

# Baliser la créativité lors de projets en sciences

Présentation effectuée dans le cadre de l'AQPC

Par Martin Brisson [mbrisson@cuniversel.ca](mailto:mbrisson@cuniversel.ca)

Projet effectué dans le cadre d'une maîtrise à l'UQO sous la direction du professeur Marco Barroca-Paccard

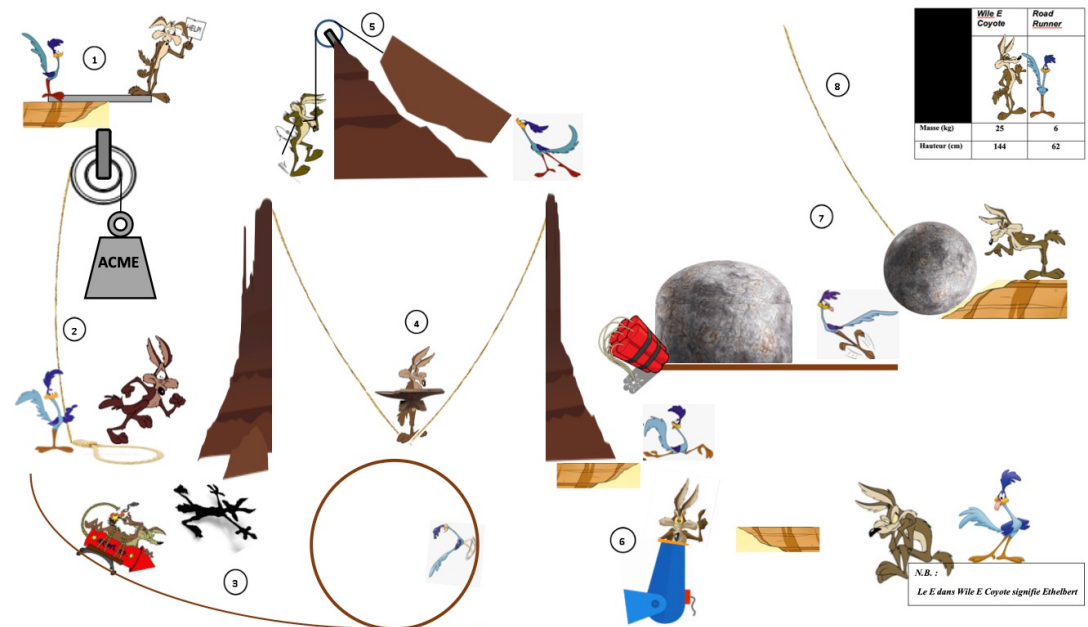
©Juin 2024



**COLLÈGE  
UNIVERSEL**  
CAMPUS GATINEAU

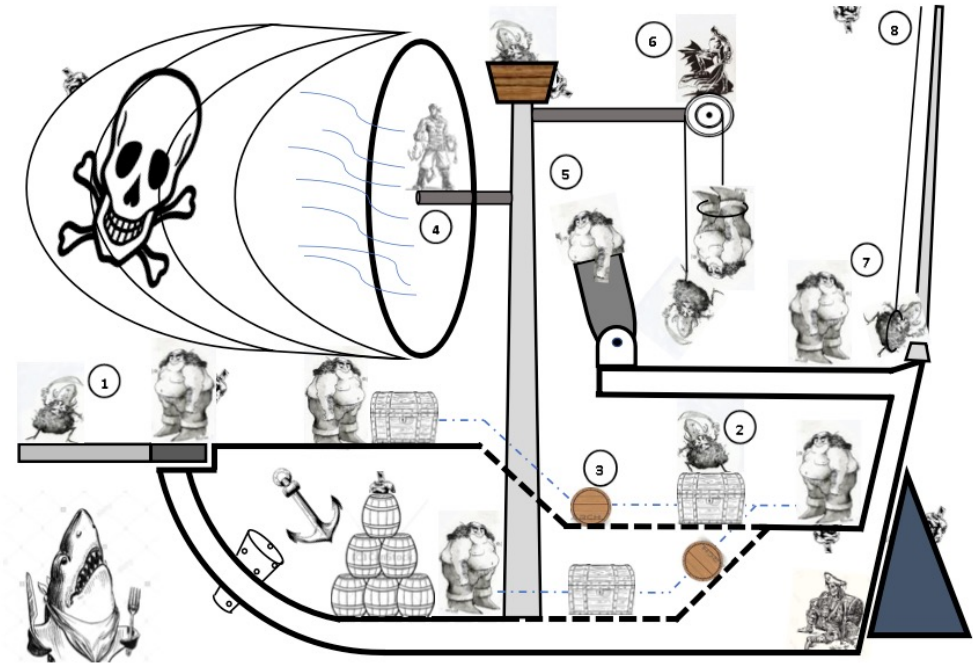
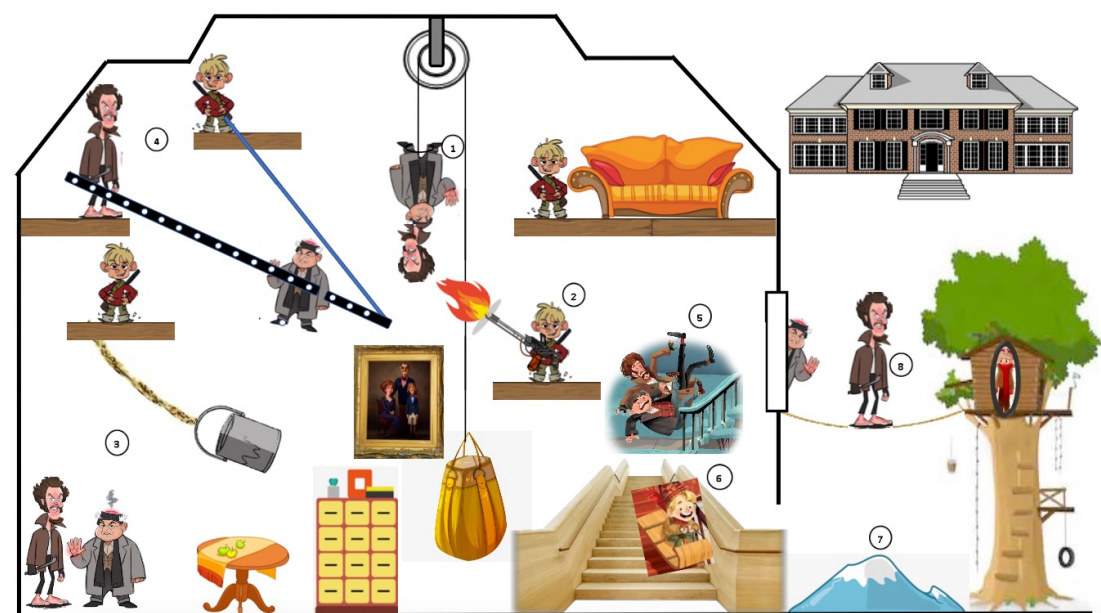






|              | Wile E Coyote | Road Runner |
|--------------|---------------|-------------|
| Mass (kg)    | 25            | 6           |
| Hauteur (cm) | 144           | 62          |

N.R. :  
Le E dans Wile E Coyote signifie Ethelbert



Qui suis-je ?



# Contexte

- Le projet se situe tant au niveau primaire que secondaire ou collégial.





# 1) Problématique



L'enseignement des sciences par investigation scientifique et ses limites



L'erreur, une étape du cycle d'investigation et non une finalité



L'émergence des laboratoires créatifs et les nouvelles compétences rattachées

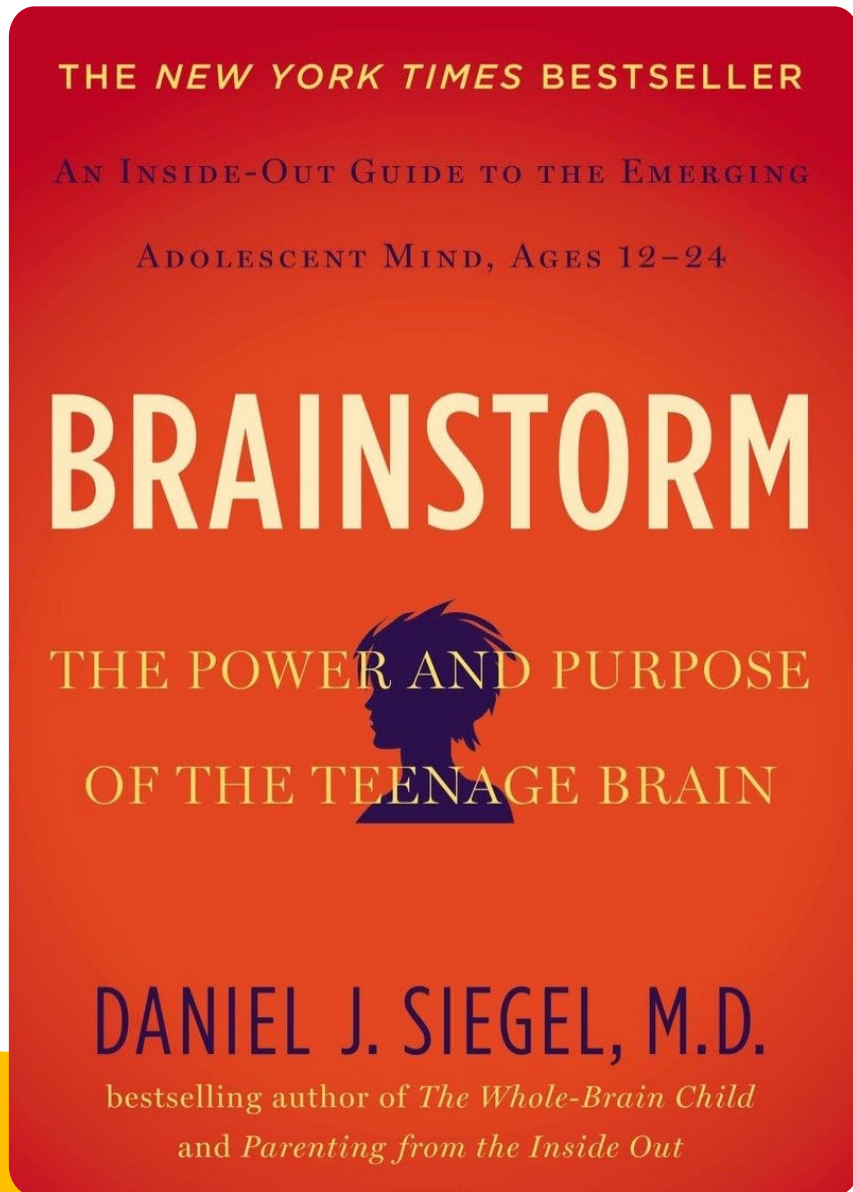


# L'éducation : au banc des accusés



Attention, image fallacieuse => Divergent thinking experience





## **Brainstorm:** The power and purpose of the teenage **brain**

Dr Daniel J. Siegel\*

- Traite du potentiel et des forces du cerveau lors de l'adolescence.
- Plus porté à prendre des risques et à rechercher les expériences nouvelles.
- Remodelage du cerveau pendant l'adolescence.

\*Diplômé de Harvard, il enseigne la psychiatrie à la Faculté de médecine de l'Université de Californie (UCLA)

## 1.1 L'enseignement des sciences par investigation scientifique et ses dérives

La force de la méthode scientifique réside dans sa manière de

- Développer un esprit critique;
- Se questionner;
- Se positionner ;
- Développer un argumentaire basé uniquement sur les faits, le tout avec rigueur (**Potvin, 2019**).

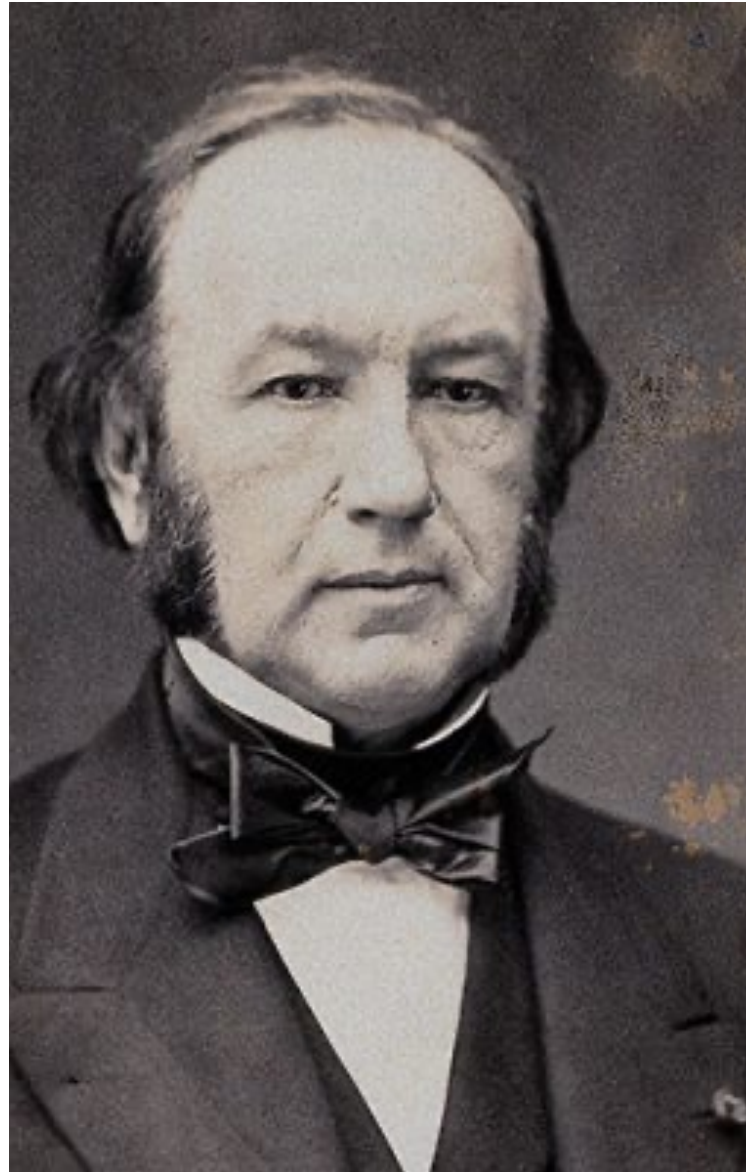
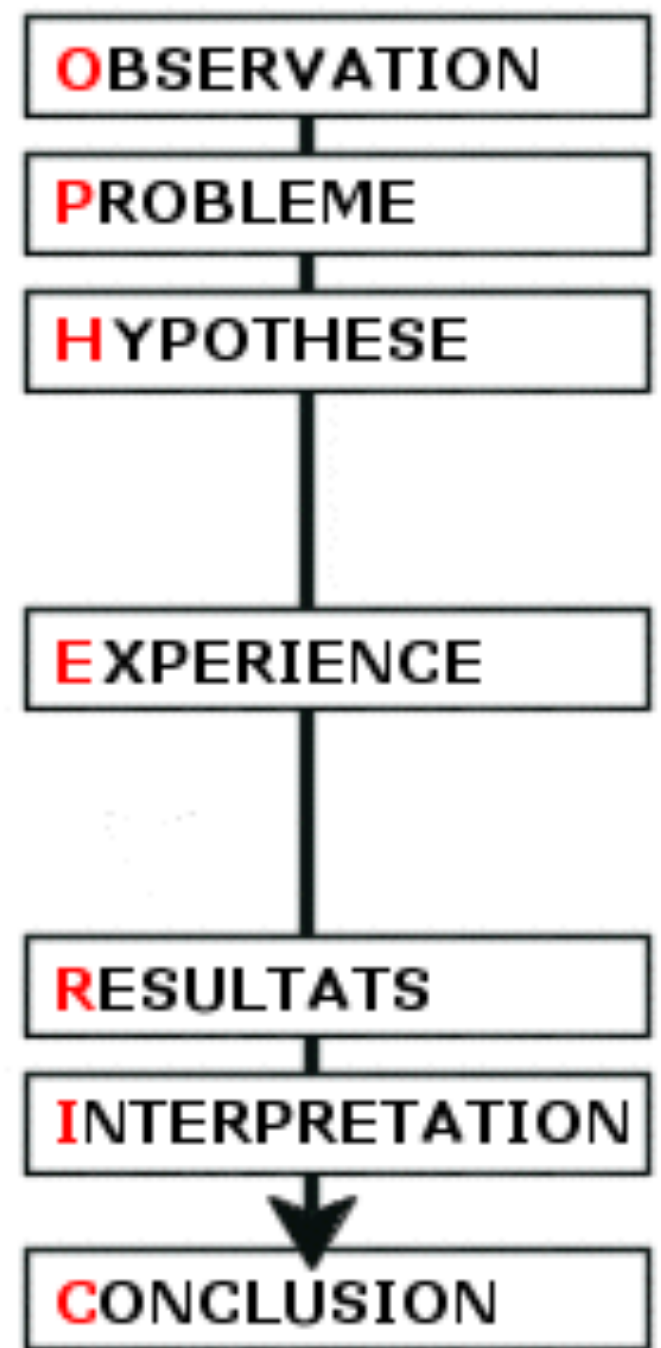


