



Master

2019

Public access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

En noir, je grave... en rouge, je découpe ! Conception, mise en oeuvre et évaluation d'un dispositif de formation continue destiné aux enseignant-e-s pour la fabrication digitale d'outils pédagogiques

Boufflers, Lydie

How to cite

BOUFFLERS, Lydie. En noir, je grave... en rouge, je découpe ! Conception, mise en oeuvre et évaluation d'un dispositif de formation continue destiné aux enseignant-e-s pour la fabrication digitale d'outils pédagogiques. Master, 2019.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:124922>

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

Last deposit update in Archive ouverte UNIGE on 15.03.2023 19:14



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

En noir, je grave... en rouge, je découpe !
Conception, mise en œuvre et évaluation d'un dispositif
de formation continue destiné aux enseignant·e·s pour la
fabrication digitale d'outils pédagogiques

**Mémoire réalisé en vue de l'obtention de la Maîtrise Universitaire
en Sciences et Technologies de l'Apprentissage et de la
Formation**

PAR

Lydie Boufflers

Directeur du mémoire

Daniel K. Schneider, TECFA – Université de Genève

Jury

Gaëlle Molinari, TECFA – Université de Genève

Paul Oberson, SEM – Département de l'Instruction Publique

Genève, Juin 2019

Université de Genève

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation

Résumé

La fabrication digitale dans l'éducation, révolution du 21^e Siècle ? Certain·e·s auteur·e·s l'affirment et la multiplication des offres de cours en formation initiale abondent dans ce sens. A l'inverse, peu d'initiatives ont été prises pour la formation continue en général et la formation continue des enseignant·e·s en particulier. C'est devant ce constat que cette recherche a été entreprise. Son objectif est de concevoir, mettre en œuvre et évaluer un dispositif de formation à la conception et fabrication assistée par ordinateur destiné aux enseignant·e·s dans le cadre de la formation continue. La collecte et l'analyse de données quantitatives et qualitatives ont montré que (1) les enseignant·e·s sont satisfait·e·s de la formation et la considère comme pertinente pour leur activité professionnelle, (2) que le dispositif a eu un effet positif et significatif sur l'apprentissage du dessin vectoriel, de la technologie de gravure-découpe laser et sur les connaissances de la fabrication digitale, (3) qu'un dispositif hybride basé sur un apprentissage par projet en contexte authentique est un modèle adapté à ce public, (4) que les enseignant·e·s ont un *a priori* positif des technologies de fabrication digitale bien que cette perception n'ait pas évolué au cours de la formation. Cette recherche permet d'apporter une contribution pratique en proposant un modèle de dispositif de formation adapté aux enseignant·e·s en formation continue dans ce domaine et une contribution conceptuelle avec la prescription d'un certain nombre de règles de conception pédagogique pour ce type de formation.

Mots-Clés

Ingénierie pédagogique, règles de conception, formation de formateurs, fabrication digitale, CFAO, constructionnisme, constructivisme, apprentissage par projet, outil pédagogique



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Déclaration sur l'honneur

Je déclare que les conditions de réalisation de ce travail de mémoire respectent la charte d'éthique et de déontologie de l'Université de Genève. Je suis bien l'auteur de ce texte et atteste que toute affirmation qu'il contient et qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source ; tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets.

Genève, le *13 juin 2019*

Prénom, Nom *Lydie Boufflers*

Signature :

Remerciements

A Daniel K. Schneider pour avoir accepté de me superviser dans la conduite de cette recherche. Il a su m'éviter les « ravins » tout en me laissant une autonomie d'action. Merci également pour sa disponibilité, son écoute et sa capacité à dédramatiser.

A l'ensemble des enseignant·e-s et des assistant·e-s du Master MALTT pour leur enseignements et leur disponibilité.

A Gaëlle Molinari et Paul Oberson pour avoir accepté de faire partie du jury et pour leur intérêt vis-à-vis de ma recherche.

A Paul Oberson pour avoir eu confiance en ma capacité de mener à bien ce projet dans le cadre institutionnel du Service Ecole-Médias.

A Bertrand Emery pour son soutien, ses conseils et sa disponibilité.

A Thomas Maillart pour son soutien logistique avec la mise à disposition des locaux et de la machine de gravure-découpe laser au SDG Solution Space. Merci également d'avoir organisé des ateliers de découverte des technologies de fabrication digitale pour les enfants des enseignant·e-s venus se former. Et merci à Jan Van De Mol de les avoir animé !

A Jean-Marie Durney, *fablab* manager du SDG Solution Space, pour sa disponibilité, ses conseils techniques et sa patience.

Aux étudiant·e-s inter-volées avec qui j'ai pu échanger, travailler et partager quelques joyeux moments lors des activités *outreach*.

A mon compagnon pour toutes les soirées interminables de travail et à mon fils qui a compris que « maman travaille » aussi le week-end et les jours fériés.

Table des matières

RESUME	II
MOTS-CLES	II
REMERCIEMENTS	III
LEXIQUE	VII
CHAPITRE 1. INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2. MAKING ET EDUCATION	4
2.1 DU BRICOLAGE AU LABORATOIRE DE FABRICATION DIGITALE	4
2.2 DE LA MANIPULATION D’OBJETS A LA CONSTRUCTION D’OBJETS.....	6
2.3 DU MAKING DANS L’EDUCATION AUX COMPETENCES DU 21 ^E SIECLE	7
2.4 SYNTHESE.....	9
CHAPITRE 3. FORMATION D’ENSEIGNANT·E·S	10
3.1 PRINCIPES DE FORMATION D’UN PUBLIC ENSEIGNANT A LA CFAO.....	10
3.2 METHODE DE DEVELOPPEMENT ET D’ANALYSE D’UN DISPOSITIF DE FORMATION	17
3.3 SYNTHESE.....	23
CHAPITRE 4 - PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE	25
CHAPITRE 5 : METHODOLOGIE	28
5.1 APPROCHE GENERALE DE LA RECHERCHE.....	28
5.2 METHODE DE CONCEPTION, MISE EN ŒUVRE ET EVALUATION DU DISPOSITIF DE FORMATION.....	32
5.3 METHODE DE RECHERCHE.....	37
CHAPITRE 6 : DISPOSITIF DE FORMATION « CONCEVEZ VOS OUTILS PEDAGOGIQUES AVEC LA 2D»	49
6.1 VUE D’ENSEMBLE DU DISPOSITIF	49
6.2 CARACTERISTIQUES DU DISPOSITIF	50
6.3 MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE DU DISPOSITIF.....	58
6.4 SYNTHESE.....	61
CHAPITRE 7 : RESULTATS ET DISCUSSION	62
7.1 QUESTION DE RECHERCHE 1 : SATISFACTION, REPONSE AUX ATTENTES ET UTILITE DE LA FORMATION	62
7.2 QUESTION DE RECHERCHE 2 : APPRENTISSAGES.....	67
7.3 QUESTION DE RECHERCHE 3 : DISPOSITIF DE FORMATION.....	76
7.4 QUESTION DE RECHERCHE 4 : PERCEPTION DES TECHNOLOGIES DE FABRICATION DIGITALE	84
7.5 CORRELATIONS ET TYPOLOGIE.....	87
CHAPITRE 8. CONCLUSIONS	91
8.1 SYNTHESE : OBJECTIFS, REALISATIONS ET RESULTATS	91
8.2 LIMITES DE L’ETUDE.....	92
8.3 APPORTS DE L’ETUDE ET PERSPECTIVES FUTURES	93
CHAPITRE 9. EPILOGUE	97
BIBLIOGRAPHIE	98
ANNEXES	105

Table des Tableaux

TABLEAU 1. METHODE ADDIE APPLIQUEE A LA FORMATION "CONCEVEZ VOS OUTILS PEDAGOGIQUES EN 2D"	33
TABLEAU 2. ADAPTATION DU TABLEAU DE KRATHWOHL (2002, P.216) AU CONTEXTE DE NOTRE RECHERCHE	34
TABLEAU 3. SOURCES UTILISEES POUR LA CONCEPTION DES QUESTIONNAIRES PRE ET POST-FORMATION	39
TABLEAU 4. INDICES COMPOSITES RELATIFS AUX APPRENTISSAGES.	43
TABLEAU 5. LES SIX ETAPES DE L'ANALYSE THEMATIQUE SELON BRAUN ET CLARKE (2006)	46
TABLEAU 6. OBJECTIFS PEDAGOGIQUES DE LA FORMATION « CONCEVEZ VOS OUTILS PEDAGOGIQUES AVEC LA D2 ».	51
TABLEAU 7. SCENARIO PEDAGOGIQUE DE LA FORMATION « CONCEVEZ VOS OUTILS PEDAGOGIQUES AVEC LA 2D »	54
TABLEAU 8. SCENARISATION PREVUE VS SCENARISATION EFFECTIVE : NOTES PRISES LORS DE LA FORMATION	59
TABLEAU 9. CLASSIFICATION DES DONNEES EN FONCTION DE LEUR TYPE ET DE LEUR TEMPORALITE	62
TABLEAU 10. INDICE DE SATISFACTION GENERALE	63
TABLEAU 11. INDICES DE SATISFACTION CONCERNANT L'ORGANISATION, LA PEDAGOGIE, ET L'ACCOMPAGNEMENT	63
TABLEAU 12. INDICE DE SATISFACTION CONCERNANT LA REPONSE AUX ATTENTES.....	65
TABLEAU 13. INDICE DE SATISFACTION CONCERNANT L'UTILITE PROFESSIONNELLE	66
TABLEAU 14. CONNAISSANCES ET COMPETENCES EN DESSIN VECTORIEL, GRAVURE-DECOUPE LASER ET FABRICATION DIGITALE ...	68
TABLEAU 15. HABITUDES DE TRAVAIL EVALUEES SELON UNE ECHELLE DE FREQUENCE	71
TABLEAU 16. CLASSIFICATION DES REALISATIONS DES PARTICIPANT·E·S SELON LA CLASSIFICATION DE ZUCKERMAN (2006).....	73
TABLEAU 17. EVALUATION DES CONSTRUITS THEORIQUES SELON LE NIVEAU D'ACCORD ET D'IMPORTANCE	77
TABLEAU 18. EVALUATION DES METHODES, ACTIVITES ET RESSOURCES.....	78
TABLEAU 19. EVALUATION DE L'ACCOMPAGNEMENT SELON UNE ECHELLE D'ACCORD ET D'IMPORTANCE.....	81
TABLEAU 20. EVALUATION DES PERFORMANCES DE L'INTERVENANTE SELON UNE ECHELLE D'ACCORD ET D'IMPORTANCE	82
TABLEAU 21. PERCEPTION DES TECHNOLOGIES DE FABRICATION DIGITALE SELON UNE ECHELLE D'ACCORD.	86
TABLEAU 22. CORRELATIONS ENTRE LE CADRE PEDAGOGIQUE, L'ACCOMPAGNEMENT AVEC LES EFFETS SUR L'APPRENTISSAGE.	87
TABLEAU 23. TYPOLOGIE DES PARTICIPANT·E·S REALISEE A PARTIR DES VARIABLES QUALITATIVES.....	90

Table des Figures

FIGURE 1. REPRODUCTION DU MODELE DES QUADRANTS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE SELON D. STOKES (1997, P.73).	3
FIGURE 2. GENESE ET DEVELOPPEMENT DU MOUVEMENT MAKER.	5
FIGURE 3. APPUIS THEORIQUES ET METHODOLOGIQUES POUR LA CONCEPTION, LA MISE EN ŒUVRE ET L'EVALUATION	10
FIGURE 4. REPRESENTATION DES FIRST PRINCIPLES OF INSTRUCTION SELON MERRILL (2002, P.45)	16
FIGURE 5. REPRESENTATION DU MODELE DE CONCEPTION ADDIE (VERSION NON LINEAIRE).	18
FIGURE 6. EXEMPLE DE REDACTION D'UN OBJECTIF PEDAGOGIQUE SELON LES TROIS CRITERES DE MAGER (2005, P.21)	20
FIGURE 7. LES QUATRE NIVEAUX D'EVALUATION SELON KIRKPATRICK (2006).....	22
FIGURE 8. REPRESENTATION THEORIQUE DES ELEMENTS DU DISPOSITIF DE FORMATION A LA CFAO POUR LES ENSEIGNANT·E·S ..	24
FIGURE 9. STRATEGIE DE TRIANGULATION CONCURRENTTE SELON CRESWELL (2009, P.210), ADAPTEE A NOTRE RECHERCHE	31
FIGURE 10. PROCESSUS D'OPERATIONNALISATION DE LA CONCEPTION PEDAGOGIQUE APPLIQUEE A NOTRE RECHERCHE.....	32
FIGURE 11. MODELE DES FIRST PRINCIPLES OF INSTRUCTION (MERRILL, 2002) APPLIQUE AU DISPOSITIF A L'ETUDE	33
FIGURE 12. EVALUATION DU DISPOSITIF DE FORMATION BASEE SUR LE MODELE ADDIE.	35
FIGURE 13. PRESENTATION DES DIFFERENTS TYPES D'EVALUATION SELON LES PHASES DE LA METHODE DE CONCEPTION ADDIE..	37
FIGURE 14. METHODES ET TECHNIQUES DE COLLECTE DES DONNEES	38
FIGURE 15. BOITE A MOUSTACHES ET SES INDICATEURS (SOURCE : WIKIPEDIA, MODIFIEE PAR L'AUTEURE).....	44
FIGURE 16. AGENDA ET MODALITES DU DISPOSITIF DE FORMATION	49
FIGURE 17. MODELISATION DE LA PHASE DE DECOUVERTE DE LA FORMATION SOUS COMPENDIUMLD	52
FIGURE 18. MODELISATION DE LA PHASE DE D'APPROFONDISSEMENT DE LA FORMATION SOUS COMPENDIUMLD	53
FIGURE 19. AFFICHE DE LA FORMATION.....	58
FIGURE 20. PHASE DE MODELISATION DE L'ACTIVITE D'EVEIL.....	59
FIGURE 21. PHASE DE REALISATION DE L'ACTIVITE D'EVEIL AVEC LA GRAVEUSE-DECOUPEUSE TROTEC SPEEDY 360	59
FIGURE 22. COLLAGE DE PHOTOS DES PROJETS REALISES PAR LES PARTICIPANT·E·S A LA SESSION D'AUTOMNE 2018.	61
FIGURE 23. EXPRESSION DE LA SATISFACTION GENERALE DES PARTICIPANT·E·S	63
FIGURE 24. EVOLUTION DES CONNAISSANCES ET COMPETENCES EN DESSIN VECTORIEL AVANT ET APRES LA FORMATION.	69
FIGURE 25. EVOLUTION DES CONNAISSANCES ET COMPETENCES EN GRAVURE-DECOUPE LASER AVANT ET APRES LA FORMATION.	69
FIGURE 26. EVOLUTION DES CONNAISSANCES EN FABRICATION DIGITALE AVANT ET APRES LA FORMATION.	70
FIGURE 27. OPINIONS DES PARTICIPANT·E·S SUR L'IMPORTANCE DES OUTILS DANS L'APPRENTISSAGE.....	79
FIGURE 28. CARTOGRAPHIE DES OUTILS UTILISES PAR LES PARTICIPANT·E·S.....	80
FIGURE 29. DENDOGRAMME HIERARCHIQUE POUR LES VARIABLES DESSIN VECTORIEL, HOBBIES ET VENUES AUX PERMANENCES ..	89
FIGURE 30. ANALYSE TWOSTEP CLUSTER POUR LES VARIABLES DESSIN VECTORIEL, HOBBIES ET VENUES AUX PERMANENCES	89
FIGURE 31. CARTE DE CONJECTURE INCARNEE REpondant A LA QUESTION DE RECHERCHE PRINCIPALE	96

LEXIQUE

Arduino : cartes électroniques programmables

Conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) : utilisation des technologies à des fins de conception et de réalisation d'artefacts tangibles. Synonymes : fabrication digitale, fabrication numérique, *making*.

DIP : Département de l'Instruction Publique

Fablab : contraction de « *fabrication laboratory* » (laboratoire de fabrication digitale). Le *Fablab* est un tiers-lieu de fabrication dans lequel un certain nombre de machines à commande numérique sont disponibles. L'appellation *Fablab* est strictement encadrée par la *Fab Foundation* (<https://www.fabfoundation.org/>).

Gravure-découpe laser : procédé de fabrication qui consiste à graver, marquer ou découper des matériaux avec un faisceau laser.

Making : voir Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur.

MITIC : Médias, Images et Technologies de l'Information et de la Communication

SEM : Service Ecoles-Médias, entité qui offre notamment des prestations de formation dans le domaine des technologies numériques aux enseignant-e-s du Département de l'Instruction Publique.

CHAPITRE 1. INTRODUCTION

Rentrée de Septembre 2018,

Elsa est une enseignante de degré primaire (élèves de 7 ans). Elle a un intérêt particulier pour le *Do-It-Yourself* (« faites le vous-même »), notamment le scrapbooking, le montage photo et la couture. Dès qu'elle le peut, elle partage ses passions avec ses élèves en les intégrant dans ses enseignements. Elle souhaiterait aller plus loin et découvrir des techniques innovantes pour fabriquer du matériel pédagogique. Léa est enseignante de degré secondaire II au Collège (élèves de 15 à 19 ans). Elle s'intéresse à la bricole, la bidouille et l'informatique – elle aime particulièrement programmer le Raspberry Pi - c'est avant tout une curieuse qui souhaite découvrir la fabrication digitale pour sa propre culture mais aussi pour son activité d'enseignante. Elle a entendu parler de la fabrication digitale et cela a piqué sa curiosité. Enfin, Régine est une enseignante spécialisée. Elle confectionne souvent du matériel pédagogique afin de l'adapter à ses élèves d'une dizaine d'années ayant des capacités et besoins spécifiques mais ne parvient pas toujours à concrétiser ses idées avec le matériel dont elle dispose à l'école. Toutes ces enseignantes ont en commun un terrain propice à la créativité, l'innovation et ont, pour certaines, la volonté d'intégrer la fabrication digitale dans leurs enseignements. Elles recherchent donc une formation qui pourrait leur apporter les connaissances et compétences nécessaires à la réalisation d'outils pédagogiques innovants.

Novembre 2018,

Le Département de l'Instruction Publique (DIP) publie un document de vision intitulé *L'école au service de la citoyenneté numérique*. Dans ce document, le DIP met en avant son ambition de promouvoir le numérique dans les enseignements et de former non seulement les élèves mais aussi les enseignant·e·s. dans les années à venir. Cette ambition du DIP serait-elle les prémices d'une réponse à nos trois enseignantes ? Ce qui est certain, c'est que la formation des enseignant·e·s est clairement exprimée dans le principe 10 de ce document « [...] le développement du numérique à l'école implique tant d'adapter la formation initiale des enseignant·e·s que de mettre en place une formation continue adéquate permettant d'intégrer le numérique dans l'ensemble des enseignements. » (Département de l'Instruction Publique, 2018, p. 22). Dans ce contexte, les initiatives pour la formation des enseignant·e·s en poste sont primordiales ; celles-ci relèvent du domaine de la formation continue dont l'ambition est « [...] de maintenir, de développer les

connaissances et compétences globales des collaboratrices et collaborateurs, afin de s'adapter aux évolutions et de garantir des prestations de qualité répondant aux objectifs de l'école publique » (Formation continue DIP, 2019). Au DIP, c'est au Service Ecoles-Médias (SEM) que sont confiées les formations continues dans le domaine du numérique. Ces formations s'adressent aux enseignant·e·s de degré primaire et secondaire de la Suisse Romande et concernent principalement l'intégration des médias, images et technologies de l'information et de la communication (MITIC) dans les enseignements et, depuis 2015, la formation aux technologies de fabrication digitale. Ces technologies permettent de modéliser des objets via un logiciel de dessin puis de les fabriquer à l'aide de technologies comme la graveuse-découpeuse laser, l'imprimante 3D ou encore la broderie machine.

