

Le « making » comme médium pour enseigner et apprendre des compétences du «21^e siècle»



Daniel K. Schneider,

Ancien professeur associé en technologies éducatives, TECFA/FPSE, Université de Genève

Faclab, Université de Genève

Arbores Tech Sàrl

10 juin 2022

Faculté des Langues, Lettres et Art

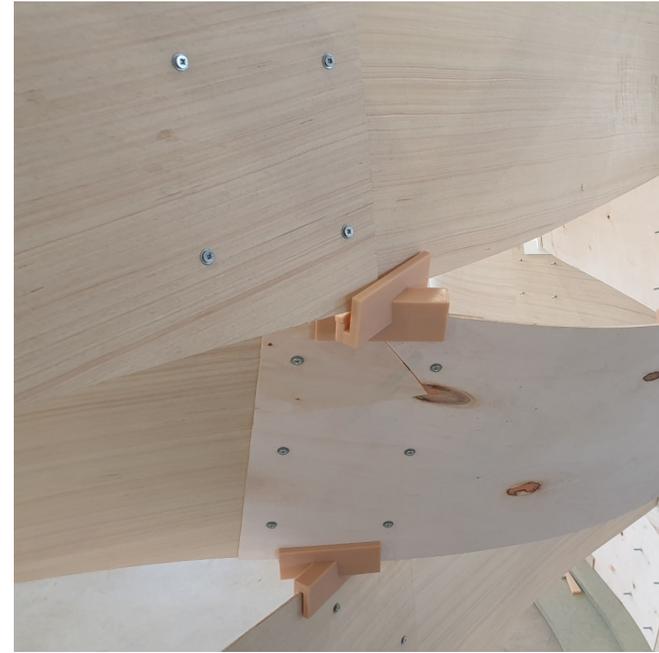
Université Ibn-Tofail, Kénitra (Maroc)

<http://edutechwiki.unige.ch/fr/kenitra22>



Plan

1. Le «Making» (conception & fabrication numérique, CFAO)
2. Le making dans l' éducation
3. Bases théoriques
4. Discussion & conclusion
5. Exemples (rapidement)

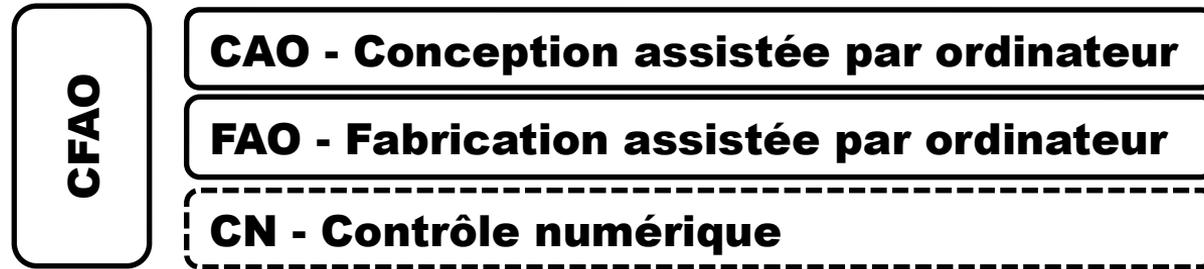


(vu au « tech space » de UIR, Maroc)

1. LE «MAKING»

La CFAO (conception et fabrication par ordinateur)

«making»



Origine du making grand public:

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

Quelques outils de making



Broderie numérique:

- Entre 1000 et 12000 Euros
- Logiciels assez chers (sauf un)
- Peu polluant
- Bruit



Impression 3D

- Entre 200 et 150'000 Euros
- Logiciels gratuits
- Très lent
- Odeurs, déchets

Découpe laser :

- Entre 500 et 100'000 Euros
- Logiciels gratuits
- Rapide
- Odeurs, Bruit

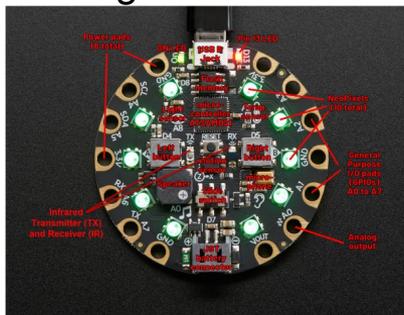


Découpe vinyle

- 150 à 1000 Euros
- Logiciels gratuits ou pas chers
- Rapide

Cartes électroniques

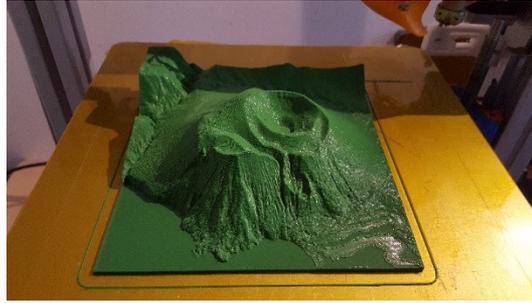
- 10 à 100 Euros
- Logiciels gratuits
- Programmation facile



Fraiseuse (CNC)