Figure 1 : Claude Bernard (1865)

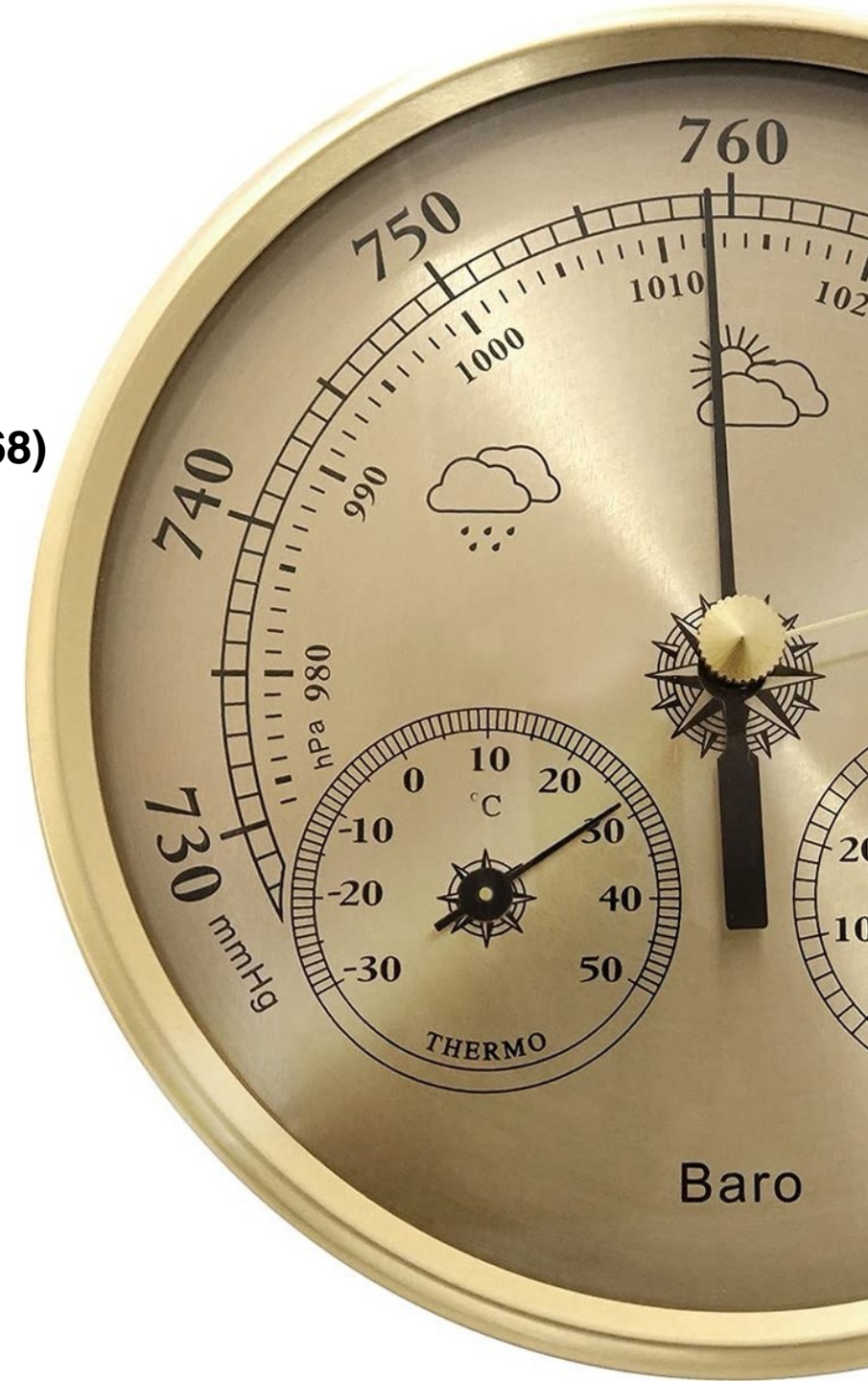




**Angels on a pin (101 ways to use a barometer), Alexander Calandra (1968)**

Parabole racontant comment un étudiant qui tente de résoudre un problème proposé par l'enseignant, avec une méthode autre que celle qui est attendue par le système, se heurte à ce dernier.

La fiction de Calandra (1968) est encore d'actualité et critique le cadre rigide qu'est parfois l'enseignement et l'évaluation des sciences à l'école (Sanders, 2015).



# L'éducation une ou la recette du succès ?

- Difficulté à saisir les difficultés des élèves et certains enseignants se limitent à répéter une série d'opérations de manière séquentielle (**Bachelard, 1938, cité dans Astolfi, 2020**).
- Apparition d'un sentiment d'incompétence et d'insécurité lorsqu'une solution non prévue par l'enseignant survient (**Brisson et al., 2013**).
- L'enseignement des sciences se limite parfois à des expériences qui tendent à reproduire des découvertes historiques majeures de manière séquentielle (**Cariou, 2001; Potvin, 2019**).
- Les laboratoires sont appliqués sous la forme du modèle OHERIC qui ne représente pas la richesse d'une démarche d'investigation scientifique (**Cariou, 2001; Potvin, 2019**).
- Les activités telles que « les hésitations, les avancées, les échecs, les recadrages et les reculs » sont peu présentes en milieu scolaire (**Potvin, 2019, p. 148**)





# Conséquences



## 1.2 L'erreur, une étape du cycle d'investigation et non une finalité

- Certains étudiants sont amenés à se concentrer surtout sur la mémorisation de savoirs scientifiques sans réellement tenter de donner un sens aux concepts (**Redish et al., 1998**).
- Le système scolaire met l'accent sur une méthode de compréhension de la théorie purement scolaire (**Jacobson et al., 2016**).
- Les apprenants doivent repenser leur conception profonde de ce qu'est un échec et le remodeler (**Cauley et McMillan, 2010**).
- L'erreur ne doit pas être une finalité, au contraire il faut prendre du recul, la comprendre et débiter un processus d'analyse et d'auto-critique (**Oliver et Shah, 2006**).





## 1.3 Les nouvelles compétences à l'ère du numérique et de la mondialisation



Le contexte actuel nécessite une approche plus créative, moins linéaire (**Abergel, 2011**) faisant place à l'erreur ce qui permettrait de :

- Développer une capacité de prise de conscience de problèmes globaux ;
- Développer la créativité ;
- Développer une capacité de résoudre des problèmes de façon collaborative,
- Rendre les apprenants autonomes

**(Furlong et al., 2019)**

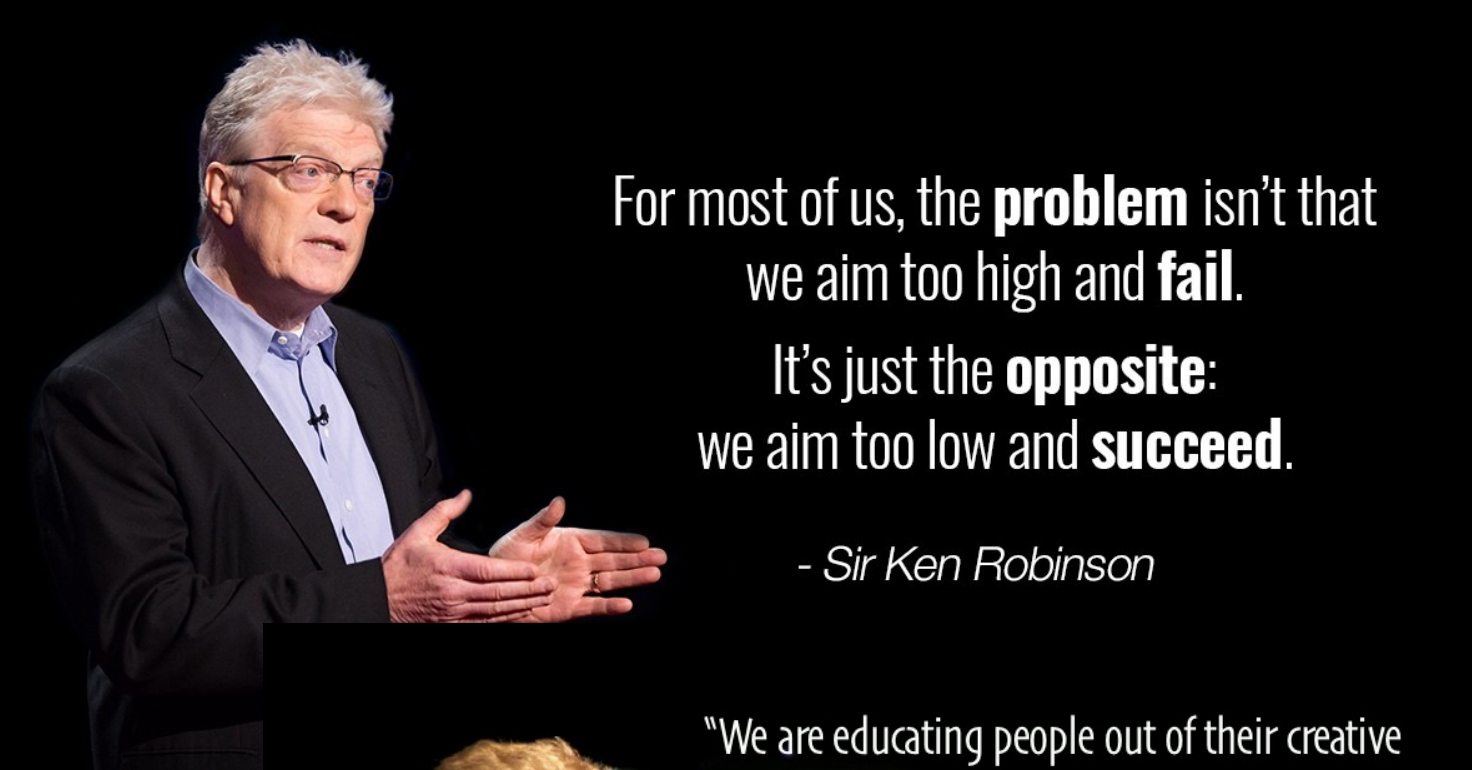
Le marché du travail du 21e siècle nécessite des compétences au niveau de :

- La compréhension;
- L'analyse;
- La communication;
- La résolution de problèmes complexes

**(Furlong et al., 2019)**

Et si c'était  
notre manière  
d'aborder les  
choses

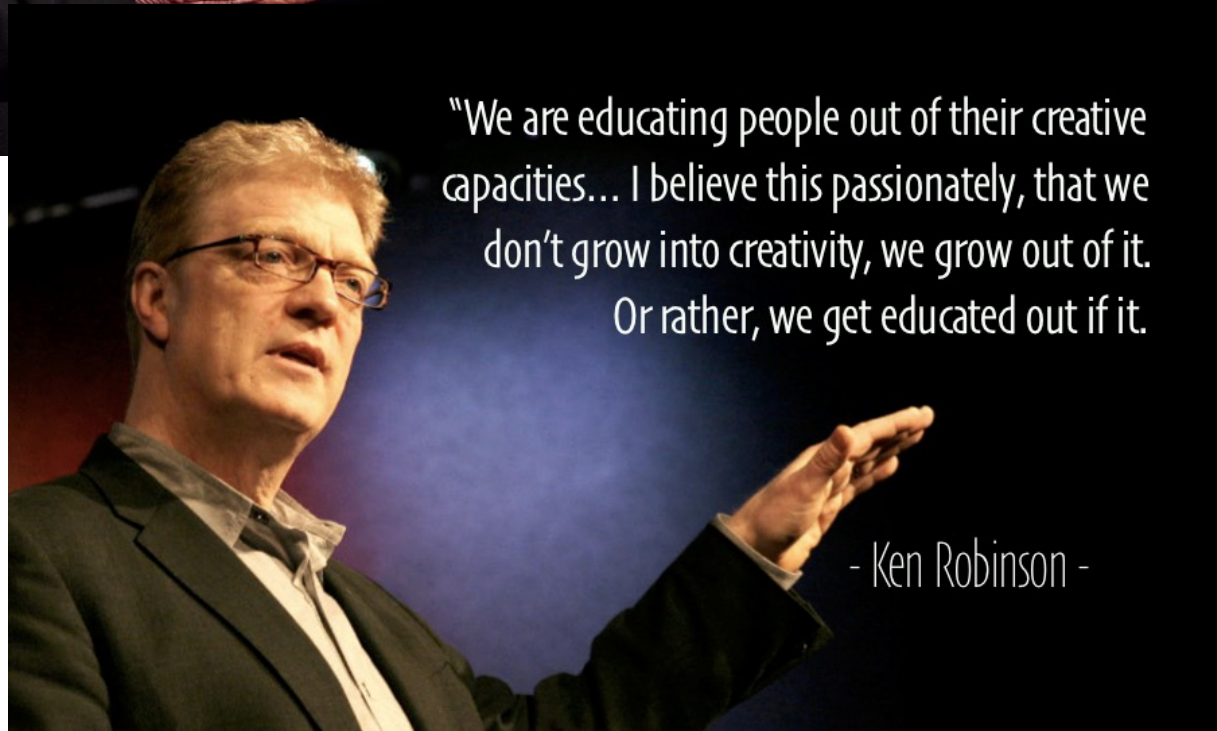




For most of us, the **problem** isn't that we aim too high and **fail**.

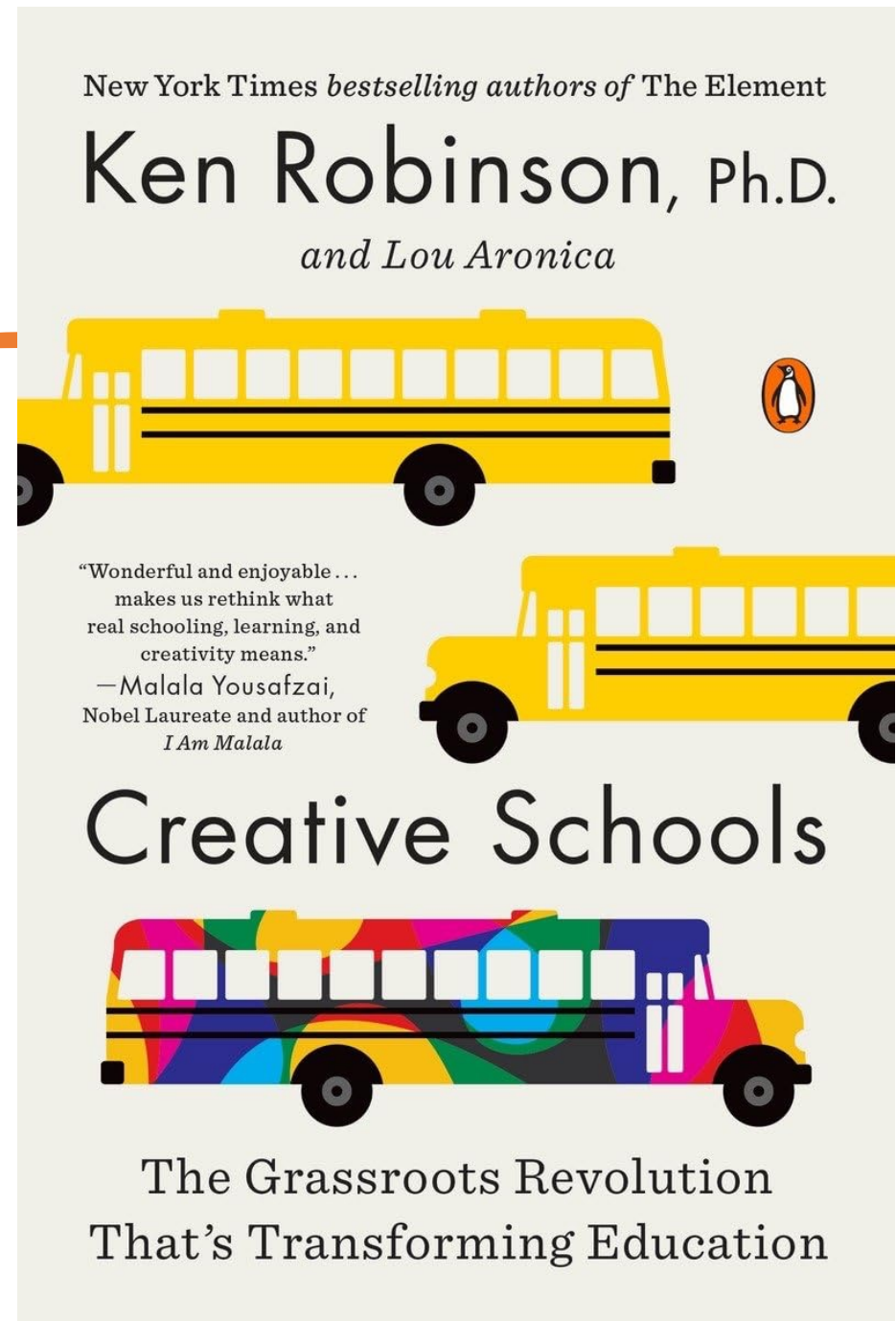
It's just the **opposite**: we aim too low and **succeed**.

