

# Un rôle pour la fabrication numérique dans l'éducation ?

*Daniel K. Schneider*

*FacLab Unige, Arbores Tech Sàrl*

8 avril / 6 mai 2024, FacLab UniGE

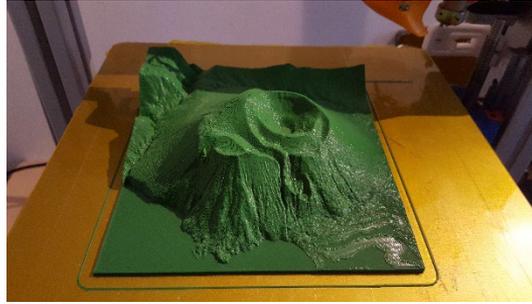
<https://tecfa.unige.ch/tecfa/talks/schneide/batelle-avril-2024/>

+ Discussion / Démonstrations



# Plan

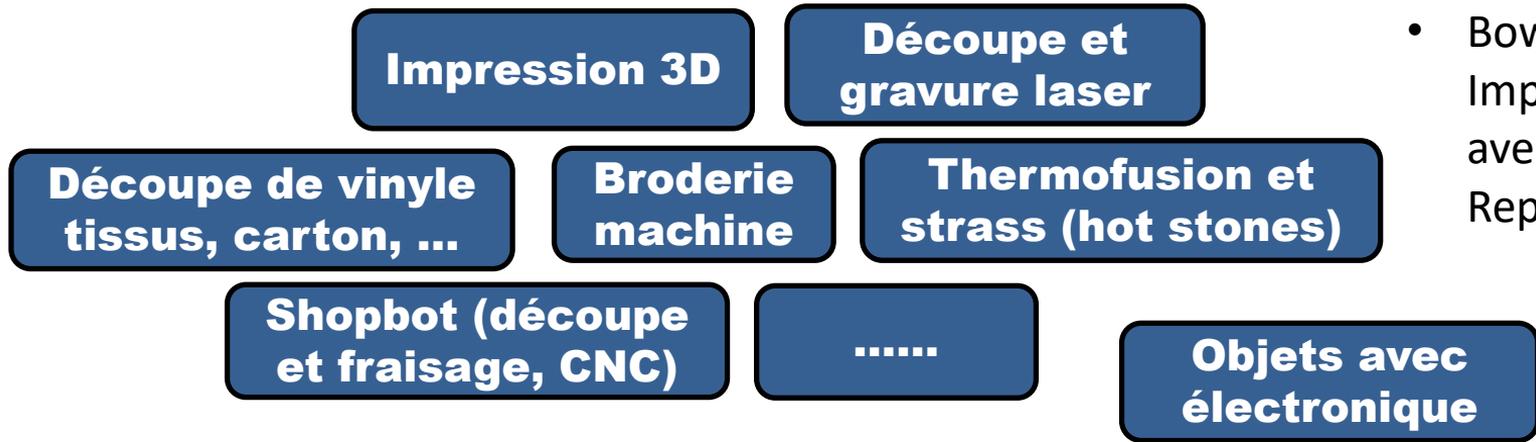
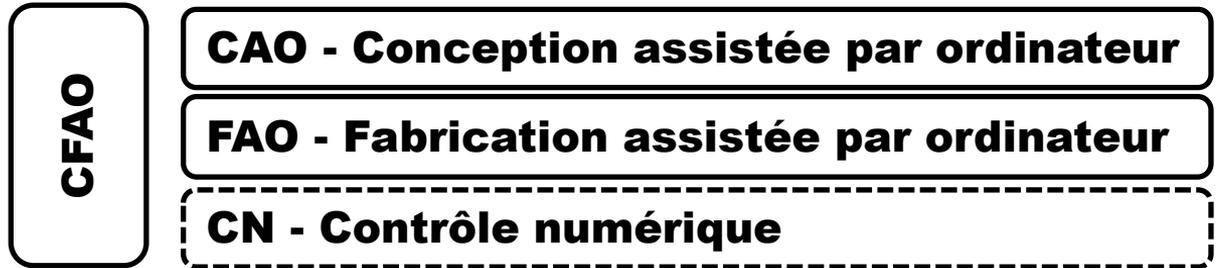
1. La fabrication numérique (CFAO) en éducation
2. Bases psychopédagogiques
3. Démos techniques et/ou exemples