- 150 à 50'000 Euros
- Logiciels gratuits ou pas chers
- Lent, bruit





2. LE MAKING DANS L'ÉDUCATION

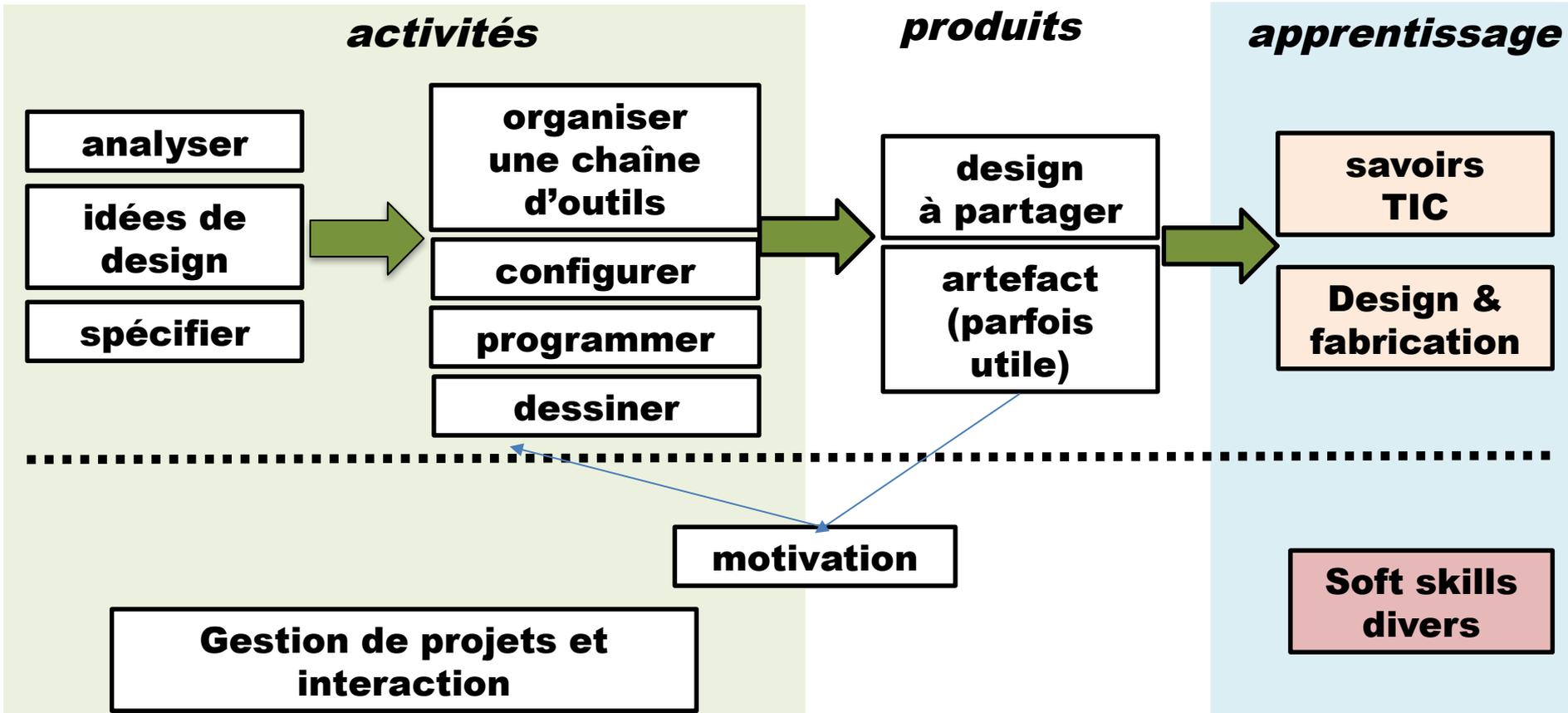


Pourquoi explorer la CFAO en éducation ?

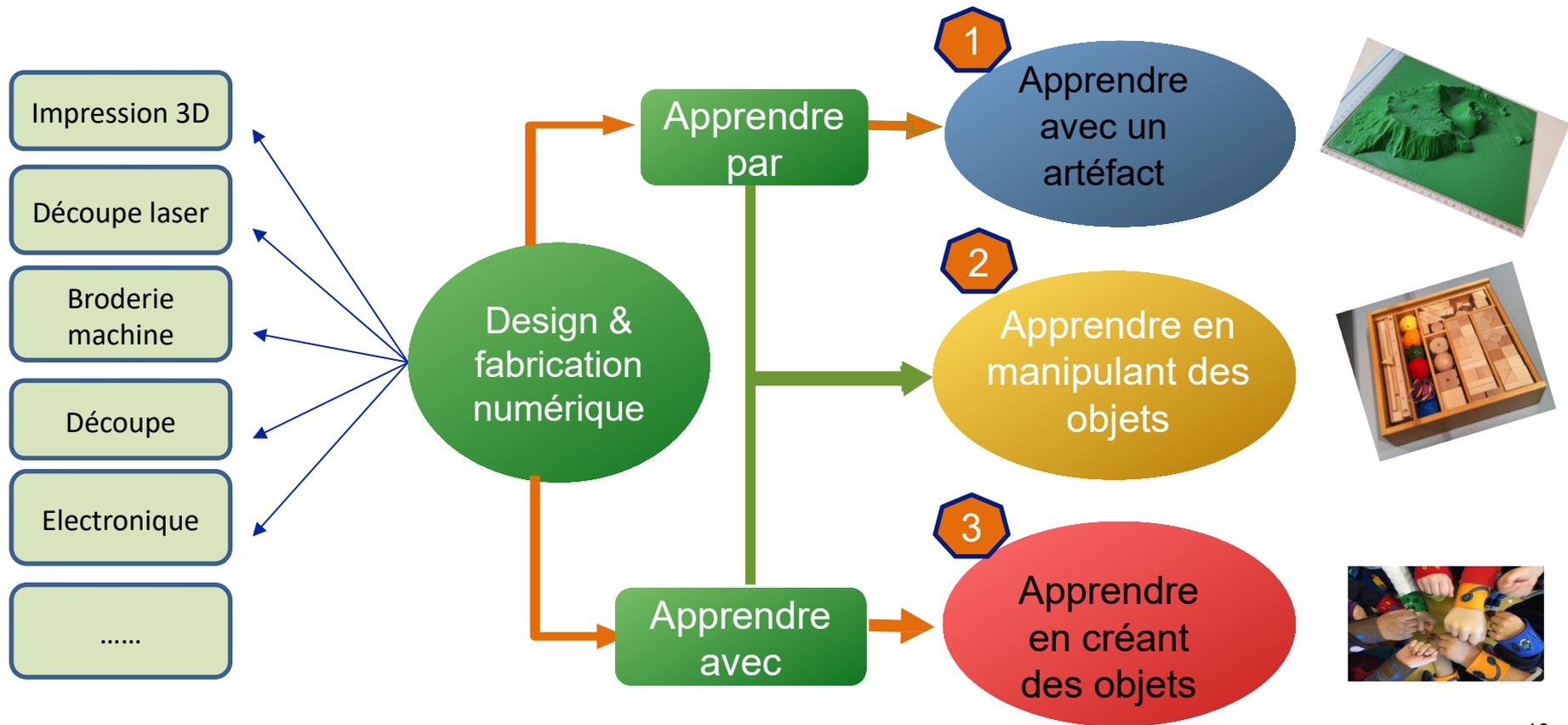
Medium pour **enseigner**: **programmation** (Brady, 2017), **dessin** vectoriel, **mathématiques**, **art** (STEAM), questions **environnementales**, **sociétales**, etc.,