- Sir Ken Robinson



"We are educating people out of their creative capacities... I believe this passionately, that we don't grow into creativity, we grow out of it. Or rather, we get educated out of it.

- Ken Robinson -



New York Times *bestselling authors of The Element*

Ken Robinson, Ph.D.

and Lou Aronica



"Wonderful and enjoyable... makes us rethink what real schooling, learning, and creativity means."

—Malala Yousafzai, Nobel Laureate and author of *I Am Malala*



Creative Schools



The Grassroots Revolution That's Transforming Education





Et ce, dans un contexte actuel où nous faisons face à de nouveaux défis (**Pritchard et al., 2019**) comme

- La mondialisation,
- La digitalisation,
- Les changements climatiques et
- Une pandémie



L'enseignement des sciences par investigation scientifique et ses limites

- Linéaire
- Enseigne des solutions, des recettes

**Ces pratiques conduisent à :**

L'erreur, une étape du cycle d'investigation et non une finalité

- Encourage la mémorisation et non la compréhension
- L'erreur et l'échec ne doivent pas être la fin du processus d'apprentissage

**Alors qu'en réalité les compétences primées au XXIe siècle nécessitent :**

L'émergence des laboratoires créatifs et les nouvelles compétences rattachées

- D'enlever le mimétisme de la pratique expérimentale
- De décroisonner les apprentissages scientifiques faits en milieu scolaire

## 2) Question et objectif

### QUESTION DE RECHERCHE:

Quelle adaptation d'un **modèle de la créativité**, intégré à une **séquence didactique**, permettrait la compréhension, l'acceptation et l'exploitation du **concept d'erreur** lors de **projets en sciences** ?



### OBJECTIF GÉNÉRAL:

Développer un modèle théorique qui intégrerait la **créativité** à une démarche d'investigation scientifique renouvelée faisant place à **l'erreur** (Astolfi, 2020) lors de **projets en sciences**.

Ces éléments seront construits dans le but de définir, de guider, d'établir, de baliser de mesurer, de cartographier (Krémer et Verstraete, 2014) et de comprendre ce qu'est la créativité lors de l'élaboration de divers **projets en sciences**.



### 3) Cadre conceptuel

#### **Premier concept**

La créativité, plus qu'un concept, un quadripôle

#### **Deuxième concept**

Enseignement des sciences par investigation et la place de l'erreur

#### **Troisième concept**

Le prototypage dans un projet

# Taxonomie de B

## Taxonomie de Bloom révisée (domaine cognitif)

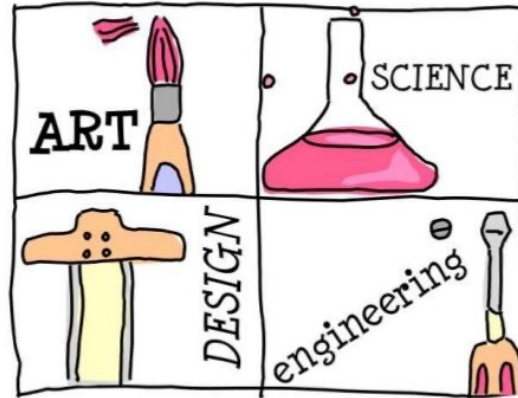
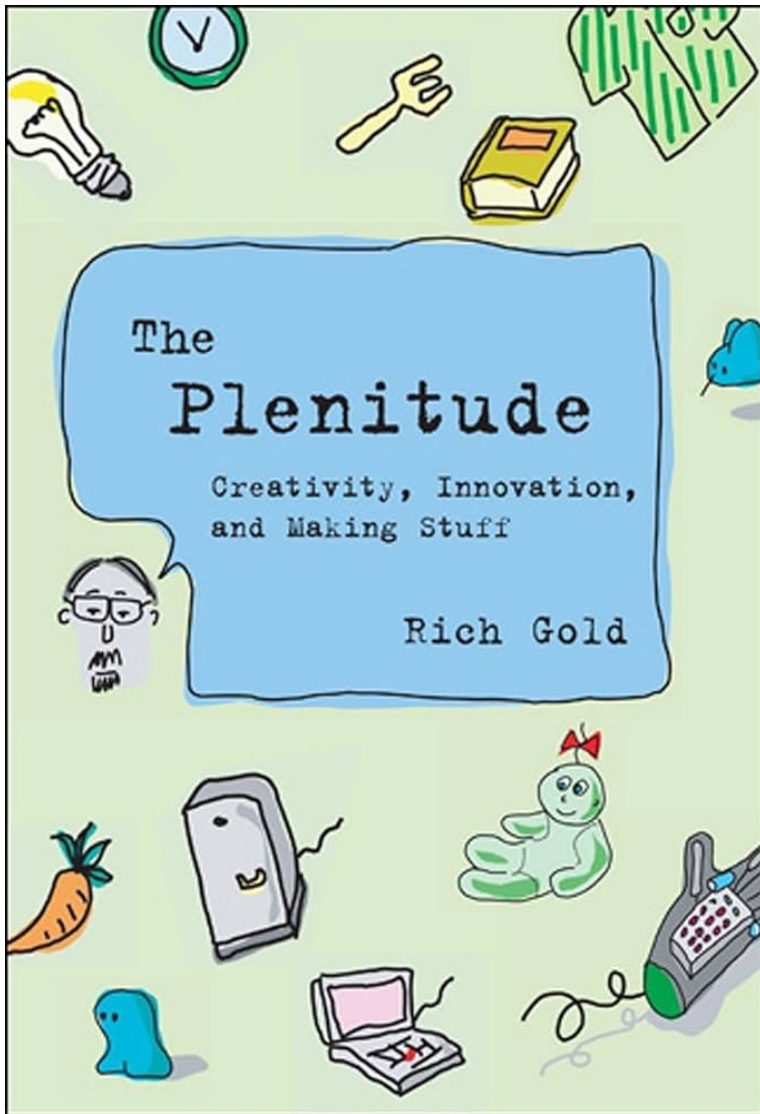
| Niveau visé   | Exemples de verbes d'action pour libeller les objectifs   |
|---|---|
| <b>Créer</b><br>Mobiliser ses apprentissages pour former un tout cohérent et nouveau. Générer de nouvelles idées. Produire une œuvre personnelle. Créer une production originale. Élaborer un plan d'action personnalisé. | Adapter, agencer, anticiper, arranger, assembler, classer, collecter, combiner, commenter, composer, concevoir, constituer, construire, créer, déduire, dériver, développer, discuter, écrire, élaborer, exposer, formuler, généraliser, générer, imaginer, incorporer, innover, intégrer, inventer, mettre en place, modifier, organiser, planifier, préparer, produire, projeter, proposer, raconter, relater, rédiger, réorganiser, schématiser, structurer, substituer, synthétiser, transmettre...   |
| <b>Évaluer</b><br>Porter un jugement critique personnel fondé sur des critères variés. Valider des théories. Analyser une situation afin de prendre des décisions et de les justifier.                                    | Apprécier, appuyer, argumenter, attaquer, choisir, classer, comparer, conclure, considérer, contraster, contrôler, convaincre, critiquer, décider, déduire, défendre, déterminer, estimer, évaluer, expliquer, juger, justifier, mesurer, noter, persuader, prédire, produire, recadrer, recommander, résumer, sélectionner, soupeser, soutenir, standardiser, tester, valider, vérifier...   |
| <b>Analyser</b><br>Résoudre des problèmes. Repérer les éléments d'une situation et comprendre leurs relations. Examiner des faits en isolant les causes. Interpréter des données. Percevoir des tendances.                | Analyser, arranger, attribuer, catégoriser, choisir, classer, cibler, comparer, contraster, corrélérer, critiquer, décomposer, découper, déduire, délimiter, détecter, différencier, discriminer, disséquer, distinguer, diviser, examiner, expérimenter, expliquer, faire corrélérer, faire ressortir, générer, identifier, inférer, interpréter, limiter, mettre en priorité, mettre en relation, modéliser, morceler, nuancer, organiser, opposer, questionner, rechercher, relier, séparer, subdiviser, tester...   |
| <b>Appliquer</b><br>Résoudre des problèmes en suivant une procédure établie. Calculer. Appliquer une méthode. Accomplir une tâche selon des règles. Manifester une attitude adéquate.                                     | Acter, adapter, administrer, appliquer, assembler, calculer, choisir, classer, classifier, compléter, construire, contrôler, découvrir, démontrer, dessiner, déterminer, développer, employer, établir, exécuter, expérimenter, formuler, fournir, généraliser, gérer, illustrer, implanter, informer, interpréter, jouer, manipuler, mesurer, mettre en pratique, modifier, montrer, opérer, organiser, participer, planifier, pratiquer, préparer, produire, rédiger, relier, résoudre, restructurer, schématiser, simuler, traiter, transférer, trouver, utiliser... |
| <b>Comprendre</b><br>Interpréter ou décrire des informations. Expliquer un concept de manière intelligible. Synthétiser un sujet. Expliciter un raisonnement. Illustrer des arguments.                                    | Associer, classer, comparer, compléter, conclure, contextualiser, convertir, décrire, démontrer, déterminer, différencier, dire dans ses mots, discuter, distinguer, estimer, établir, expliquer, exprimer, extrapoler, faire une analogie, généraliser, identifier, illustrer (à l'aide d'exemples), inférer, interpréter, localiser, ordonner, paraphraser, préciser, prédire, préparer, rapporter, réarranger, redéfinir, réécrire, reformuler, regrouper, réorganiser, représenter, résumer, sélectionner, schématiser, situer, traduire ...                        |
| <b>Connaître</b><br>Restituer avec justesse l'information ou procédure apprise. Collecter de l'information, la mémoriser, l'identifier, la reconnaître, la discriminer.   | Assigner, associer, caractériser, cataloguer, citer, collecter, décrire, définir, délimiter, désigner, déterminer, enregistrer, énumérer, établir, étiqueter, examiner, expérimenter, identifier, indiquer, inventorier, lister, mémoriser, montrer, localiser, nommer, rappeler, réciter, répéter, reconnaître, reproduire, sélectionner, situer...  |

Source: Document retravaillé à partir de la [Taxonomie d'objectifs d'apprentissage et exemples de verbes d'action](#). Pôle de soutien à l'enseignement et l'apprentissage de l'Université de Genève.

## Niveau visé

Créer  
 Mobiliser ses apprentissages pour former un tout cohérent et nouveau. Générer de nouvelles idées. Produire une œuvre personnelle. Créer une production originale. Élaborer un plan d'action personnalisé.

# 3.1 Premier concept : La créativité



My cartoon matrix of creative hats.

Figure 2

*Rich Gold Matrix (Gold, 1999)*

**ART**  
to express

**SCIENCE**  
to explore

**DESIGN**  
to communicate

**ENGINEERING**  
to invent

Figure 3

*Bermuda quadrilateral (Madea, 2006)*

## Définition : Créativité

« La créativité, ce n'est pas seulement fabriquer des choses, c'est créer de nouvelles choses, des choses qui n'existaient pas auparavant, c'est faire quelque chose de nouveau qui ouvre aussi une nouvelle catégorie, un nouveau genre ou un nouveau type de chose » **(Gold, 2007, p. 5).**