Depuis le début des années 2000 et la création du premier *Fablab* au Massachusetts Institute of Technology (MIT), la conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) est de plus en plus présente dans les curricula que ce soit à titre obligatoire ou à titre optionnel du fait des connaissances et compétences qu'elle permet de développer. Les offres de cours à destination des enfants, adolescent·e·s et même des enseignant·e·s en formation initiale sont de plus en plus présents dans les cursus généralistes et la littérature scientifique sur l'enseignement de la CFAO commence à être bien documentée. Seul·e·s absent·e·s de ce tableau : les enseignant·e·s en activité. En effet, hormis le projet européen *eCraft2Learn* (<https://project-ecraft2learn.eu/> 2017-2018) prévoyant une formation de 20 heures à destination des enseignant·e·s afin de leur permettre à leur tour de former leurs élèves, aucune recherche ni aucune publication scientifique n'a été réalisée à notre connaissance. Ces éléments justifient donc de s'intéresser à la thématique de la formation des enseignant·e·s à la CFAO dans le cadre de la formation continue. Le choix de cette thématique est donc guidé (1) par son aspect original (absence de littérature scientifique sur le sujet), (2) par son actualité (engouement pour la CFAO) et (3) par son utilité (la fabrication digitale permet de développer des compétences). En outre, s'agissant d'une formation dispensée dans le cadre de leur activité professionnelle, celle-ci doit être intégrée au contexte spécifique de l'enseignement, c'est pourquoi l'angle choisi pour cette formation est celui de la conception d'outils pédagogiques ; une formation qui pourrait donc répondre aux intérêts de Elsa, Léa et Régine !

L'objectif de la présente recherche est de concevoir, mettre en œuvre et évaluer un dispositif de formation à la conception et fabrication assistée par ordinateur dont le public cible est constitué d'enseignant·e·s en formation continue. Ce que cette recherche tente d'apporter, c'est (1) un modèle pratique de dispositif pédagogique pour la formation continue des enseignant·e·s dans le domaine de la fabrication digitale, (2) de proposer un certain nombre de lignes directrices pour l'ingénierie pédagogique de ce type de formation. Ainsi, cette étude pourrait permettre de répondre à deux types de problèmes : un problème pratique qui concerne la formation des enseignant·e·s à la CFAO et à laquelle cette expérimentation peut contribuer à répondre (premier objectif de l'étude) et un problème théorique qui concerne la manière dont ce type de formation doit être créé (deuxième objectif de l'étude). Selon les modèles des quadrants de Stokes (1997), cette recherche se situe donc dans le quadrant de Pasteur (Figure 1) correspondant à une recherche visant la compréhension (recherche fondamentale) et l'application (recherche appliquée).

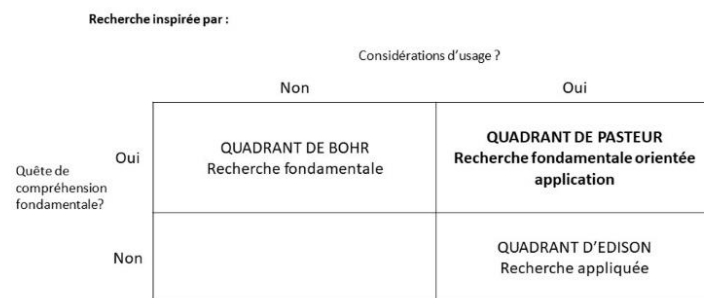


Figure 1. Reproduction du modèle des quadrants de la recherche scientifique selon D. Stokes (1997, p.73).

Pour atteindre ces objectifs, cette étude prévoyait tout d'abord de développer un cadre de formation reposant sur la littérature relative au *making* (chapitre 2) et à la formation des enseignant·e·s en activité (chapitre 3). Ceci a permis de circonscrire la problématique de notre étude et de développer les questions de recherche qui s'y rapportaient (chapitre 4). Ces questions formulées, une méthodologie permettant le développement, la mise en œuvre et l'analyse d'un dispositif de formation a été développée (chapitre 5). La mise en œuvre de ce dispositif en contexte réel (Chapitre 6) et son analyse ont permis de recueillir un certain nombre de résultats qui sont présentés, discutés (chapitre 7) puis synthétisés et mis en perspective (chapitre 8) avant de conclure (chapitre 9).

Commençons dans un premier temps par tenter d'y avoir plus clair sur ce qu'est la conception et fabrication assistée par ordinateur connue à l'origine sous le nom de *making*.

CHAPITRE 2. MAKING ET EDUCATION

Le début des années 2000 et l'arrivée des technologies de fabrication digitale a remis le bricolage ou *Do-It-Yourself* (faites-le vous-même) au goût du jour. Dans l'éducation, certain·e·s pédagogues progressistes ont vu dans la fabrication digitale un moyen révolutionnaire permettant de développer des compétences essentielles à l'aune du 21e siècle (Anderson, 2012 ; Blikstein, 2018 ; Hatch, 2014, Schneider, 2017).

2.1 Du bricolage au laboratoire de fabrication digitale

Chacun·e d'entre nous a déjà bricolé au moins une fois dans sa vie avec plus ou moins de succès. Du plantage de clou à la confection d'un meuble pour la salle de bain en passant par la couture, la création d'artefacts est ancrée dans nos gènes. L'arrivée des nouvelles technologies a fait évoluer ce bricolage « artisanal » en bricolage « numérique » utilisant les technologies pour la modélisation (logiciel de dessin) et la fabrication d'objets (imprimante 3D, graveuse-découpeuse laser etc.). Ce concept de bricolage, souvent qualifié de *making*, est défini par Chu & al. (2015) comme « *the use of technological resources to build something of interest* » (p.11) (« l'utilisation des ressources technologiques pour construire des choses d'intérêt », traduction libre de l'auteure). L'inconvénient de cette définition est qu'elle met de côté toute la branche artisanale du *making* en ne s'intéressant qu'à l'aspect technologique. C'est la raison pour laquelle nous privilégions la définition proposée par Martin (2015) pour qui le « *Making often involves traditional craft and hobby techniques (e.g., sewing, woodworking, etc.), and it often involves the use of digital technologies, either for manufacture (e.g., laser cutters, CNC machines, 3D printers) or within the design (e.g., microcontrollers, LEDs)* » (p.31) (« le making implique souvent de l'artisanat et des activités de loisirs traditionnelles (par exemple, couture, travail du bois, etc.), et implique souvent l'utilisation de technologies numériques, soit pour la fabrication (par exemple, découpeuses au laser, machines à commande numérique par ordinateur, imprimantes 3D), soit lors de la conception (par exemple, microcontrôleurs, LED) », traduction libre de l'auteure). Dans la littérature, ce type de *making* recourant aux technologies numériques est également désigné sous le terme « conception et fabrication assistée par ordinateur », « design et fabrication numérique » ou encore « fabrication digitale ».

Au début des années 2000, l'engouement pour le *making* prend de plus en plus d'ampleur. Face à ce phénomène, Dale Dougherty décide de créer le magazine *Maker Faire* en 2005. C'est dans ce magazine qu'il emploie pour la première fois le terme de mouvement *maker* (Dougherty, 2012), mouvement défini par Halverson & Sheridan (2014) comme « [...] *the growing number of people who are engaged in the creative production of artifacts in their daily lives and who find physical and digital forums to share their processes and products with others* » (p.496) (« le nombre croissant de personnes qui sont engagées dans la fabrication d'artefacts créatifs dans leur vie quotidienne et qui partagent leurs méthodes de fabrication et leurs produits avec les autres », traduction libre de l'auteure). De cette définition, trois caractéristiques saillantes du mouvement *maker* se dégagent : l'importance de la fabrication d'objets physiques, la créativité et le partage. Cependant, si la naissance de ce mouvement date du début des années 2000, il puise ses origines dans les années 1980 (Figure 2). Il s'est ensuite développé dans plusieurs sphères sociales donnant lieu à la création de plusieurs types de lieux d'expression du *making* mais avec des objectifs différents ou s'adressant à des catégories de populations différentes. Le schéma ci-dessous (Figure 2), réalisé à partir de plusieurs sources (Schön & al. 2014, Blikstein & Krannich, 2013 ; Halverson & Sheridan, 2014 ; Blikstein, 2018), rend compte de sa chronologie et de la diversité de lieux dans lequel il s'est développé.

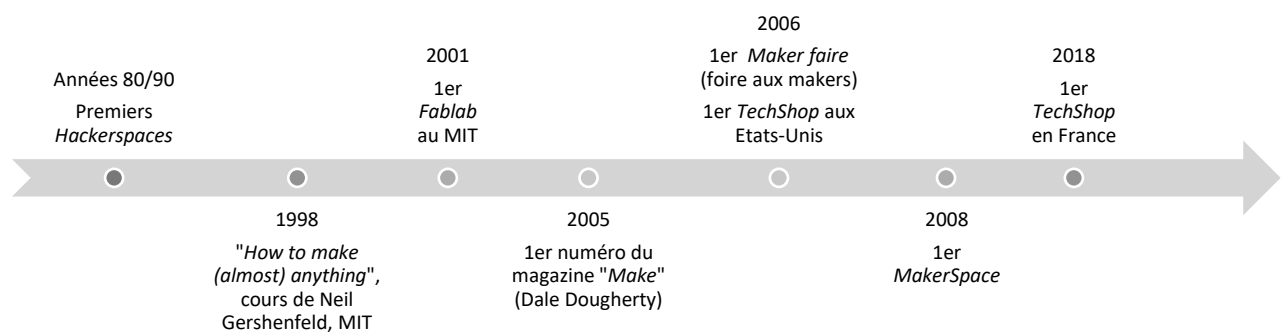


Figure 2. Genèse et développement du mouvement *maker*.

Le schéma ci-dessus (Figure 2) rend compte de quatre types de lieux :

- Les *Hackerspaces* : lieux où les passionnés de technologies se réunissent pour inventer, détourner des objets et explorer les nouvelles technologies (Blikstein, 2018, p.428).
- Les *Fablabs* : lieux ayant pour objectif de démocratiser les technologies liées à la fabrication digitale (Blikstein, 2018, p.430). Le premier *Fablab* a été créé en 2001 au MIT par Neil Gershenfeld. La dénomination *Fablab* est gérée par la *Fab*

foundation (<http://www.fabfoundation.org>) et son obtention est conditionnée au respect de plusieurs critères dans le but que tous ces laboratoires permettent la fabrication d'objets ayant un minimum de complexité et utilisent des technologies et des pratiques similaires au sein du réseau (Blikstein, 2018, p. 430).

- Les *Makerspaces* : tiers-lieux consacrés au *making* ayant la même vocation de démocratisation des technologies que les *FabLabs*. Ces entités sont cependant moins structurées et sont indépendantes les unes des autres. Par conséquent, comparé aux *FabLabs* qui constituent un réseau, les *Makerspaces* ont plus de mal à se connecter entre eux et à partager les bonnes pratiques (Blikstein, 2018, p. 430).
- Le *TechShop* : version commerciale du *FabLab* et du *Makerspace* grâce au paiement d'une cotisation par les utilisateurs (Blikstein, 2018, p.431). En général, ces lieux ont des équipements, une organisation et des coûts de location similaires. Les premiers *TechShop* créés aux Etats-Unis ont fait faillite ; un équivalent français, créé depuis 2018 par une chaîne de bricolage, compte actuellement trois lieux.

L'engouement pour le *making* et la multiplication des lieux qui y sont consacrés font de la CFAO un phénomène social incontournable auquel l'éducation s'intéresse de plus en plus.

2.2 De la manipulation d'objets à la construction d'objets

Les premier·ère·s enseignant·e·s visionnaires et progressistes à avoir remis en cause le modèle traditionnel de l'éducation remontent au début du 20^e Siècle. Ces pionnier·ère·s de l'Ecole active comme Montessori (manipulation), Dewey (expérimentation) ou encore Freinet (autonomie et activité librement consentie) ont basé leur pédagogie sur l'apprenant·e et son activité, ses intérêts naturels et le développement de son autonomie (Raynal & Rieunier, 2010, p.333). A la fin du 20^e Siècle, Papert développe un cadre de pensée dans la droite lignée de ces enseignant·e·s progressistes qu'il nomme constructionnisme (Section 3.1.1). Il affirme que la construction des connaissances est facilitée lorsque les apprenant·e·s réalisent une production concrète qu'elle soit ou non physique. Dans ce contexte, l'environnement d'apprentissage c'est-à-dire les moyens mis à disposition des apprenant·e·s pour y parvenir sont déterminants ; c'est dans cette optique que Papert crée dans les années 1970 des environnements d'apprentissage informatique spécialisés par discipline appelés « micromondes¹». Il crée également en

¹ Exemple : logiciel Cabri-Géomètre pour l'apprentissage de la géométrie

1999 un véritable lieu physique basé sur le modèle de pensée constructionniste dans une prison pour jeune délinquant·e·s du Maine (Etats-Unis) qu'il nomme le *Constructionist Learning Laboratory* (« laboratoire d'apprentissage constructionniste », traduction personnelle de l'auteure). Apparue dans les mêmes années, le mouvement *Maker* qui met l'accent sur l'apprentissage via la fabrication d'objets physiques (Section 2.1) est basé sur ce modèle de pensée constructionniste même si, selon Stager (2013, p.487), ses membres ignorent cette théorie. Personne ? Pas tout à fait, puisque c'est à la même période que l'idée de construction d'objets tangibles pour l'apprentissage associée au développement des technologies de conception et fabrication assistée par ordinateur ont pu donner naissance au premier cours consacré à la CFAO intitulé *How to make (almost) anything* (« comment fabriquer (presque) tout », traduction libre de l'auteure) au MIT. Ce cours, donné depuis 1998 par Neil Gershenfeld², a pour objectif de démocratiser les technologies de fabrication digitale. Depuis, les cours de conception et fabrication assistée par ordinateur apparaissent de plus en plus dans les curricula que ce soit à titre obligatoire comme le cours *Design & Technology* du National Curriculum en Angleterre pour les élèves de 5 à 14 ans (U.S Department of Education, s.d) ou à titre optionnel comme le cours de *Conception assistée par ordinateur* (Collège Calvin, s.d) donné au secondaire II pour les élèves de 17 à 19 ans par B. Emery et S. Lauper au Collège Calvin de Genève ou encore les cours de niveau Master *STIC³ III* et *STIC IV* (CFAO, s.d) donné par le professeur D.K Schneider à l'Université de Genève depuis 2011. Ce type de cours tend à se développer mais, quels en sont les apports éducatifs ?

2.3 Du Making dans l'éducation aux compétences du 21^e Siècle

Depuis le début des années 2000 et la voie ouverte par Neil Gershenfeld, l'utilisation des technologies de fabrication digitale dans l'éducation est de plus en plus soutenue.

Selon Blikstein (2018, p.422-426), cinq facteurs ont rendu possible ce phénomène :

1. Une acceptation sociale des idées de l'enseignement progressiste et constructiviste,
2. L'encouragement à l'innovation par la mise en place de politiques éducatives plus favorables au *making* avec des idées et des pratiques pédagogiques progressistes,

² Neil Gershenfeld est à l'origine du concept de Fablab (Figure 2).

³ Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

3. Le développement de l'idée que le *making* et la programmation sont utiles,
4. La réduction du prix des technologies de fabrication qui les rend plus abordables,
5. De outils plus puissants, plus faciles à utiliser et des recherches plus adaptées au public visé (exemple : *Scratch programming language*, créée en 2002 au MIT, est un logiciel d'apprentissage de la programmation pour les enfants).

Outre ces considérations sociales, techniques et financières, la CFAO s'est déployée dans l'éducation car elle permet de développer un certain nombre de compétences comme :

- La pensée critique (Blikstein, 2018) et la résolution de problème (Blikstein, 2013 ; Riley, 2016 ; Schön & al., 2014; Tan & al, 2016)
- Le travail en équipe et la collaboration (Kurti & al. 2014 ; Resnik, 1996 ; Riley, 2016 ; Schön & al. 2014 ; Sheridan & Al, 2014 ; Tan & Al, 2016),
- La créativité et l'innovation : le *making*, par essence, permet de développer la créativité et l'innovation en proposant des solutions innovantes à des problèmes quotidiens (Blikstein, 2013, Schön & al. 2014, Tan & al. 2016) ou plus globaux tel que le changement climatique, l'épuisement des ressources, etc. (Barlex, 2011).
- La persévérance et le rapport à l'erreur : engagé sur un projet personnel, chacun·e souhaite le mener à terme. En ce sens, le *making* développe la persévérance et modifie le rapport à l'erreur (Blikstein, 2013 ; Kurti & al. 2014 ; Blikstein 2018) qui n'est plus considéré comme un échec mais comme un pas vers le succès.

Ces compétences font partie de ce l'on nomme *compétences du 21^e Siècle*. Elles ont été définies par le *Partnership for 21st Century Learning* ou P21 (« partenariat pour l'apprentissage au 21^e Siècle », traduction libre de l'auteure) aux Etats-Unis sous l'impulsion d'enseignant·e·s, d'expert·e·s et de représentant·e·s du monde des affaires (<http://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>⁵). Outre ces compétences transversales, la CFAO permet l'approfondissement des connaissances ou l'apprentissage de matières collatérales pour certain·e·s apprenant·e·s, comme les sciences, les mathématiques, l'ingénierie (Blikstein, 2013 ; Sheridan & al. 2013, Schön & al. 2014) ou encore le design en fonction des projets et de la motivation de chacun·e à en apprendre plus. Pour d'autres, le *making* permet de développer des compétences en

⁴ Il serait possible de détailler les apports possibles de la CFAO pour chaque compétence transversale mais ceci ne sera pas traité dans cette recherche.

ingénierie, mathématiques, physiques ou design alors que l'intérêt de départ n'y était pas (Blikstein, 2013).

2.4 Synthèse

L'arrivée de la CFAO dans l'éducation coïncide avec le développement la pensée constructionniste de Papert et la démocratisation de technologies de fabrication digitale liée à un contexte politique, social et financier favorable.

Dans le domaine de l'éducation, le *making* peut être à la fois un sujet d'apprentissage qui permet de développer certaines compétences transversales ; il peut également être un moyen d'apprentissage utilisé par les enseignant·e·s pour fabriquer des outils pédagogiques ce qui est précisément l'angle de notre recherche. Par conséquent, notre dispositif a pour objectif d'amener les enseignant·e·s à acquérir des connaissances et compétences en CFAO (sujet d'apprentissage) en leur faisant construire des outils pédagogiques (moyen d'apprentissage).

CHAPITRE 3. FORMATION D'ENSEIGNANT·E·S

La création d'un dispositif de formation à la CFAO à destination des enseignant·e·s en formation continue repose à la fois sur (1) des appuis théoriques relatifs aux principes de formations et (2) des appuis méthodologiques relatifs au développement et l'analyse de ce dispositif (Figure 3).