1. « Faire » stimule **résolution de problèmes**, **planification**, **coopération** et développe des **compétences métacognitives** (Blikstein, 2013).
2. Le making favorise le « ***design thinking*** » et développe des **compétences en conception** (Barlex, 2011).
3. Les enseignants peuvent **créer ou adapter des objets d'apprentissage** constructionnistes (Zuckerman, 2006; Schneider et al, 2017).
4. Elle **motive**, car elle aboutit à un produit (Kostakis, 2015)

Workflow et savoirs mis en action en CFAO

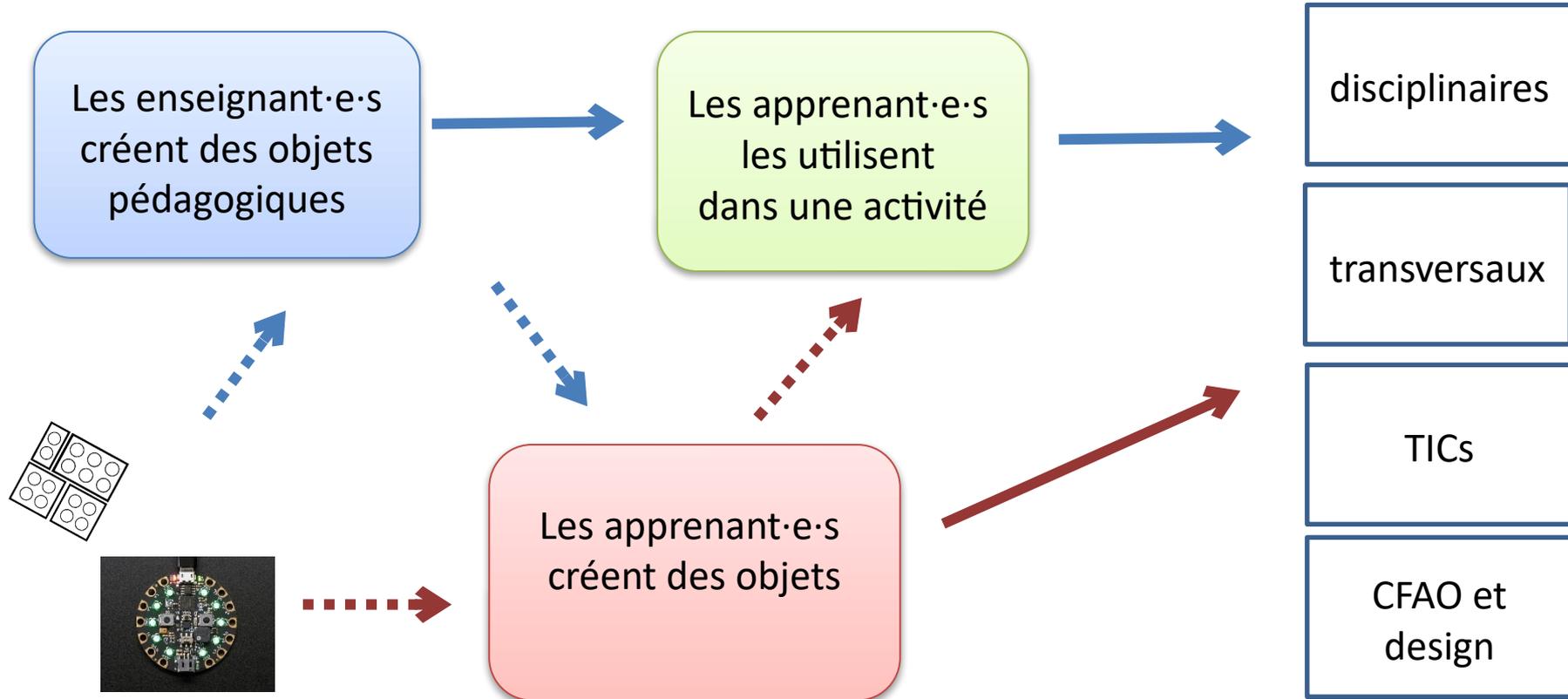


“Making” dans l’éducation : 2 axes



Opportunités pédagogiques de la CFAO

Savoirs

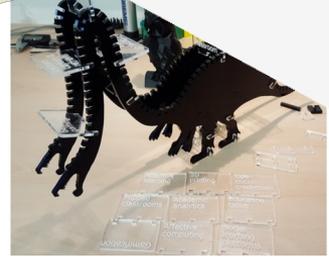
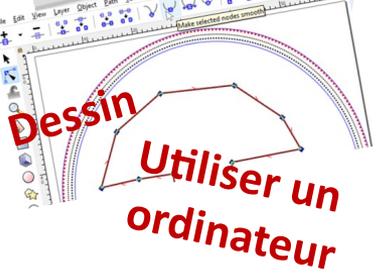
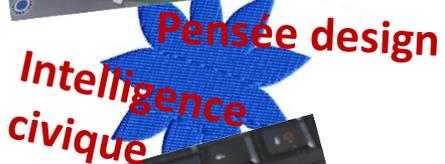
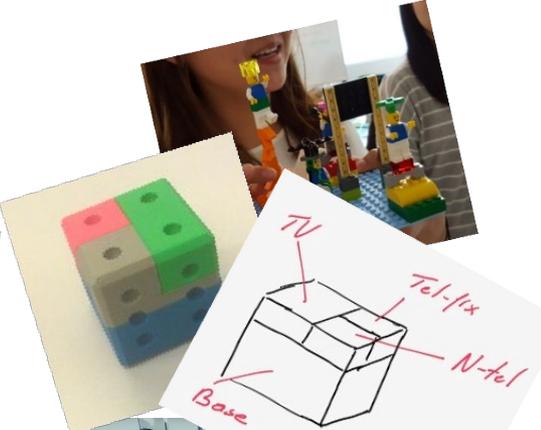
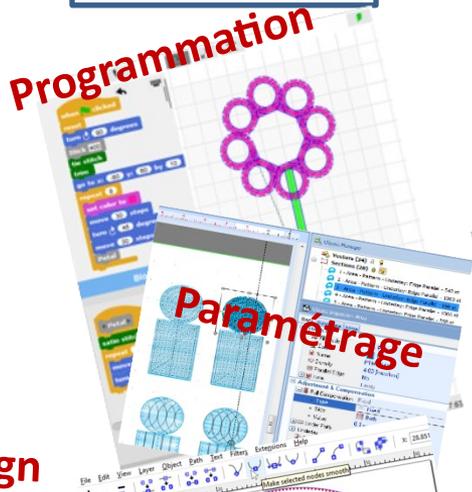