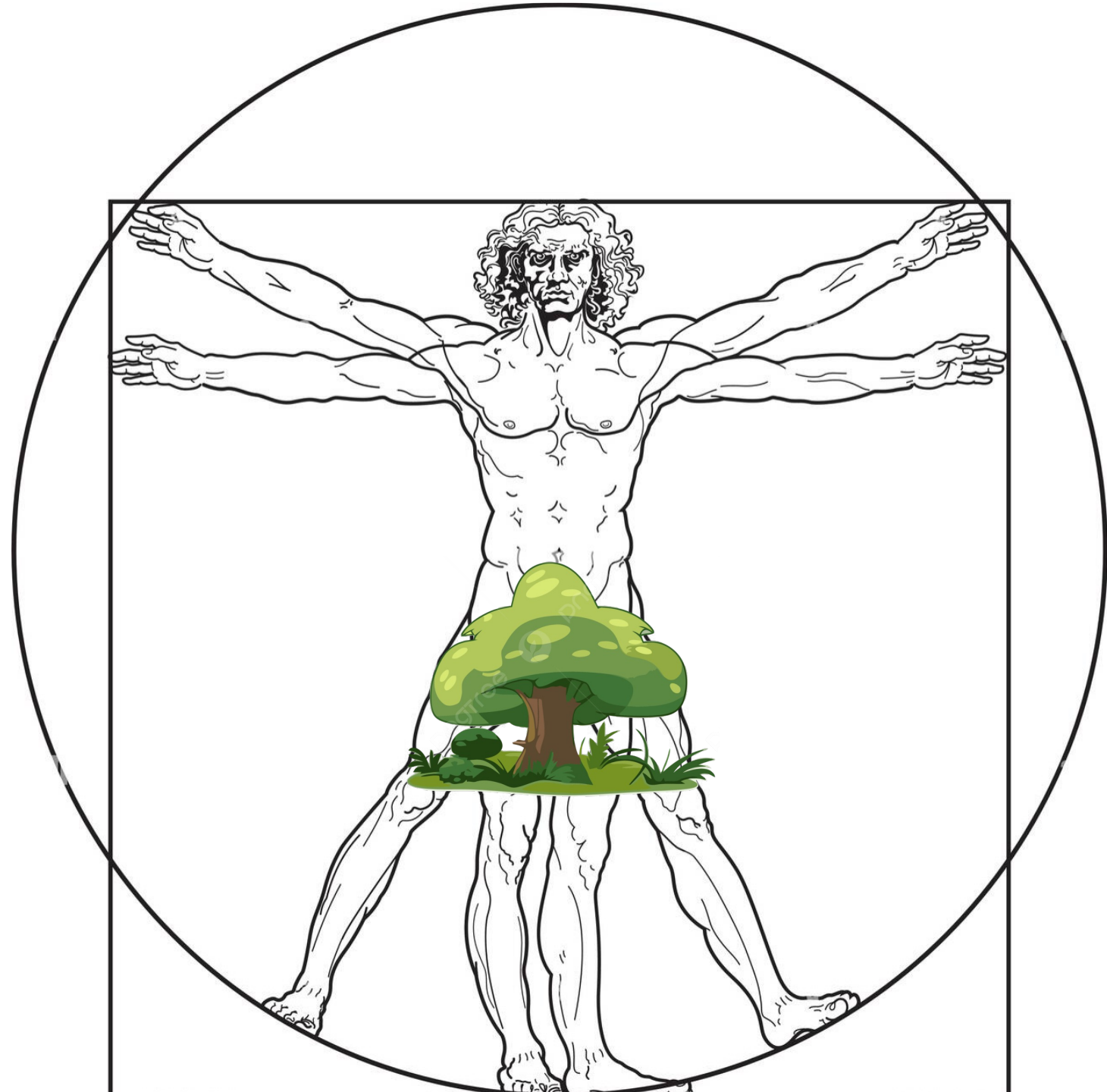
Lacunés du  
modèle  
d'Oxman





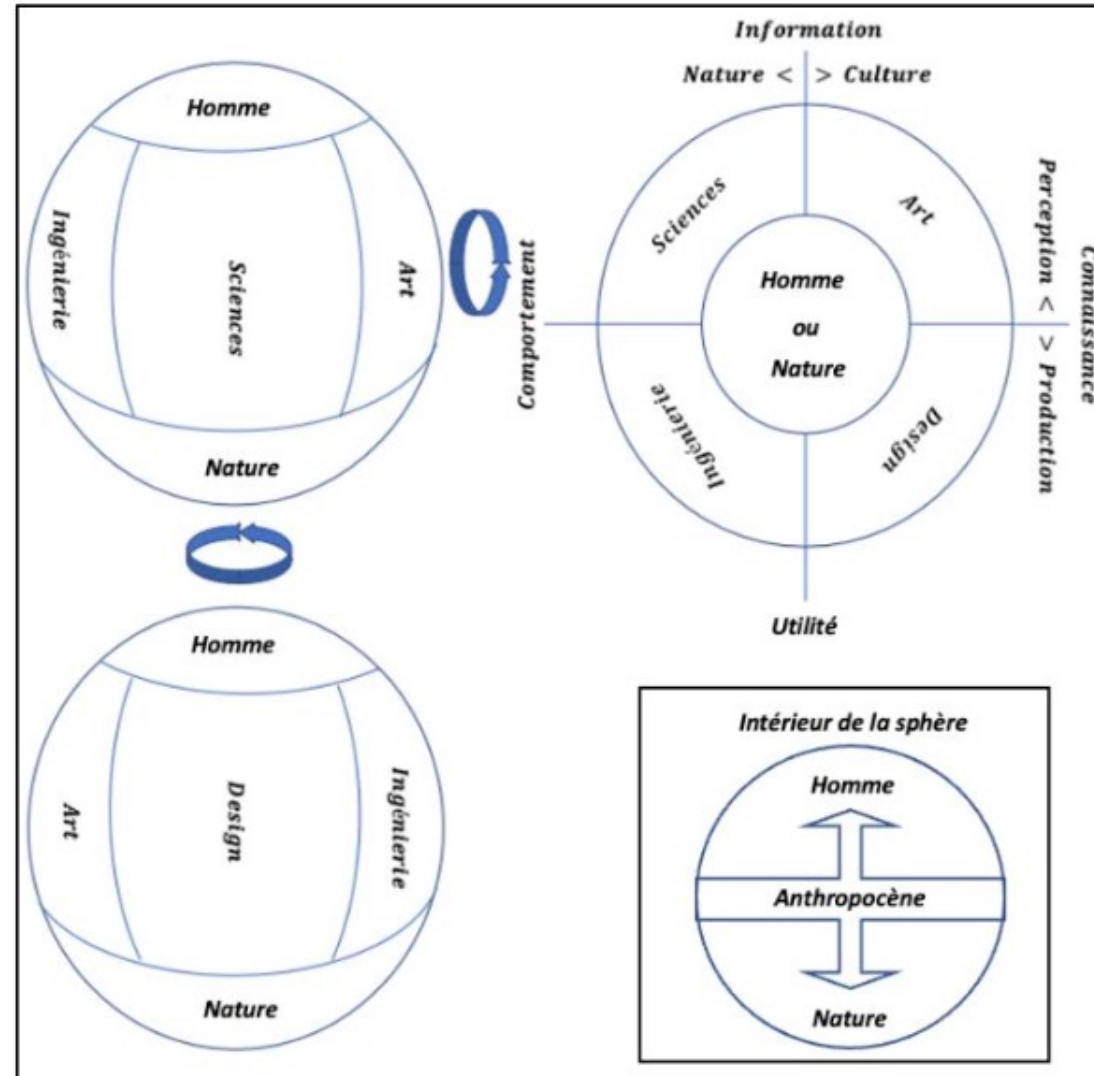
---

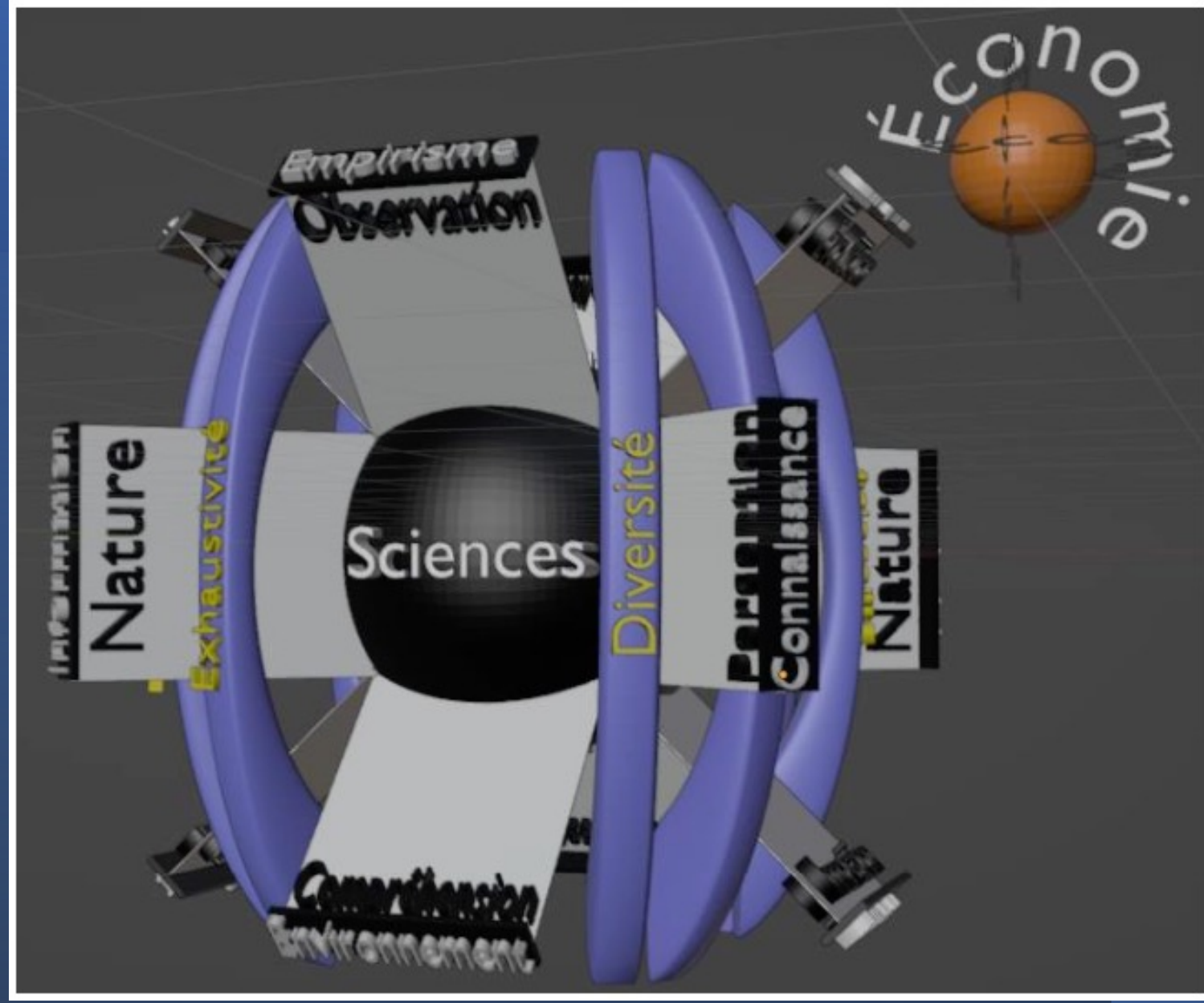
L'Anthropocène est une nouvelle époque géologique qui se caractérise par l'avènement des hommes comme principale force de changement sur Terre, surpassant les forces géophysiques.





# Ajout d'éléments au modèle d'Oxman







---

URL :

<https://glb.ee/6xx2w42b>

Modèle planétaire de la  
créativité épuré





---

URL :

<https://glb.ee/8fbbae37>

Modèle planétaire de la  
créativité axes



---

URL :

<https://glb.ee/4bx99b7d>

Modèle planétaire de la  
créativité complet

# GUIDE D'UTILISATION DU MODÈLE PLANÉTAIRE DE LA CRÉATIVITÉ DE BRISSON

## Présentation du modèle

### Code



URL : <https://glb.ee/6xx2w42b>

URL : <https://glb.ee/8fbbae37>

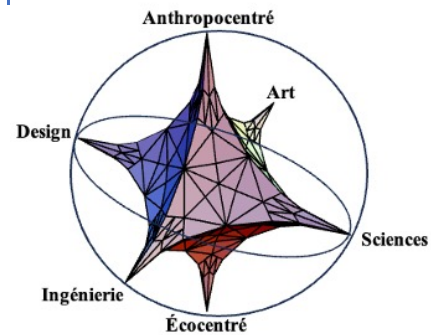
URL : <https://glb.ee/4bx99b7d>

Modèle planétaire de la créativité épuré

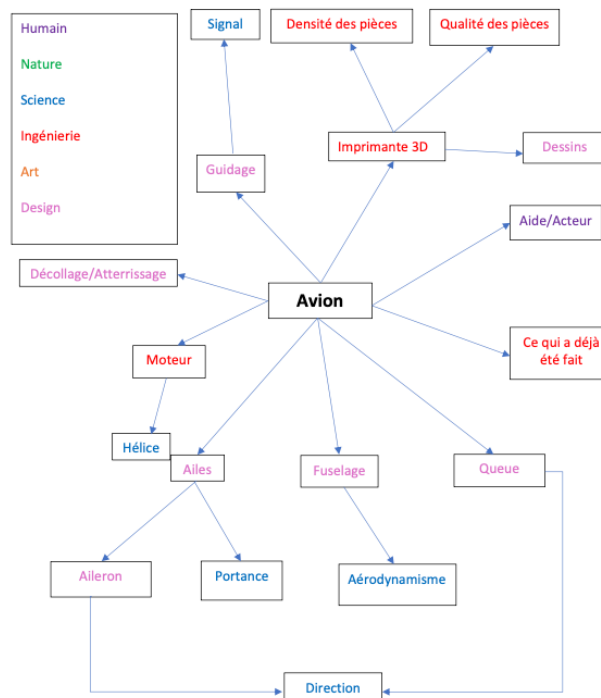
Modèle planétaire de la créativité axes

Modèle planétaire de la créativité complet

## Diagramme de Kiviat



## Carte conceptuelle développée lors d'un projet d'ingénierie



## Rôle des pôles

| Rôle         |   |
|--------------|---|
| <b>Pôles</b> | <b>Anthropocentré</b> Les impacts du projet sur les acteurs et vice-versa.  |
|              | <b>Écocentré</b> Les impacts du projet, les conséquences sur l'environnement.   |
|              | <b>Sciences</b> La théorie liée au projet.  |
|              | <b>Ingénierie</b> Le développement de solutions aux problèmes empiriques.   |
|              | <b>Design</b> La production des pistes de solutions maximisée par la recherche.   |
|              | <b>Art</b> La remise en question du comportement humain et la création d'une prise de conscience du monde qui nous entoure. |

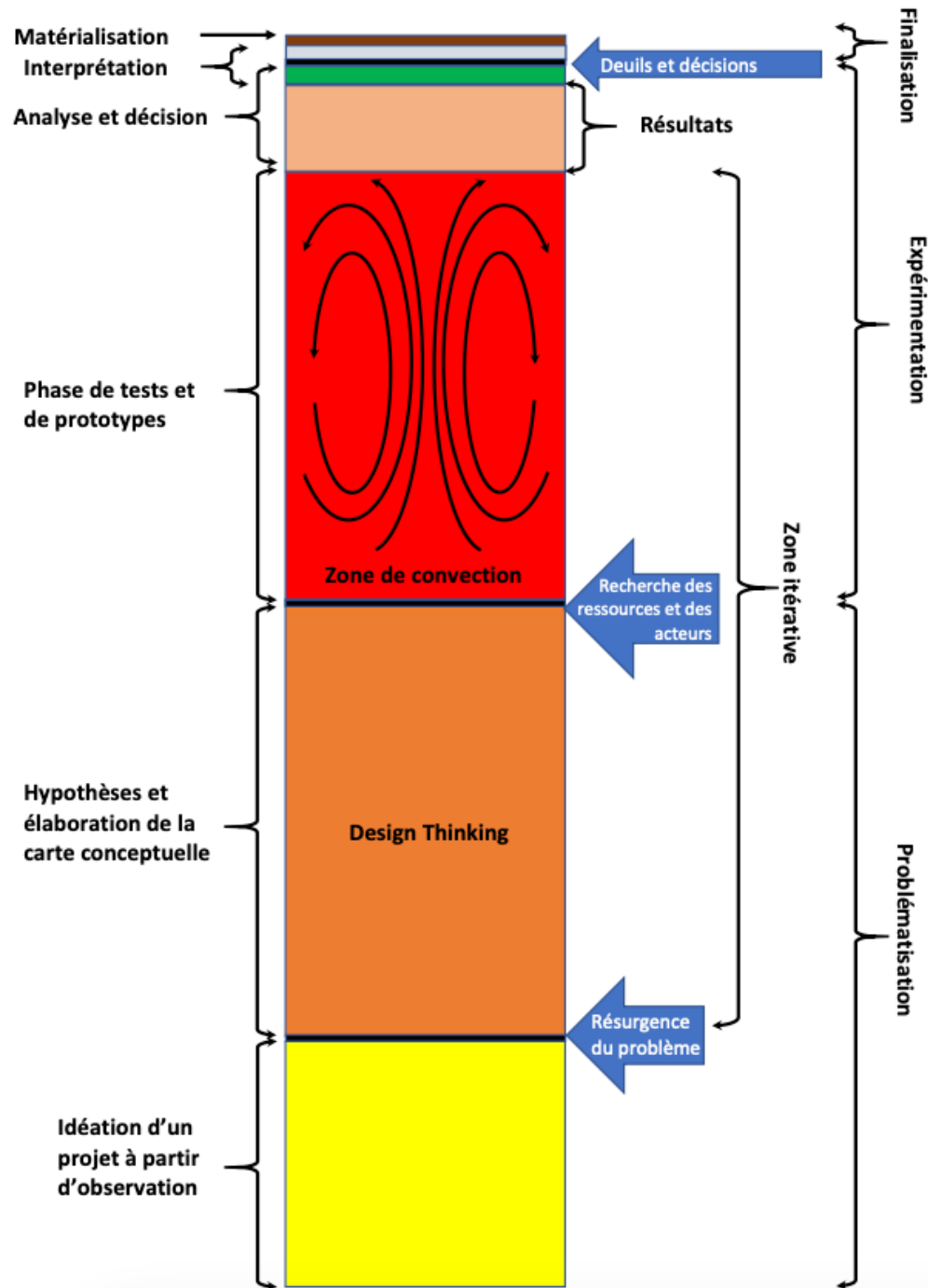
## Exemple d'utilisation du modèle pour l'analyse d'un objet

| Pôles                 | Descriptif / rôles de chaque pôle   |
|-----------------------|---|
| <b>Science</b>        | Comment fonctionne une brosse à dents ?<br>À quoi sert-elle ?<br>Qu'est-ce qu'une carie ?<br>Comment et pourquoi se développe les caries ?<br>Comment la pâte à dent agit sur nos dents ?   |
| <b>Ingénierie</b>     | Comment fabrique-t-on une brosse à dents ?<br>Comment fonctionne une brosse à dents ?<br>Est-ce qu'une brosse à dent électrique est réellement plus efficace ?  |
| <b>Design</b>         | Pourquoi la brosse à dents a cette forme ?<br>Est-ce qu'une brosse à dents a toujours ressemblé à ça ?<br>Quelles sont les différents types de brosses à dents ?  |
| <b>Art</b>            | Est-ce que ce à quoi ressemble une brosse à dents est important pour vous ?<br>Quels sont les critères qui vous font acheter une brosse à dents plutôt qu'une autre (couleur, dessin) ?   |
| <b>Anthropocentré</b> | Dans quel type d'usines les brosses à dents sont-elles fabriquées ?<br>Est-ce qu'elles sont certifiées « équitables » ?<br>Quel est l'impact de la brosse à dents sur notre société ?   |
| <b>Écocentré</b>      | Quels sont les matériaux qui entrent dans la composition d'une brosse à dents ?<br>Est-ce que les matériaux utilisés sont respectueux de l'environnement ?<br>Est-ce qu'une brosse à dents est récupérable / recyclable / réutilisable pour d'autres choses ? |
| <b>Économique</b>     | Est-ce qu'il y a un lien entre le prix et la qualité de la brosse à dents ?<br>Quelle est la différence entre le coût de production et le prix de détail ?<br>Les employés des usines sont-ils convenablement rémunérés ?                                     |

## Exemple d'utilisation pour la conception d'un projet

| Pôles                 | Descriptif / rôles de chaque pôle   |
|-----------------------|---|
| <b>Anthropocentré</b> | Quels experts pourront vous aider dans le projet ? Les ressources humaines à consulter en cas de problème.  |
| <b>Écocentré</b>      | Matériaux utilisés, neufs ou récupérés ?<br>Impacts du projet sur la nature (essence, électricité) ?<br>Plastique imprimante 3D (base de maïs ou pétrole)   |
| <b>Sciences</b>       | Théorie liée au projet i.e. portance, aérodynamisme, poids, système de guidage, alimentation, codage, décollage / atterrissage, hélice.   |
| <b>Ingénierie</b>     | Conception, fabrication du projet, prototype, résoudre les erreurs de conception  |
| <b>Design</b>         | Production de la carte conceptuelle.<br>Conceptualisation de l'appareil<br>Fuselage, ailes, ailerons, queue.<br>Pourquoi utiliser une configuration plutôt qu'une autre, longueur et forme des ailes ?<br>Se questionner sur chaque détail quant à l'élaboration du projet. |
| <b>Art</b>            | Schémas de l'appareil, logiciel 3D pour les plans, esthétique.  |
| <b>Économie</b>       | Coûts liés au projet.   |





Analogie entre les différents phénomènes géologiques et le modèle planétaire de la

| Phénomènes géologiques  | Appellation dans le modèle de la créativité | Analogie modèle de la créativité  |
|-------------------------|---|---|
| Convergence des plaques | Convergence créative                        | Collision entre deux plaques créatives<br><b>Deux plaques / domaines sont plus sollicités et sont complémentaires p/r aux autres plaques dans un projet</b> |
| Divergence des plaques  | Divergence créative des plaques             | Éloignement de deux plaques créatives, créant une faille<br><b>Deux plaques / domaines sont en opposition dans le projet et semblent incompatibles.</b>     |
| Zone de subduction      | Zone de subduction                          | Plongée d'une plaque sous une autre<br><b>Une plaque / domaine prend le dessus sur un autre dans un projet</b>  |
| Formation de rifts      | Rift créatif                                | Fossé d'effondrement<br><b>Une plaque / domaine n'est pas utilisé au dépend des autres plaques</b>  |