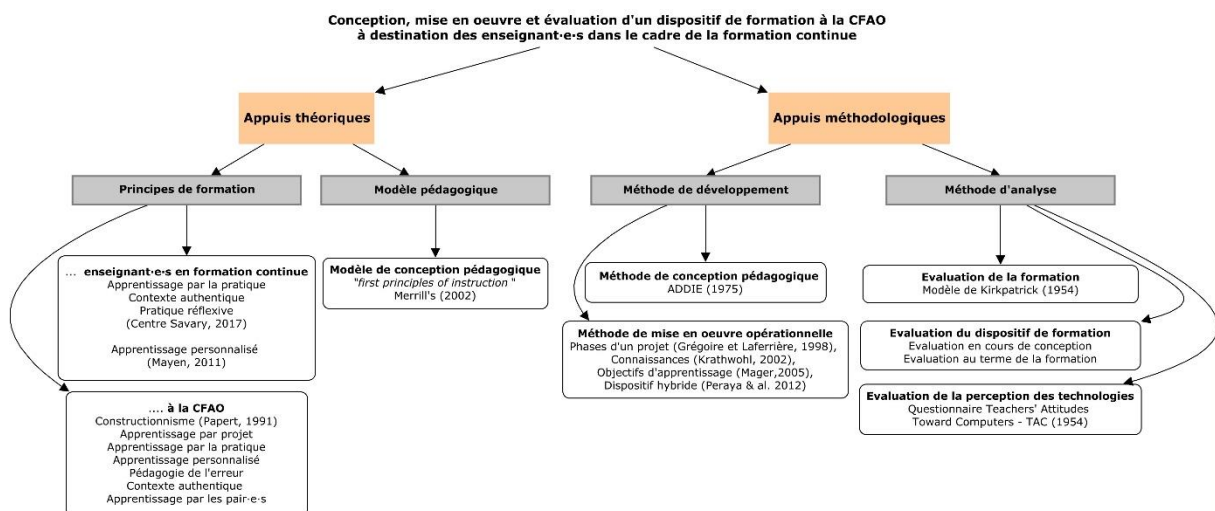


Figure 3. Appuis théoriques et méthodologiques pour la conception, la mise en œuvre et l'évaluation du dispositif de formation à l'étude.

3.1 Principes de formation d'un public enseignant à la CFAO

3.1.1 Principes de formation à la CFAO

Dans la littérature, l'approche constructionniste de Papert est l'approche privilégiée pour aborder la CFAO dans les laboratoires de fabrication digitale (Blikstein, 2013 ; Blikstein & Krannich, 2013 ; Blikstein, 2018 ; Halverson & Sheridan, 2014 ; Kurti & al. 2014 ; Sheridan & al. 2014 ; Riley, 2016, Schön & al. 2014 ; Tan & al., 2016)

Défini par Papert (1991), le

Constructionism--the N word as opposed to the V word--shares constructivism's connotation of learning as "building knowledge structures" irrespective of the circumstances of the learning. It then adds the idea that this happens especially felicitously in a context where the learner is consciously engaged in constructing a public entity, whether it's a sand castle on the beach or a theory of the universe. (p.1)
(Le constructionnisme -- le mot en N par opposition au mot en V -- partage avec le constructivisme une vision de l'apprentissage comme "construction des

connaissances" indépendamment des circonstances de l'apprentissage. Le constructionnisme y ajoute l'idée que cette construction des connaissances est spécifiquement favorisée dans un contexte où l'apprenant·e est consciemment engagé·e dans la construction d'une entité publique, que ce soit un château de sable sur la plage ou une théorie de l'univers. Traduction libre de l'auteure).

Cette définition indique que le constructionnisme de Papert n'est pas une nouvelle théorie de l'apprentissage (Balacheff, 2017) puisqu'il s'inscrit explicitement dans la théorie constructiviste de Piaget définie dans les années 1960 dans laquelle « *Knowledge is actively constructed by the learner, not passively received from the environment* ». (Dougiamas, 1998, p. 5) (« les connaissances sont construites activement par l'apprenant·e mais non reçues passivement de l'environnement », traduction personnelle de l'auteure). Avec le constructionnisme, Papert y ajoute l'idée que cette construction des connaissances est favorisée lorsque l'apprenant·e se trouve dans une situation où il ou elle est engagé·e dans la réalisation d'une production concrète. L'environnement pédagogique est donc une composante importante dans le processus d'apprentissage tant au niveau tangible, c'est-à-dire le *Fablab* et les technologies à disposition, qu'au niveau intangible, c'est-à-dire au niveau des activités d'apprentissages permettant la construction de connaissances et qui doivent être fournies par l'enseignant·e (Depover & al., 2001). Dans les laboratoires de fabrication, les activités d'apprentissage se réalisent autour d'un projet (Blikstein, 2013 ; Blikstein & Krannich, 2013 ; Blikstein, 2018 ; Riley, 2016 ; Schön & al. 2014, Tan & al. 2016). En effet, l'apprentissage par projet permet à l'apprenant·e de s'engager dans des activités à la fois mentale et physique lui permettant de réaliser des apprentissages. Selon Proulx (2004), l'apprentissage par projet se définit :

[...] comme un processus systématique d'acquisition et de transfert de connaissances au cours duquel l'apprenant anticipe, planifie et réalise, dans un temps déterminé, seul ou avec des pairs et sous la supervision d'un enseignant, une activité observable qui résulte, dans un contexte pédagogique, en un produit fini évaluable. (p. 31)

Le contexte spécifique de la fabrication digitale fait que cet apprentissage par projet revêt des caractéristiques propres au contexte et au domaine. Elles ont trait au lieu de formation (*Fablab*), au choix du projet, aux techniques de réalisation de celui-ci et à l'accompagnement proposé. Ainsi, le laboratoire de fabrication numérique est un lieu

d'apprentissage informel. Ce lieu est empreint d'une atmosphère et d'un état d'esprit composé de trois éléments selon Kurti & al. (2014) « *inspire wonder , encourage playfulness, celebrate unique solutions* » (p.10) (« inspirer l'étonnement, encourager l'aspect ludique, célébrer les réussites », traduction libre de l'auteure).

Au sein du *FabLab*, c'est le travail sur des projets qui permet de développer des apprentissages. Pour être mener à terme, ceux-ci doivent susciter l'intérêt des apprenant-e-s ; c'est pourquoi la majorité des auteur-e-s (Blikstein, 2013 ; Blikstein & Krannich, 2013 ; Blikstein, 2018 ; Riley, 2016 ; Schön & al. 2014, Tan & al. 2016) précisent que les projets doivent être réels c'est-à-dire issus de problèmes de la vie quotidienne des apprenant-e-s. Ce type d'apprentissage en situation authentique est issu de l'approche théorique de l'apprentissage situé dans laquelle les connaissances se construisent comme faisant partie intégrante du contexte dans lesquelles elles se développent (Brown, Collins & Duguid, 1989). Ainsi, confrontés à une problématique réelle, les savoirs sont porteurs de sens et renforcent la persévérance et la motivation des apprenant-e-s à mener à bien leur projet (Blikstein, 2013 ; Nygren & Mäkitalo-Siegl ; 2017 ; Tan & al. 2016). Dans cette pédagogie, les connaissances acquises ne sont donc pas considérées ici comme une fin en soi mais sont destinées à être réutilisées en tant qu'ensemble d'outils (Brown, Collins & Duguid, 1989) qui permettent l'expérimentation lors des phases de conception et de fabrication des projets. Ce lien entre expérience et apprentissage, que Dewey appelle *learning by doing* (apprentissage par la pratique, 1938), indique que les apprentissages se réalisent par l'expérimentation, avec ses succès mais aussi ses erreurs. L'erreur est un des principes directeurs dans les laboratoires de fabrication digitale éducatifs (Kurti & al., 2014) ; ce que la société considère comme un échec est considéré comme une étape, un pas vers la réussite dans un laboratoire de fabrication digitale (Blikstein, 2013 ; Blikstein, 2018 ; Kurti & al., 2014), « un progrès en cours d'obtention » (Astolfi, 2009, p.23) voire même « des moments créatifs [...] simplement décalés d'une norme qui n'est pas intégrée » (Astolfi, 2009, p.27). Toutefois, si l'erreur fait partie de la pédagogie, elle doit toujours être corrigée et, pour cela, l'apprenant-e peut faire appel à ses pair-e-s. Au même titre qu'une salle de classe, un laboratoire de fabrication digitale représente une communauté d'apprentissage qui constitue un « groupe de personnes qui se rassemblent pour acquérir des connaissances » (Dillenbourg, Poirier & Carles, 2003, p.5). Au sein de cette communauté, les apprenant-e-s se côtoient, les projets sont visibles les un-e-s des autres et engendrent nécessairement des échanges. Untel aura expérimenté une approche

qui pourrait intéresser tel autre et inversement. Les apprenant·e·s sont donc amenés par leurs échanges à apprendre les un·e·s des autres par un apprentissage par les pair·e·s. Mazur & Hilborn (1997) définit ce type d'apprentissage comme « *an interactive teaching* [...] *The technique, named Peer Instruction, actively involves the students in the teaching process.* » (préface xiii)(« un style d'enseignement interactif [...] La technique, nommée apprentissage par les pair·e·s, impliquent activement les apprenant·e·s dans le processus d'enseignement », traduction libre de l'auteure). Ce type d'apprentissage est dans l'ADN même d'un laboratoire de fabrication digitale dans lequel les interactions entre membres sont encouragées afin d'apprendre les un·e·s des autres et de trouver des solutions créatives aux problématiques (Blikstein, 2013 ; Blikstein, 2018 ; Flores, 2016 ; Kurti & al. 2014 ; Nygren & Mäkitalo-Siegl, 2017 ; Riley, 2016; Sheridan & al., 2014 ; Tan & al., 2016). Cependant, tout comme pour la collaboration (Dillenbourg, Poirier et Carles, 2003), nous considérons que l'apprentissage par les pair·e·s est efficace s'il est régulé et c'est à l'intervenant·e que revient la régulation des échanges en observant et en intervenant ponctuellement pour les recentrer voire en proposant une aide personnalisée aux apprenant·e·s. Cette personnalisation de l'apprentissage est une autre facette de l'apprentissage par projet dans un laboratoire de fabrication digitale. La définition la plus connue est celle du U.S Department of Education (2017) pour qui

Personalized learning refers to instruction in which the pace of learning and the instructional approach are optimized for the needs of each learner. Learning objectives, instructional approaches, and instructional content (and its sequencing) may all vary based on learner needs. In addition, learning activities are meaningful and relevant to learners, driven by their interests and often self-initiated (p.9).

(l'apprentissage personnalisé fait référence à un enseignement dans lequel le rythme d'apprentissage et l'approche pédagogique sont optimisés pour les besoins de chaque apprenant·e. Les objectifs d'apprentissage, les approches pédagogiques et le contenu pédagogique (ainsi que son séquençement) peuvent varier en fonction des besoins de l'apprenant·e. De plus, les activités d'apprentissage sont significatives et pertinentes pour les apprenant·e·s, motivées par leurs intérêts et souvent initiées par eux-mêmes ou elles-mêmes. Traduction libre de l'auteure).

Cette personnalisation de l'apprentissage est clairement exprimée par certain·e·s auteur·e·s (Nygren & Mäkitalo-Siegl, 2017 ; Kurti & al. 2014) et sous-entendue chez d'autres via la description de l'environnement d'apprentissage dans laquelle l'enseignant·e devient un·e *facilitateur.trice* (Blikstein, 2013 ; Schön & al., 2014 ; Sheridan & Halverson, 2014 ; Nygren & Mäkitalo-Siegl, 2017) ou encore un *coach* (Nygren & Mäkitalo-Siegl, 2017) dont le rôle n'est pas de donner les réponses mais de poser d'autres questions afin de permettre aux apprenant·e·s d'avancer dans leurs réflexions et de trouver les solutions à leurs problèmes (Nygren, H. & Mäkitalo-Siegl, K , 2017). Un·e expert·e technique, le *fablab manager* en général (Blikstein, 2013), l'aide dans cette tâche. Pour résumé, le constructionnisme de Papert s'incarne dans une pédagogie de projet mise en œuvre dans un lieu d'apprentissage informel (*Fablab*) ayant un état d'esprit propre. Chaque apprenant·e, en travaillant sur un projet réel, acquiert des connaissances et compétences par l'expérimentation, les échanges avec ses pair·e·s et son ou sa coach.

3.1.2 Principes de formation des enseignant·e·s en formation continue.

Pour appréhender la question de la formation des enseignants en activité, il convient tout d'abord de prendre en considération ses deux paramètres qui sont (1) la formation d'adultes et (2) la formation continue des enseignant·e·s.

Knowles (2005, p.64-67) est l'inventeur du terme « andragogie » pour désigner la formation des adultes. Elle repose selon lui sur cinq principes :

- **Besoin de savoir.** Les adultes ont besoin de savoir pourquoi ils doivent apprendre quelque chose avant de s'investir dans une formation.
- **Concept de soi.** Les adultes ont besoin d'être vus et traités par les autres comme des individus capables de s'autogérer.
- **Expériences (le vécu).** Elles doivent être prises en compte dans la conception des activités d'apprentissage et être utilisées comme des ressources. Par ailleurs, la capitalisation des expériences chez l'adulte fait que les différences individuelles sont plus fortes que dans un groupe d'enfants ou d'adolescent·e·s. Par conséquent, la personnalisation de l'enseignement doit être privilégiée.
- **Volonté d'apprendre.** Les adultes sont prêts à apprendre si les connaissances et compétences leur permettent de mieux affronter des situations réelles.

- Orientation de l'apprentissage. Les adultes orientent leur apprentissage autour de leur quotidien (une tâche, un problème) et s'investiront dans une formation si elle les aide à résoudre des problèmes du quotidien. D'autre part, ils assimilent d'autant mieux les connaissances que celles-ci sont présentées dans leur contexte de mise en application.

Concernant la formation continue des enseignant·e·s., le centre Alain Savary (2017, p.13) mentionne qu'elle doit :

- s'appuyer sur un problème de métier (ce qu'on n'arrive pas à faire et qu'on aimerait faire).
- permettre l'émergence de dilemmes professionnels ou de préoccupations professionnelles saillantes.
- tenter de problématiser en question de travail les questions vives qui émergent ;
- intégrer des temps comprenant les discussions de métier —ce que les un·e·s font d'une façon, les autres d'une autre façon —pour comprendre les différentes manières de faire afin de comprendre les styles plutôt que les normer.
- prendre en compte les collaborations intermétiers et interdisciplinaires, si le problème professionnel le nécessite.

A la lecture de ces cinq principes, il est possible de les regrouper en deux sous-thèmes que sont la pratique enseignante (trois premières assertions) et la réflexivité (deux dernières assertions). Ainsi, c'est à partir de leur pratique professionnelle que les enseignant·e·s construisent des connaissances. Celle-ci doit donc être exploitée à des fins pédagogiques comme une ressource et un moyen permettant d'acquérir de nouvelles connaissances (Mayen, 2011). Cet aspect authentique de l'apprentissage se retrouve également dans les principes de formation d'adultes définis par Knowles (2005).

C'est également à partir de leur pratique réflexive que sont construites les nouvelles connaissances c'est-à-dire, selon Schön (1983), par une réflexion dans l'action (faire et penser sont simultanée, chacun alimentant l'autre) et une réflexion sur l'action (faire et penser sont asynchrone, la réflexion intervenant postérieurement à l'action). Pour ce dernier point, la littérature préconise de recourir aux écrits réflexifs qui engage mentalement l'apprenant·e en lui permettant de créer des connexions entre les connaissances et de produire du sens (Catel, 2001).

Dans ce contexte, le rôle de l'encadrant·e n'est pas prédéterminé mais dépend de la manière dont se déroulent les tâches réalisées par les apprenant·e·s (Mayen, 2011) car c'est en fonction des besoins de l'apprenant·e et des obstacles que les interventions sont organisées (tout comme le rôle du *facilitateur·trice* dans le cadre de l'enseignement de la CFAO). Il ou elle est donc un « formateur-accompagnateur » (Paquay, 2012, p.12).

En résumé, la formation continue des enseignant·e·s se base sur des problématiques de métier et sur la pratique réflexive.

3.1.3 Modèle de conception pédagogique

L'*Instructional Design Model* (Instructional design model, s.d) ou modèle de conception pédagogique détermine « des principes invariants garant de la qualité d'une conception » (Grands principes pédagogiques, s.d) servant à la mise en œuvre de la stratégie pédagogique choisie et donc à l'élaboration du scénario pédagogique. L'important dans le choix d'un modèle est qu'il soit aligné à la théorie de l'apprentissage qui le sous-tend ; c'est pourquoi nous avons choisi le modèle constructiviste des *first principles of instruction* de Merrill (2002) (« premiers principes d'instruction », traduction libre de l'auteure) comprenant cinq principes, l'un étant au centre (le problème) et les autres (activation, Démonstration, Application, Intégration) gravitant autour (Figure 4).

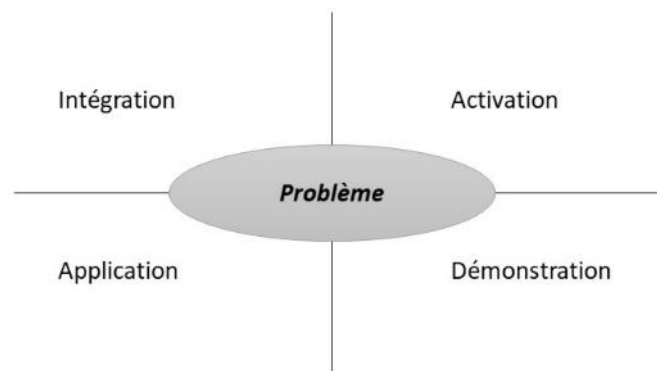


Figure 4. Représentation des *First principles of instruction* selon Merrill (2002, p.45)

Une synthèse et une traduction de ces principes (Merrill, 2007, p.8-13) est proposé ci-dessous:

- Principe de la tâche au centre. L'apprenant·e doit être engagé·e dans la résolution de problèmes ou l'accomplissement de tâches issus du monde réel.
- Principe d'activation des connaissances acquises lors de précédentes expériences. Ces connaissances et les schèmes d'organisation mentale associés peuvent servir de fondements à l'acquisition et l'organisation de nouvelles connaissances.

- Principe de démonstration de ce qui est doit être fait et comment cela doit être fait en pointant les informations pertinentes sur lesquelles l'attention de l'apprenant-e doit être portée.
- Principe d'application des connaissances nouvellement acquises au fur et à mesure tout en bénéficiant de feedback formatif et d'indications pour progresser.
- Principe d'intégration (transfert) des nouvelles connaissances ou compétences dans les activités quotidiennes. Les apprenant-e-s doivent également avoir l'opportunité de démontrer leur acquisition, d'en discuter et d'avoir l'opportunité d'inventer de nouvelles manières de les utiliser.

3.2 Méthode de développement et d'analyse d'un dispositif de formation

3.2.1 Méthode de conception pédagogique

L'*Instructional Design Method* (Instructional design method, s.d) ou méthode de conception pédagogique détermine la manière dont le processus de conception doit être organisé. Selon Basque & al. (2010, p.3), le design peut être centré « *sur le problème* ou *sur la solution* ». Il en résulte donc deux grandes catégories de méthodes : les méthodes analytiques comme le modèle ADDIE (Analyse, Design, Développement, Implantation et Evaluation, traduction libre de l'auteure) centrées sur le problème et qui suivent un certain nombre d'étapes prédéterminées et les méthodes pragmatiques comme le modèle SAM (Modèle d'Approximation Successive) centrées sur la solution et basées sur des prototypages et ajustements successifs.

Pour cette recherche, le choix s'est porté sur la méthode ADDIE créée en 1975 pour l'armée américaine par le *Center for Educational Technology* (Clarke, 1995). Cette méthode est basée sur cinq phases (Basque, 2017, p.3) :

1. Analyse : phase d'analyse des composantes qui servent à orienter la conception.
2. Design (ou conception) : phase de description de toutes les composantes de la formation c'est-à-dire les objectifs d'apprentissage, la stratégie pédagogique, le contenu d'apprentissage, les ressources, les outils, les méthodes et tactiques pédagogiques. Cette phase permet également de décrire et de prototyper l'environnement informatisé d'apprentissage.