Savoirs
disciplinaires

Savoirs
transversaux

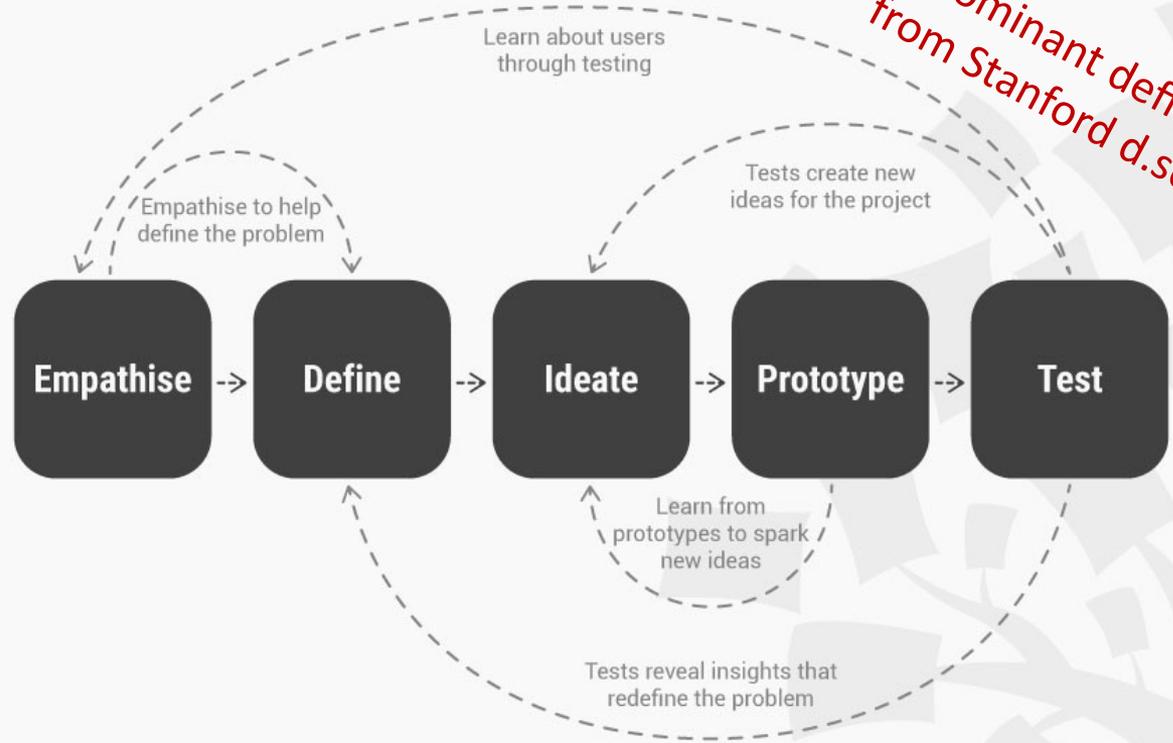
TICs

Making



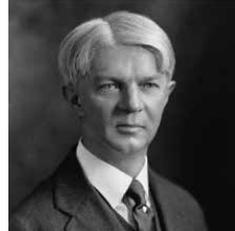
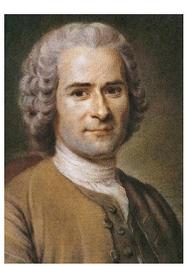
DESIGN THINKING: A NON-LINEAR PROCESS

*A dominant definition
from Stanford d.school*



Le **Making** est lié au «**Design Thinking**»
(une compétence du 21e)





3. Bases théoriques

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)

Resnick, 1956,-

- Lifelong Kindergarten, Scratch



Promouvoir
l'apprentissage par
la manipulation
physique

Le kit de construction:

- 1. un jeu d'éléments et d'opérations**
- 2. qui peuvent être combinées**
- 3. Prêt à l'utilisation**

- 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

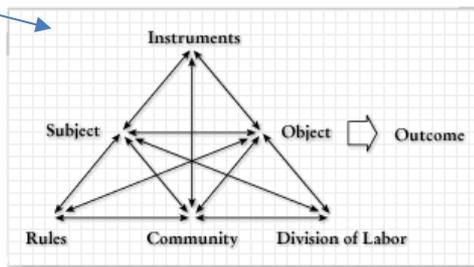
- *Interaction Design* (en IHM)

L'apprentissage a lieu dans un contexte social, culturel et matériel.

L'apprentissage est fruit de réflexion sur connaissances sociales. Les activités sont :

- centrées sur des objets porteurs de culture ;
- médiatisées par des outils porteurs de culture ;
- organisées socialement.

Les activités sont hiérarchisées : activité (besoins, motivation), action (but), opération (tâche) ;