# 1. L'ÉMERGENCE DE LA CFAO DANS L'ÉDUCATION



# La CFAO («making», création/fabrication)



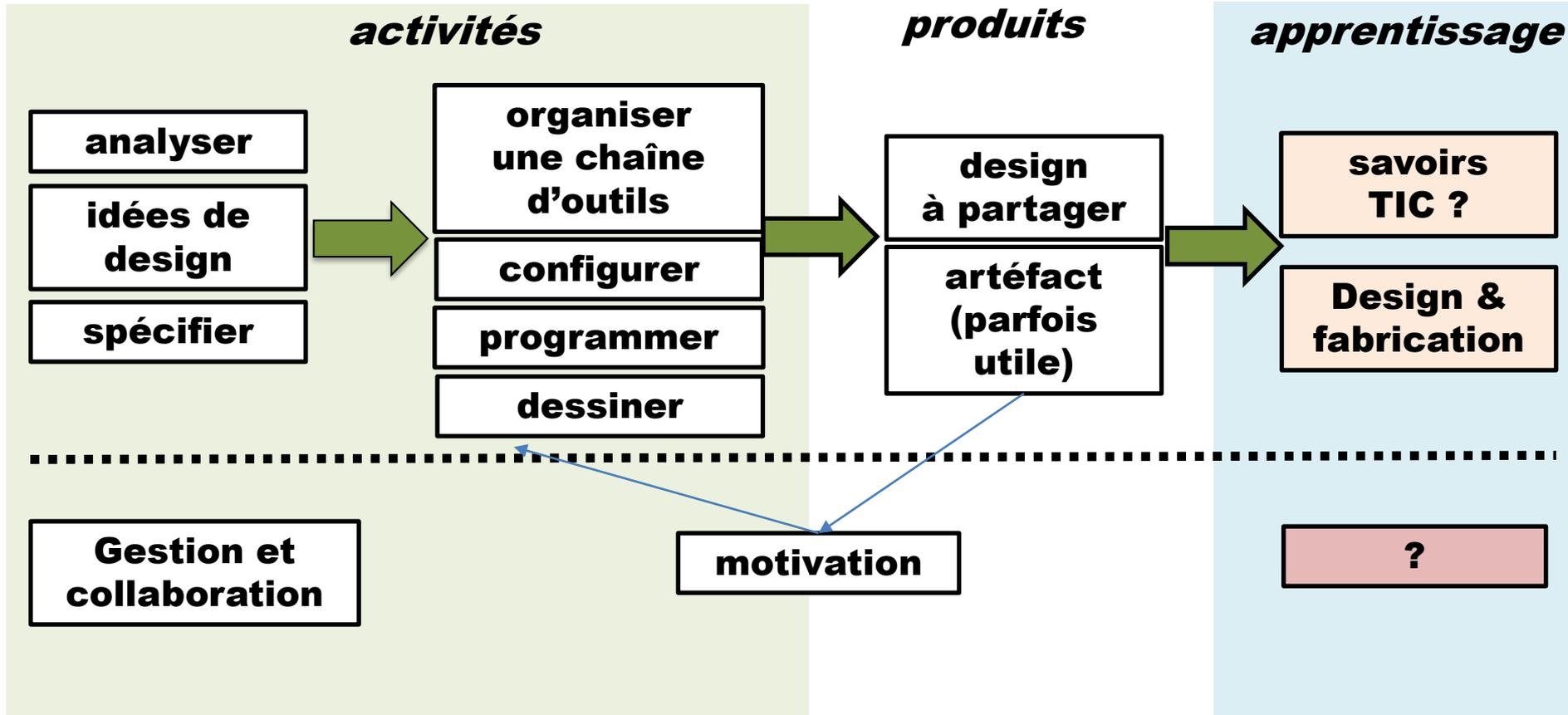
- La CFAO grand public:
- Gershenfeld (2005), cours M.I.T. « How to make almost anything »
  - Bowyer (2007): Impression 3D avec la machine RepRap «Darwin»

Idée de design -> Dessin sur ordinateur-> Paramétrage d'objets  
-> Fabrication avec une machine

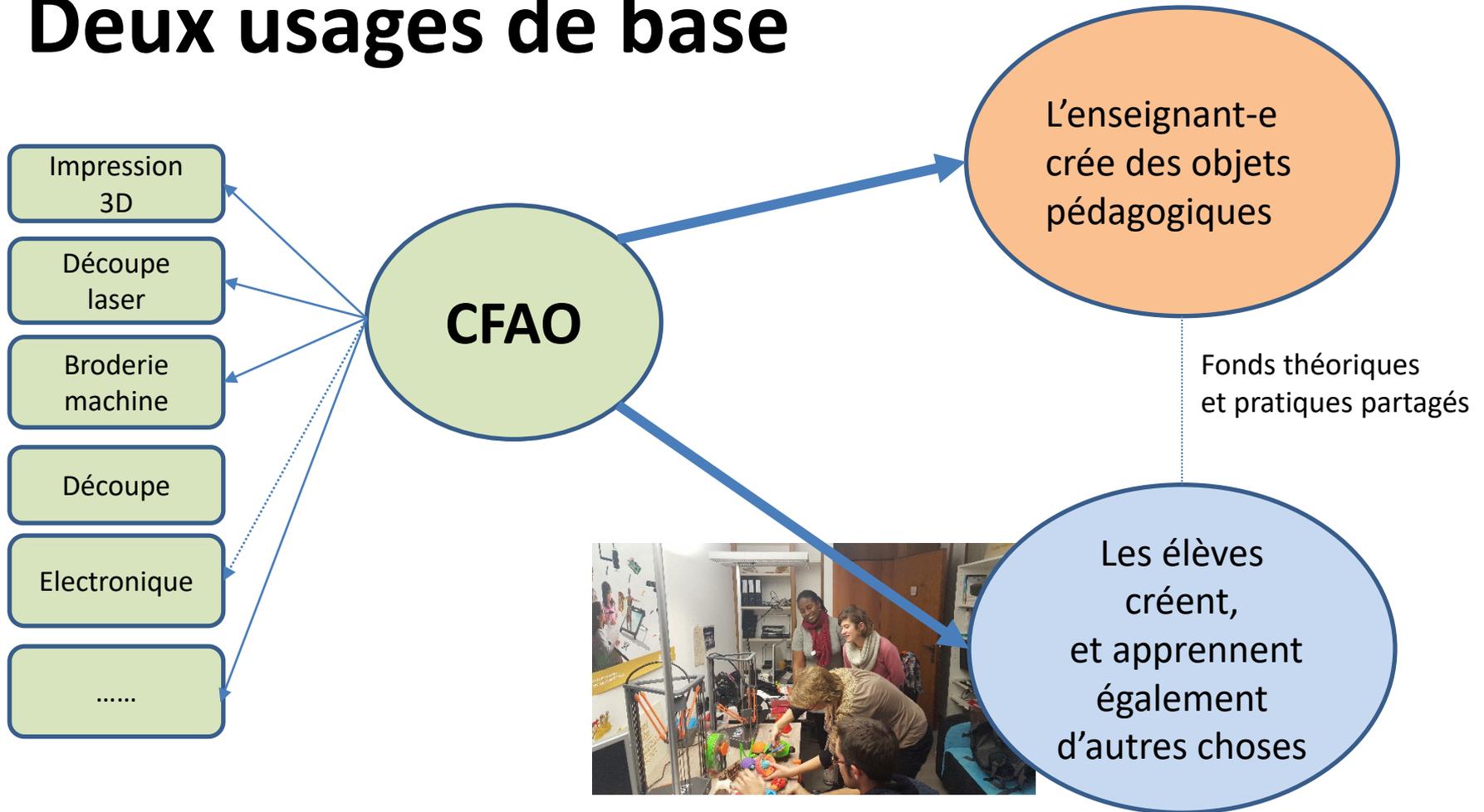
# Pourquoi explorer la CFAO en éducation ?