3. Développement (ou réalisation ou production) : phase correspondant au développement des contenus et des activités.
4. Implantation (ou diffusion) : phase consistant à mettre la formation à disposition des apprenant·e·s via une structure organisationnelle et technologique (plateforme pédagogique).
5. Evaluation : phase consistant à évaluer certaines dimensions du dispositif de formation afin de permettre de l'améliorer (« évaluation formative », Basque, 2017, p.3) ou de prendre une décision concernant la poursuite ou non d'une formation (« évaluation sommative », Basque, 2017, p.3)

Plusieurs représentations du modèle ADDIE existent, nous avons choisie celle qui était le plus en phase avec notre démarche de conception à savoir une succession de phases (Analyse, Design, Développement, Implantation) dont chacune a fait systématiquement l'objet d'une évaluation, ceci rendant ce modèle un peu plus agile (Figure 5).

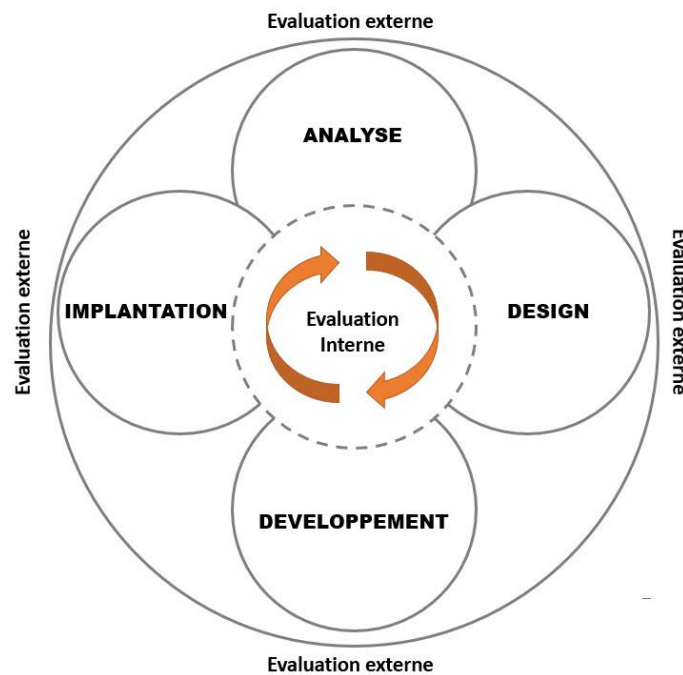


Figure 5. Représentation du modèle de conception ADDIE (version non linéaire).

Ce choix de méthode a été guidé par trois raisons principales. Tout d'abord, il s'agit de la méthode la plus connue et la plus utilisée. Ensuite, c'est une méthode qui est « rassurante » car elle suit un cheminement de conception précis consolidé par des livrables (Basque, 2017 ; Modèles d'ingénierie/conception pédagogique Elearning, s.d). Enfin, une méthode agile était difficilement envisageable pour des raisons de temps.

3.2.2 Méthode de mise en œuvre opérationnelle du dispositif

Dans le cadre spécifique de notre recherche, la mise en œuvre de notre dispositif repose sur un apprentissage par projet comportant différentes phases (1). C'est lors de la conduite de ce projet que les apprenant·e·s vont acquérir les connaissances et compétences définies dans les objectifs pédagogiques (2) via les activités proposées en présence et à distance (3). Ces trois points constituent les trois sections ci-dessous.

3.2.2.1 Phases d'un projet

La mise en place d'une pédagogie de projet comporte plusieurs phases. Nous avons choisi le modèle de Grégoire et Laferrière (1998) qui identifie trois phases principales pour une mise en place en classe entière. Pour l'adapter au contexte de notre dispositif de formation, les trois phases initiales ont été maintenues mais adaptées au domaine d'apprentissage et à des projets individuels comme suit :

- Phase 1 : préparation du projet. Elle comprend le choix d'un projet, le repérage ou l'exploitation des ressources requises, l'organisation du travail.
- Phase 2 : exécution du projet. Il comprend l'élaboration progressive d'une pensée et de documents et la réalisation des objets tangibles.
- Phase 3 : exploitation pédagogique. Il comprend le retour sur expérience (ce que le projet a permis d'apprendre et sur la manière dont le projet a été mené).

3.2.2.2 Détermination des apprentissages et objectifs pédagogiques

Pour déterminer les apprentissages visés, des classifications existent pour chaque grande théorie de l'apprentissage : le béhaviorisme (Taxonomie de Bloom, 1982⁶ ; révisée par Krathwohl, 2002), le cognitivisme (hiérarchie d'apprentissage ; Gagné, 1974) et le constructivisme (niveaux de stratégie pédagogique ; Merrill, 2006). Dans notre recherche, nous avons choisi deux classifications. Tout d'abord, la taxonomie révisée de Krathwohl (2002 ; Annexe A) qui reste la référence et qui distingue dimensions des connaissances (connaissances factuelles, connaissances conceptuelles, connaissances procédurales, connaissances métacognitives) et dimensions des processus cognitifs (mémoriser, comprendre, appliquer, analyser, évaluer). Nous avons choisi également les niveaux de stratégie pédagogique de Merrill (2006). Le choix d'une classification de type béhavioriste

⁶ Taxonomie créée en 1956

(classification de Krathwohl) n'influence en rien notre approche constructionniste dans la mesure où elle a été utilisée d'un point de vue pratique afin de nous permettre d'atteindre une précision sur les apprentissages visés. Ceux-ci ont ensuite été orchestré afin de concevoir des activités suffisamment riches en termes d'apports de connaissances et de mise en œuvre de processus cognitifs de façon à correspondre au troisième niveau de stratégie pédagogique de Merrill (2006, p.8-10) c'est-à-dire basé sur une approche centrée sur la tâche et structurée avec des présentations, des démonstrations, des applications concrètes et une progression des tâches.

Toujours dans la même idée de précision, nous avons formulé des objectifs pédagogiques en suivant la formulation très fine de Mager (2005, p.21) comprenant trois éléments :

- La performance : ce que l'apprenant·e doit pouvoir accomplir (« que doit être capable d'accomplir l'apprenant·e ? »).
- Les conditions éventuelles de la performance (« dans quelles conditions sa performance se déroule-t-elle ? »).
- Le critère du niveau de la performance (« quel niveau attend-on de lui ? »).

Voici une illustration de la formulation d'un objectif pédagogique selon ces trois critères :

L'apprenant doit être capable d'identifier les verbes dans chaque phrase de la liste proposée.



Figure 6. Exemple de rédaction d'un objectif pédagogique selon les trois critères de Mager (2005, p.21)

3.2.2.3 Caractéristiques d'un dispositif hybride

Enfin, la mise en œuvre de la stratégie pédagogique choisie doit tenir compte du caractère hybride de cette formation (3). Selon Charlier & al. (2006, p.481) :

Un dispositif de formation hybride se caractérise par la présence dans un dispositif de formation de dimensions innovantes liées à la mise à distance. Le dispositif hybride, parce qu'il suppose l'utilisation d'un environnement technopédagogique, repose sur des formes complexes de médiatisation et de médiation.

Descrhyver & al. (2011, p.3-6) indique que les dispositifs hybrides comportent cinq dimensions dont il faut tenir compte lors de l'élaboration du scénario pédagogique :

1. L'articulation présence – distance,
2. La médiatisation c'est-à-dire la mise en distance de tout ou partie des fonctions génériques d'un dispositif de formation qui sont l'information, l'interaction sociale, la production, la gestion et la planification, le soutien et l'accompagnement, la métaréflexion, l'évaluation, les signes de présence sociale (Peraya, 2008, p.5).
3. La médiation⁷ c'est-à-dire le « processus de transformation que produit sur les comportements humains le dispositif médiatique » (Descrhyver & al. 2011, p.6).
4. L'accompagnement.
5. L'ouverture du dispositif c'est-à-dire le degré de liberté laissé aux apprenant·e·s en situation d'apprentissage.

3.2.3 Méthode d'analyse du dispositif

Selon Ardoino & Berger (1989) cité par Raynal & Rieunier (2010, p.182), l'évaluation peut être définie comme un « jugement de valeur argumenté dans le but de prendre une décision en comparant un référé (résultat obtenu) à un référent (le résultat visé) ». Cette définition posée, la question est de savoir «quoi» évaluer. Rappelons que l'objectif de cette recherche est de concevoir un dispositif de formation s'appuyant sur les principes de formation à la CFAO et les principes de formation des enseignant·e·s en formation continue. Ce dispositif vise à former les enseignant·e·s à la fabrication digitale en leur donnant l'opportunité de l'intégrer dans leur quotidien d'enseignant·e et ainsi faire évoluer la perception qu'ils ou elles ont de ces technologies. Dans ce cadre, les objectifs d'évaluation sont (1) d'évaluer la formation c'est-à-dire ses effets sur les apprenant·e·s, (2) d'évaluer le dispositif de formation c'est-à-dire de savoir si le dispositif a été correctement opérationnalisé et si les choix pédagogiques ont favorisé ou non l'apprentissage et enfin (3) d'évaluer la perception des technologies de fabrication digitale des enseignant·e·s et son évolution entre le début et la fin de la formation.

⁷ Comme mentionné dans Peraya et al. (2012), il s'agit ici de la médiation relationnelle et réflexive. Il n'est pas question des autres formes de médiations définis par Peraya (1999) : médiation praxéologique, médiation épistémique, médiation sensorimotrice.

3.2.3.1 Evaluation de la formation

Plusieurs modèles existent pour évaluer une formation et comportent pour la plupart trois à quatre niveaux d'évaluation. Le modèle de Le Boterf (1990, p.514-515) distingue trois niveaux d'effets de la formation (effets sur les ressources acquises, effets sur la mise en œuvre de ces ressources en situation professionnelle, impact des ressources acquises sur le fonctionnement et les performances visés par l'action de formation). Meignant (1991, p.366) propose quant à lui un modèle à quatre niveaux (évaluation de la satisfaction, évaluation pédagogique, évaluation du transfert sur les situations de travail, évaluation des effets de la formation sur les objectifs individuels ou collectifs). Ces deux modèles sont principalement utilisés dans le monde de l'entreprise et revêtent quelques similarités inspirées sans doute du modèle créé par Kirkpatrick en 1954 (<https://www.kirkpatrickpartners.com/Products/Dr-Donald-L-Kirkpatrick-Dissertation>) qui est l'un des modèles d'évaluation de la formation les plus connus et celui sur lequel se porte notre choix. Il comporte quatre niveaux (Figure 7) :

- Niveau 1 – réaction : mesure de la satisfaction des participant·e·s par le recueil de leurs avis sur l'action de formation qu'ils ou elles viennent de suivre,
- Niveau 2 – apprentissage : mesure de l'amélioration des connaissances, des compétences ou d'un changement d'attitude consécutif à l'action de formation,
- Le niveau 3 – comportement : mesure du changement de comportement consécutif à l'action de formation. Cette phase correspond au transfert des connaissances et compétences en situation de travail,
- Le niveau 4 – résultats : mesure de l'efficacité de la formation avec des indicateurs choisis en regard des motivations qui ont conduit à l'action de formation. Il peut s'agir d'indicateurs économiques (exemple : baisse des coûts), sociaux (exemple : réduction de la fracture numérique chez les enseignant·e·s), pédagogiques (amélioration du niveau de connaissances numériques des enseignant·e·s).

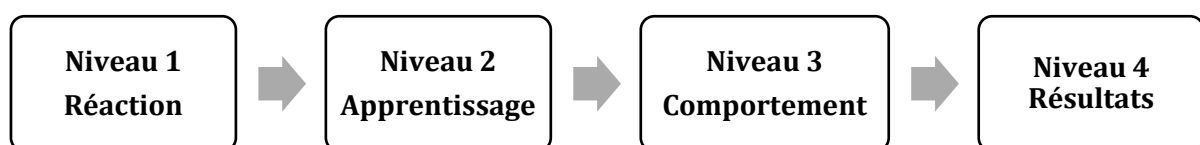


Figure 7. Les quatre niveaux d'évaluation selon Kirkpatrick (2006)

3.2.3.2 Evaluation du dispositif de formation

A l'instar de l'évaluation de la formation, plusieurs approches existent pour évaluer un dispositif de formation. Celles-ci sont fonctions des objectifs poursuivis par le ou la concepteur·trice pédagogique ou chercheur·e·s. Il est possible par exemple de classer les dispositifs de formation selon une typologie (Deschryver & al., 2011) ou encore d'évaluer leur ergonomie (Dambreville, 2008). Dans le cadre de cette recherche, nos objectifs sont de concevoir un dispositif de formation et d'évaluer son efficacité. Par conséquent, l'évaluation du dispositif vise à mesurer s'il a été correctement opérationnalisé de manière théorique et méthodologique et si les choix pédagogiques effectués ont ou non favorisé le processus d'apprentissage. Compte tenu du caractère unique de notre dispositif, l'instrument d'évaluation a donc été spécifiquement créé pour notre recherche (Section 5.2.3).

3.2.3.3 Evaluation de la perception des technologies de fabrication digitale

L'évaluation de la perception des technologies de fabrication digitale a été réalisé à l'aide du questionnaire *Teachers' Attitudes toward Computers* (Christensen & Knezek, 1996) mis au point à partir de 14 questionnaires mesurant l'attitude des enseignant·e·s vis-à-vis de l'ordinateur. Pour cette recherche, nous avons choisi la version 3.2⁸ (Christensen & Knezek, 2009) comprenant 7 facteurs (Annexe B) qui est l'une des seules versions ayant fait l'objet d'une publication scientifique. Pour notre recherche, ce questionnaire a été transposé à l'utilisation des technologies de fabrication digitale dans l'éducation. La manière dont a été utilisé le questionnaire dans le cadre de cette recherche est détaillé dans la section 5.2.3.

3.3 Synthèse

D'un point de vue théorique, la formation continue des enseignant·e·s et la formation à la fabrication digitale se rejoignent sur le fait que l'apprentissage doit s'appuyer sur des problématiques issues du contexte réel des apprenant·e·s. En ce sens, le point central de la conception de notre dispositif est l'apprentissage par projet authentique autour duquel gravite les autres éléments relevés dans la littérature (Figure 8).

⁸ Cinq versions de ce questionnaire ont été produites (<https://iittl.unt.edu/content/teachers-attitude-toward-computers-tac>)

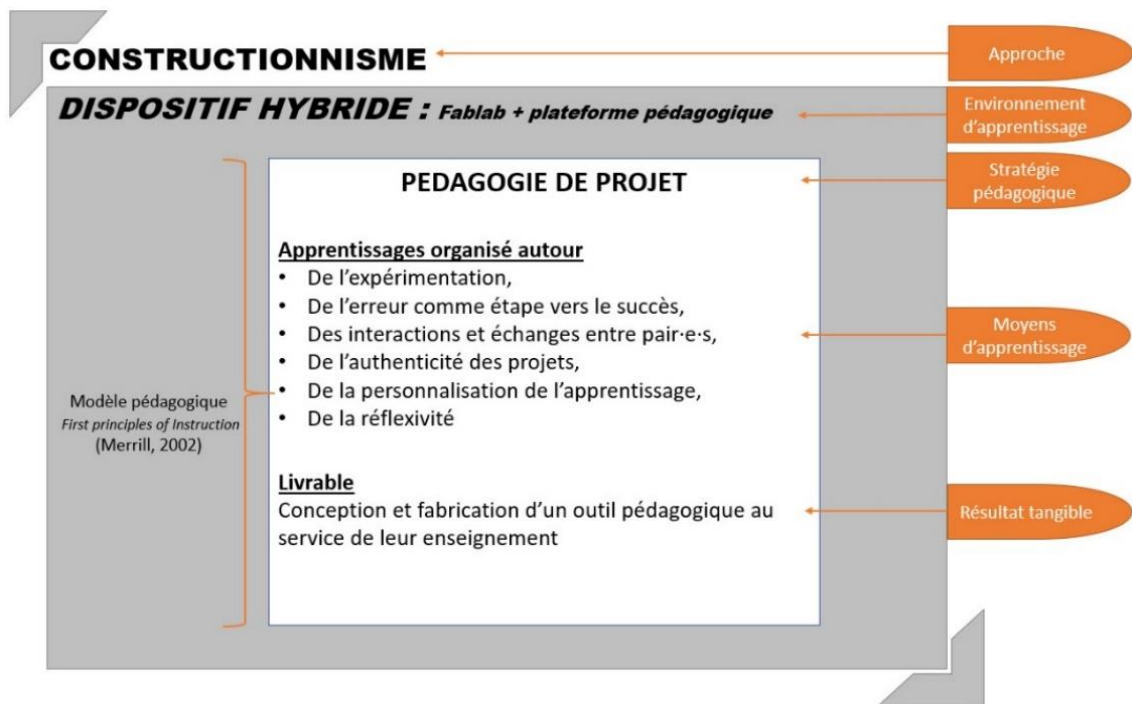


Figure 8. Représentation théorique des éléments d'un dispositif de formation à la CFAO à destination des enseignant·e·s en formation continue.

D'un point de vue méthodologique, deux types de méthodes sont nécessaires. D'une part, une méthode de développement destinée à la conception pédagogique et à sa mise en œuvre opérationnelle et, d'autre part, une méthode d'analyse permettant de (1) de dégager les points forts et les points à améliorer de ce dispositif afin de (2) proposer un modèle de dispositif de formation et de (3) dégager un certain nombre de règles de conception pédagogiques pour ce type de formation.

Maintenant que le cadre théorique de cette recherche est circonscrit, nous proposons maintenant de détailler notre problématique et nos questions de recherches.

CHAPITRE 4 - PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

La conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) désigne l'utilisation des technologies à des fins de conception et de fabrication d'objets tangibles (Section 2.1). Depuis le début des années 2000 et la création du premier *fablab* au MIT, la CFAO est de plus en plus présente dans les curricula que ce soit à titre obligatoire ou à titre optionnel, du fait des connaissances et compétences qu'elle permet de développer (Section 2.3). Si les offres de cours en formation initiale pour les enfants, adolescent·e·s et étudiant·e·s enseignant·e·s commencent à être largement développées, les possibilités de formation pour les enseignant·e·s en activité n'ont été que très peu soutenues jusqu'à présent. C'est en partant de ce constat que le choix de notre thématique de recherche se porte sur la formation continue des enseignant·e·s à la fabrication digitale. L'étude de cette question poursuit principalement deux objectifs. Tout d'abord, celui de concevoir, mettre en œuvre et évaluer un dispositif de formation à la conception et fabrication assistée par ordinateur pour les enseignant·e·s francophones (primaire, secondaire et supérieur) en activité en Suisse dans le cadre de la formation continue. D'autre part, celui de mettre en lumière les points positifs et les points à améliorer du dispositif à l'étude afin de proposer un prototype de dispositif de formation et des lignes directrices pour l'ingénierie pédagogique de formation à la fabrication digitale à destination des enseignant·e·s en activité. Ainsi, la question de recherche principale à laquelle cette étude va tenter de répondre est **Comment former à la CFAO les enseignants francophones (primaire, secondaire, supérieur) en activité en Suisse ?** ; cette question est précisée par la sous-question suivante: **Quel modèle de conception pédagogique permet aux enseignant·e·s en formation d'acquérir des connaissances et compétences leur permettant d'exploiter la CFAO à des fins pédagogiques et d'avoir une meilleure perception de l'utilité de ces outils?**

Pour répondre à notre question de recherche, cette étude prévoit plusieurs types d'analyse: l'évaluation de la formation, l'évaluation du dispositif de formation et l'évaluation de la perception des technologies de fabrication digitale et son évolution entre le début et la fin de la formation.

Concernant l'évaluation de la formation, elle a été réalisée selon les deux premiers niveaux d'évaluation décrit par Kirkpatrick (2006) que sont (1) la réaction et (2) les apprentissages (Section 3.2.3.1). Ces deux niveaux constituent les deux premières questions de recherche opérationnelles :

1) Quel est le ressenti du public enseignant au terme de la formation ?

1.a Quel est son niveau de satisfaction général ? Comment évalue t'il les aspects organisationnels, pédagogiques et les modalités d'accompagnement ?