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

• L'enseignant comme guide

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

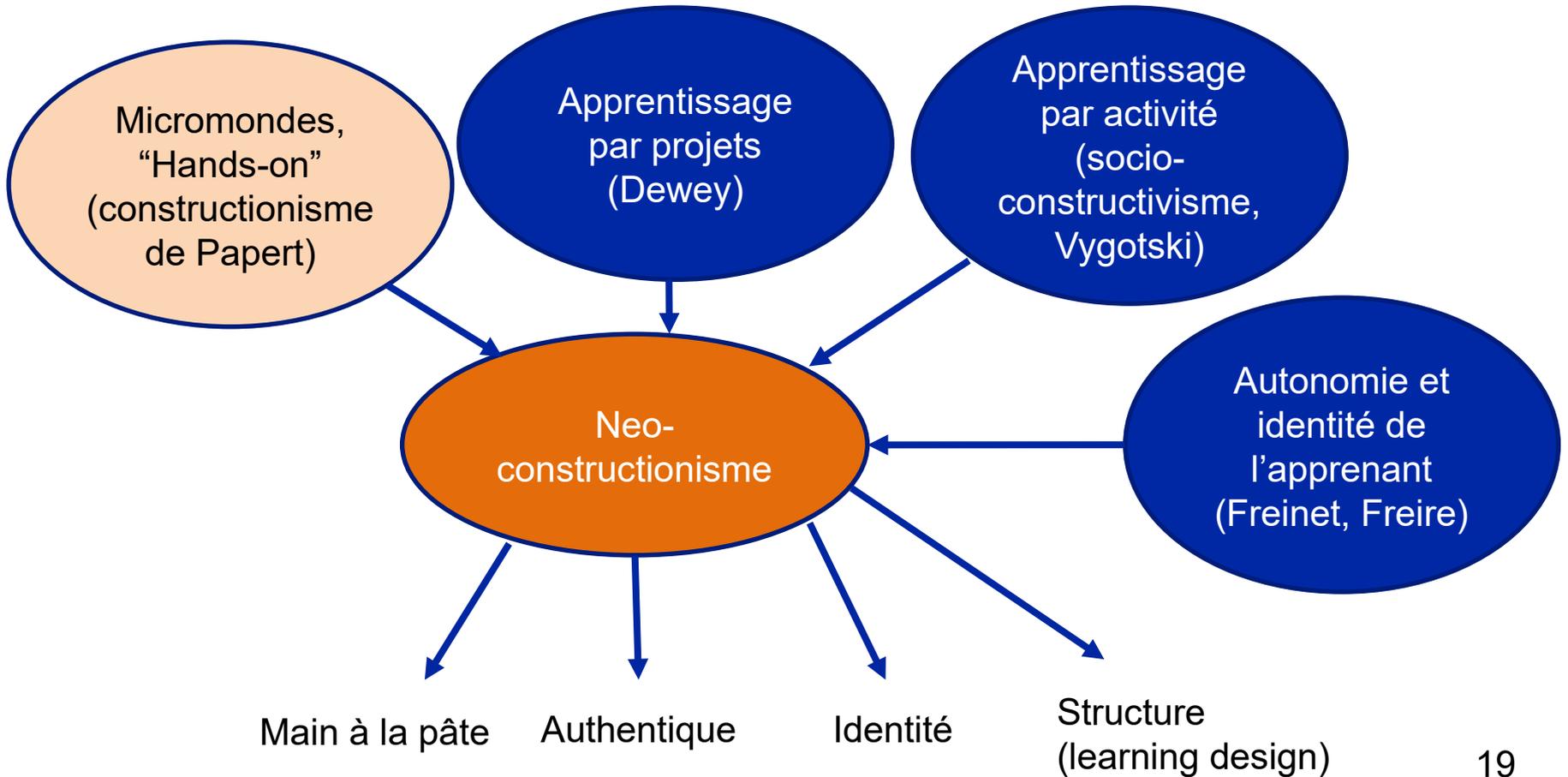
Freire, 1921-1997

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

• Respect de l'autonomie

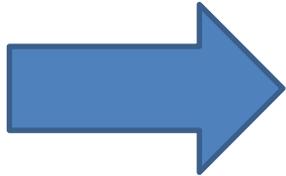
4. Conclusion

Synthèse d'influences théoriques



Etat de la recherche

- Plusieurs centaines de publications 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)

La majorité de la recherche sont du type “création de théorie” et “implémentation” Concernant les compétences 21^e siècle, 4 idées se dégagent

Feelings of engagement and empowerment fostered by these experiences indicate that computational-design tools for novices could serve as a powerful way to positively change people’s understanding of the relevance and applications of programming, while fostering technological and aesthetic literacy in the process (Jacobs and Buechely, 2013)

The creation of computational artefacts as a means of expression could be an exciting way to develop computational literacy. (Chytax, Tsilingiris and Diethelm, 2019)

In addition to constructionism, the interaction between body and mind, creativity and technology and self and environment.”, i.e. be-greifbarkeit, imagineering and self-efficacy are essential requirements for learning environments for digital fabrication that facilitate *Bildung* (Katterfeldt and Dittert, 2015)

motivation

Auto-efficacité

Compétence numérique

«Bildung»

The data shows that building the projects in our structured curriculum impacts builders’ technological self-efficacy, leading to an increase in students’ comfort with, enjoyment of, and interest in programming and electronics. (Qiu et al. 2013)

A school may purchase a 3D printer for educational purposes, only to have its student-makers print other people’s models without learning to make their own. To prevent this kind of situation, educators must capitalize on the maker movement in ways that facilitate what we call computational making, which involves both meaningful cognition and the making of artifacts. (Johnson, 2017)

Points importants

Utiliser ou faire créer des objets est compatible avec la plupart des modèles pédagogiques (donc on n'est pas obligé de suivre par exemple une logique «constructionniste»)

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)

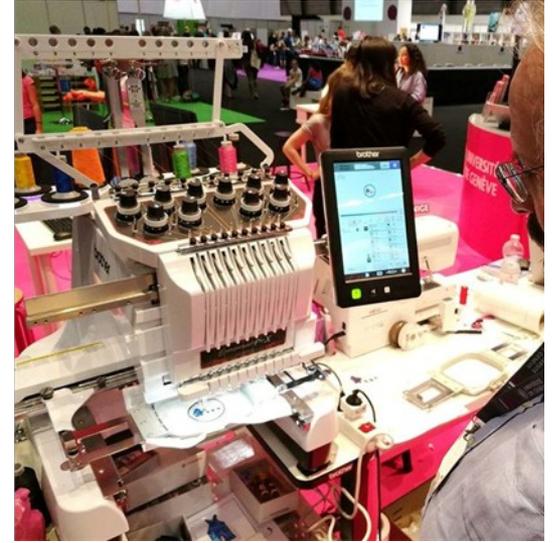


5 EXEMPLES



Comparaison de technologies making

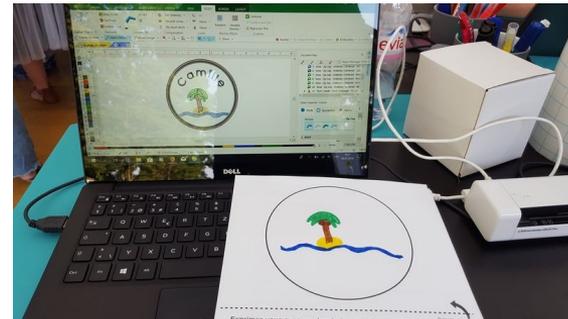
	Temps de réalisation	Nuisances	Ratages	Prix	Difficulté	Expression artistique
Impression 3D	Très lent	bruit faible, énervant, odeur, déchets	moyen	faible	moyenne	faible
Découpe laser	rapide	bruit fort, odeur, déchets	peu	moyen-élevé	faible	faible
Découpe vinyle	Très rapide	non	peu	très faible	faible	faible
Broderie	Rapide	bruit	moyen	faible	moyenne	moyenne
Fraiseuse CNC	Très lent	Bruit, poussière	moyen	moyen	élevée	faible
Cartes électroniques	rapide	non	non	moyen	moyenne	faible