Analogie entre la croûte terrestre et la séquence didactique utilisée dans le projet.

| Partie écorce terrestre  | Phase du projet  | Partie écorce terrestre | Partie du projet   |
|--------------------------|------------------|-------------------------|--|
| Noyau                    | Problématisation | Noyau interne           | Idéation du projet à partir d'une observation ou d'une problématique à résoudre  |
| Cœur du projet           |                  | Noyau externe           | Phase du Design Thinking / Hypothèse et élaboration de la carte conceptuelle   |
| Manteau                  | Expérimentation  | Manteau inférieur       | Phase de test et de prototypes / Zone de convection : retourner à la phase du Design Thinking ou aller de l'avant, résoudre les problèmes rencontrés |
| Corps du projet          |                  | Manteau supérieur       | Analyse et décision / aller de l'avant ou revenir en arrière   |
| Croûte                   | Finalisation     | Lithosphère             | Interprétation des résultats   |
| Concrétisation du projet |                  | Biosphère               | Matérialisation du projet final  |

Analogie entre la ceinture de van Halen et le modèle planétaire de la créativité

| Appellation                | Analogie créative       | Fonction  |
|----------------------------|-------------------------|---|
| Source du champ magnétique | Source de champ créatif | Aspects à développer lors un projet de type créatif |
| Ligne de champ magnétique  | Ligne de champ créatif  | Actions à poser / ce que l'on cherche à réaliser    |
| Champ magnétique           | Champ créatif           | Qualités recherchées pour le projet créatif         |

| Domaines dans le nouveau modèle |                          |  |  |
|---------------------------------|--------------------------|--|--|
|                                 | Associe aux Pôles        | Domaine associé lors d'un projet en sciences |  |
| Axes                            | Empirisme                | Sciences Anthropocentré                      | Construction des savoirs par l'expérimentation / essai-erreur.                                       |
|                                 | Esthétique               | Art Anthropocentré                           | Aspect visuel lié au projet.   |
|                                 | Pragmatisme              | Ingénierie Anthropocentré                    | Actions concrètes permettant de mener à terme le projet.   |
|                                 | Ergonomie                | Design Anthropocentré                        | Optimisation du projet permettant une utilisation conviviale.  |
|                                 | Environnement            | Sciences Écocentré                           | Écosystème du projet, ensemble des relations entre les divers éléments présents.                     |
|                                 | Engagement               | Art Écocentré                                | Degré d'implication face au domaine éthique par rapport aux questions sociales et environnementales. |
|                                 | Biomimétisme / mimétisme | Ingénierie Écocentré                         | Action de s'inspirer et de transposer des éléments préexistants de l'écosystème dans le projet.      |
|                                 | Symbiose                 | Design Écocentré                             | Intégration du projet au sein de son environnement d'utilisation.                                    |

### Actions liées aux domaines anthropocènes

|                   | Associe aux axes  | Associe aux Pôles        | Action associée lors d'un projet en sciences, représentent la capacité de :                                 |
|-------------------|-------------------|--------------------------|---|
| Facettes des axes | Observation       | Empirisme Environnement  | Décrire, d'étudier, d'expliquer et d'analyser un système.   |
|                   | Compréhension     |                          | D'assimiler et de transposer les différents éléments liés au projet.  |
|                   | Conscientisation  | Esthétisme Engagement    | D'Identifier des enjeux éthiques et environnementaux liés au projet.  |
|                   | Préservation      |                          | De conserver et de respecter le milieu dans lequel évolue le projet.  |
|                   | Innovation        | Pragmatisme Biomimétisme | D'être en mesure de se démarquer par rapport à ce qui a été précédemment réalisé dans un domaine similaire. |
|                   | Évolution         |                          | D'améliorer, de faire avancer, de solutionner des aspects liés au projet.                                   |
|                   | Conceptualisation | Ergonomie Symbiose       | D'organiser et de lier les thèmes et les éléments présents dans le projet.                                  |
|                   | Harmonisation     |                          | D'optimiser et de mieux structurer les ressources humaines et matérielles dans le projet.                   |

### Qualités recherchées liées aux domaines anthropocènes

| Fusion des pôles                    | Qualités qui ressortaient | Signification   |
|-------------------------------------|---------------------------|---|
| Sciences Anthropocentré Écocentré   | Exhaustivité              | Ensemble de tous les éléments présents dans le projet et assurance qu'ils ont été couverts ou mis en valeur.            |
|                                     | Diversité                 | Multitude d'acteurs, de ressources et de disciplines présents dans le projet.   |
| Art Anthropocentré Écocentré        | Accessibilité             | Diffusion accrue du projet permettant d'en donner l'accès à la population.  |
|                                     | Subjectivité              | Interprétations / perspectives du projet qui diffèrent en fonction du point de vue.                                     |
| Ingénierie Anthropocentré Écocentré | Durabilité                | Capacité de perdurer d'un projet tant sur les plans social, écologique et économique.                                   |
|                                     | Efficacité                | Relation entre le temps et les efforts déployés lors du projet ou relation entre l'utilisation et les effets du projet. |
| Design Anthropocentré Écocentré     | Convivialité              | Facilité d'utilisation du projet.   |
|                                     | Viabilité                 | Caractère permettant au projet de rencontrer les conditions nécessaires à sa réalisation, à son développement.          |

### Pistes de questionnement sur le projet créatif à développer

| Domaines          |   |
|-------------------|---|
| Empirisme         | Est-ce que le projet va comporter une phase expérimentale ?<br>Quelles compétences / connaissances cherche-t-on à développer ?  |
| Esthétique        | Est-ce que le visuel, l'esthétique dans le projet sont importants et présents, quels sont-ils ?   |
| Pragmatisme       | Quelles actions concrètes vont devoir être posées afin de mener à bien chacune des étapes présentes dans le projet ?  |
| Ergonomie         | Comment peut-on optimiser le projet, augmenter son efficacité, dans la phase test par exemple ?<br>Comment est-il possible d'optimiser l'utilisation des composantes présentes dans le projet ?   |
| Environnement     | Est-ce qu'on respecte l'environnement, tant sur le plan énergétique que pour le choix des composantes ou matériaux ?<br>Quelles relations peut-on faire entre l'éthique, le politique, le socio-culturel et l'économique et le projet ? |
| Engagement        | Est-ce que le projet est éthique sur le plan humain et environnemental ?  |
| Biomimétisme      | Peut-on faire un lien entre la nature et le projet : ailes d'avion vs ailes d'oiseaux ?<br>Mimétisme : ce qui existe déjà sur ce domaine ailleurs.  |
| Symbiose          | Est-ce que le projet s'intègre bien dans son environnement (exemple un projet avec une composante sociale ou médicale) ? Contre-exemple : Une confiserie dans un centre pour personnes diabétiques.                                     |
| Actions           |   |
| Observation       | Quels éléments seront présents lors de l'élaboration du projet ?  |
| Compréhension     | Quels élément devrons-nous développer en profondeur dans le projet afin de mieux saisir chacune des subtilités présentes ?  |
| Conscientisation  | Quelles sont les répercussions du projet sur l'environnement ou la société ?  |
| Préservation      | Est-ce que le projet respecte les normes présentes dans le milieu dans lequel il évolue ?   |
| Innovation        | Quelles améliorations ou quels changements ont été apportés au projet au cours de sa réalisation ? par rapport à ce qui a déjà été fait ?   |
| Évolution         | En quoi ce projet diffère-t-il de ce qui a déjà été fait ?<br>Qu'est-ce qui a déjà été fait ailleurs ou auparavant sur ce sujet ?   |
| Conceptualisation | Quels sont les liens entre les différents éléments présents dans l'élaboration du projet (création d'une carte conceptuelle) ?  |
| Harmonisation     | Est-il possible d'optimiser la structure du projet afin qu'elle s'imbrique dans ce qui est déjà présent ?<br>Comment gérer efficacement l'utilisation des ressources / des acteurs utiles au projet ?                                   |
| Qualités          |   |
| Exhaustivité      | Est-ce que tous les éléments pertinents à la réalisation du projet ont été développés ou couverts ?<br>Est-ce que la carte conceptuelle a été bonifiée ?  |
| Diversité         | Est-ce que les sources présentes dans le projets sont multiples ?<br>Est-ce que de multiples intervenants / experts ont été consultés ?<br>Est-ce que tous les liens entre les différents domaines et intervenants ont été établis ?    |
| Accessibilité     | Est-ce que le projet est accessible à tous, est-il possible de le déployer / développer à grande échelle ?  |
| Subjectivité      | Comment est perçu le projet par les différents acteurs y participant ou utilisateurs potentiels ?   |
| Durabilité        | Est-ce que le projet est équilibré tant sur les plans social / écologique / économique ?  |
| Efficacité        | Est-ce que les résultats ont été optimaux en fonction des efforts fournis ?   |
| Convivialité      | Est-ce que le projet est facile d'utilisation ou est-ce que l'exécution du projet s'est faite avec une certaine aisance ?   |
| Viabilité         | Quelles sont les répercussions du projet à long terme ?   |

## 3.2 Enseignement des sciences par investigation et la place de l'erreur

### Modèle **DiPHTeRIC**

**D**onnées initiales,  
**P**roblème scientifique,  
**H**ypothèse(s),  
**T**est d'une  
conséquence déduite,  
**R**ésultats du test, à  
analyser,  
**I**nterprétation,  
**C**onclusion concernant  
l'hypothèse (réfutée ou  
corroborée)

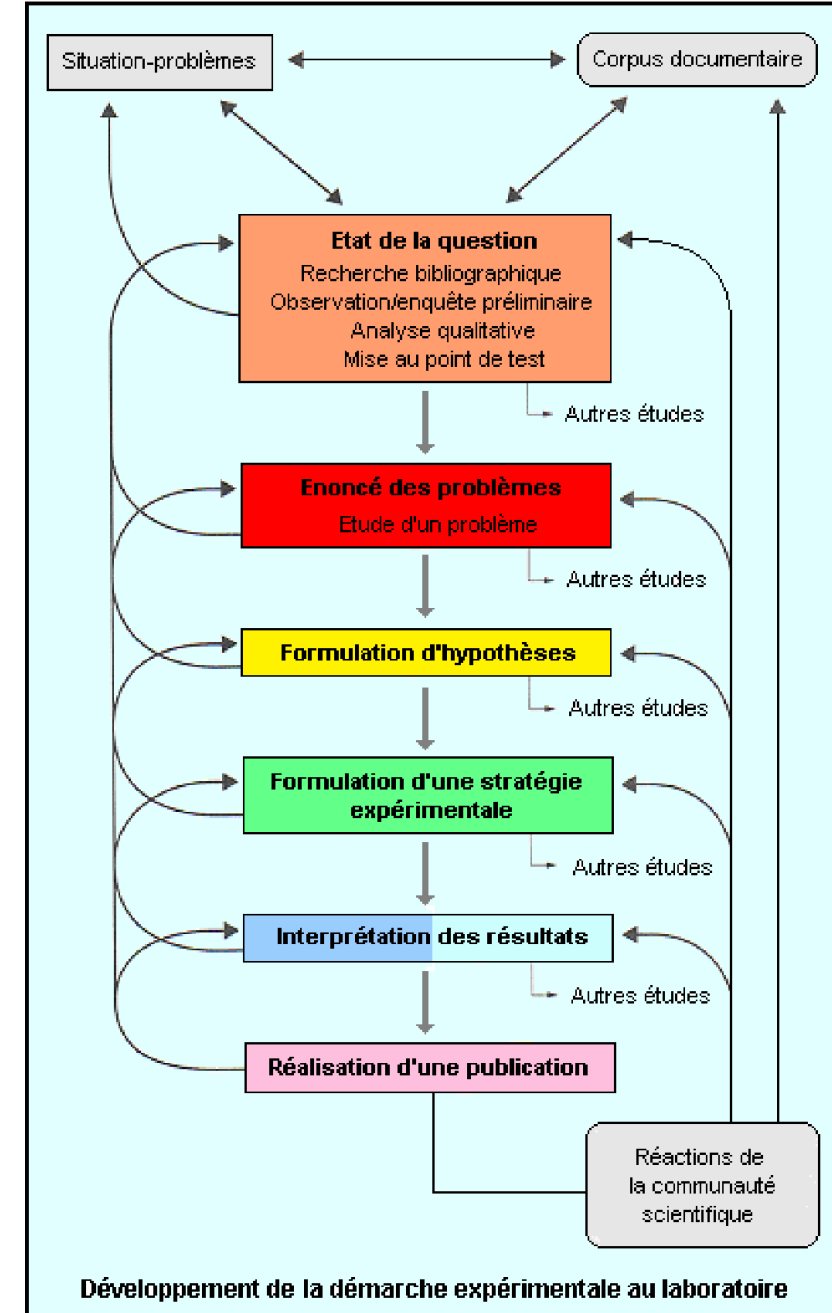
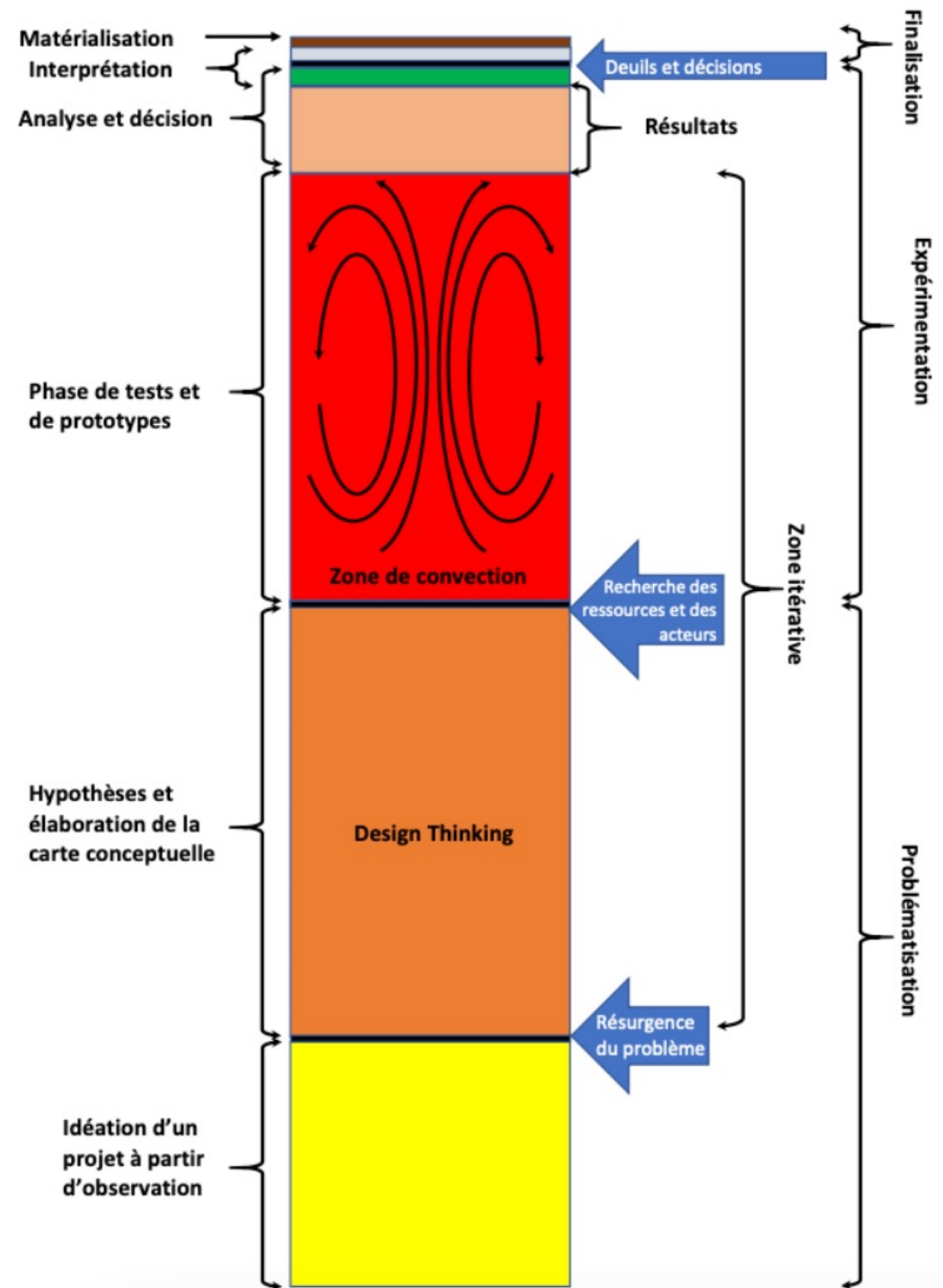
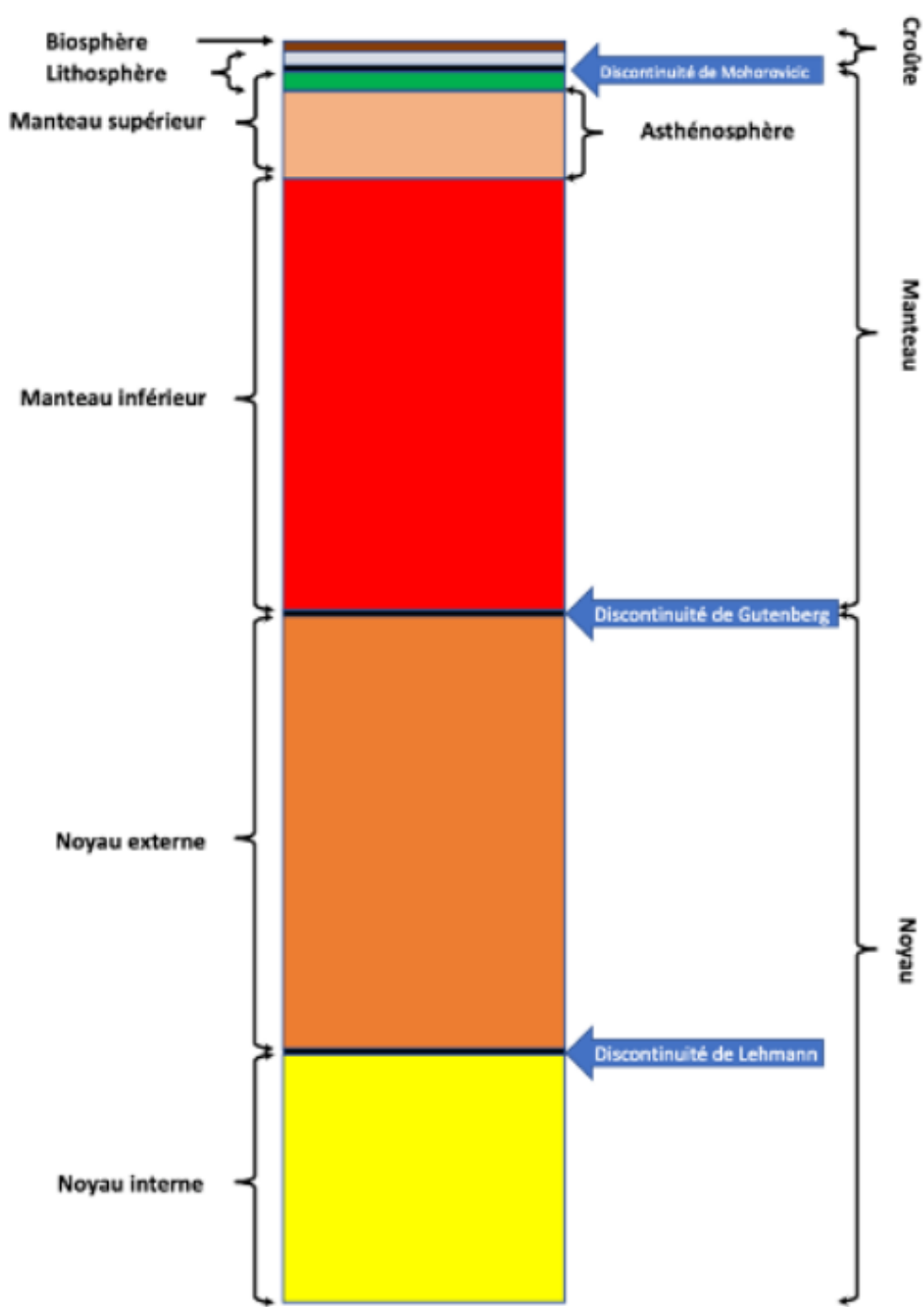
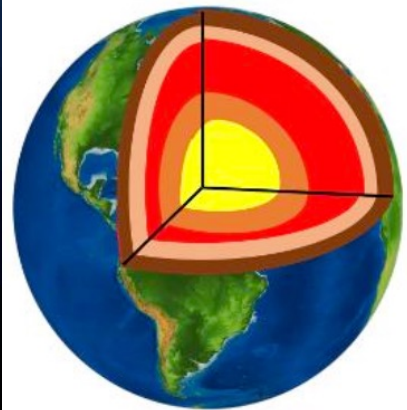