1.b Dans quelle mesure cette formation répond-elle à ses attentes ?

1.c A quel point cette formation est-elle utile pour l'activité professionnelle des enseignant·e·s ? En quoi va-t-elle contribuer à modifier leur manière d'enseigner ?

2) Le public enseignant estime-t-il avoir acquis des connaissances et compétences au cours de la formation ?

2.a Dans quelle mesure estime-t-il avoir atteint les objectifs pédagogiques liés au dessin vectoriel, à la gravure-découpe laser et à la fabrication digitale ?

2.b Estime t'il avoir acquis d'autres connaissances ou compétences faisant ou non parties des objectifs pédagogiques visés ?

2.c A-t-il rencontré des difficultés lors de la formation ?

2d. Comment les outils pédagogiques réalisés par les enseignant·e·s peuvent-ils être caractérisés ? Quels apprentissages ces outils visent-ils ?

Concernant l'analyse du dispositif de formation, elle vise à évaluer le degré d'opérationnalisation des concepts théoriques et leur importance dans l'apprentissage ainsi que l'ensemble des éléments pratiques qui composent le scénario pédagogique (activités, outils, ressources, accompagnement). La question de recherche opérationnelle se rapportant à cette évaluation est la suivante :

3) Dans quelle mesure le dispositif de formation reflète t'il les choix théoriques effectués ? Ce dispositif est-il adapté au public enseignant ?

3.a Dans quelle mesure l'opérationnalisation des concepts théoriques mise en œuvre dans le scénario pédagogique est-elle perçue par les enseignant·e·s ? Ces éléments sont-ils considérés comme important dans le processus d'apprentissage ?

3.b Dans quelle mesure ce public considère-il que les méthodes, activités et ressources ont favorisé leur apprentissage ?

3.c Dans quelle proportion les outils proposés ont-ils été utilisés ? Quels outils ce public considère t'il comme important dans le processus d'apprentissage ?

3.d Jusqu'à quel point l'accompagnement proposé est-il en adéquation avec une pédagogie de projet ? Dans quelle mesure est-il jugé comme important dans le processus d'apprentissage et efficient d'un point de vue qualitatif et quantitatif par le public formé ?

Enfin, pour ce qui concerne l'évolution de la perception des technologies de fabrication digitale, elle est mesurée par la question de recherche opérationnelle suivante :

4) Quelle est la perception des participant-e-s vis-à-vis des technologies de fabrication digitale ? Cette perception a-t-elle évoluée entre le début et la fin de la formation ?

Face à cette problématique et aux questions de recherche qui la sous-tende, une démarche méthodologique a été entreprise afin de tenter d'y apporter une réponse. Cette démarche est présentée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 5 : METHODOLOGIE

5.1 Approche générale de la recherche

5.1.1 Approche de recherche

Pour cette recherche, nous avons choisi un positionnement pragmatique dans lequel l'importance est donnée aux actions et aux conséquences de ces actions. Cette approche est centrée sur l'efficacité, la recherche de solutions et autorise à utiliser toutes les méthodes disponibles pour comprendre et construire de la connaissance autour phénomène étudié (Creswell, 2009 p.10). Selon nous, cette approche était la plus indiquée en regard de nos objectifs de conception d'un dispositif (actions), de son analyse (conséquences des actions), d'élaboration de règles de conception pédagogique (construction de connaissances) mais aussi du caractère exploratoire de cette recherche.

5.1.2 Stratégie d'investigation de l'étude de cas

Dans cette perspective pragmatique, la stratégie d'investigation adoptée est l'étude de cas unique (comportant un seul terrain d'investigation). Stake (1995) cité par Creswell (2009, p.13) la définit comme une

strategy of inquiry in which the researcher explores in depth a program, event, activity, process, or one or more individuals. Cases are bounded by time and activity, and researchers collect detailed information using a variety of data collection procedures over a sustained period of time.

(stratégie d'enquête dans laquelle le ou la chercheur·e explore en profondeur un programme, un événement, une activité, un processus ou encore une ou plusieurs personnes. Les cas sont limités dans le temps et l'activité, et les chercheur·e-s collectent des informations détaillées en utilisant une variété de procédures de collecte de données sur une certaine période de temps. Traduction personnelle de l'auteure).

Cette définition met donc en évidence la centration sur le problème (« explore en profondeur ») et l'utilisation de toutes les méthodes disponibles pour la conduite de cette recherche (« utilisant une variété de procédures de collecte de données») tel que mentionné dans la section précédente. Les données collectées pour une étude de cas

peuvent provenir de six sources selon Yin (2003, p. 85-97) : (1) documentation, (2) archives, (3) interviews, (4) observations directes, (5) observations des participant·e·s, (6) artefacts physiques. Nous recourons à plusieurs de d'entre elles dont la documentation (travaux rédigés par les participant·e·s à la formation), les archives (traces numériques d'activités), les interviews (questionnaires pré et post-formation, entretiens semi-dirigés post formation) et les artefacts physiques (objets créés dans le cadre de la formation par les participant·e·s). Enfin, parce qu'elle est complexe, une étude de cas doit être conduite suivant un protocole précis afin de garantir sa fiabilité ; c'est pourquoi nous avons utilisé le guide de l'étude de cas de Gagnon (2012, p.5-9) que nous avons complété pour notre recherche (Annexe C).

5.1.3 Présentation du terrain d'étude

Le cas étudié est la volée d'enseignant·e·s de degré primaire et secondaire suivant la formation continue *Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale: initiation à la 2D avec la graveuse-découpeuse laser*. Cette formation, organisée sur un mois (hors phase de préparation d'environ 1 heure), est proposée sous un format hybride comprenant deux périodes présentiels en début et en fin de formation avec une période distancielle entre les deux⁹. Douze participant·e·s ont débuté la formation. Après le retrait d'une des participante après la première présentielle, onze enseignant·e·s âgé·e·s de 33 à 56 ans ($M=45,5$; $SD=6,5$) ont poursuivi le cursus. Sept participants étaient des hommes âgés de 33 à 53 ans ($M=45,5$; $SD=6,4$) et quatre étaient des femmes âgées de 38 à 56 ans ($M=45,7$; $SD=6,6$). Parmi ces participant·e·s se trouvaient cinq enseignant·e·s en secondaire général (deux en informatique, deux en mathématiques et un·e en chimie), quatre enseignant·e·s en primaire (trois généralistes et un·e enseignant·e spécialisée) et deux enseignant·e·s en secondaire technique (l'un·e en chimie et l'autre en menuiserie) ayant des expériences dans l'enseignement allant de 5 à 22 ans ($M=14,09$; $SD=5,33$). Le cursus scolaire et académique des participant·e·s est de type généraliste (une personne de niveau doctorat, cinq personnes de niveau master et trois personnes de niveau licence) sauf une personne ayant un cursus technique en menuiserie. Du point de vue des prédispositions à la fabrication digitale (formation aux technologies de fabrication digitale, bricolage ou informatique), nous relevons que trois personnes ont déjà suivis une formation à la fabrication digitale proposée par le SEM de type 3D ou Arduino®, deux

⁹ Modalité : http://tecaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Descriptif_de_la_formation_2018 ; chapitre 6.

personnes bricolent pendant leurs loisirs, trois personnes réalisent des activités manuelles avec des machines, deux personnes sont orientées vers le codage informatique et le développement d'applications. La dernière personne est une novice pure ne connaissant ni la fabrication digitale, ni le bricolage, ni l'informatique.

5.1.4 Méthode de recherche mixte

Rappelons que la stratégie d'investigation que nous avons choisi est l'étude de cas unique qui constitue « *an intensive analysis of an individual unit (such as a person or community) stressing developmental factors in relation to environment* » (Case study, s.d) (« une analyse intensive d'une unité (personne ou communauté), mettant l'accent sur les facteurs de développement en relation avec l'environnement », traduction personnelle de l'auteure). Pour ce genre de stratégie, les méthodologies qualitatives sont le plus souvent privilégiées car elles permettent une collecte et une analyse des données fine et créatrice de sens. Dans le cadre de notre recherche, nous poursuivons cet objectif d'analyse en profondeur mais nous avons également pour objectif d'obtenir un certain nombre de données précises et quantifiables sur des points particuliers nécessitant une méthode quantitative. C'est dans ce cadre que nous avons adopté une méthode mixte qui est une « *research in which the investigator collects and analyzes data, integrates the findings, and draw inferences using both qualitative and quantitative approaches or methods in a single study or program of inquiry* » (Tashakkori & Creswell, 2007 cité par Mertens, 2015, p. 304) (« recherche dans laquelle le ou la chercheur·e collecte et analyse des données, intègre des résultats et tire des conclusions en utilisant à la fois une méthode qualitative et une méthode quantitative dans une même étude ou un même programme d'enquête », traduction personnelle de l'auteure). Dans le cadre de notre recherche, le recours à cette méthode répond à deux des six objectifs détaillés par Mertens (2015, p. 304-305) :

- La triangulation : comparaison des données qualitatives et quantitatives.
- La complémentarité : illustration, compléments ou clarification des données d'une première base de données (données quantitatives dans notre cas) avec les données d'une deuxième base de données (données qualitatives dans notre cas).

Creswell (2009, p. 209-210) distingue six protocoles de méthodes mixtes qu'il classe en deux grandes catégories : les protocoles séquentiels (deux phases de collectes et d'analyses se succèdent suivi d'une interprétation de l'ensemble des données) et les protocoles concurrents (la collecte des données et leurs analyses se réalisent

simultanément et les données sont ensuite confrontées). La stratégie de collecte et d'analyse qui a été mise en place pour notre recherche est une stratégie de triangulation concurrente (« *concurrent triangulation strategy* », Creswell, 2009, p.213) car elle se prêtait davantage à notre contexte de recherche (une session de formation unique). Dans cette stratégie, les données quantitatives et qualitatives ont été collectées et analysées simultanément afin de déterminer des convergences, des divergences ou des combinaisons de données (Creswell, 2009, p.213). A cette stratégie, nous avons ajouté une phase de consultation et de sélection de données quantitatives pour lesquelles des précisions ont été demandées lors de la collecte des données qualitatives¹⁰. Cette stratégie, résumée dans la Figure 9, est basée sur les travaux de Creswell (2009) ; nos ajouts personnels étant représentés en italique et en pointillés orange.

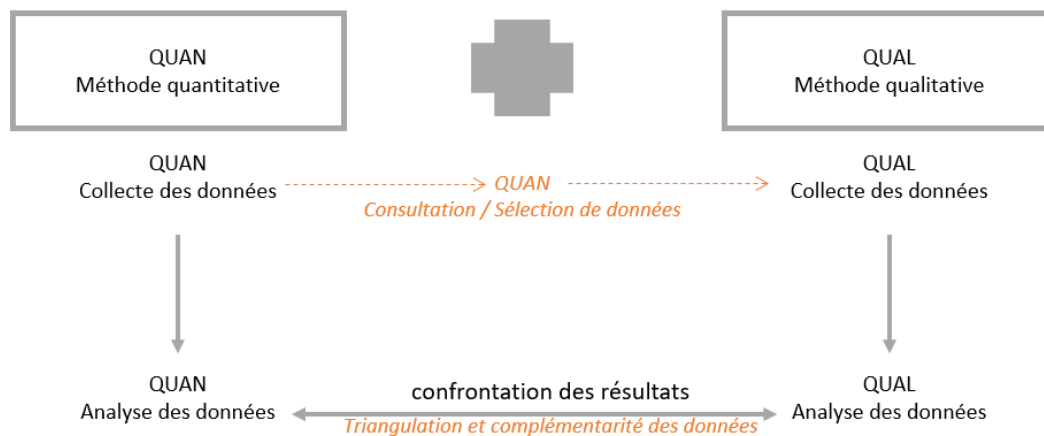


Figure 9. Stratégie de triangulation concurrente selon Creswell (2009, p.210), adaptée par nous au cadre de la présente recherche¹¹

5.1.5 Synthèse

Nos objectifs de recherche (conception d'un dispositif et règles de conception pédagogique) justifient le choix d'une approche de recherche pragmatique centrée sur l'efficacité et le problème. La stratégie d'investigation de l'étude de cas se situe dans la droite lignée de cette approche en permettant une analyse en profondeur et en utilisant toutes les méthodes nécessaires à la poursuite de nos objectifs.

¹⁰ Les données qualitatives ont été recueillies à la suite des données quantitatives (voir section 5.3.1).

¹¹ Les notations QUAN et QUAL signifie quantitative et qualitative. Ces notations, reprises de Creswell (2009, p. 210), ont le même nombre de lettres pour indiquer une égalité entre les bases de données.

5.2 Méthode de conception, mise en œuvre et évaluation du dispositif de formation

5.2.1 Conception

Comme mentionné dans la section 3.1.3, toute conception pédagogique s'appuie sur une théorie de l'apprentissage. Pour être mise en œuvre, elle se décline dans une stratégie pédagogique qui s'appuie sur un modèle et une méthode de conception pédagogique permettant *in fine* de concevoir un scénario pédagogique (Section 6.2.4) pouvant être (ou non) soutenu par un environnement informatisé d'apprentissage. Cette opérationnalisation descendante a été schématisée ci-dessous (Figure 10).

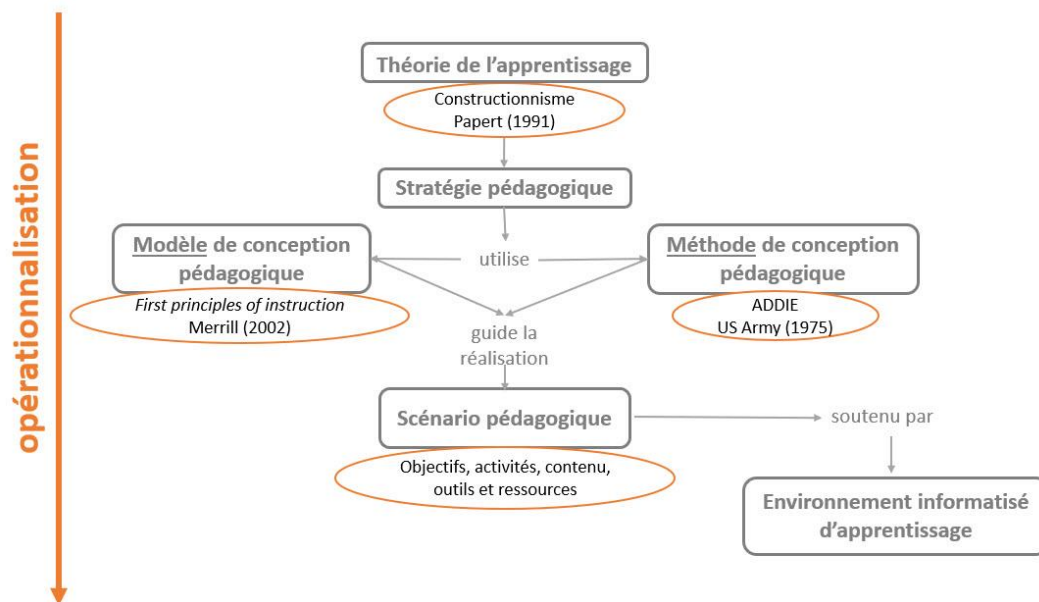


Figure 10. Processus d'opérationnalisation de la conception pédagogique appliquée au cadre de cette recherche

Dans cette section, nous proposons de présenter comment nous sommes parvenu au scénario pédagogique en nous appuyant sur la méthode et le modèle de conception choisi, c'est-à-dire de présenter la manière donc ceux-ci ont été utilisés pour cette recherche.

La méthode de conception ADDIE (section 3.2.1) a été mise en œuvre suivant les cinq phases, toutes ponctuées d'un livrable (Tableau 1).

Tableau 1.

Méthode ADDIE appliquée à la formation "concevez vos outils pédagogiques en 2D"

Phase	Livrables
Analyse	Cahier des charges, partie 1, consultable en Annexe D1, p.5-37
Design	Cahier des charges, partie 2, consultable en Annexe D1, p.38-60
Développement	Supports de formations mis en place et consultable dans l'environnement <i>DigiFabWiki</i> . A titre d'exemple, voici l'accès vers la page consignes de la première présentielle .
Implantation	Mise à disposition de l'ensemble des contenus, ressources et outils au sein d'un environnement d'apprentissage en ligne, DigiFabWiki .
Evaluation	Evaluation experte en cours de conception (Annexe D2, Annexe D4) et évaluation par les participant·e·s au terme de la formation. Les détails concernant l'évaluation sont détaillés dans la section 5.2.3

Le modèle de conception pédagogique des *first principles of instruction* de Merrill (2002 ; section 3.1.3) a été opérationnalisé dans la scénarisation pédagogique (section 6.2.4) selon les éléments indiqués en Figure 11.

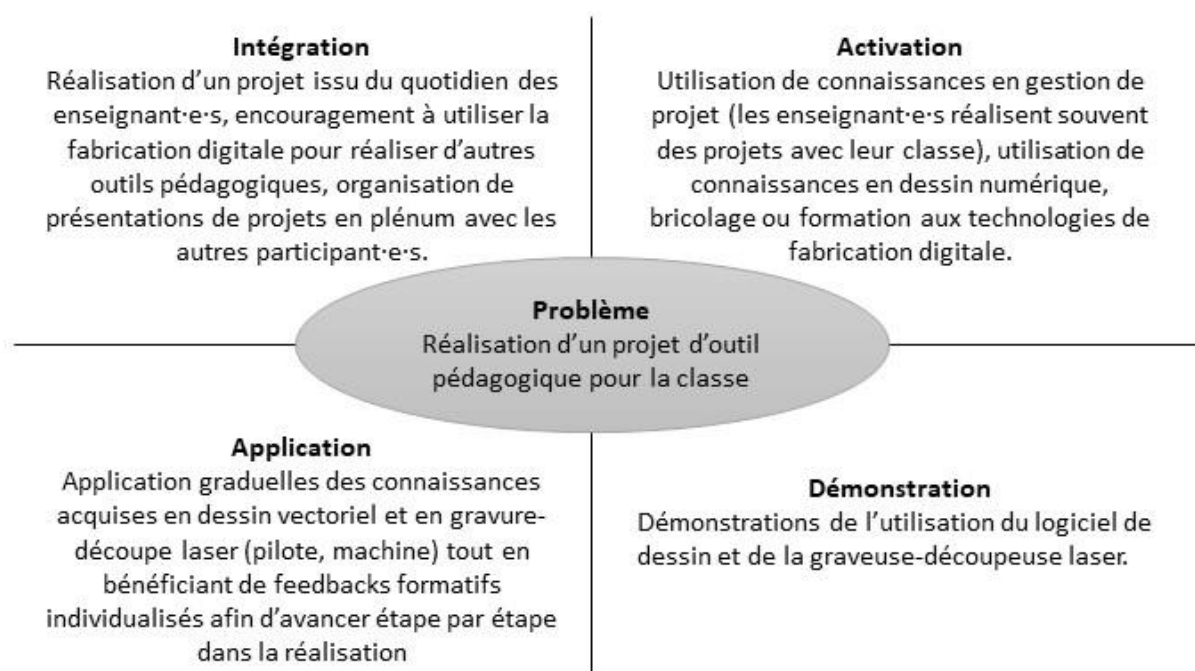


Figure 11. Modèle des *First Principles of Instruction* (Merrill, 2002) appliqué au dispositif à l'étude.

5.2.2 Mise en œuvre

Dans la section 3.2.2, nous avons mentionné l'importance de déterminer les apprentissages afin de pouvoir formuler les objectifs pédagogiques. A partir des types de connaissances et dimensions de processus cognitifs, Krathwohl (2002, p. 216) arrivent à

un tableau à double entrée que nous avons repris et adapté à notre recherche (Tableau 2) et qui nous a permis de formuler nos objectifs pédagogiques (Section 6.2.2).

Tableau 2.