1. Medium pour **enseigner**: **programmation** (Brady, 2017), **dessin vectoriel**, **mathématiques**, **art**, questions **environnementales**, etc., (STEAM)
2. « Faire » stimule **résolution de problèmes**, **planification**, **coopération** et développe des **compétences métacognitives** (Blikstein, 2013).
3. Il existe une demande pour le « ***design thinking*** », des **compétences en conception** (Barlex, 2011).
4. Les enseignants peuvent **créer ou adapter des objets d'apprentissage** constructionnistes (Zuckerman, 2006; Schneider et al, 2017).
5. Elle  **motive**, car elle aboutit à un produit (Kostakis, 2015)

# Workflow et savoirs mis en action en CFAO



# Deux usages de base





# Opportunités de la CFAO

## Savoirs

Les enseignant·e·s  
créent des objets  
pédagogiques

Les apprenant·e·s  
les utilisent  
dans une activité

Les apprenant·e·s  
créent des objets

disciplinaires

transversaux

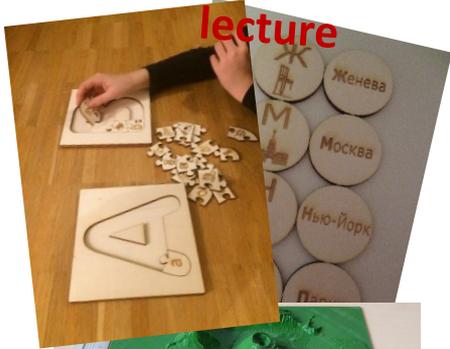
TICs

CFAO et  
design



Savoirs  
disciplinaires

Langues,  
lecture



Savoirs  
transversaux

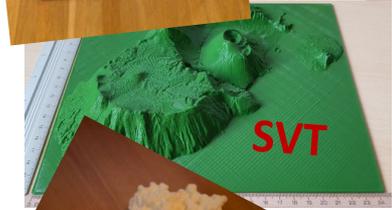
Réalisation de  
projets,  
collaboration



Semons des fleurs

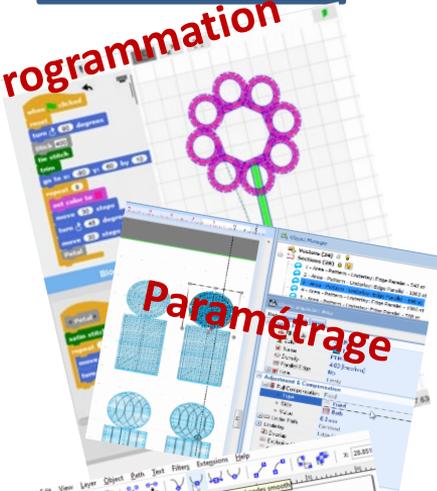
Intelligence  
civique

Physicalisation  
artistique

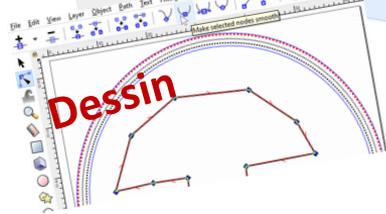


TICs

Programmation



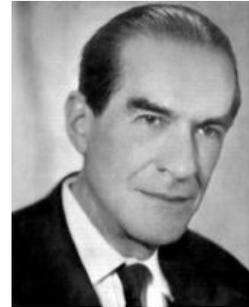
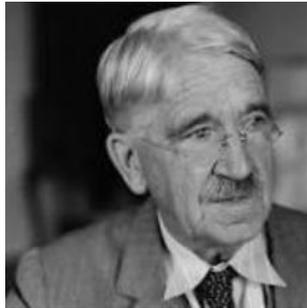
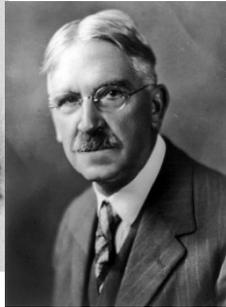
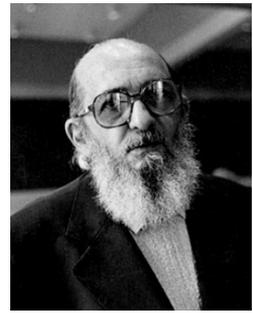
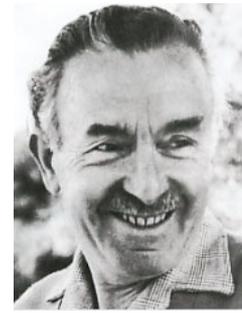
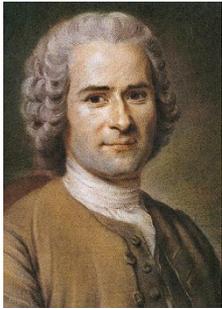
Paramétrage



