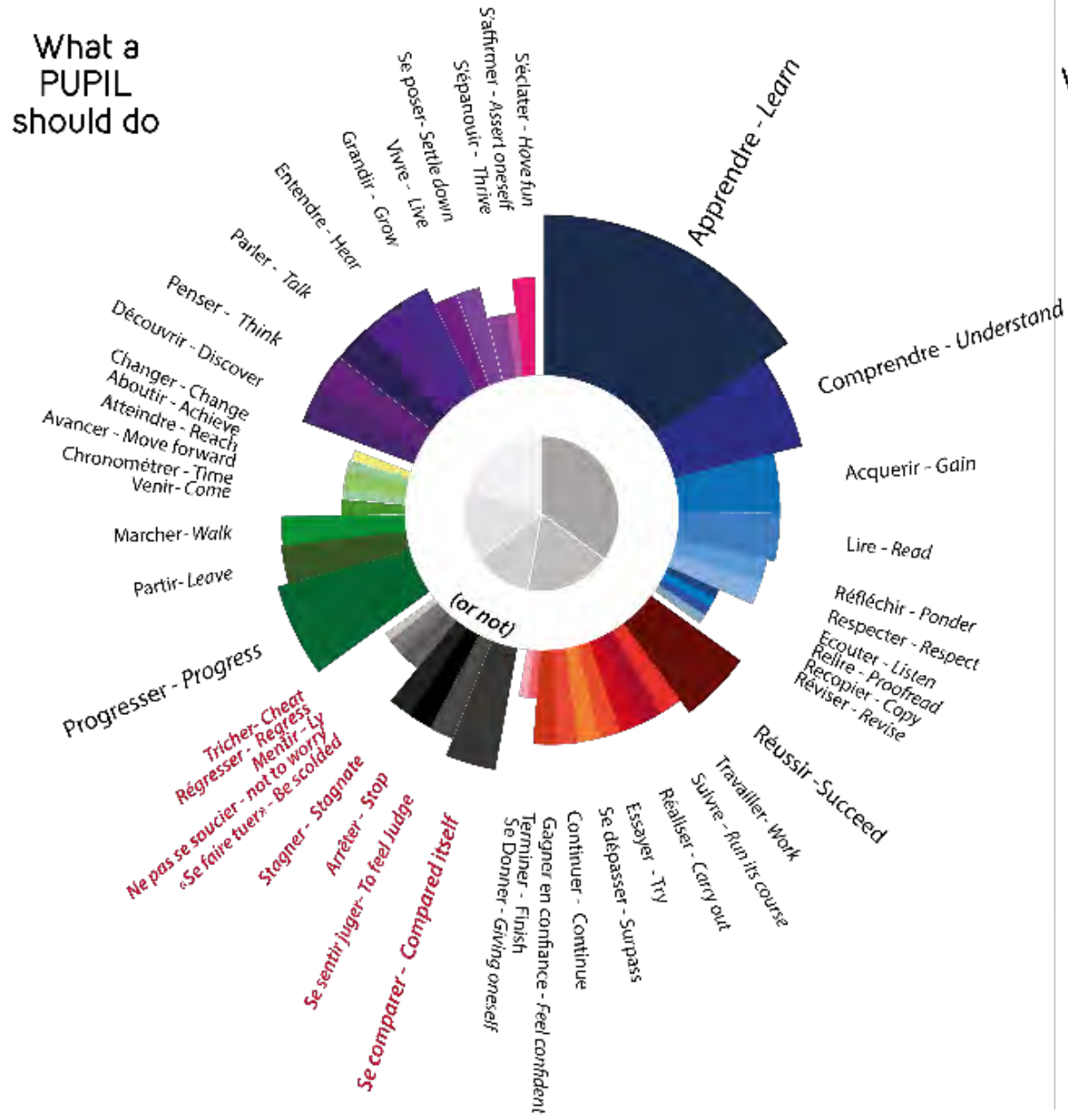


Outil A: Brainstorming

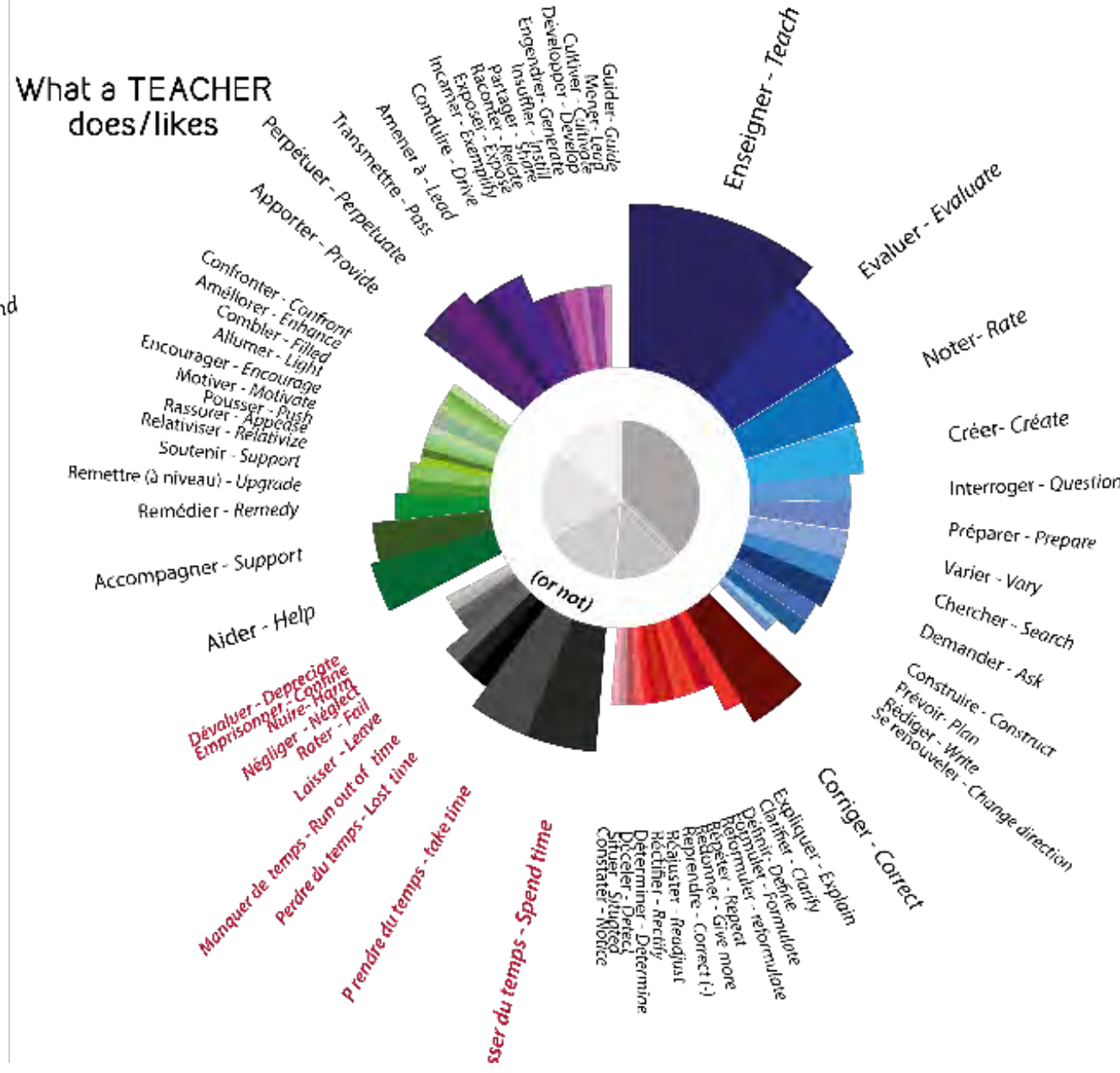
Outil B : kit de workshop d'exploration collective centrée DataViz soutenue par le prototypage carton