COMMUNIQUER ET SURCYCLER AVEC LA BRODERIE

«Workflow» de la broderie machine

1. **Dessin** (à la main, avec logiciel de dessin, image téléchargée etc.)
 2. Conversion en **format vectoriel** (si besoin)
 3. Adaptation aux **contraintes** de la broderie
 4. Transformation en « **objets de broderie** »
 5. **Paramétrage** et ajustement (densité de points, motifs, ordre, chevauchement, etc.)
 6. Génération de **points**
 7. Conversion en **format** machine propriétaire (.pes, .art, .jef, .dst etc.)
 8. **Réalisation** avec une brodeuse
 9. Partage des fichiers
- Un seul logiciel de design libre: <https://inkstitch.org/> (extension InkScape)
 - Programmation, basée sur Snap!: <https://www.turtlestitch.org/>
 - Commercial (gratuit pour l'éducation): [Stitch Era](#)



Bénéfices de la broderie

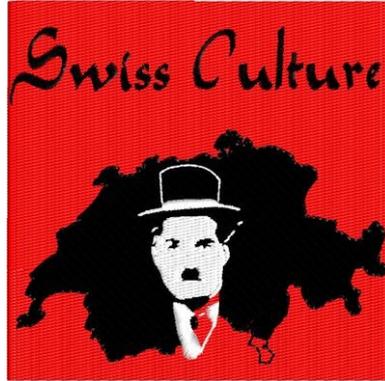
Informatique (TIC)

Design

Ecologie, identité,
...

Savoirs
transversaux

La broderie numérique comme vecteur d'échange interculturel (exemple réalisé par des étudiants)



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.



Surcycler avec des emoji

1)Emoji Embroidery Project

2)Une base d'emoji numérisés, réutilisables à des fins non-commerciales

3)Sensibilisation au surcyclage

4)Des tutoriels qui expliquent comment les utiliser et comment en créer d'autres

5)https://edutechwiki.unige.ch/fr/Emoji_Embroidery_Project



Intérêt et motivation pour la broderie

Enquête auprès de participants à la «nuit de la science»
(2018)

Résultats valables: N=68

Evaluation de l'activité sur une échelle de 1 à 7:

- **Intérêt, M = 6,91**
- écart-type=0,29, IC 95% = [6,84, 6,98],

Motivation pour en savoir plus sur la broderie numérique:

- **M = 5,69** (ET = 1,55, IC 95% = [5,32, 6,07]).



Difficultés en broderie

Nos observations qualitatives montrent que les participants (de tout *background*) ont **plusieurs difficultés majeures**:

- traitement d'images matricielles, vectorisation, manipulation de vecteurs et dessin, paramétrage, etc.),
- mais ils acceptent le challenge et apprennent certaines choses.

Côté positif:

- Un dessin brodé est souvent plus joli qu'un dessin sur papier ou à l'écran...
- La **compétence faible en broderie traduit une compétence numérique faible** (présente donc un moyen d'agir !)

EXEMPLES MANIPULABLES (DÉCOUPE LASER/IMPRESSIION 3D)

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)

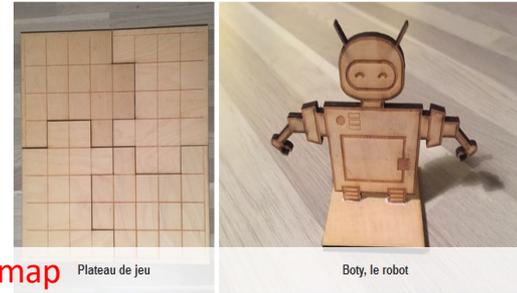
Média manipulables.

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

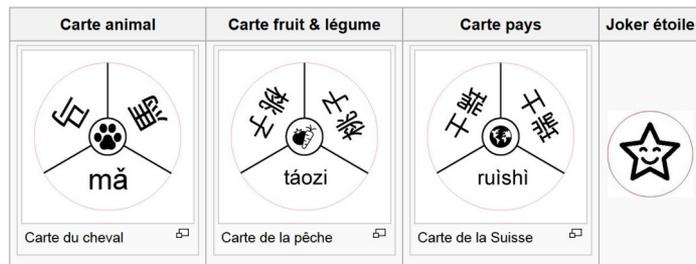


Programmation débranchée

N de carte	carte	Solution possible
carte 9 (intro 1 : p1 et p2 séparés)		PROCEDURE 1 PROCEDURE 2 P1 P2 P1 P2



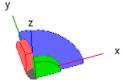
Mots chinois



Communiquer avec des enfants en situation de handicap cognitif

Liste de mots

phrase



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)