Figure 5 : Modèle DiPHTeRIC (Cariou, 2001)



# Séquence didactique utilisée (Brisson 2024)



## 3.3 Prototype

Un prototype est défini comme une activité située au cœur de la conception / design et de l'ingénierie où autant le contenu que la conduite des acteurs sont des éléments importants (**Lande et Leifer, 2009**)



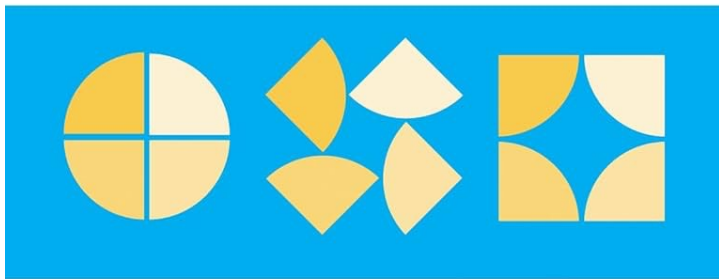
Permet de

- Mettre à contribution les concepts acquis (**Lande et Leifer, 2009**);
- Appliquer les outils développés au fil du temps (**Lande et Leifer, 2009**);
- Solutionner les problèmes sous différents angles (**Pritchard et al., 2019**).

# Design Thinking

*in the Classroom*

Easy-to-Use Teaching Tools  
to Foster Creativity, Encourage Innovation  
and Unleash Potential in Every Student



David Lee



Tu fais quoi  
avec ça ?

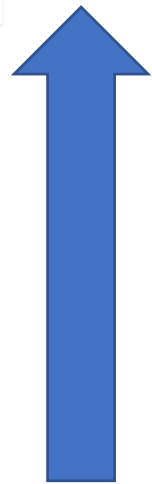
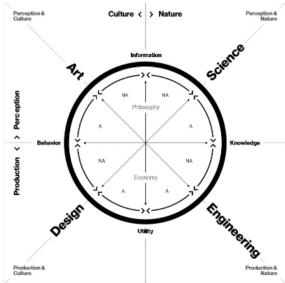




# Articulation de ces éléments dans le projet

## Modèle de la créativité

Permet de définir et de cerner les différents domaines qu'il faudra développer dans le projet.

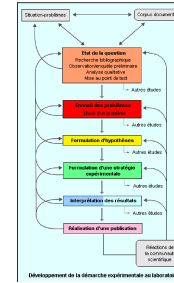


## Carte mentale

Schéma qui permet de faire les liens entre les différents concepts utiles et à développer lors du projet.

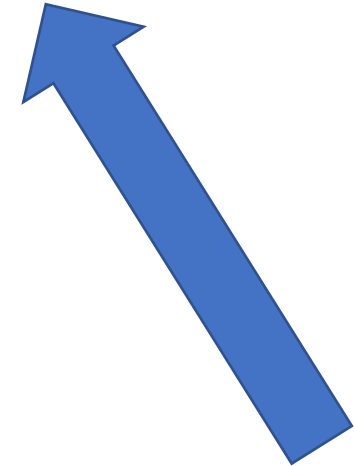
## Design thinking

Permet d'arrimer le modèle de la créativité à la séquence didactique.



## Séquence didactique

Méthode d'investigation de tout le processus permettant de développer le projet.



## Prototype

Étape dans le processus d'investigation qui permet la récursivité par le biais de la résolution des erreurs, permettant ainsi de surpasser les échecs.



Bac à sable

# Rôle de l'enseignant

- Doit guider les étudiants;
- Doit se maintenir minimalement au même niveau;
- Et même avoir une longueur d'avance;
- Croire en ses étudiants;
- Motiver;
- Recadrer les idées de grandeur.







Donner le droit à la liberté





Jean-Pierre Astolfi

collection  
Pratiques  
& enjeux  
pédagogiques

# L'erreur, un outil pour enseigner

esf  
EDITEUR

Et surtout à l'erreur

404

page not found

Quelques  
exemples  
faits en  
classe



# De ces éléments émergent deux concepts

## *Le design thinking*

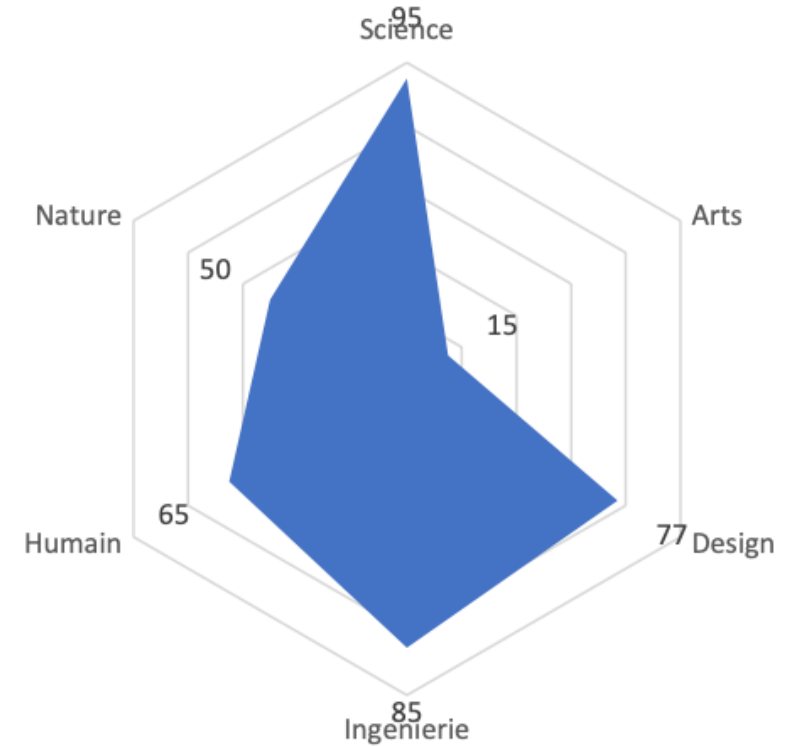
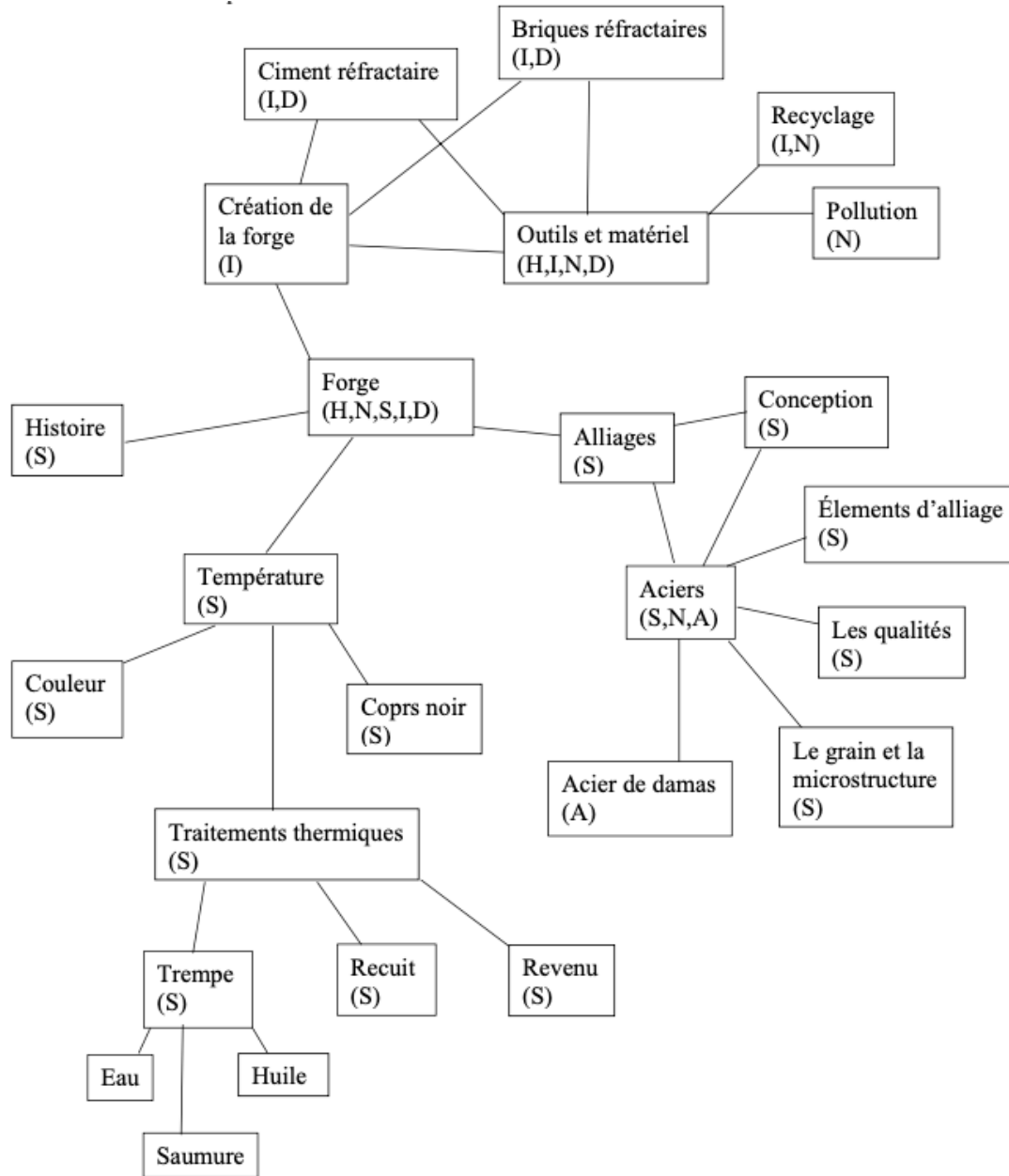
- Apprentissage par la pratique
- Développer de nouvelles ressources pour remplacer, bonifier tout ce qui est présent dans un écosystème (Brown, 2008; Siemens, 2007)
- Enrichir la formation scientifique des étudiants de différentes manières en bonifiant la créativité (IDEO, 2012; Lee, 2018).

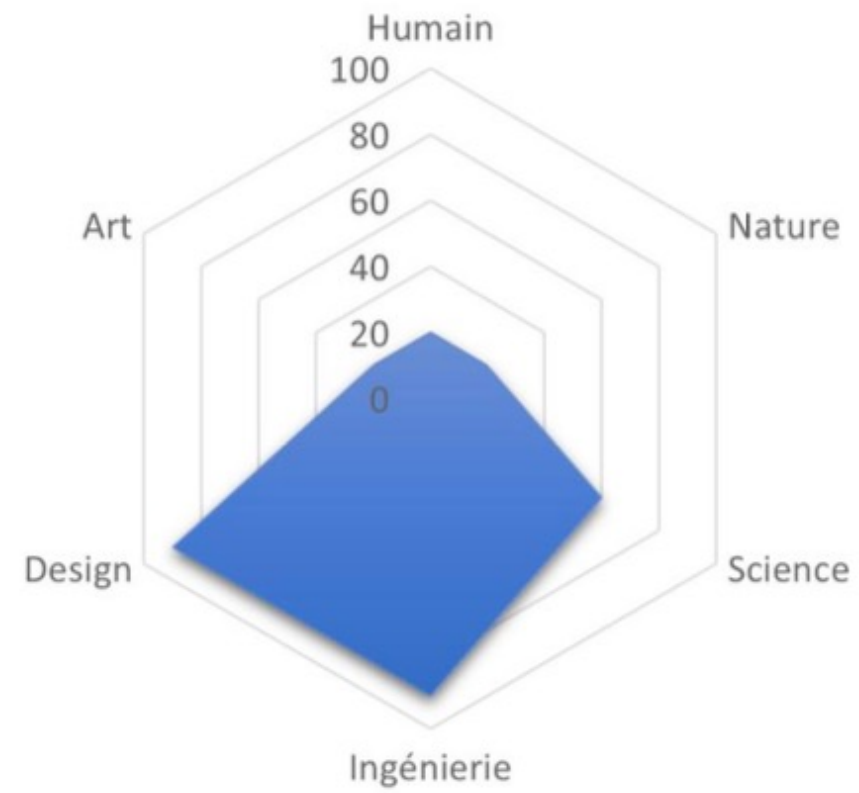
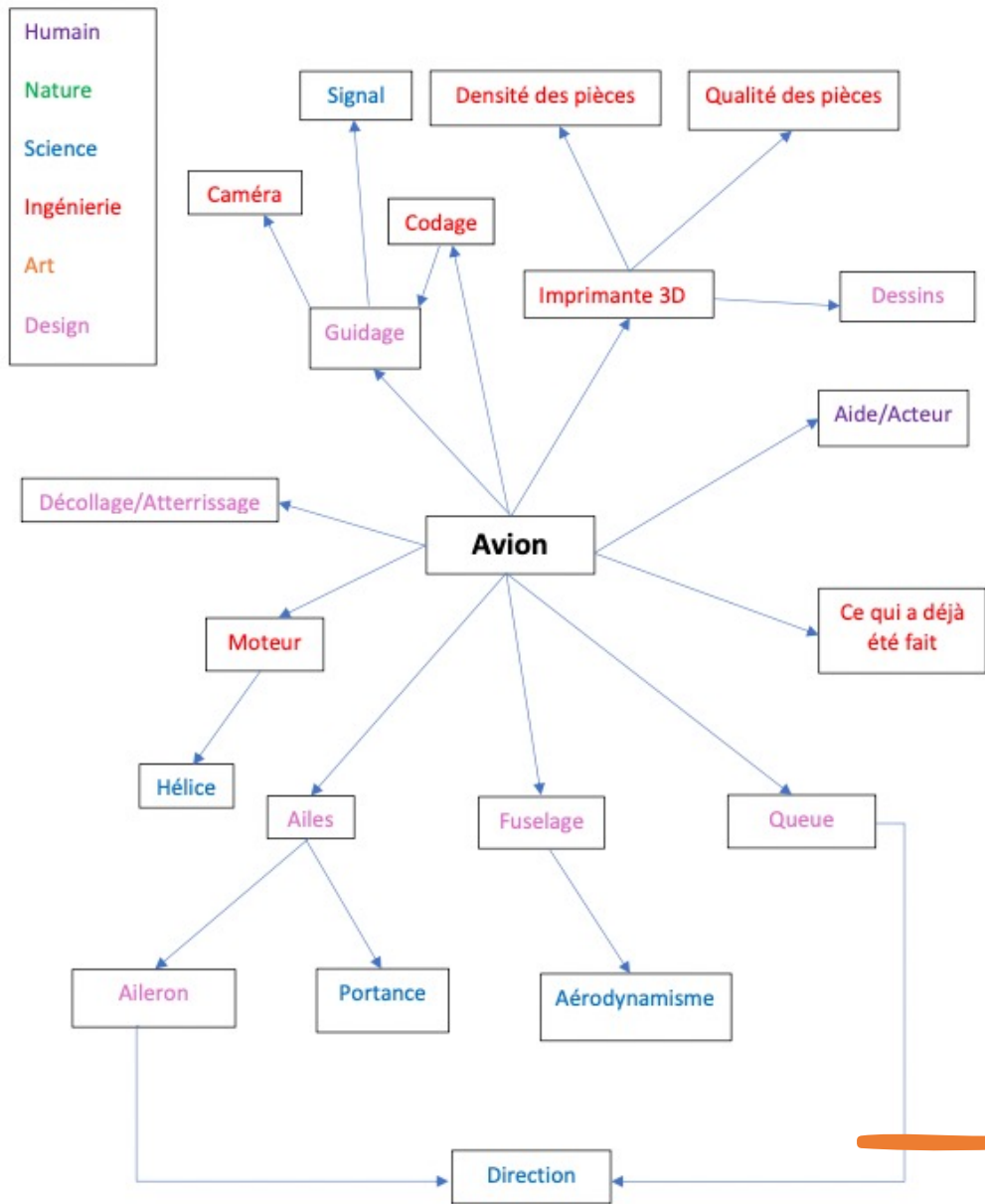
## La carte mentale