Dessin

CFAO et  
design





# 2. Quelques bases psychopédagogiques

(O. Zuckerman, 2010)

# 1. Apprendre en manipulant et en construisant

Rousseau, 1712-1788

- Apprentissage par l'expérience

Locke, 1632-1704

Expérience sensorielle

Pestalozzi, 1746-1827

- Autonomie et responsabilité de l'apprenant
- «tête, main et cœur»

Fröbel, 1782-1852

- "Gaben" pour expérimenter

Montessori, 1870-1952

- "Matériaux" pour manipuler

Piaget

- Constructivisme

Papert, 1928-2016

- Jaillissement de l'esprit (1980)
- LOGO (1967)
- Lego/Logo (1988)



Promouvoir  
l'apprentissage  
par la  
manipulation  
physique  
exploratoire

## Le kit de construction:

- invite à l'utiliser,
- est intuitif
- adaptable / flexible,
- robuste.

# 2. Apprentissage par activités

Karl Marx, 1818-1883

Pavlov, 1849-1936

Vygotski, 1896-1934

- Socio-constructivisme
- Zone proximale de développement

Leontief, 1903-1979

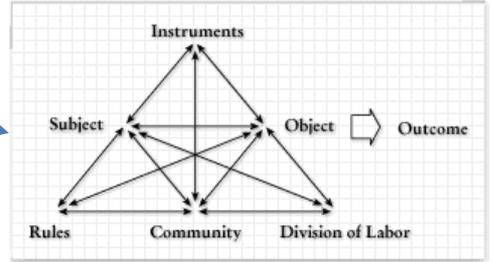
- Théorie de l'activité

Théorie de l'activité (Scandinavie)

- «Expansive learning» (Engeström, 1987)

Nardi, 1995

- *Interaction Design* (en IHM)



# 3. Apprendre avec des projets authentiques

Fröbel

Herbart (1776-1841)

Dewey, 1859-1952

- Apprentissage structuré à travers l'expérience (hands-on, «vrais» projets)
- Pédagogie guidée, centrée apprenant
- Intégration de savoirs (connaissances préalables)



Apprendre en interaction avec le monde réel, faisant des projets encadrés.

Kilpatrick, 1871-1965

Freinet, 1896-1966

- Apprentissage par investigation
- Travail collaboratif, créant des produits, expérience «vraie» (presse, terrain, ...)
- Responsabilité de l'enfant participant

Freire, 1921-1997

- Balance entre action et réflexion
- Dialogue - > créateur d'autonomie

• L'enseignant comme guide

- Apprentissage par projet
- "hands-on"
- Connexion avec le monde réel

• Respect de l'autonomie

# 4. Autres

Utiliser ou faire créer des objets est compatible avec la plupart des modèles pédagogiques

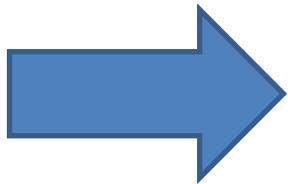
**Un médium n'est pas une pédagogie !**

(parler de l'effet CFAO sur l'apprentissage n'a pas de sens)

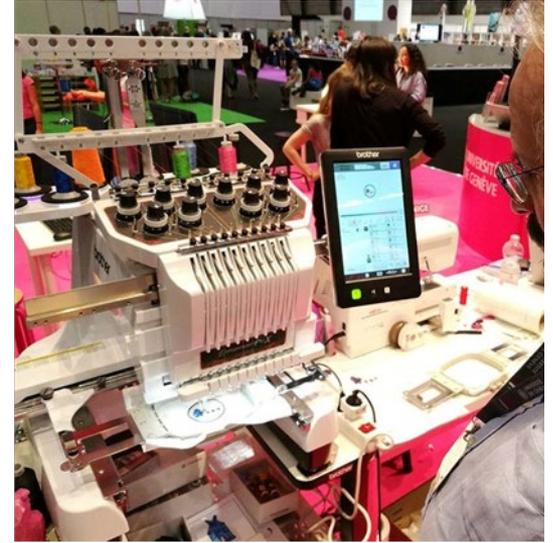
Outil pédagogique = instrument = *artéfact* + *pratique*  
(Rabardel)

# Recherche

- Plusieurs centaines de publications académiques en «making» & éducation
- Beaucoup d'études de cas, la plupart favorables au «making»
- Quelques études corrélationnelles qui montrent que le «making» influence positivement la performance dans d'autres disciplines
- Pas d'études larges ou quasi-expérimentales poussées (à ma connaissance)



Tout dépend de l'enseignant·e  
(et de sa capacité à intégrer technologie, pédagogie et sujets)



## 3. DEMOS

# Ressources

<http://edutechwiki.unige.ch/fr/cfao>



# EXEMPLES MANIPULABLES

# Atelier: Le prototypage conceptuel avec du physique

S'engager dans la pensée et la collaboration en utilisant des manipulables peut aider à créer des construits



90 min. workshop on defining roles for team work juillet, 2017, SDG Summer School, UniGE/Tsinghua



# Les “manipulables” pédagogiques

## Variantes

- **Kits physiques simples**,  
e.g. Fröbel Gaben, Lego, puzzles;
- **Kits augmentés**  
(avec électronique)  
e.g. Lego-Mindstorms, Cricket;
- **Micro-mondes**  
e.g. Logo, Scratch;
- **Simulations** et jeux sérieux.