Symboles Dongba



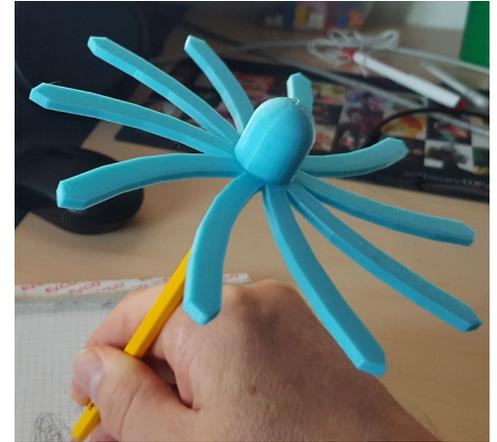
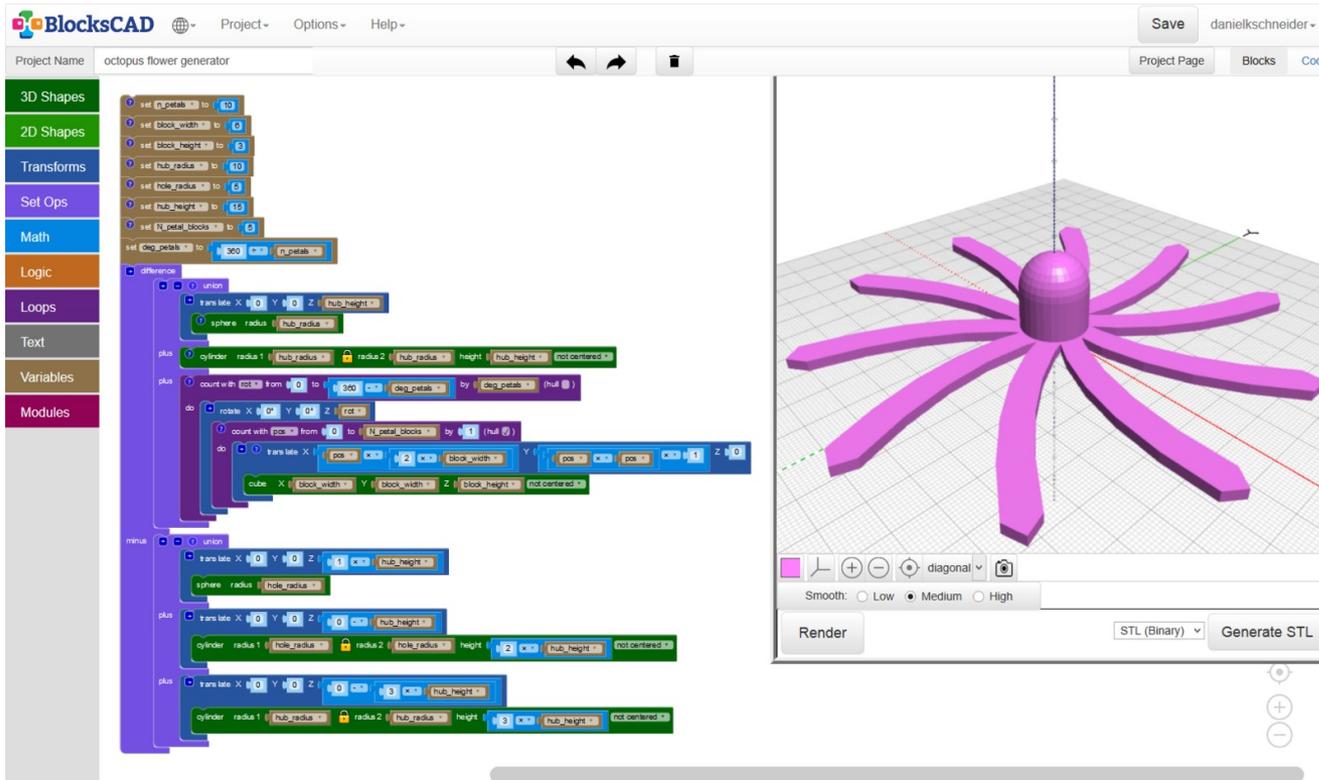
Matériel pédagogique fait avec Jue Wang Szilas, la responsable d'un projet MOOC sur l'écriture Dongba.

<https://faclab.ch/node/69>

EXEMPLES CONCEPTION D'OBJETS PAR PROGRAMMATION

Programmed 3D objects - <https://www.blockscad3d.com/>

Programmer des objets, apprendre à programmer en créant



See also: <https://www.tinkercad.com/learn/codeblocks>

Programmer de la broderie - <https://www.turtlestitch.org/>

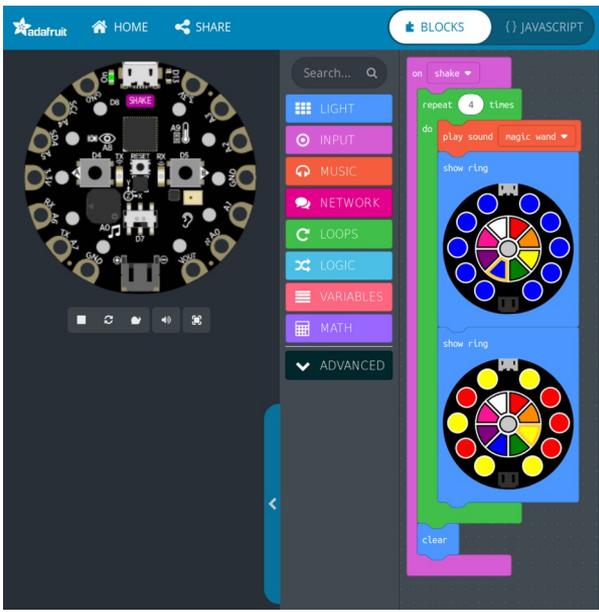
The screenshot displays the TurtleStitch software interface. The main window is titled "Simple flower made with satin lines using blocks". On the left, there is a "Main program" area with a "when clicked" trigger, a "reset" block, and a "repeat" loop for drawing petals. A "Block Editor" window is open, showing a detailed view of a "stick" block with parameters like "height", "pen color", "pen down", "thickLine", "pen up", "set origin-x", "set origin-y", "point in direction", and another "repeat" loop for drawing the stem and leaves. The interface also includes a grid for visualizing the embroidery path and a status bar at the bottom showing "Stitches: 2695", "Jumps: 65", and "Size: 7.51 x 15.62 cm".



EXEMPLES ELECTRONIQUE

Digital Electronics – with Adafruit CPX <https://makecode.adafruit.com/>

Création de «wearables» (enseignants ou élèves)