- Constitue les grands axes lors de l'élaboration d'un projet (Krémer et Verstraete, 2014)
- Est un outil de description, de compréhension et de classification permettant de représenter les concepts liés (Krémer et Verstraete, 2014) .



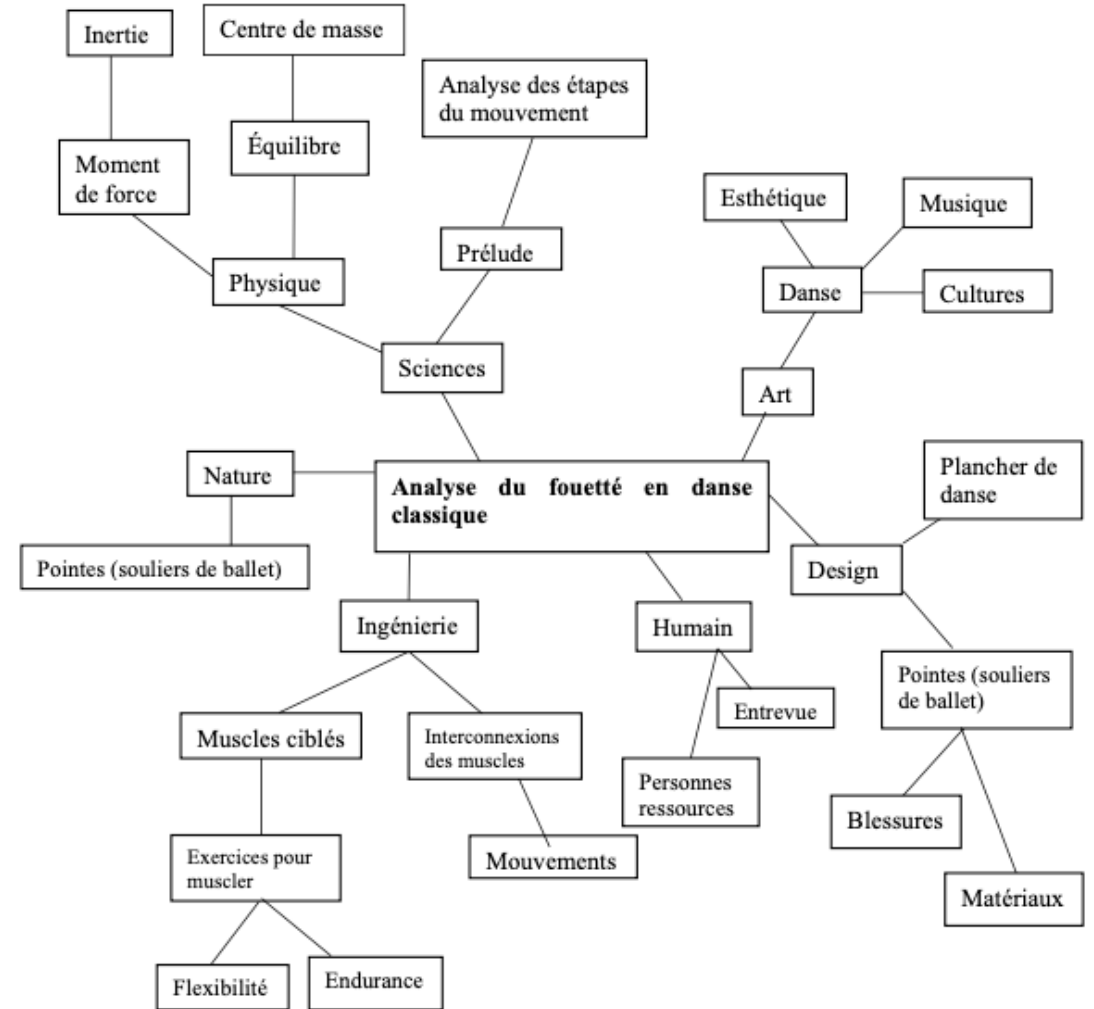
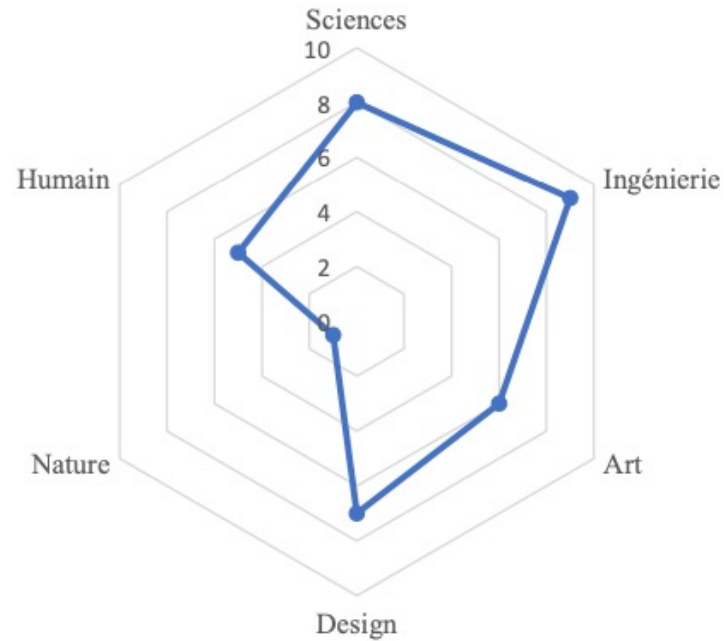
# Forge YAAAAAAAAAAAAAAAAA