## Variantes kits physiques:

1. **Construction & Design**  
(Fröbel)
2. **Manipulation conceptuelle**  
(Montessori)
3. **Jeu de rôle sur la réalité** (Dewey)

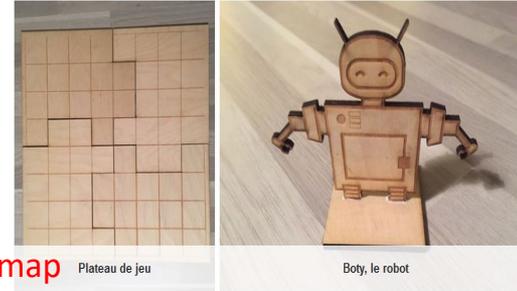
## Média manipulables.

1. Un jeu **d'éléments et d'opérations** de base,
2. qui peuvent être **combinées**,
3. prêts pour **l'exploration**.



# Programmation débranchée

N de carte	carte	Solution possible
carte 9 (intro 1 : p1 et p2 séparés)		<b>PROCEDURE 1</b>   <b>PROCEDURE 2</b>   <b>P1 P2 C ↑</b> <b>P1 P2</b>



map Plateau de jeu

Boty, le robot



Programming supports

Support Principal

Supports procédures

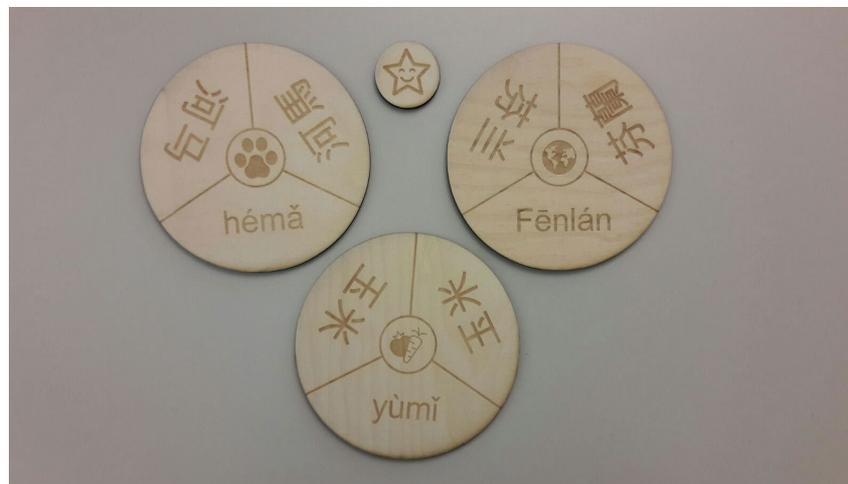
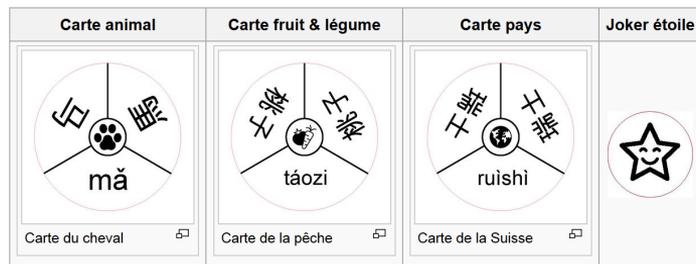


Pièces de déplacement  
instructions

Outils

Boîte à outils

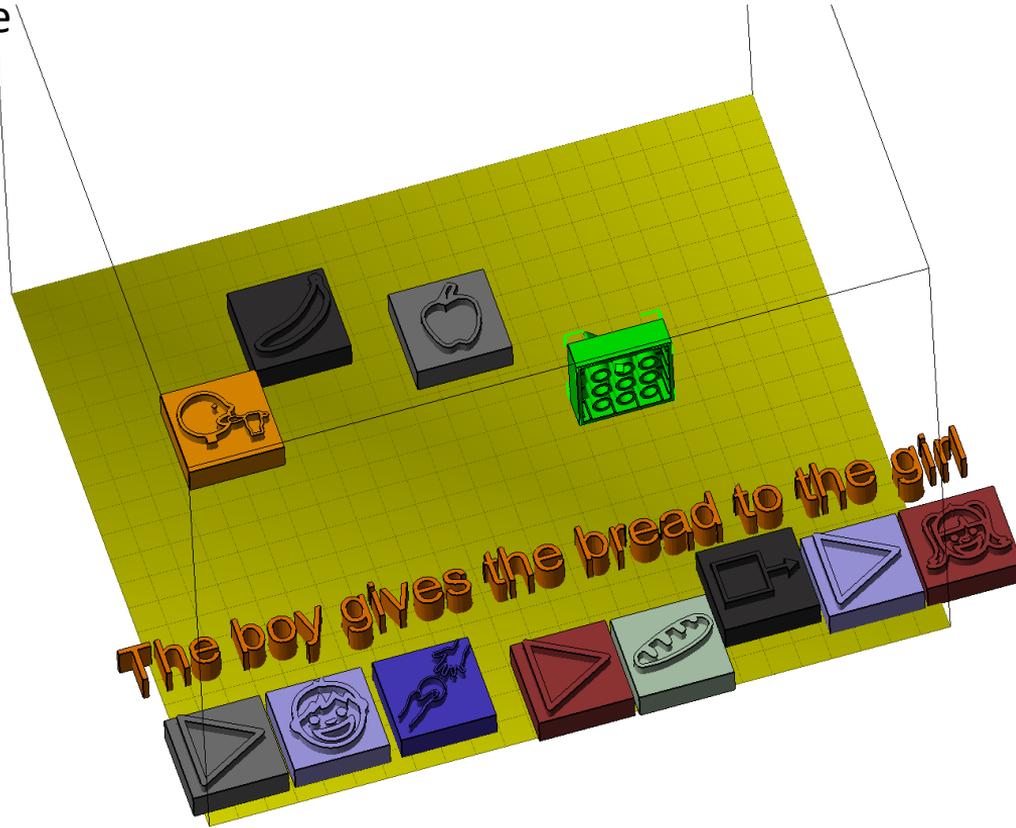
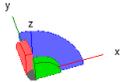
# Mots chinois