Adaptation du tableau de Krathwohl (2002, p.216) au contexte de notre recherche

Processus cognitifs	Dimensions des connaissances			
	Factuelles	Conceptuelles	Procédurales	Métacognitives
Mémoriser	Vocabulaire de la CFAO			
Comprendre		Principes de la CFAO et de la gravure-découpe laser		
Appliquer			Dessiner, combiner ou importer des formes dans un logiciel de dessin Adapter le dessin aux contraintes de la gravure-découpe laser Utilisation d'une graveuse-découpeuse laser	
Analyser			Utiliser des outils ou ressources pour résoudre les problèmes rencontrés	Identifier le potentiel de la CFAO pour l'éducation
Evaluer				Evaluer des solutions potentielles à des problématiques pédagogiques Autoévaluer ses des apprentissages
Créer			Conception d'un dessin numérique. Création un objet physique à partir d'un dessin numérique.	Créer une communauté via le partage d'expériences et de ressources Concevoir des outils pédagogiques avec la CFAO. Faire preuve de créativité et innovation dans les pratiques d'enseignement

5.2.3 Evaluation

Sont traités dans cette partie les trois domaines d'évaluation mentionnés précédemment (Section 3.2.3) et qui concernent l'évaluation de la formation, l'évaluation du dispositif de formation et l'évaluation de la perception des technologies.

5.2.3.1 Evaluation de la formation

L'évaluation de la formation renvoi aux deux premiers niveaux du modèle d'évaluation de Kirkpatrick (2006). Elle vise à mesurer (1) si les participant·e·s sont satisfait·e·s de la formation et (2) s'ils ou elles ont acquis des connaissances et compétences et à quel niveau de performance. Ces mesures ont été obtenues par une auto-évaluation des participant·e·s à partir des questionnaires et des entretiens semi-dirigés. Elles apportent des éléments de réponses aux questions de recherche 1 et 2 relative à la satisfaction et aux apprentissages formulées dans le chapitre 4.

5.2.3.2 Evaluation du dispositif de formation

Pour évaluer le dispositif de formation, nous nous sommes appuyés sur la méthode ADDIE. Elle a été utilisée comme base de réflexion (Figure 12) pour l'évaluation du dispositif de formation.

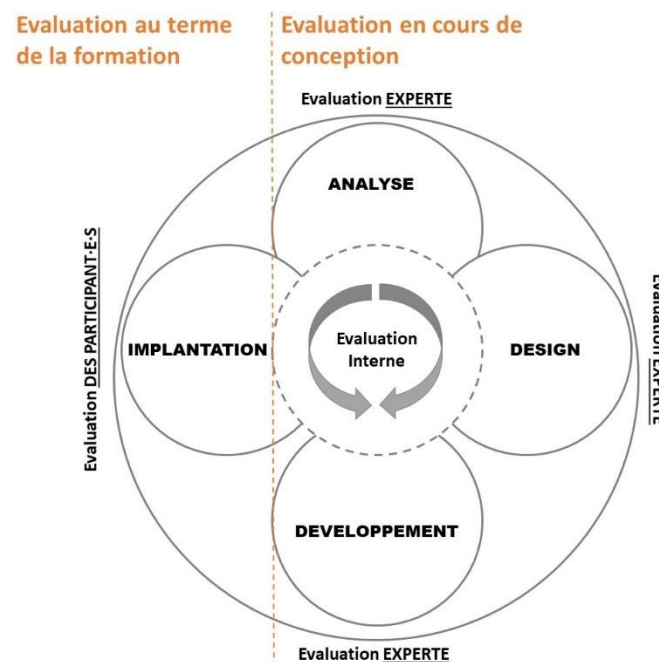


Figure 12. Evaluation du dispositif de formation basée sur le modèle ADDIE.

En cours de conception (phase d'analyse, de design et de développement), l'évaluation du dispositif de formation visait à mesurer la qualité de la conception pédagogique en recourant à des avis experts (enseignant·e·s, expert·e·s contenu) et des avis de potentiel.le.s apprenant·e·s tel que le conseille Peraya et Jaccaz (2004, p.287) : « [...] dès la phase d'analyse [...] il faut aller valider sa vision et sa compréhension du projet avec les personnes concernées : des apprenants, des enseignants, avec des experts du domaine [...] ». La conduite et les résultats de ces évaluations pour la phase d'analyse et de design

sont consultables à l'Annexe D2¹². Pour la phase de développement, l'évaluation experte a été réalisée par échange de mails avec l'un des expert·e·s recruté aux précédentes phases (relecteur 1) ; les échanges sont consultables à l'annexe D4. L'objectif de toutes ces évaluations étant d'appréhender la qualité de la conception pédagogique ; toutes les remarques formulées lors des évaluations expertes ont été prises en compte et des décisions ont été prises pour qu'il ne subsiste aucune incohérence, contradiction ou non-sens dans la conception pédagogique.

Au terme de la formation (phase d'implantation), l'évaluation avait pour objectif de mesurer le degré d'opérationnalisation des concepts théoriques issus de la littérature et d'évaluer leurs effets sur l'apprentissage. Cette évaluation a été réalisée en recourant à l'avis des participant·e·s via les questionnaires et les entretiens semi-dirigés. Ces données sont présentées dans le chapitre 7 de ce manuscrit.

L'ensemble de ces évaluations apportent des éléments de réponse à la question de recherche 3 relative au dispositif de formation et formulée dans le chapitre 4.

5.2.3.3 Evaluation de la perception des technologies

L'évaluation de la perception des technologies a été réalisée en utilisant le questionnaire *Teachers' Attitudes toward Computers (TAC)* de Christensen & Knezek (2009). Pour notre recherche, tous les facteurs n'ont pas été utilisés, soit parce qu'ils n'étaient pas ou étaient peu pertinents (comme le facteur 4 : email pour l'apprentissage en classe), soit parce qu'ils alourdisaient le questionnaire inutilement (comme le facteur 6 : échelle sémantique différentielle). Par ailleurs, notre objectif n'est pas d'avoir une étude approfondie de la perception des enseignant·e·s mais d'avoir une idée de l'impact que peut avoir une formation hybride d'une durée de quatre semaines (hors phase de préparation) sur la perception des enseignant·e·s. Par conséquent, les facteurs sélectionnés sont donc les facteurs F1 : enthousiasme-plaisir, F2 : anxiété, F3 : évitement-acceptation, F6 : productivité. Pour ces quatre dimensions, une, deux voire trois questions ont été retenues et adaptées aux technologies de fabrication digitale. Le nombre de questions pour chaque dimension a été choisie à la lumière de la complexité d'appréhension de celle-ci. Par exemple, les facteurs « enthousiasme-plaisir » (deux questions) et « productivité » (trois questions) sont plus complexe à appréhender que le

¹² Voir aussi l'Annexe D3 qui est une grille à l'usage des évaluateur·trices de la catégorie « potentiel·le apprenant·e » afin de les aider à se glisser dans la peau de futur·e·s apprenant·e·s.

facteur « évitement » (une question). Ces mesures relatives à la perception des technologies et à son évolution renvoient à la question de recherche 4.

5.2.4 Synthèse

La conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'un dispositif de formation impose de suivre quelques principes directeurs. Ainsi, dès la phase de conception, il convient de déterminer une méthode (ADDIE,1975) et un modèle (*first principles of instruction* de Merrill, 2002) servant de guide à l'opérationnalisation de la stratégie choisie. Cette opérationnalisation se traduit par l'élaboration d'un scénario pédagogique qui passe nécessairement par une définition attentive des connaissances et compétences visées afin de formuler des objectifs pédagogiques clairs. Quant au volet analyse du dispositif, il intervient pour évaluer la formation, le dispositif et la perception des technologies de fabrication digitale soit en cours de conception soit au terme de la formation. L'ensemble des évaluations sont synthétisées ci-dessous (Figure 13) en utilisant les phases de ADDIE.

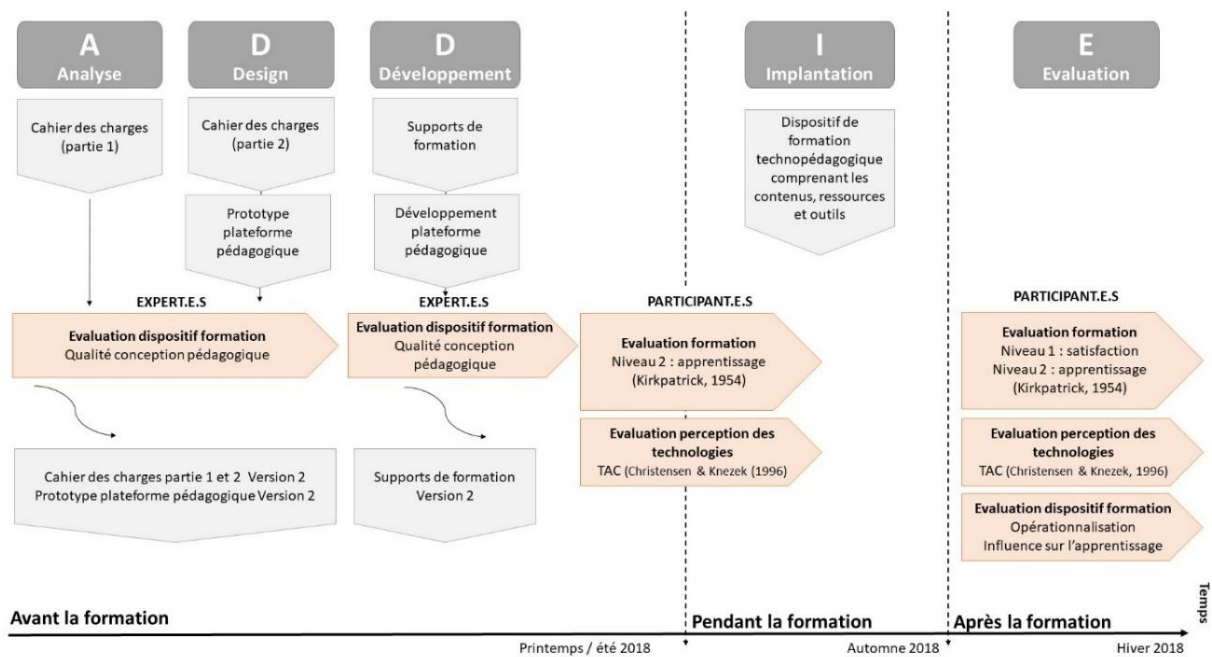


Figure 13. Présentation des différents types d'évaluation selon les phases de la méthode de conception ADDIE.

5.3 Méthode de recherche

5.3.1 Collecte des données

Pour rappel, les données collectées visaient à évaluer (1) la formation (question de recherche 1 et 2), (2) le dispositif de formation (question de recherche 3) et (3) la

perception des enseignant·e·s vis-à-vis des technologies de fabrication digitale (question de recherche 4). Les instruments d'évaluations utilisés sont (1) deux questionnaires, l'un administré au début de la formation et l'autre à la fin de la formation (Annexe E), (2) des entretiens semi-dirigés réalisés à l'issue de la formation (Annexe F) et (3) des données issues des traces d'activités laissées par les participant·e·s lors de la formation. Ces différentes techniques de collecte de données peuvent être regroupées sous deux méthodes principales, la méthode d'enquête et la méthode d'analyse de traces (Figure 14).

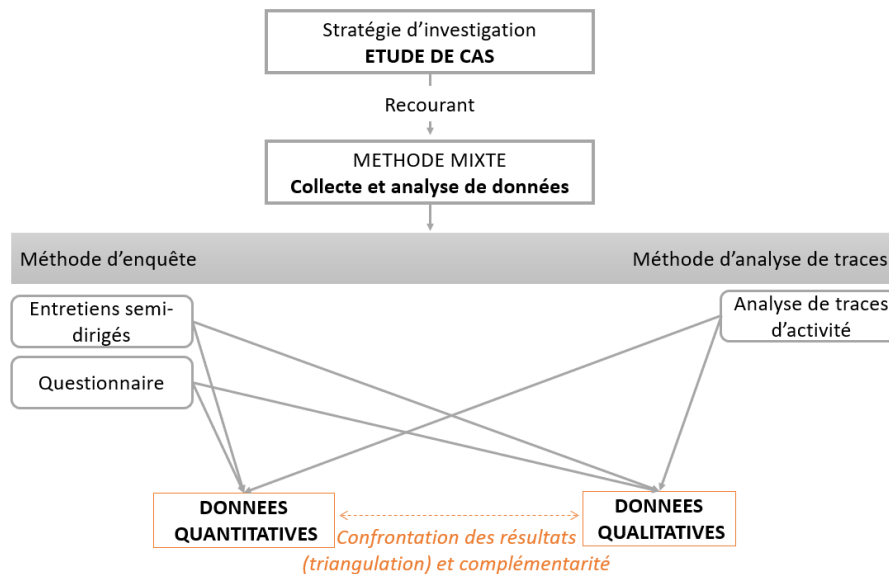


Figure 14. Méthodes et techniques de collecte des données

5.3.1.1 Questionnaires

Deux questionnaires ont été conçus et administrés avant et après la formation (Annexe E). Le premier comportait quatre parties (vous et votre activité d'enseignant·e, vos attentes, votre apprentissage, votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale) pour un total de 33 questions. Le second comportait cinq parties (votre satisfaction vis-à-vis de la formation, votre apprentissage, votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale, l'environnement d'apprentissage, l'accompagnement) pour un total de 85 questions. Ces questionnaires incluaient deux parties communes : votre apprentissage et votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale qui étaient spécialement dédiées à la mesure d'une évolution entre le début et la fin de la formation. Ces questionnaires ont été réalisés à partir de plusieurs sources validées issues de la littérature scientifique et via des questions que nous avons nous-même créées. Nous présentons ci-dessous les sources utilisées pour chacune des

parties des deux questionnaires (Tableau 3). Les explications détaillées concernant le choix des sources sont à consulter en Annexe E5.

Tableau 3.

Sources utilisées pour la conception des questionnaires pré et post-formation

	Questions	Thème et sources utilisées
Questionnaire 1		
Vous et votre activité d'enseignant-e	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 9, 11, 13 10, 12	Données démographiques : questions formulées par l'auteure. Collaboration : DELES (Walker & Fraser, 2005). Pensée réflexive : Kember, D. & al. (2000).
Vos attentes	14	Question formulée par l'auteure
Questionnaire 2		
Votre satisfaction	1, 2, 3 4, 5, 6, 7, 8 9, 10, 11, 12, 13 14 15, 16	Modalités d'organisation du dispositif : questions formulées par l'auteure. Modalités pédagogiques : questions formulées par l'auteure sauf la question 5 qui est issue du <i>Course Experience Questionnaire</i> (Byrne & Flood, 2003). Modalités d'accompagnement : Service Ecoles-Médias ¹³ , Fieger (2012), Kember & Leung (2009), <i>Course Experience Questionnaire</i> (Byrne & Flood, 2003), question 13 formulée par l'auteure. Pertinence professionnelle : DELES (Walker & Fraser, 2005), Service Ecoles-Médias. Réponses aux attentes : <i>Student Satisfaction Survey</i> (Patterson Research, 2017), question 16 formulée par l'auteure.
Environnement d'apprentissage	36, 37, 38 39, 40 41, 42 43 44 45, 46 47, 48 49, 50 51, 52, 53 De 54 à 67	<u>a) Cadre pédagogique</u> Constructivisme : Dolmans (2003) Apprentissage par la pratique : questions créées par l'auteure. Apprentissage en contexte authentique : DELES (Walker & Fraser, 2005). Apprentissage par projet : inspirée de Doppelt (2003). Pratique réflexive : Kember & al. (2000) Apprentissage personnalisé : Fraser & Fisher (1982). Apprentissage par les pair-e-s : DELES (Walker & Fraser, 2005). Ouverture du dispositif : DELES (Walker & Fraser, 2005). <u>b) Contenu et activités</u> Contenu et activités : questionnaire d'évaluation des enseignements de l'Université de Genève, le questionnaire GC diplômante (2017). La question 52 a été formulée par l'auteure. <u>c) Outils</u> Outils : questions formulées par l'auteure.
Accompagnement	68, 69 70, 71, 72	Animation : DELES (Walker & Fraser, 2005). Pédagogie : Dolmans (1993), question 71 formulée par l'auteure, COLLES (Curtin University of Technology, s.d).

¹³ Question envoyée par mail par le SEM le 31 octobre 2018.

	73, 74, 75, 76 77, 78 79, 80 81, 83, 85 82, 84	Support technique : questions formulées par l’auteure Support motivationnel : questions formulées par l’auteure Support organisationnel : questions formulées par l’auteure Performance quantitative accompagnant-e : DELES (Walker & Fraser, 2005). Performance qualitative accompagnant-e : DELES (Walker & Fraser, 2005), Dolmans (1993).
Questionnaires 1 et 2 (parties communes)		
Votre apprentissage	15 -> 25 <u>17->27</u>	Apprentissage de la modélisation, de la gravure-découpe laser et de la fabrication digitale : questions formulées en regard des objectifs pédagogiques définis dans le cahier des charges (section 6.2.2) et calquées sur le modèle de l’article de Schmidt, D. A. & al. (2009), celui de Metraglia, R. & al. (2013) et le Massachusetts Technology Self-Assessment Tool (MIT, 2017).
Votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale	26 -> 36 <u>28->35</u>	Perception des technologies par les enseignant-e-s : <i>Teachers' Attitudes Toward Computers</i> (Christensen & Knezek, 1996, 2009)

Note. Les questions appartenant au questionnaire 2 ont été soulignées.

Une fois les questionnaires réalisés, ils ont été testés afin de valider la méthodologie de conception, la non-ambiguïté des questions et la monosémie des termes employés. Le questionnaire pré-formation a été revu par deux enseignant·e·s – chercheur·e·s et quatre étudiant·e·s¹⁴. Le second questionnaire, quant à lui, a été revu par les mêmes enseignant·e·s-chercheur·e·s mais nous n’avons pas recouru à d’autres relectures pour des raisons de temps et de productivité ; les étudiant·e·s ayant relu le premier questionnaire n’ayant formulé aucune remarque, nous avons estimé que les relectures des deux enseignant·e·s-chercheur·e·s suffisaient à la validation du questionnaire. Les remarques reçues à l’issue de ces relectures ont été prises en compte et une version finale a été soumise à l’un des deux enseignant·e·s-chercheur·e·s qui a pu valider les questionnaires.

L’administration aux participant·e·s a été réalisée par l’intermédiaire de l’outil en ligne Qualtrics lors des regroupements présentiels le Mercredi 31 Octobre 2018 après-midi et à la fin de la formation le Mercredi 28 Novembre 2018 après-midi. Dans ces deux questionnaires, les participant·e·s étaient invité·e·s à répondre aux questions de différentes manières : soit via un texte libre mais limité (exemple, questionnaire 1 question 14 : « quelles sont vos 3 principales attentes vis-à-vis de la formation ? »), soit

¹⁴ Ce public a été choisi pour des raisons de commodités étant donné qu’il s’agissait simplement de valider que les questions soient compréhensibles.

sur une échelle de Likert à 6 points (exemple, questionnaire 2 question 1 : l’item « je suis satisfait-e de l’articulation présence-distance » devait être évalué sur une échelle d’accord), soit sur une double échelle de Likert à 4 points (exemple, questionnaire 2, question 41, l’item : « je travaille sur une problématique issue de mon quotidien d’enseignant-e » devait être évalué sur une échelle d’accord et d’importance). Aucun délai n’a été imposé aux participant·e·s pour y répondre mais tou·te·s sont resté·e·s dans les délais que nous avons prévus soit respectivement 15 minutes pour le premier questionnaire et 30 minutes pour le second. Toutefois, des problèmes de connexion Internet lors de l’administration du premier questionnaire n’ont pas permis à certain·e·s participant·e·s de remplir le questionnaire en ligne. Nous avons donc recouru à une version papier. Enfin, pour chaque questionnaire, une fiche de consentement a été communiquée aux participant·e·s (Annexe E2, Annexe E4).