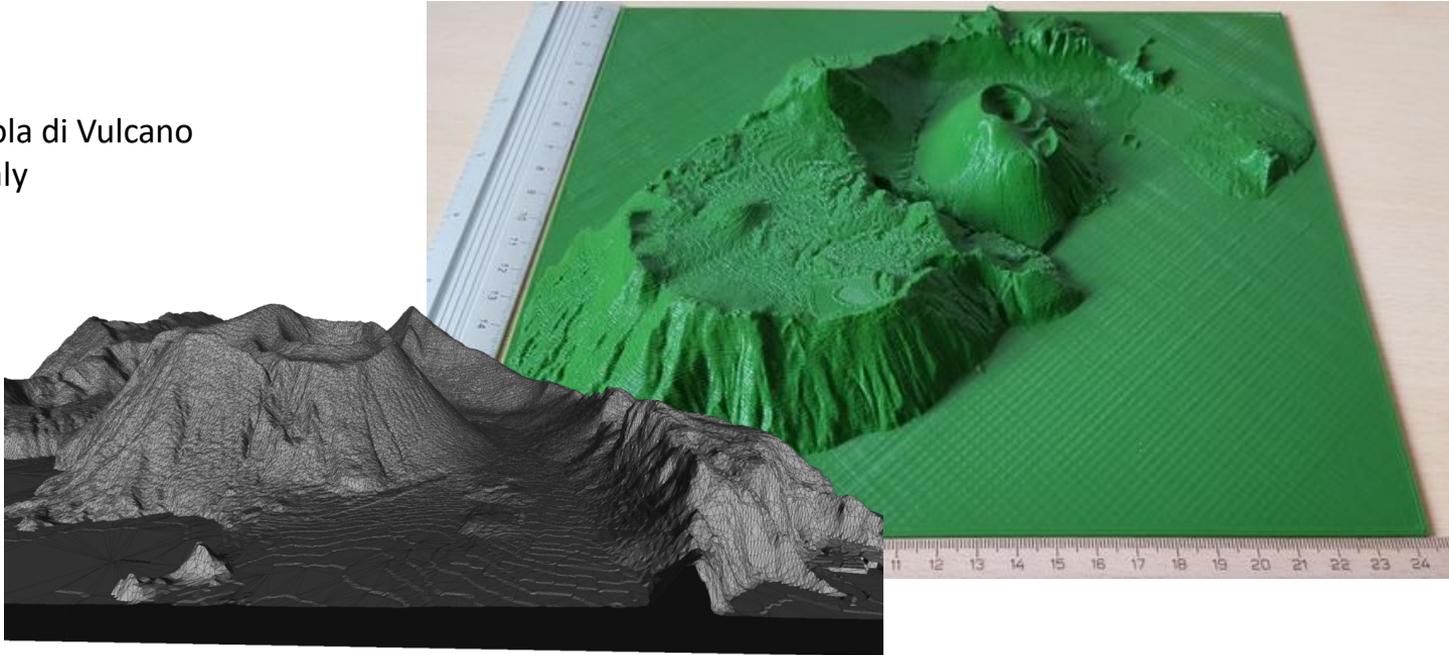
EXEMPLES MODELES (IMPRESSION 3D/DÉCOUPE LASER)

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

Molécules larges & médicaments



© André Camacho

Cox protéine



© André Camacho

Drug : "Flubiprofen"



© André Camacho

Drug : "Celecoxib" (non nettoyé)



© André Camacho

Drug : "Diclofenac"

Drugs that fit



© André Camacho

Drug : "Nimesulid"



© André Camacho

Drug : "Salicylic"



© André Camacho

Drug : "Ibuprofen" (non nettoyé)

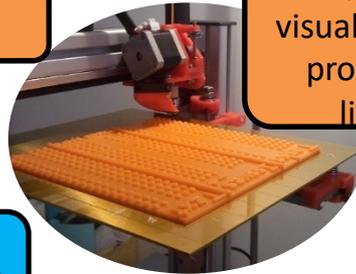
EXEMPLES PHYSICALISATION (IMPRESSION 3D)

Physicalisation de données pour le suivi

Visualisation de projets de thèse avec un dispositif physique et constructif

- Aider les thésard(e)s avec un outil de gestion.
- *Les représentations externes encouragent la cognition (Jansen)*

Version 1:
(1 utilisateur)

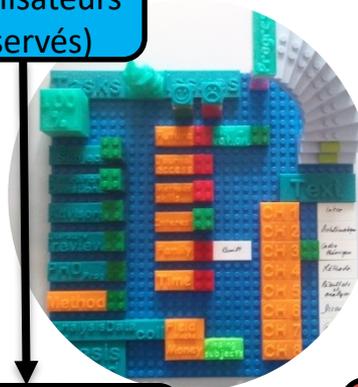


Une plaque pour visualiser tâches, problèmes & livrables

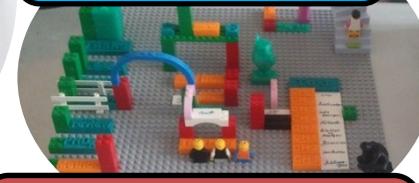
Briques «LEGO» pour détails et niveaux



Version 2:
(3 utilisateurs observés)



Arrangement libre, autres briques, annotations texte



Appropriation et problèmes:
(entretiens/obs.):

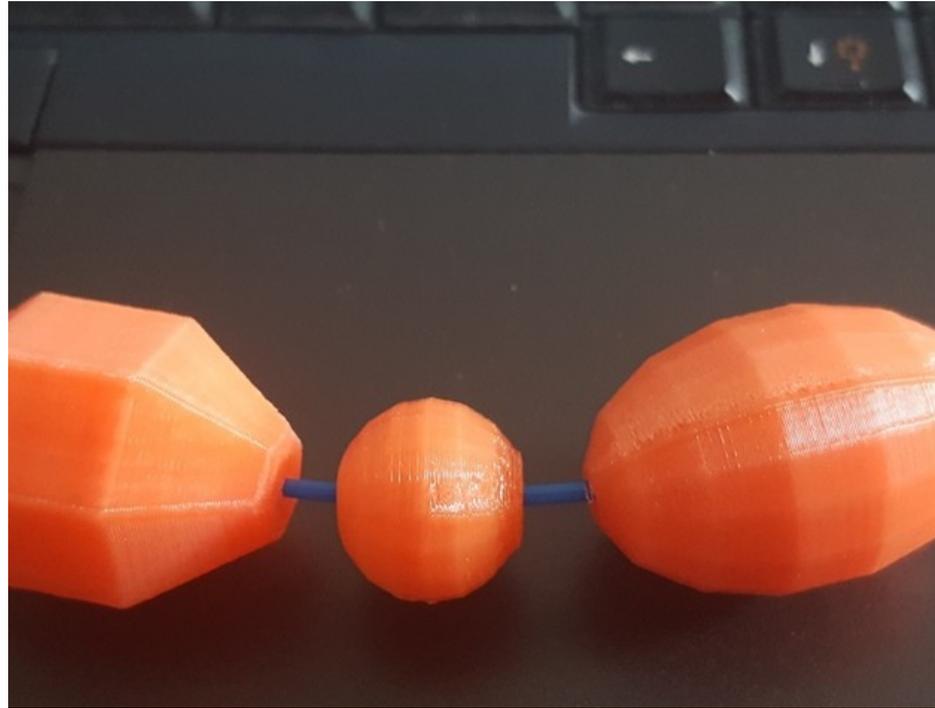
Créativité, trop de métacognition, impression que peu change ...



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

Liens



<http://edutechwiki.unige.ch/fr/kenitra22> (liens, ressources workshop)

<http://tecfa.unige.ch/tecfa/talks/schneide/kenitra2022> (ces transparents)

<http://edutechwiki.unige.ch/fr/CFAO> (portail making de EduTech Wiki)