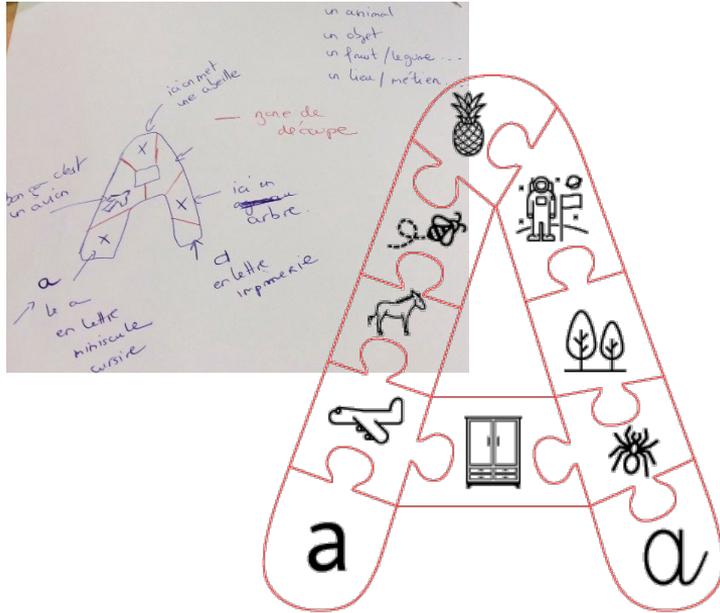
# Alternative communication with children that have cognitive trouble

Liste de mots

phrase

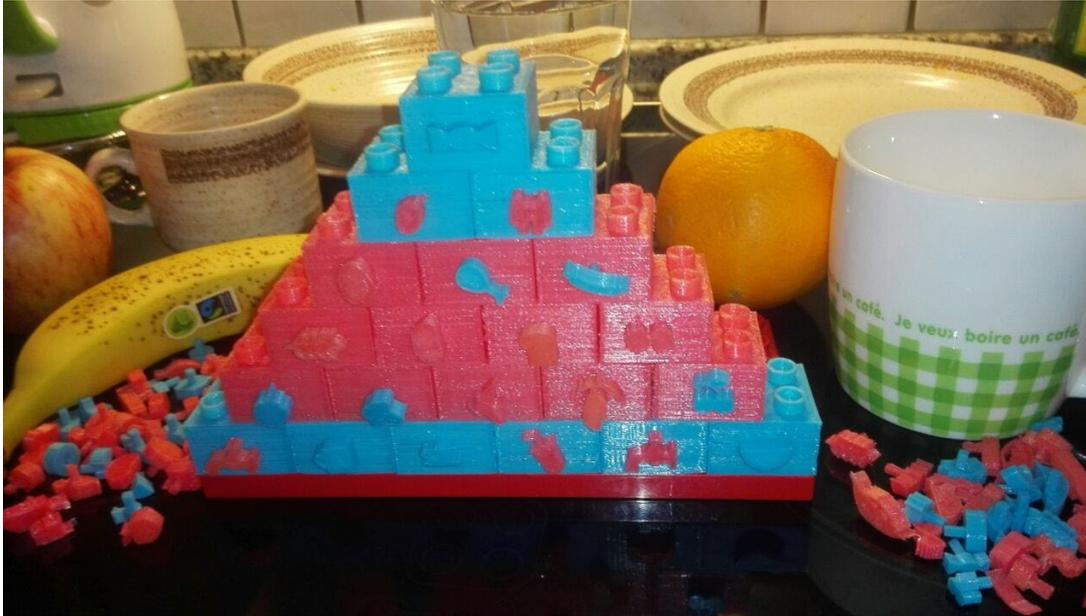


# Alphabet



[https://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC III \(2016\)/Les lettres de l'alpha](https://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC III (2016)/Les lettres de l'alpha)