5.3.1.2 Entretiens semi-dirigés

Les entretiens semi-dirigés se sont déroulés dans les deux mois suivant la fin de la formation c’est-à-dire entre Décembre 2018 et Janvier 2019. Au total, 7 entretiens ont été menés pour des durées allant de 35 minutes à 1 heure et 22 minutes pour le plus long (Annexe G3). Ils ont été réalisés pour permettre aux interviewé·e·s d’avoir une parole plus libre vis-à-vis de la formation à laquelle ils ou elles avaient assisté. Par conséquent, pour chaque thématique abordée, une question ouverte était d’abord posée. Ensuite, en fonction des réponses du ou de la participant·e·s, des probes permettaient de relancer la discussion et des pauses permettaient à l’interviewé·e de réfléchir. Ces entretiens étaient également l’occasion d’obtenir des précisions ou des explications sur les questionnaires qui avaient été rempli en amont mais aussi d’obtenir des informations complémentaires ne pouvant être recueillies par voie de questionnaire. Les concepts et l’ordre dans lequel ils ont été abordés étaient les mêmes que pour les questionnaires. Les précisions concernant la conception de cette grille d’entretien sont à consulter en Annexe F1. Enfin, pour déterminer le nombre d’entretiens devant être menés, nous avons adopté le principe de saturation. En d’autres termes, les entretiens ont été menés jusqu’à ce que les données saillantes soient confirmées et qu’aucune nouvelle donnée déterminante n’intervienne plus.

5.3.1.3 Traces d'activités

Les traces d'activités sont constituées principalement de traces laissées par les participant·e·s sur la plateforme d'apprentissage et par les artefacts physiques qu'ils ou elles ont réalisé.

5.3.2 **Analyse des données**

5.3.2.1 Données quantitatives

Les données quantitatives étaient principalement issues des questionnaires. Ces données ont fait l'objet d'une réduction par la constitution d'indices et de traitements statistiques.

Indices

Deux types d'indices ont été créés : des indices unidimensionnels et des indices composites. Les indices unidimensionnels sont composés de plusieurs questions censées mesurer une même dimension. Ces questions pouvant provenir de plusieurs sources (littérature, conception personnelle voire les deux), les indices ont été testés avec le coefficient Alpha de Cronbach variant de 0 à 1. Un Alpha minimum de 0,7 est requis pour témoigner d'une bonne cohérence interne (Bourque, 2016, p.192).

Pour la question de recherche 1 relative à la satisfaction, les indices calculés à partir du questionnaire post-formation sont:

- Questions 1 à 3 (satisfaction organisation), $\alpha = 0,90$
- Questions 4 à 8 (satisfaction pédagogique), $\alpha = 0,89$
- Questions 9 à 13 (satisfaction accompagnement), $\alpha = 0,96$
- Questions 1 à 13 (satisfaction générale¹⁵), $\alpha = 0,86$
- Questions 15 et 16 (réponse aux attentes), $\alpha = 0,97$

Pour la question de recherche 3 relative au dispositif de formation et plus spécifiquement au cadre pédagogique, les indices calculés à partir du questionnaire post-formation sont :

- Questions 36, 37 et 38 (constructivisme), $\alpha = 0,81$
- Questions 39 et 40 (apprentissage par la pratique), $\alpha = 0,79$
- Questions 41 et 42 (apprentissage en contexte authentique), $\alpha = 0,94$
- Questions 45 et 46 (apprentissage personnalisé), $\alpha = 0,79$

¹⁵ Cet indice reprend les questions des 3 indices précédents.

- Questions 47 et 48 (apprentissage par les pair·e·s¹⁶), $\alpha = 1$
- Questions 49 et 50 (degré d'ouverture du dispositif), $\alpha = 0,81$.

En plus de ces indices unidimensionnels, des indices composites ont été créés. Ces indices ne mesurent pas une seule dimension mais constituent un ensemble d'éléments composant un même domaine. La composition de ces indices et leur justification sont décrites ci-dessous pour les questions de recherche 2 et 3.

Pour la question de recherche 2 relative aux apprentissages, les indices ont été calculés à partir des deux questionnaires. Trois indices composites ont été créés pour mesurer les compétences initiales et trois indices corollaires ont été créés pour mesurer les compétences finales. Les items (issus des questionnaires) ayant permis la composition de ces indices sont mentionnés ci-dessous (Tableau 4).

Tableau 4.
Indices composites relatifs aux apprentissages.

Indice	Mesures
Connaissances et compétences dessin initiales (questions 15 à 17) Connaissances et compétences dessin initiales (questions 17 à 19)	Capacité à réaliser un dessin Capacité à réaliser des formes géométriques ou combiner des images Capacité à utiliser les fonctions de mise en forme de base d'un logiciel de dessin (par exemple, remplissage et contours, redimensionnement etc.)
Connaissances et compétences laser initiales (questions 18 à 22) Connaissances et compétences laser finales (questions 20 à 24)	Capacité à adapter un dessin aux contraintes de la laser (gravure et découpe). Capacité à paramétrer le pilote de la graveuse-découpeuse laser avec les réglages appropriés (notamment paramétrage de la taille, paramétrage matières etc.). Capacité à exécuter en autonomie la procédure de réglage d'une graveuse – découpeuse laser. Capacité à utiliser la graveuse-découpeuse laser en toute sécurité. Capacité à expliquer le fonctionnement d'une graveuse-découpeuse laser (principe du faisceau laser, parcours du faisceau dans la machine etc.).
Connaissances fabrication digitale initiales (questions 23 à 25) Connaissances fabrication digitale finales (questions 25 à 27)	Capacité à employer la terminologie inhérente à la conception et fabrication digitale (par exemple, job, making, modélisation, etc.). Capacité à expliquer les principes de la fabrication digitale (de la conception numérique à l'obtention d'un objet tangible). Capacité à scénariser des activités pédagogiques en imaginant les outils pouvant être fabriqués avec la fabrication digitale.

¹⁶ L'apprentissage par les pair·e·s n'ayant pas de mesure validée mais étant relatif à la collaboration, nous avons utilisé des items mesurant la collaboration.

Pour la question de recherche 3 et plus spécifiquement concernant l'accompagnement, trois indices ont été créés à partir du questionnaire post-formation :

- Questions 68 et 69 : qualités d'animation.
- Questions 70 à 72 : qualités de pédagogue.
- Questions 73 à 80 : qualités de support. Cet indice comprend lui-même trois sous indices : support technique (questions 73 à 76), support motivationnel (questions 77 et 78), support organisationnel (questions 79 et 80).

Chacun de ces indices représente un rôle et regroupe différents aspects de celui-ci. Par exemple, le support technique peut concerner aussi bien le logiciel de dessin, la graveuse-découpeuse laser ou l'utilisation des outils en ligne. Par conséquent, les compétences requises de l'intervenant·e sont variées et ne peuvent être considérées comme unidimensionnelles ; c'est pourquoi les indices créés constituent des indices composites représentant une moyenne de plusieurs compétences ou attitudes de l'intervenant·e pour les différents rôles que sont l'animation, la pédagogie et le support.

Statistiques descriptives et inférentielles

Les traitements statistiques descriptifs et inférentiels ont été effectués avec le logiciel IBM SPSS Statistics 25. Pour l'ensemble des variables et indices, les traitements statistiques descriptifs réalisés sont constitués de trois types de calculs : des calculs de tendance centrale (moyenne, médiane), des calculs de dispersion (écart-type) et des calculs de position (quartiles). Compte tenu des calculs effectués, la représentation graphique la plus à même de représenter ces différentes valeurs est une boîte à moustache (Figure 15).

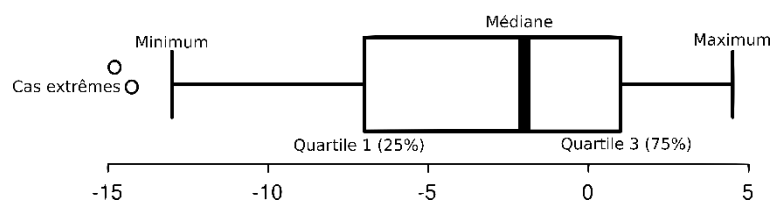


Figure 15. Boîte à moustaches et ses indicateurs (source : Wikipédia, modifiée par l'auteure)

Les statistiques inférentielles sont de deux types : la réalisation d'un test de Student et une analyse de corrélations. Le test de Student pour échantillons appariés a été mené pour la question de recherche relative aux apprentissages (question de recherche 2) et pour la question de recherche relative à la perception des technologies de fabrication digitale (question de recherche 4). Ce test permet de comparer des moyennes obtenues par le

même groupe à deux temporalités différentes (avant et après la formation). Par convention, si $p < 0,05$ alors la différence est significative. Pour évaluer l'ampleur de cette différence (taille d'effet), nous avons eu recours au d de Cohen (Bourque, 2016, p.98) qui classe les tailles d'effet du négligeable ($d < 0,20$) au grand effet ($d > 0,80$). Ces tests requièrent une distribution normale ($p > 0,05$) mais les résultats du test de normalité de Shapiro-Wilk (Annexe H1) montrent que certaines distributions ne suivent pas une loi normale. Cependant, ces tests sont suffisamment robustes pour résister à une violation de la loi normale (Rakotomalala, 2008, p.14) et nous avons décidé de les mener.

Une analyse de corrélations a également été réalisée entre les effets d'apprentissage et l'ensemble des éléments de l'environnement d'apprentissage (cadre pédagogique, contenu et activités, outils et accompagnement). Les distributions n'étant pas toutes normales, nous avons utilisé le test non paramétrique du coefficient de corrélation de Spearman (r_s). La valeur de la taille de l'effet correspond au coefficient lui-même (Bourque, 2016, p.136)

et classe les effets de négligeable ($r_s < 0,10$) à grand effet ($r_s > 0,50$).

Identification des profils d'apprenant·e·s

Parmi les variables et indices en notre possession, nous avons tenté d'identifier une typologie d'apprenant·e·s en utilisant deux algorithmes de classifications dans SPSS, le « TwoStep cluster » et le dendrogramme.

5.3.2.2 Données qualitatives

Les données qualitatives recueillies provenaient des entretiens semi-dirigés. Sept entretiens ont été réalisés parmi les participant·e·s ayant mené la formation jusqu'à son terme. Des précisions concernant le calendrier, la durée des entretiens, l'environnement dans lequel a été mené l'entretien ainsi que la méthode de conduite d'entretien sont disponibles dans le journal de bord (Annexe G3).

Méthode et technique

La méthode choisie pour analyser ces entretiens est la méthode de l'analyse thématique. Elle est définie par Paillé et Mucchielli (2016, p. 236) comme la « transposition d'un corpus donné en un certain nombre de thèmes représentatifs du contenu analysé et ce, en

rapport avec l'orientation de la recherche (la problématique) ». Le choix de cette méthode a été dictée par nos objectifs quant aux données à collecter et à analyser. En effet, cette approche permet d'avoir des données ciblées en fonction des données quantitatives déjà récoltées via les questionnaires tout en permettant une souplesse pour l'apparition de nouveaux thèmes. Pour mettre en œuvre cette méthode, nous avons suivi la procédure en six étapes proposée par Braun et Clarke (2006) dont nous proposons une traduction ci-dessous (Tableau 5).

Tableau 5.
Les six étapes de l'analyse thématique selon Braun et Clarke (2006)

Phase	Description
1. Se familiariser avec les données	Transcrire les données (si nécessaire), lire et relire les données, noter les premières idées.
2. Générer des codes initiaux	Coder de manière systématique les caractéristiques intéressantes des données, rassembler les données pertinentes pour chaque code.
3. Rechercher des thèmes	Regrouper les codes en thèmes potentiels, rassembler toutes les données pertinentes pour chaque thème potentiel.
4. Réviser les thèmes	Vérifier si les thèmes fonctionnent par rapport aux extraits codés (niveau 1) et aux ensemble de données (niveau 2), générer une carte thématique de l'analyse.
5. Définir et nommer les thèmes	Lors de l'analyse, affiner les spécificités de chaque thème et l'histoire générale que raconte l'analyse, générer des définitions claires et des noms pour chaque thème.
6. Produire le rapport	Dernière opportunité d'analyse. Sélection d'extraits saisissants et convaincants, analyse finale des extraits sélectionnés, relier l'analyse à la question de recherche et à la littérature, produire un rapport scientifique de l'analyse.

Pour appliquer cette méthode, nous avons utilisé la technique de la matrice à regroupements conceptuels (Miles & Huberman, 2003, p.194-202) car elle permet d'avoir une synthèse visuelle de thèmes question par question et elle facilite la mise en relation des thèmes entre les diverses questions. Pour mettre en œuvre cette technique, une phase préliminaire à la méthode de Braun & Clarke (2006) a été menée. Il s'est agi de créer (1) des matrices correspondant aux questions de recherches avec en colonne les catégories (les mêmes que pour les questionnaires c'est-à-dire les « indices » que nous avons définis) et en ligne les participant·e·s interviewé·e·s et, (2) un manuel de codage.

Ces matrices créées, il nous a fallu arrêter la manière dont les données allaient être approchées. Selon Braun & Clarke (2006, p.83-85), cela peut se faire de manière inductive ou déductive, avec un codage sémantique ou latent. Dans le contexte de notre recherche, l'approche choisie est déductive puisqu'elle repose sur des catégories existantes et le codage choisi est sémantique c'est-à-dire sans inférence sur ce qui est dit. Cette décision du codage sémantique a été prise pour limiter les biais d'interprétation puisqu'une seule

chercheure a codé les données. Un manuel de codage comportant une liste de codes de départ ainsi qu'une définition de ces codes a été ensuite établi (Annexe G1). Ces codes et définitions ont été affinés tout au long de l'analyse pour parvenir à une liste de codes et définitions finales (Annexe G1). Une fois cette étape préliminaire réalisée, les six étapes décrites par Braun & Clarke ont été mises en œuvre dans les matrices de codage créées (Annexe G2) ; l'ensemble du processus est détaillé dans le journal de bord (Annexe G3).

Diagrammes, techniques d'interprétation et de vérification des données

Les matrices ont été analysées à l'aide de diagrammes et de techniques spécifiques. Les diagrammes (Annexe G4) ont consisté en la réalisation d'arbres thématiques (un par question de recherche) afin de visualiser les thèmes récurrents. Ces arbres thématiques ont aussi été utilisé comme support pour la mise en œuvre de trois techniques d'interprétation des données qui sont (1) la technique du comptage permettant d'observer et d'appréhender la situation, (2) la technique du regroupement et (3) la technique de la métaphore qui permettent de mettre en relations les données. Ces trois techniques, décrites par Miles & Huberman (2003), ont été sélectionnées en considération des objectifs de notre recherche. Une fois les interprétations effectuées, elles ont été vérifiées. Miles & Huberman (2003) propose plusieurs techniques parmi lesquelles nous avons choisi la technique de la triangulation permettant d'évaluer la qualité intrinsèque des données.

5.3.2.3 Traces d'activité

L'analyse des traces d'activités a été effectuée en considération de la nature des données. Certaines données ont fait l'objet de comptage ou de statistiques descriptives (calcul de tendance centrale). Les données qualitatives ont souvent fait l'objet de classification (classification des attentes ou encore des projets des participant·e·s).

5.3.3 Validité et fiabilité

Pour qu'une recherche soit de qualité, elle doit être valide et fiable c'est-à-dire démontrer que « les résultats sont rigoureux et conformes à la réalité » (Gagnon, 2012, p.5). Cette quête de validité et de fiabilité est en quelque sorte le « fil rouge » de tout·e chercheur·e et l'amène à prendre un certain nombre de précautions tout au long de la recherche afin de garantir la validité et la fiabilité des résultats obtenus. Ces opérations ont été réalisées

et les justifications sont consultables dans le guide de réalisation de l'étude de cas (Annexe C).

5.3.4 Synthèse

Les méthodes d'enquête (entretiens et questionnaires) et les méthodes d'analyse de traces ont permis de recueillir des données quantitatives et qualitatives. Les données quantitatives ont fait l'objet de traitements statistiques et les données qualitatives ont été analysées avec la méthode de l'analyse thématique.

Les aspects méthodologique étant maintenant traité, le chapitre suivant propose de présenter le dispositif de formation pour lequel cette étude de cas a été menée.

CHAPITRE 6 : DISPOSITIF DE FORMATION

« Concevez vos outils pédagogiques avec la 2D »

Ce chapitre est consacré à la présentation du dispositif de formation. Après une présentation générale du dispositif (section 6.1), nous en détaillons les caractéristiques (section 6.2) puis les modalités de réalisation (section 6.3).

6.1 Vue d'ensemble du dispositif

Cette formation permet de s'initier aux principes de bases de la conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) via la technologie de la gravure-découpe laser. Il s'agit d'une formation continue destinée aux enseignant·e·s francophones en activité (primaire et secondaire) dans le canton de Genève. Elle est proposée sur une durée 4 semaines (hors phase de préparation¹⁷) sous un format hybride (Figure 16) et est accessible sans prérequis. Elle comporte deux phases : une phase de découverte et une phase d'approfondissement.

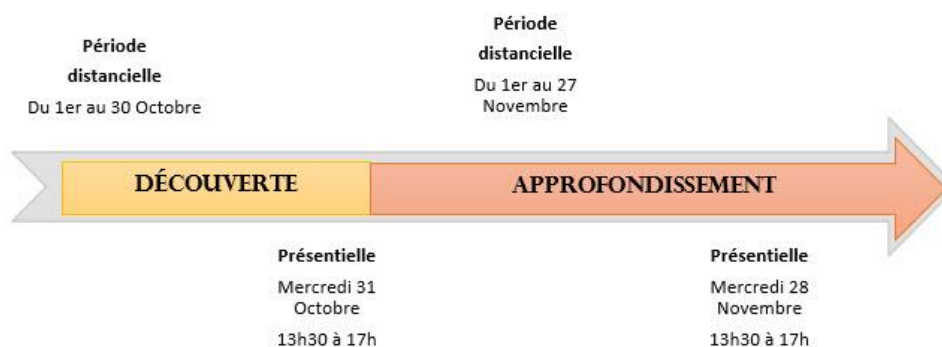


Figure 16. Agenda et modalités du dispositif de formation

Chaque phase a son propre objectif ; la phase de découverte a pour objectif de proposer une initiation à la technologie à travers la modélisation et la réalisation d'un objet simple. La phase d'approfondissement propose une appropriation de la technologie à travers la réalisation d'un projet (outil pédagogique) pouvant être utilisé en classe. Cette formation revêt deux particularités qui en font son caractère innovant. La première concerne la conception pédagogique. Organisée selon deux modalités distinctes (une phase de découverte et une phase d'approfondissement), cette formation offre un certain degré de liberté en permettant aux participant·e·s d'assister uniquement à la phase de découverte

¹⁷ La formation a été ouverte dès le 1^{er} Octobre mais ne comportait qu'une préparation d'une heure.

ou à l'ensemble de la formation selon leur intérêt et leur motivation. Ceci a aussi pour avantage d'attirer des participant·e·s qui veulent juste découvrir mais ne sont pas prêt à s'investir à plus long terme dans un projet personnel. La deuxième particularité concerne le système de permanences techniques présentielle au cœur d'une période distancielle. Ces permanences ont pour objectif d'apporter un support technique aux participant·e·s et permettent de mettre un œuvre un apprentissage personnalisé (section 3.1.1).

Enfin, compte tenu de ces différentes modalités, mentionnons que les inscriptions ont été limitées à 15 personnes pour la phase de découverte et à 10 personnes pour la phase d'approfondissement afin de garantir une bonne qualité d'apprentissage et de suivi de chaque participant·e.