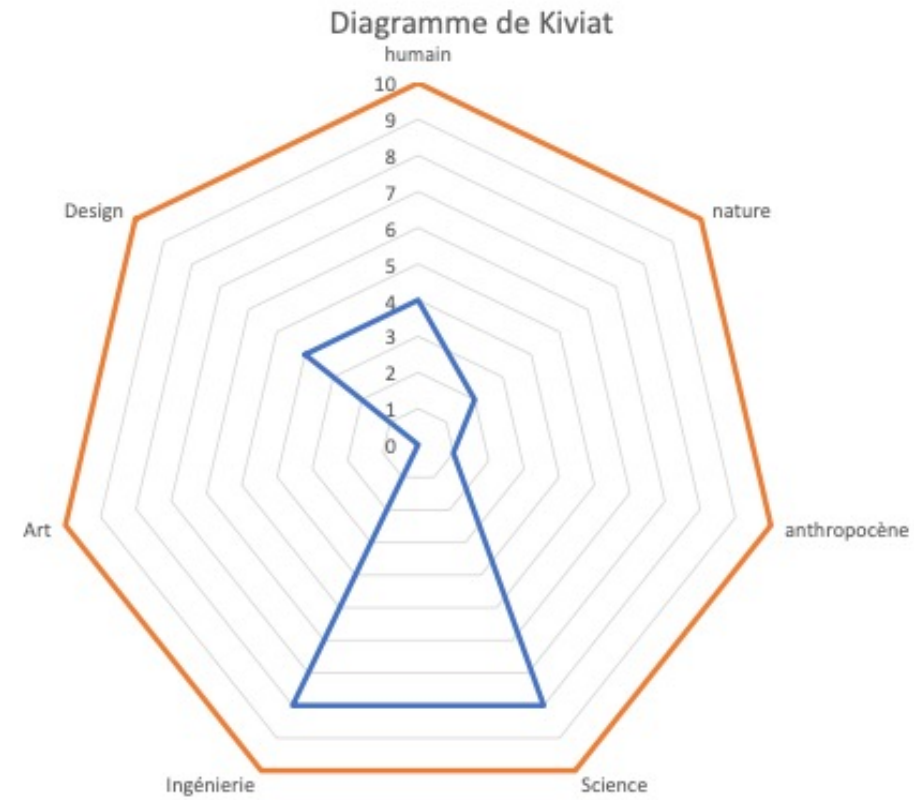


# Avion

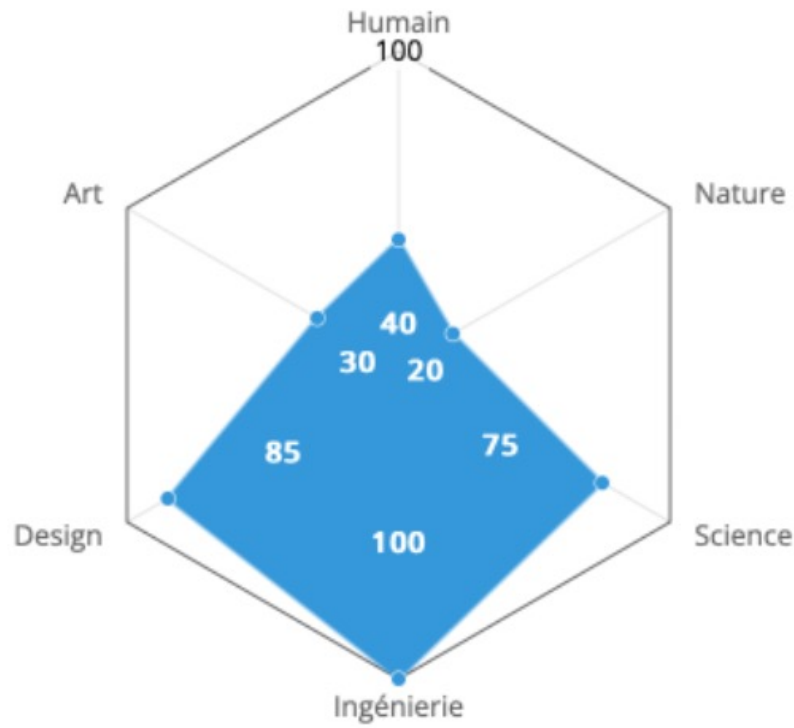
# Mouvement en danse



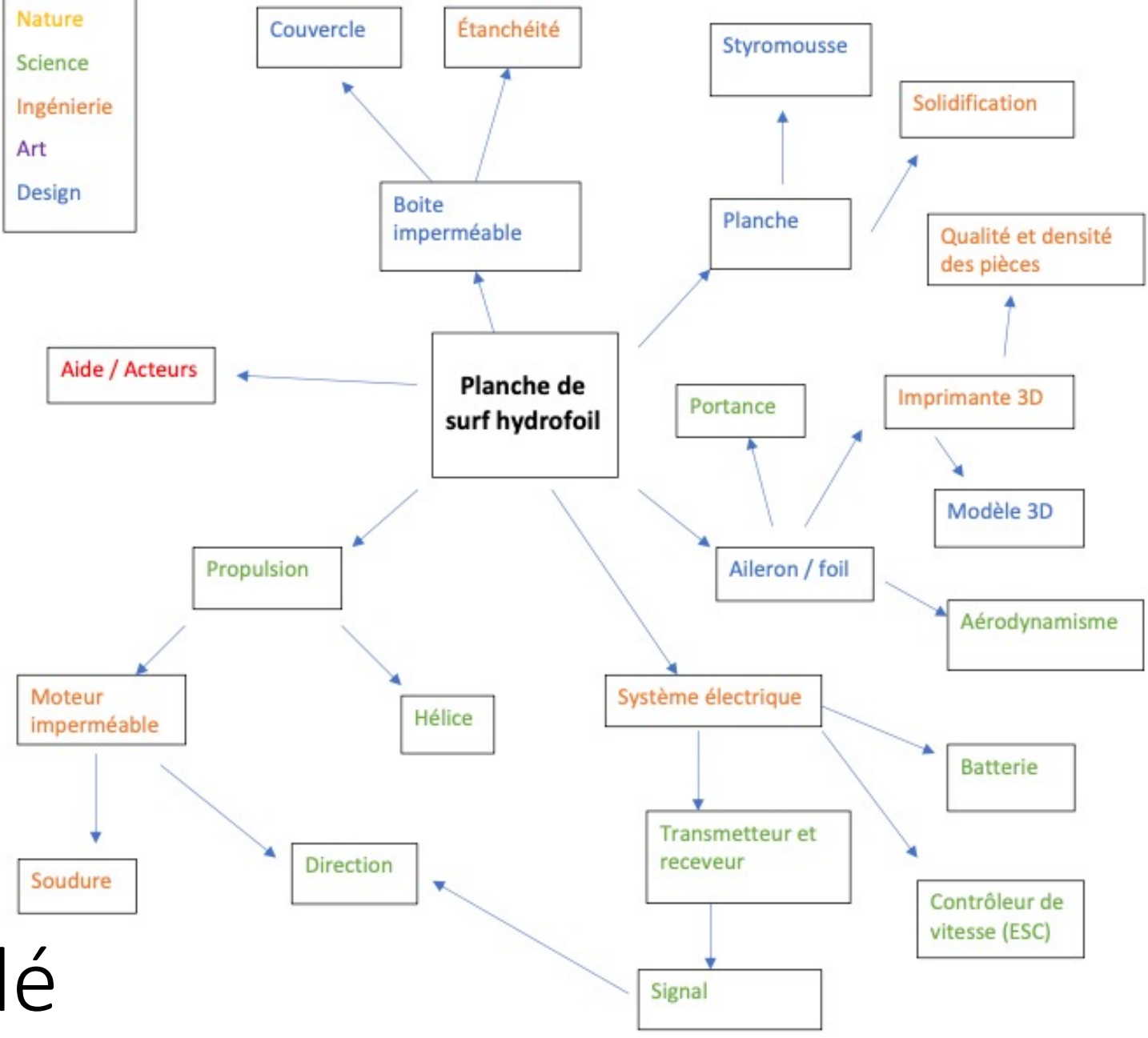
# Bras robotisé





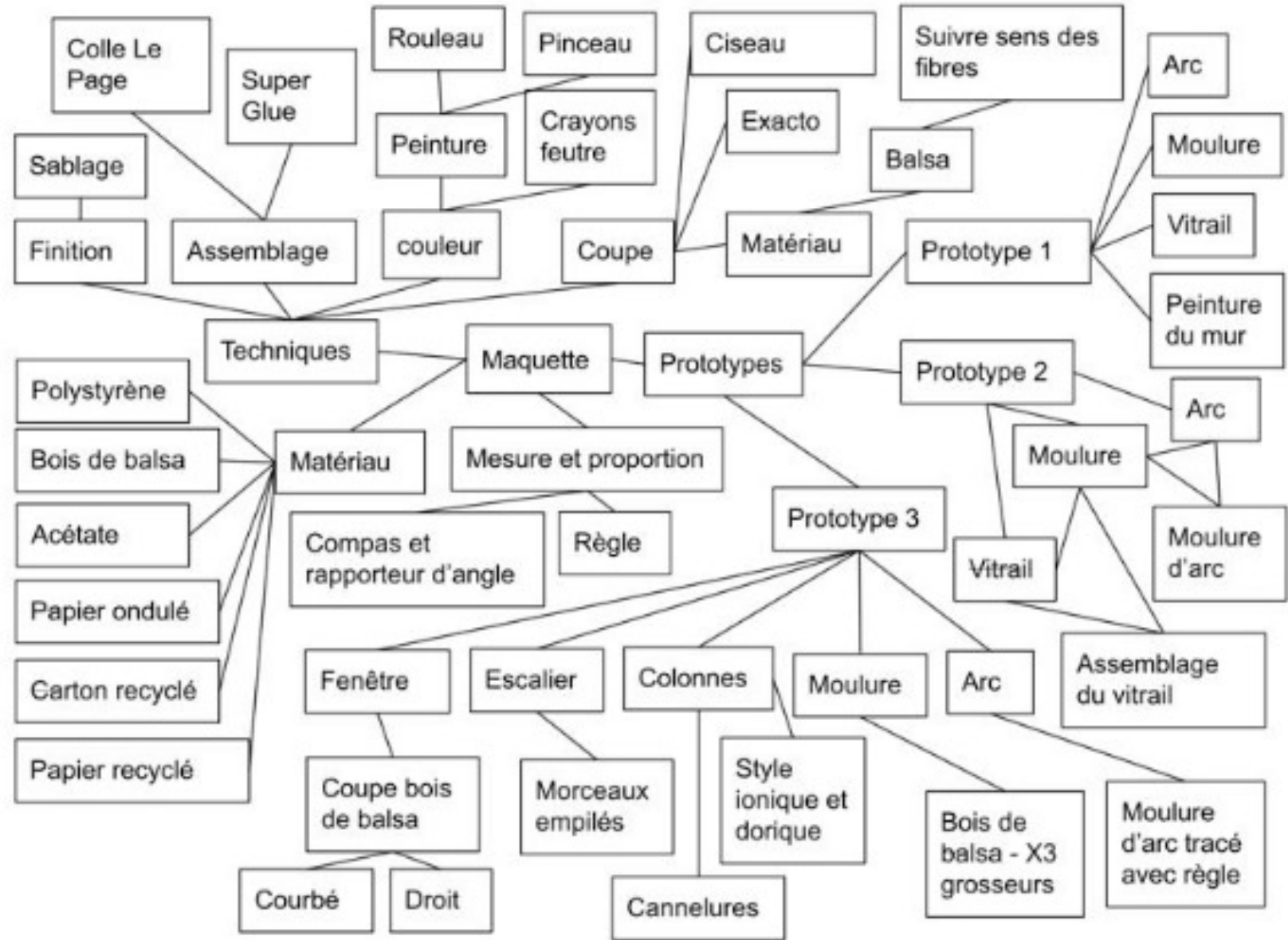
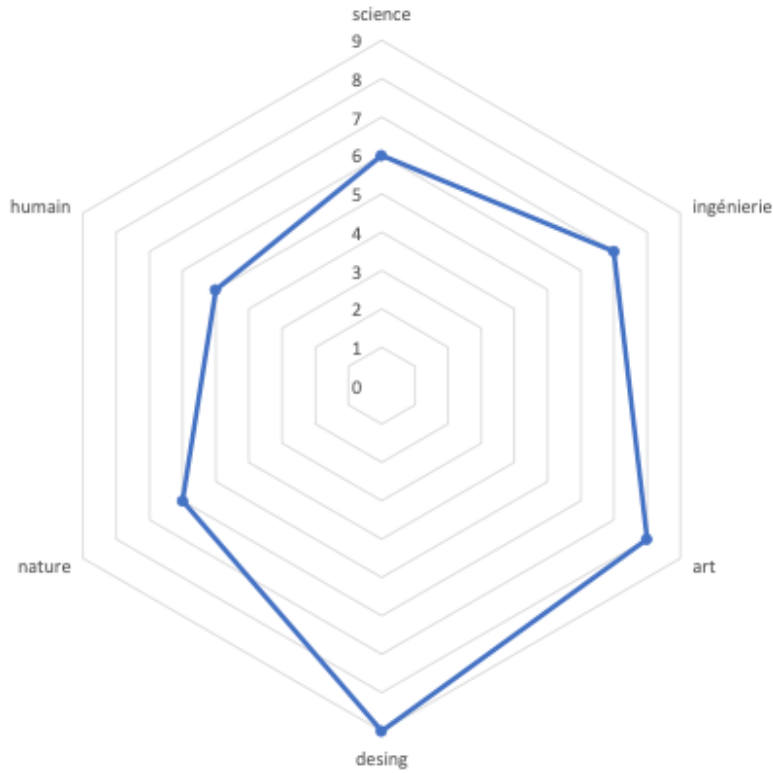


- Humain
- Nature
- Science
- Ingénierie
- Art
- Design

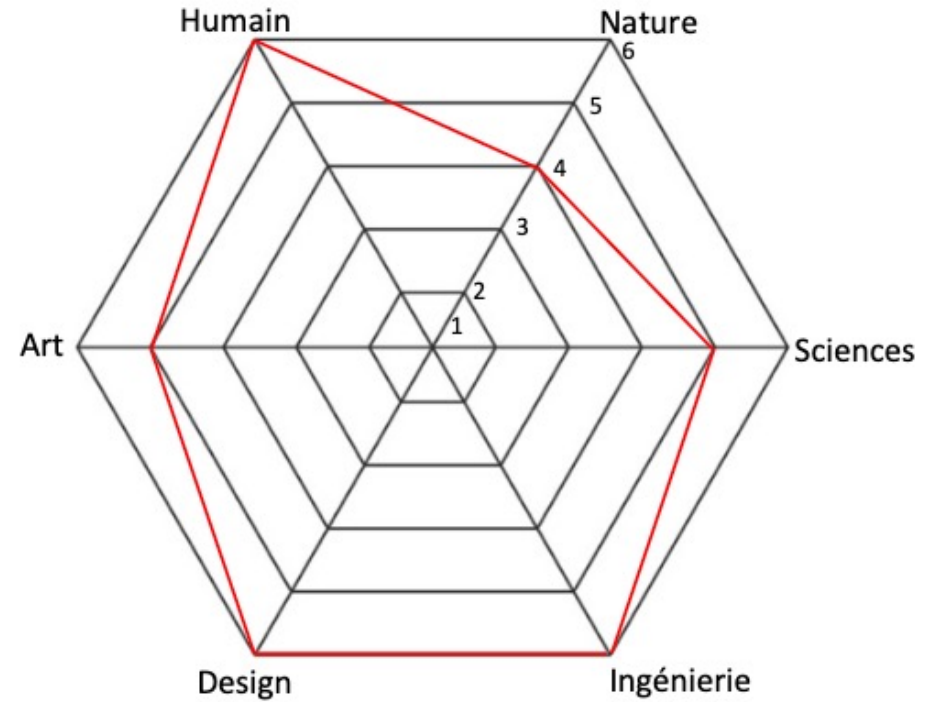


# Surf / hydrofoil téléguidé

# Architecture



# Motocyclette



Exemple de grille de correction pour des projets

**Critères**

| Niveau 0<br>(Absent)   | Niveau 1<br>(Insuffisant) | Niveau 2<br>(Passable) | Niveau 3<br>(Bon) | Niveau 4<br>(Très bon) | Niveau 5<br>(Excellent) |
|--|---------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| À noter que ces critères sont évalués par l'ensemble des membres du jury présents lors de l'évaluation et se basent sur leur interprétation et les différents projets évalués au courant des dernières années. |                           |                        |                   |                        |                         |

**Grille de correction du projet selon les critères de performance.**

| 1) Mise en évidence de l'interdisciplinarité                                      |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|----|
| 2) Liens pertinents entre la science, la technologie et l'évolution de la société |   |   |   |   |   |    |
| Humain  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Nature  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Science   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Ingénierie  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Design  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Art   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Anthropocène  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Diagramme de Kiviati  | 0 |   | 1 |   | 2 |    |



| 3) Respect de la démarche scientifique et, le cas échéant, du protocole expérimental |          |   |   |   |   |    |
|--|----------|---|---|---|---|----|
| Descriptions des attendus du projet  | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Définition du problème   | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Établissement des objectifs  | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Recherche d'information et identification des contraintes                            | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Motivations intrinsèques pour le projet  | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Anticipation des problèmes / difficultés à venir                                     | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Recherche des ressources et des acteurs / liste des éléments nécessaires au projet   | 0        | 1 |   |   |   |    |
| Élaboration de la carte conceptuelle   | <u>c</u> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Élaboration / étapes de construction du projet                                       | 0        | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |

| 4) Cohérence, rigueur et justification de la démarche de résolution de problèmes                     |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|----|
| 5) Choix pertinent des outils documentaires ou des instruments de laboratoire                        |   |   |   |   |   |   |    |
| Prototypes / Fonctionnement vs théorie / Justifications  |   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Étapes de construction / de réalisation  |   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Qualité des schémas  |   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| <b>Analyse des problèmes rencontrés :<br/>Optimisation des solutions et justesse du raisonnement</b> | Solutions trouvées aux problèmes rencontrés (Théorique)                           | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|  | Solutions trouvées aux problèmes rencontrés (Pratiques)                           | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Amélioration à apporter  |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Fonctionnement du projet   |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Coefficient de difficulté du projet  |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Esthétique du projet   |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| <b>Bilan</b>   | Atteinte des objectifs  | 0 | 1 | 2 | 3 |   |    |
|  | Justification de l'ampleur de la solution p/r à la complexité du problème initial | 0 | 1 | 2 | 3 |   |    |
|  | Recommandations, améliorations et suites suggérées                                | 0 | 1 | 2 | 3 |   |    |
|  | Perspectives d'utilisation / Applications possibles                               | 0 | 1 | 2 | 3 |   |    |

| <b>6) Contribution significative au travail d'équipe</b>                                   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|----|
| Autonomie  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Efforts soutenus dans la réalisation du projet   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| Apport de chacun des membres au projet   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| <b>7) Clarté et précision de la communication orale et écrite</b>                          |   |   |   |   |   |    |
| Communication orale  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Communication écrite   | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| <b>8) Utilisation adéquate des technologies appropriées de traitement de l'information</b> |   |   |   |   |   |    |
| Sources / bibliographie  | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |

# Activité



- Analyse: Une Tesla
- Conception: Une table





# Bibliographie

Abergel, É. (2011). La connaissance scientifique aux frontières du bio-art : le vivant à l'ère du post-naturel. *Cahiers de recherche sociologique*, (50), 97-120.

<https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1005979ar>

Artigue, M. (2002). Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui ? *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 59-72.

[https://www.persee.fr/doc/dsedu\\_1296-2104\\_2002\\_num\\_8\\_1\\_1010](https://www.persee.fr/doc/dsedu_1296-2104_2002_num_8_1_1010)

Astolfi, J.-P. (2020). *L'erreur, un outil pour enseigner* (13e éd.). ESF éditeur.

Barton, A., Tan, E. et Greenberg, D. (2017). The makerspace movement: Sites of possibilities for equitable opportunities to engage underrepresented youth in STEM. *Teachers College Record*, 119, 060308.

Bazelais, P. et Doleck, T. (2018, 2018/03/01). Investigating the impact of blended learning on academic performance in a first semester college physics course. *Journal of Computers in Education*, 5(1), 67-94.

<https://doi.org/10.1007/s40692-018-0099-8>

# Bibliographie

Bourgeois, N. et Saint-Pierre, H. (1997). La compétition et la motivation aux études en milieu universitaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 23(2), 327-343.

<https://doi.org/https://doi.org/10.7202/031919ar>

Brisson, G., Harvey, M.-F. et Moffet, J.-D. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Le conseil supérieur de l'éducation.

<https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2013-08- lenseignement-de-la-science-et-de-la-technologie-au-primaire-et- au-premier-cycle-du-secondaire.pdf>

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education : challenges and opportunities*. Arlington, Virginia : National Science Teachers Association, [2013].

<https://search.library.wisc.edu/catalog/9910137509202121>

# Bibliographie

Communautaire. (2016). Rapport synthèse : Documentation des usages et processus d'implantation de Fab Lab, de Médialab et de makerspace, dans les institutions culturelles québécoises. Repéré à

<https://www.mcc.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/Numerique/Communautaire-rapport-synthese-20-10-16.pdf>

Demers, S., Bachand, C.-A. et Leblanc, C. (2016). Les approches inductives au service de l'agentivité épistémique et des finalités éducatives émancipatrices. *Approches inductives*, 3(2), 41-70.

<https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1037913ar>

Devillard, V. (1996). Chercheurs ou artistes ? Entre art et science, ils rêvent le monde. *Réseaux. Communication - Technologie - Société*, 189-193.

[https://www.persee.fr/doc/reso\\_0751-7971\\_1996\\_num\\_14\\_75\\_3695](https://www.persee.fr/doc/reso_0751-7971_1996_num_14_75_3695)

Furlong, C., Léger, M. T. et Freiman, V. (2019). Le développement de compétences numériques lors de fabrication numérique : cas de Labs créatifs. *La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 45 (2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.21432/cjlt27831>

# Bibliographie

Gold, R. (2007). *The Plenitude: Creativity, Innovation, and Making Stuff*. The MIT Press.

Harvey, S. et Loïselle, J. (2009). Proposition d'un modèle de recherche développement. *Recherches qualitatives*, 28(2), 95-117.

Houssaye, J. (2014). Le triangle pédagogique: les différentes facettes de la pédagogie, ESF Paris.

Lande, M. et Leifer, L. (2009). Prototyping to learn: Characterizing engineering students' prototyping activities and prototypes. Dans. DS 58-1: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 1, Design Processes, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009.

Le Roux, S. (2007). La mise en œuvre d'une approche collaborative comme facteur d'innovation dans les PME-PMI. *Marché et organisations*, 4(2), 189-208.  
<https://doi.org/10.3917/maorg.004.0189>



# Bibliographie

Madea, J. (2006). The Bermuda Quadrilateral. *Simplicity*.

<https://web.archive.org/web/20080626072021/http://weblogs.media.mit.edu:80/SIMPLICITY/archives/000374.html>

Mayer, R. E. (1989, 1989/07/01/). Cognitive views of creativity: Creative teaching for creative learning. *Contemporary Educational Psychology*, 14(3), 203-211.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0361-476X\(89\)90010-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0361-476X(89)90010-6)

Oliver, M. et Shah, B. (2006). Students' experiences of creativity. Dans N. Jackson, M. Oliver, M. Shaw et J. Wisdom (dir.), *Developing creativity in higher education: An imaginative Curriculum* (p. 63-78). Routledge.

Oxman, N. (2016). Age of Entanglement. *Journal of Design and Science*.

<https://doi.org/10.21428/7e0583ad>

Nikiforos, S. et Kolyvas, S. (2020). STEM and Collaborative Learning: An Alternative Approach. *European Journal of Engineering Research and Science*, 12-16.

<https://doi.org/10.24018/ejers.2020.0.CIE.1793>

# Bibliographie

Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante: douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27(2), 133-151.

Perrin-Glorian, M.-J. and P. Bellemain (2018). L'INGENIERIE DIDACTIQUE ENTRE RECHERCHE ET RESSOURCE POUR L'ENSEIGNEMENT ET LA FORMATION DES MAITRES.

Potvin, P. (2019). *Faire apprendre les sciences et la technologie à l'école : épistémologie, didactique, sciences cognitives et neurosciences au service de l'enseignant*. Presses de l'Université Laval.

<https://www.deslibris.ca/ID/458420>

Pritchard, R., O'hara, M., Milsom, C., Williams, J. et Matei, L. (2019). *The Three Cs of Higher Education : Competition, Collaboration and Complementarity*. Central European University Press.

<https://doi.org/10.7829/j.ctvs1g987>

# Bibliographie

Redaelli, M. (2018). *La compétition scolaire : enjeux éthiques L'acceptabilité d'une éducation prônant des attitudes compétitives à l'école primaire* [Université catholique de Louvain].

Redish, E. F., Saul, J. M. et Steinberg, R. N. (1998). Student Expectations in Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 66, 212–224.

Sang, W. et Simpson, A. (2019). The Maker Movement: a Global Movement for Educational Change. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09960-9>

Sénéchal, K. (2018). Impacts d'une collaboration avec des enseignants sur l'élaboration et la validation du produit d'une ingénierie didactique. *Recherches qualitatives*, 37(2), 128-149. <https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1052111ar>

Weisser, M. (2011, 01/26). Dispositif didactique ? Dispositif pédagogique ? Situations d'apprentissage ! *Questions vives, recherches en éducation*, 291-303. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.271>