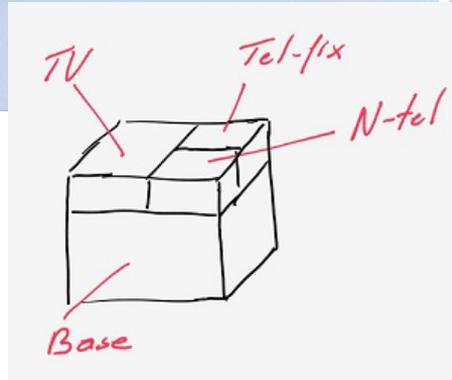
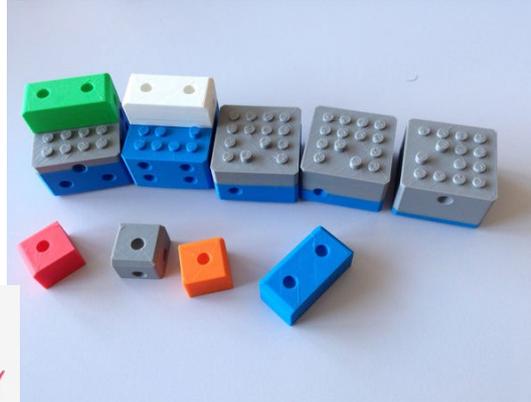
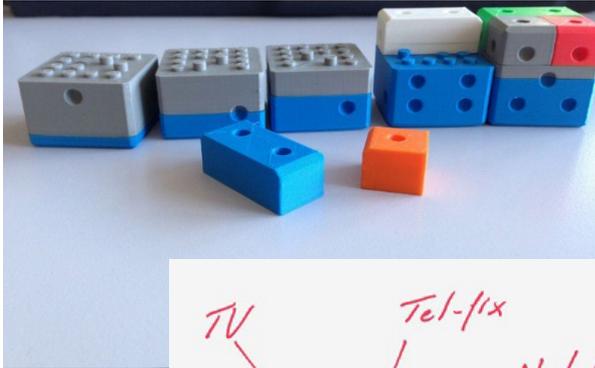
# Nutrition -pyramide de la nourriture



[https://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC\\_IV\\_\(2015\)/Pyramide\\_alimentaire\\_constructible](https://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC_IV_(2015)/Pyramide_alimentaire_constructible)