What a PUPIL should do

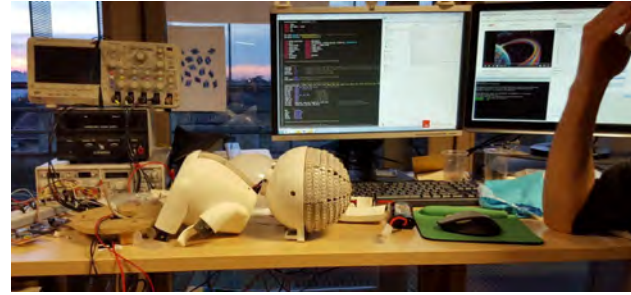


What a TEACHER does/likes





Design participatif



Le K-Uses Kids, Utilisabilité des Systèmes et des Environnements Scolaires

Disponible sur HAL

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03127419/document>

13 items

Echelle de Likert en 5 points

Sans item inversé

3 dimensions:

Q. 1, 3, 5, 6, 7 et 9 = Efficient

Q. 11, 12, et 13 = Satisfaisant

Q. 2, 4, 8 et 10 = Facile

Prototyping process

Inventory of existing usability questionnaires
20 questionnaires, 416 items

Filter for relevance for the Usability dimensions

Effectiveness, Efficiency, Satisfaction and Learnability

Reduction of redundant items, selection and reformulation of items corresponding to the dimensions
19 items

Pre-tests process

Pre-test 1: 4 teachers

Collection of appropriate terms for children aged 9-11 years

Pre-test 2: 18 students aged 10 to 11 years old

Validate understandability of items and of measurement scale

Statistical Validation

Usability Test: 127 students aged 9 to 11 years old

Revise and validate the usability dimensions

Final questionnaire: K-Uses: Kids and Usability of School Systems and Environments
13 items

Activity with AIBLE-HELIOS (Mixed reality)



Activity with BLUE-BOT (Robot)



Activity with MATHADOR on tablet (Touch screen)





1

EXPLORER

Les BESOINS
Les CONTENUS à apprendre
Les ACTIVITEES

"Découvrir, c'est bien souvent dévoiler quelque chose qui a toujours été là, mais que l'habitude cachait à nos regards."

Le Cri d'Archimède, Koestler (1964)

A child wearing a brown leather pilot's hat with goggles on top, looking out over a field at sunset. The child is wearing a striped shirt and jeans. The background is a soft, golden sunset over a field. The image is overlaid with a white hexagonal collage pattern.

2

DESIGNER

INSTRUCTIONAL DESIGN
INTERACTION DESIGN
USER EXPERIENCE DESIGN

*«Freedom is not the absence
of constraints but the ability to
choose»*

Paulo Coelho



3

EVALUER

CONTENUS
ACTIVITIES
USER EXPERIENCE

"The joy of learning is as essential to intelligence as breathing is to the runner".