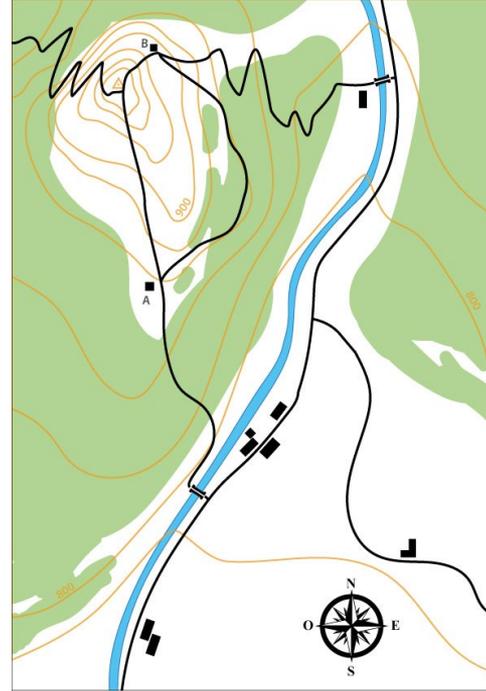
# Formation de vendeurs télécom

Assemble a global phone/cable TV offer



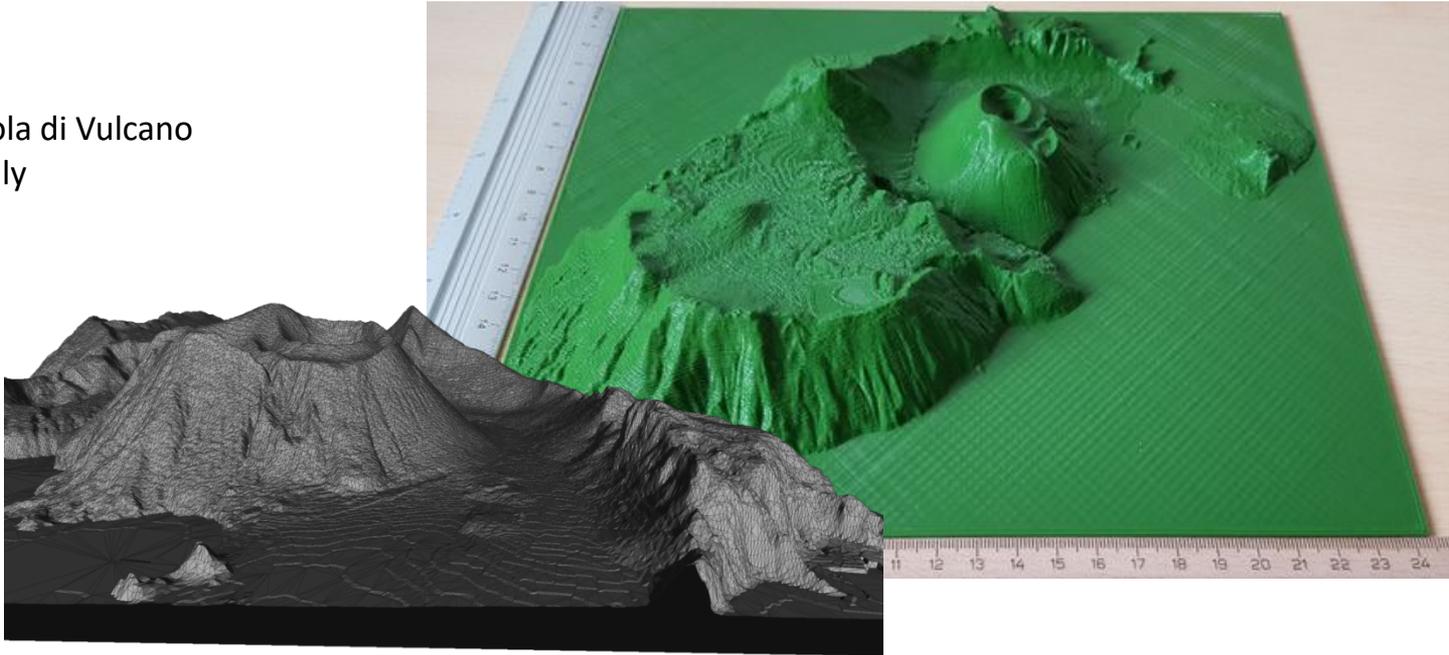
# EXEMPLES MODELES

# Géographie / Cartes / Topologie



# Visualisation de terrain (GIS data) & enseignement de risques

Isola di Vulcano  
Italy



[https://edutechwiki.unige.ch/en/3D\\_printing\\_of\\_digital\\_elevation\\_models](https://edutechwiki.unige.ch/en/3D_printing_of_digital_elevation_models)

# Molécules grandes & médicaments



Cox protéine



Drug : "Flubiprofen"



Drug : "Celecoxib" (non nettoyé)



Drug : "Diclofenac"

## Drugs that fit



Drug : "Nimesulid"



Drug : "Salicylic"



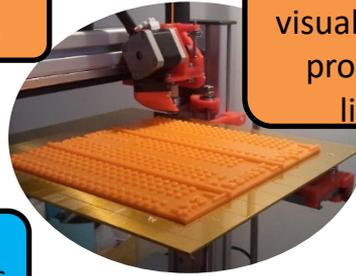
Drug : "Ibuprofen" (non nettoyé)

# EXEMPLES PHYSICALISATION

# Physicalisation de données pour le suivi

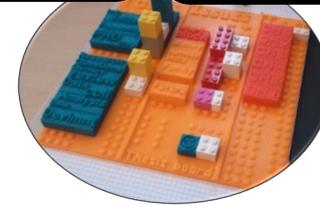
Visualisation de projets de thèse avec un dispositif physique et constructif

Version 1:  
(1 utilisateur)

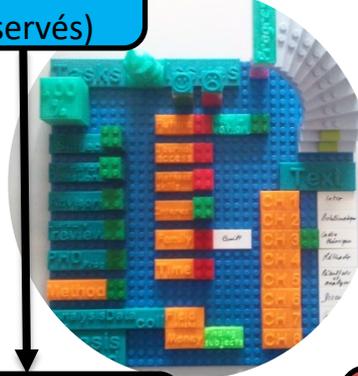


Une plaque pour visualiser tâches, problèmes & livrables

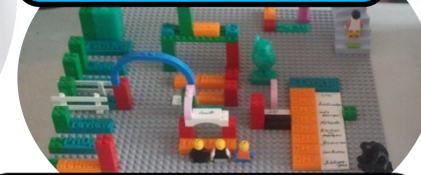
Briques «LEGO» pour détails et niveaux



Version 2:  
(3 utilisateurs observés)



Arrangement libre, autres briques, annotations texte



Appropriation et problèmes:  
(entretiens/obs.):

Créativité, trop de métacognition, impression que peu change ...

1. Aider les thésard(e)s avec un outil de gestion.
2. Utiliser notre imprimante 3D.
3. *Les représentations externes encouragent la cognition (Jansen)*



# Physcialisation avec des bijoux

Collier avec des perles qui résumet une activité

1. Running or walking **duration: Bead diameter**
2. Running or walking **distance: Bead length**
3. Average **speed: Resolution**  
(higher=faster)

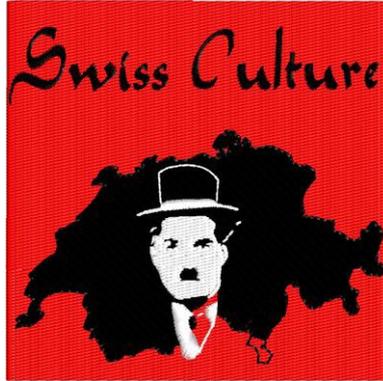


Modèle simplifié de:

Stusak, S., Tabard, A., Sauka, F., Khot, R. A., & Butz, A. (2014). Activity sculptures: Exploring the impact of physical visualizations on running activity

# EXEMPLES COMMUNICATION

# La fabrication digitale comme vecteur d'échange interculturel



Hypothèses à tester dans une recherche plus formelle:

1. Un environnement CFAO artistique concrétise des idées et des projets avec un engagement personnel intense.
2. Il permet de diminuer des barrières sociales et favorise un échange interculturel.
3. Les participants apprennent.
4. Une activité technique de ce type renforce la convergence entre les participants.



# Objets numériques vs. objets passifs

	Kits physiques, (Fröbel gifts, Lego, puzzles)	Kits avec électronique (Lego-Mindstorms, petits robots, ..)	Micro-mondes, (Logo, Scratch, )	Simulations et jeux sérieux.
Facilité de fabrication d'un artéfact	☺☺☺	☹	☺	☹
Facilité d'utilisation d'un artéfact	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺
Fiabilité d'un artéfact	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺
Coût	☺☺	☺	☺☺☺	☺
Centration sur l'essentiel	☺☺☺	☺	☺	☺
Suivi en salle de classe	☺☺☺	☺☺	☺	☺
.....	●	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺

*Un bon jeu de caractéristiques*