Maria Montessori

Répond à un besoin

Adapté

Bénéfique

UTILE

Efficace

Efficient

Facile à prendre en main

Satisfaisant

UTILISABLE

IHM-IA

HEDONISTE

Beau

Attractif

Agréable

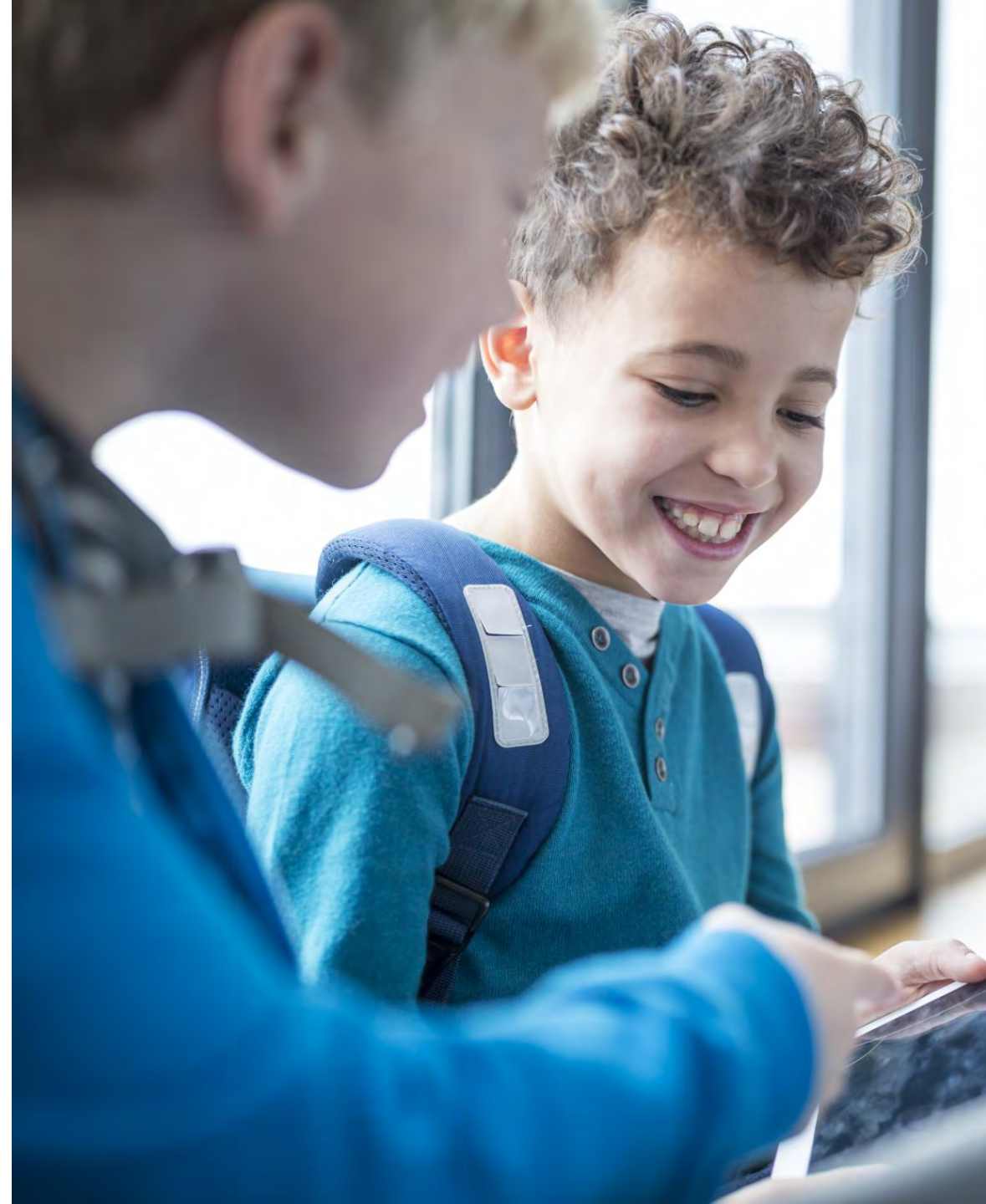
EUDEMONIQUE

Plaisir d'apprendre

Sentiment de contrôle/de compétence

Sentiment d'auto-détermination

Sentiment d'accomplissement



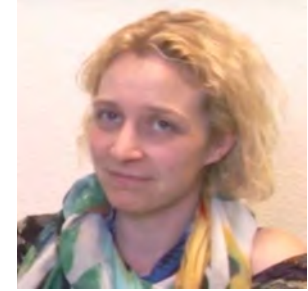
1 | EXPLORER

2 | DESIGNER

3 | EVALUER

Repousser les limites des solutions technologiques

Marie Lefevre
marie.lefevre@liris.cnrs.fr



Thank you



Stéphanie Fleck
stephanie.fleck@univ-lorraine.fr