6.2 Caractéristiques du dispositif

6.2.1 Partenaires et acteur·trices de la formation

Cette formation a été mise en place grâce à la collaboration de trois entités partenaires : le Service Ecoles-Médias (SEM) qui a soutenu institutionnellement ce projet, le SDG Solution Space qui a assuré toute la partie logistique en prêtant ses locaux et sa graveuse-découpeuse laser et l'unité TECFA (Technologie de formation et apprentissage) qui a assuré un rôle de consultant sur les problématiques pédagogiques. Ces entités ont toute apportée un soutien mais n'ont pas tenu de rôle actif dans la formation.

Les véritables acteurs et actrices de la formation sont d'une part les participant·e·s et d'autre part l'intervenant·e. La définition de leurs rôles a été directement inspirée de l'apprentissage par projet et plus spécifiquement des travaux de Proulx (2004, p.82 et p.86) et de Quintin (2005, p.17). Ainsi, l'intervenante occupe, selon les activités, un rôle d'animatrice, de pédagogue, d'évaluatrice ou de support, ce à quoi s'ajoute plusieurs fonctions non pédagogiques. Les apprenant·e·s occupent des rôles de mandataires, participant·es ou collaborateur·trice. L'ensemble de ces rôles et des tâches afférentes ont été détaillés dans le cahier des charges (Annexe D1¹⁸) et dans le scénario pédagogique (section 6.2.4).

¹⁸ Partie « acteurs et rôles », partie « scénarisation des activités ».

6.2.2 Objectif du dispositif et objectifs pédagogiques

Les objectifs du dispositif sont de proposer aux enseignant·e·s une initiation à la fabrication digitale et les inciter à l'intégrer dans leur pratique professionnelle en concevant des outils pédagogiques.

Les objectifs pédagogiques recouvrent l'acquisition de connaissances et compétences en dessin vectoriel, en découpe-gravure laser et en fabrication digitale mais également des objectifs cognitifs et sociaux (Tableau 6).

Tableau 6.

Objectifs pédagogiques de la formation « Concevez vos outils pédagogiques avec la D2 ».

Apprentissages lors de la phase de modélisation	Apprentissages lors de la phase de fabrication
<p><u>L'apprenant.e sera capable de ...</u></p> <p>... concevoir un design avec un logiciel de dessin numérique en combinant les formes géométriques et/ou en important des images.</p> <p>... résoudre chaque problème de conception qu'il ou elle rencontre en trouvant des solutions créatives et/ou en recherchant des informations utiles sur la plateforme pédagogique, auprès de ses pairs (sur le forum) ou en demandant un support technique.</p> <p>... adapter le dessin numérique aux contraintes de gravure et de découpe de la machine en le paramétrant dans le logiciel de dessin.</p>	<p><u>L'apprenant.e sera capable de ...</u></p> <p>... paramétrer une graveuse-découpeuse laser en respectant toutes les étapes du processus de préparation de la machine.</p> <p>... paramétrer les éléments requis dans le pilote de la machine (notamment, choix du matériau, de la puissance du laser etc.)</p> <p>... résoudre chaque problème de réalisation qu'il ou elle rencontre en passant de la conception à la réalisation (par exemple, le design ne s'affiche pas dans la prévisualisation) en trouvant la solution et/ou en recherchant des informations utiles sur la plateforme pédagogique, auprès de ses pairs (sur le forum) ou en demandant un support technique.</p> <p>... réaliser une gravure-découpe laser en respectant tous les principes de sécurité (assurer une surveillance des opérations, ne pas fixer le laser, assurer l'évacuation des fumées).</p>
<p align="center">Apprentissage lors des phases de modélisation et de fabrication</p> <p><u>L'apprenant.e sera capable de ...</u></p> <p>... communiquer avec la communauté d'apprentissage en utilisant un vocabulaire inhérent à la fabrication digitale (par exemple, le concept de « job » pour la découpe laser).</p> <p>... partager son expérience, ses ressources et ses réalisations avec ses pair·e·s pendant la formation et/ou après la formation dans son contexte de travail.</p> <p>... expliquer les principes de la conception et fabrication assistées par ordinateur à un.e novice en détaillant l'ensemble des étapes qui permettent de passer de la conception à la réalisation d'objets tangibles.</p> <p>... concevoir des scénarios pédagogiques pour la classe en utilisant la fabrication digitale pour créer des outils pédagogiques.</p> <p>... identifier plusieurs possibilités d'outils pouvant être créés avec les technologies de fabrication digitale (moyens et/ou sujet d'apprentissage) qui puissent être mises en place en classe,</p> <p>... développer sa capacité de résolution de problèmes,</p> <p>... évaluer plusieurs des solutions d'outils pédagogiques en faisant preuve de pensée critique,</p> <p>... autoévaluer ses apprentissages, ses difficultés et ses méthodes en faisant preuve de réflexivité sur les actions menées lors de la phase de conception et de réalisation,</p> <p>... être créatif et innovant en intégrant la fabrication digitale dans ses pratiques d'enseignements.</p>	

6.2.3 Contenu d'apprentissage

La formation vise à la fois l'acquisition de savoirs, de savoir-faire et de savoir-être. Le domaine des savoirs concerne l'acquisition de connaissances concernant le dessin vectoriel, les principes de la gravure-découpe laser et de manière plus générale les principes de la fabrication digitale. Le domaine des savoir-faire concerne la capacité de modéliser des objets dans un logiciel de dessin vectoriel puis de les fabriquer via le paramétrage et l'utilisation de la graveuse-découpeuse laser. Enfin, le savoir-être est en toile de fond de cette formation que ce soit en individuel à distance en faisant preuve de réflexivité sur les apprentissages ou en présence en collaborant et en partageant expérience et ressources avec les autres membres du groupe.

6.2.4 Scénario pédagogique

Le scénario pédagogique a été réalisée selon deux phases successives : une modélisation graphique puis une rédaction détaillée. La modélisation a été élaborée avec le logiciel CompendiumLD (Figure 17 ; Figure 18).

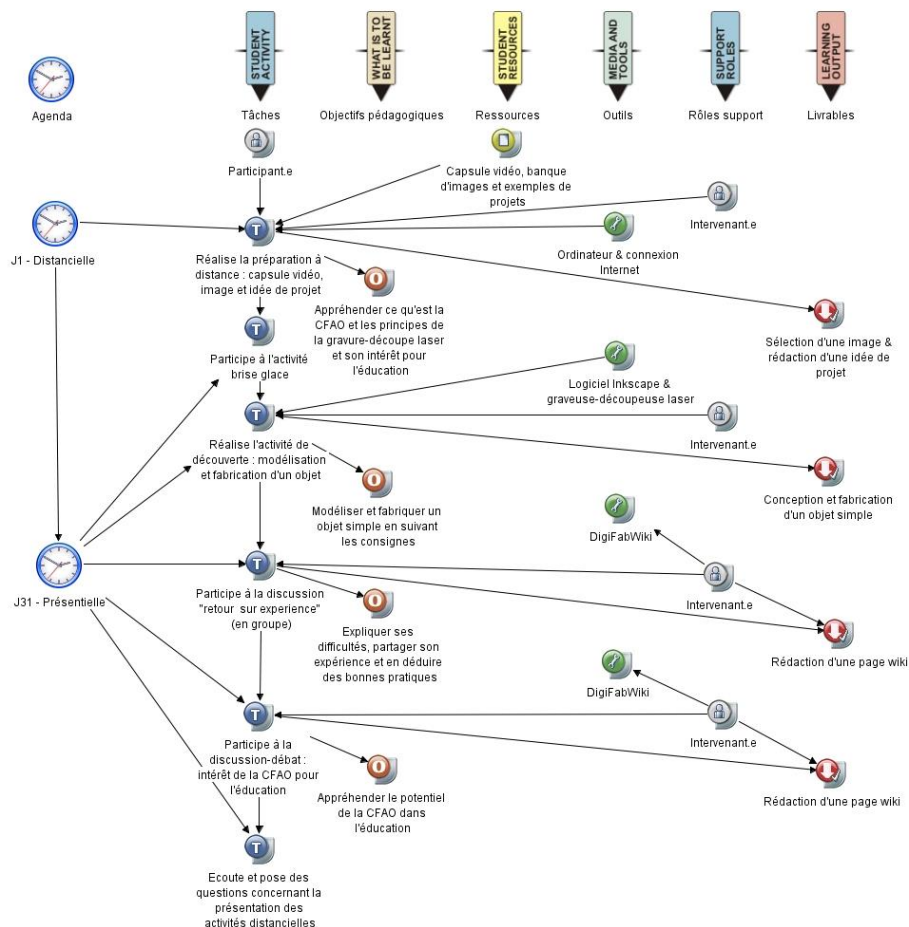


Figure 17. Modélisation de la phase de découverte de la formation sous CompendiumLD

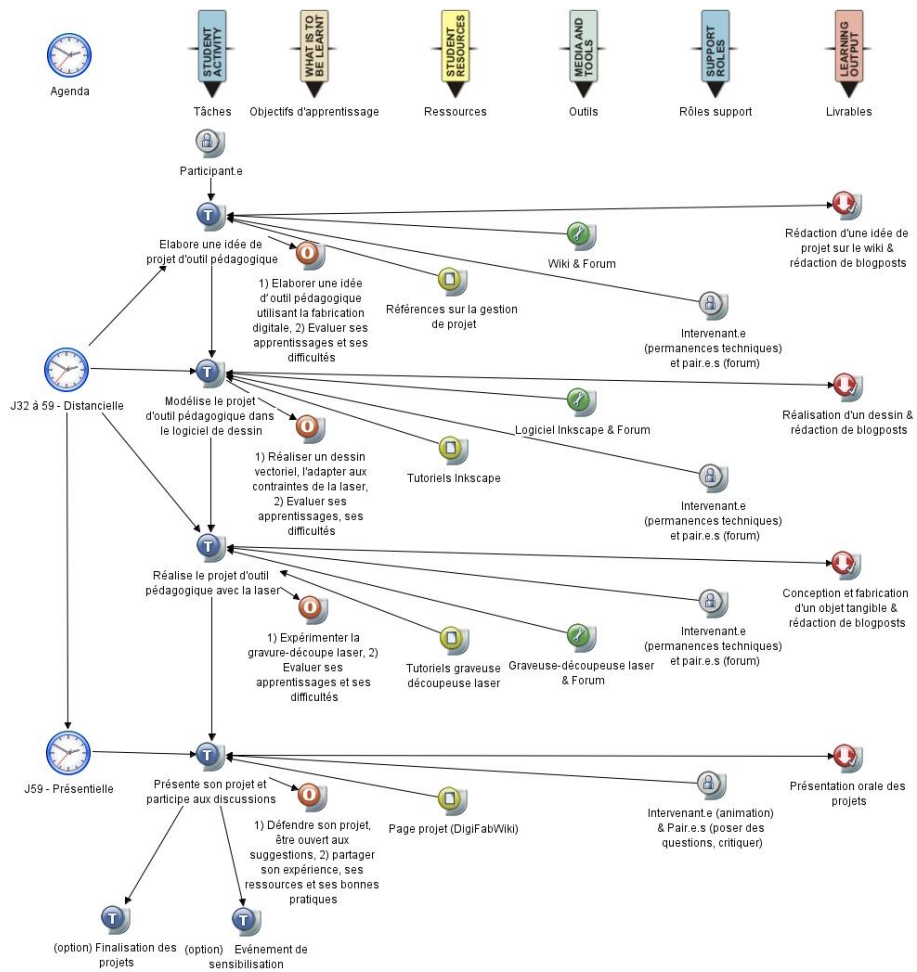


Figure 18. Modélisation de la phase de d'approfondissement de la formation sous CompendiumLD

Cette modélisation pédagogique a ensuite été transcrite dans un scénario pédagogique détaillé sous un format tableau. Nous avons choisi ce format car il offre une vision synthétique de l'ensemble du scénario et favorise une mise en relation des différents éléments de chaque activité avec les objectifs pédagogiques, le contenu, les méthodes, les outils et les ressources. Une synthèse de ce scénario est proposée dans le tableau 7 ci-dessous, le scénario étoffé étant consultable dans le cahier des charges (Annexe D1).

Tableau 7.

Scénario pédagogique de la formation « concevez vos outils pédagogiques avec la 2D »

Agenda	Objectifs de la séquence	Séquence	Modalités ¹⁹	Evaluation
PHASE DE DECOUVERTE				
Distance J1 60 minutes (60')	Susciter l'intérêt des participants Expliquer ce qu'est la CFAO et ses technologies Expliquer les principes de la gravure-découpe laser Acquérir le vocabulaire inhérent à la fabrication digitale Appréhender le potentiel de la CFAO pour l'éducation	Activités 1) 15' - Capsule vidéo 2) 45' - Travail à distance : choix d'une image et rédaction d'une idée de projet Livrable A remettre le Mercredi 24 Octobre 2018 par mail à lydie.boufflers@etu.unige.ch OU directement sur <i>DigiFabWiki</i> sur la page dédiée	Méthode transmissive et active <u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i> <u>Outils</u> : ordinateur, Internet, messagerie, <i>DigiFabWiki</i> . <u>Rôles sociaux</u> : - intervenant pédagogue, support technique, évaluateur - apprenant : mandataire, participant	Réalisation du travail à distance
Présence J31 210' (3h30) dont 15' pause	Construire un sentiment d'appartenance à un groupe Acquérir le vocabulaire de la fabrication digitale / <i>making</i> Réaliser un dessin et l'adapter aux contraintes de la gravure-découpe laser Expérimenter la gravure-découpe laser en utilisant la machine en toute sécurité Appréhender le potentiel de la CFAO pour l'éducation avec des exemples concrets Expliquer ses difficultés, s'entraider et partager les bonnes pratiques	Activités 1) 10' - Présentation de la formation et des partenaires 2) 15' - Questionnaire 3) 10' - Activité brise-glace 4) 70' - Modélisation et fabrication d'un premier objet : découpe d'une image simple et lettrage. 5) 20' - Tour de FabLab et présentation d'outils pédagogiques réalisés avec une laser 6) 15' - Pause (discussion informelle autour des outils pédagogiques préalablement présentés) 7) 15' - Retour sur expérience : apprentissage, difficultés, bonnes pratiques, perception de la CFAO 8) 15' - Discussion autour de l'intérêt dans l'éducation 9) 40' - Présentation des activités à distance et conclusion de la formation	Méthode transmissive, méthode démonstrative, méthode active <u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i> <u>Outils</u> : ordinateur, connexion Internet, écran de projection, logiciel de dessin Inkscape, graveuse-découpeuse laser avec ordinateur muni du driver. <u>Rôles sociaux</u> : - intervenant « constructeur de groupe », pédagogue, animateur (discussion), support, évaluateur - apprenant : participant, mandataire et collaborateur (<i>fablab</i> manager : support technique, en cas de besoin).	Participation à l'activité brise-glace Réalisation de l'activité « premier objet » Participation aux discussions de groupe

¹⁹ Il est d'usage de distinguer 5 méthodes : méthode (transmissive, méthode démonstrative, méthode interrogative, méthode de découverte, méthode expérientielle

PHASE DE D'APPROFONDISSEMENT

<p>Distance J32 à J38</p> <p>90'</p>	<p>Elaborer une idée d'outil pédagogique utilisant la gravure-découpe laser</p> <p>S'organiser pour terminer le projet dans le temps imparti</p> <p>Préparer la phase de modélisation de l'outil pédagogique</p> <p>Evaluer ses apprentissages, ses difficultés</p> <p>Evaluer et critiquer son idée de projet</p> <p>Ecrire pour apprendre et comprendre les concepts de la CFAO</p>	<p>Activités étape 1 : Elaboration d'une idée</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Etape 1.1 : Déterminer une idée de projet originale ou reprise d'un projet existant et adaptation. En option, réalisation d'un calendrier de réalisation du projet et participation au forum 2) Etape 1.2 : Rédaction de l'idée de projet dans la partie « introduction » de la page personnelle selon le modèle proposé. En option, réalisation d'un prototype (dessin, papier etc.). 3) Etape 1.3 : Préparation à la modélisation : sélection de tutoriels personnalisés. En option, formation personnalisée à Inkscape. 4) Etape 1.4 : Rédaction de blogposts après chaque séance de travail en répondant aux questions obligatoires (et facultatives) <p>Livrable : A remettre Mercredi 7 Novembre 2018 directement sur <i>DigiFabWiki</i> : page projet personnelle.</p>	<p>Méthode active</p> <p><u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i>, forum, permanence technique</p> <p><u>Outils</u> : ordinateur, connexion Internet</p> <p><u>Rôles sociaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - intervenant : support technique (forum et permanences techniques), animateur (rappel dates butoirs), évaluateur (idée de projet et blogpost) - apprenant : mandataire, participant, collaborateur 	<p>Rédaction d'une idée de projet</p> <p>Rédaction de blogposts</p>
<p>Distance J39 à J44</p> <p>150' (2h30)</p>	<p>Réaliser un dessin et l'adapter aux contraintes de la gravure-découpe laser</p> <p>S'entraider et partager les bonnes pratiques</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p> <p>Ecrire pour apprendre et comprendre les concepts de la CFAO</p>	<p>Activités étape 2 : Modélisation du projet dans le logiciel de dessin</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Etape 2.1 : Réalisation d'un dessin sur un logiciel de dessin vectoriel et adaptation aux contraintes de la graveuse-découpeuse laser. En option, participation au forum, se rendre aux permanences techniques 2) Etape 2.2 : Insertion du fichier dessin dans la page projet personnelle. En option, débiter la rédaction de cette page. 3) Etape 2.3 : Rédaction de blogposts après chaque séance de travail en répondant aux questions obligatoires (et facultatives) <p>Livrable : A remettre Dimanche 14 Novembre directement sur <i>DigiFabWiki</i>. Page projet personnelle.</p>	<p>Méthode active</p> <p><u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i>, forum, permanences techniques</p> <p><u>Outils</u> : ordinateur avec logiciel de dessin, connexion Internet</p> <p><u>Rôles sociaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - intervenant animateur, support technique, pédagogue, évaluateur - apprenant : mandataire, collaborateur, participant (<i>fablab</i> manager : support technique, si besoin) 	<p>Réalisation du dessin dans le logiciel de dessin</p> <p>Rédaction de blogposts</p> <p>Insertion du fichier dans la page projet.</p>

<p>Distance J45 à J58</p> <p>150' (2h30) (estimation)</p>	<p>Expérimenter la gravure-découpe laser en toute sécurité</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p> <p>Ecrire pour apprendre et comprendre les concepts de la CFAO</p>	<p>Etape 3 : Fabrication des objets avec la graveuse-découpeuse laser</p> <p>1) Etape 3.1 : Réalisation des objets avec la graveuse-découpeuse laser au SDG Solution Space. En option, participation au forum</p> <p>2) Etape 3.2 : Rédaction de la page projet personnelle avec photo de l'outil</p> <p>3) Etape 3.3 : Rédaction de blogposts après chaque séance de travail en répondant aux questions obligatoires (et facultatives)</p> <p>Livrable : A remettre le Dimanche 25 Novembre directement sur <i>DigiFabWiki</i>. Page projet personnelle.</p> <p>NB : Les projets doivent être finalisés ou en cours de finalisation pour la dernière présenteielle : prototype papier/carton et objet en cours de fabrication.</p>	<p>Méthode active</p> <p><u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i>, forum, permanences techniques</p> <p><u>Outils</u> : ordinateur avec driver trotec, graveuse-découpeuse laser</p> <p><u>Rôles sociaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - intervenant animateur (rappel dates butoirs), pédagogue, support technique, évaluateur - apprenant : mandataire, collaborateur <p>(<i>fablab</i> manager : support technique, si besoin)</p>	<p>Réalisation des objets</p> <p>Rédaction de blogposts</p> <p>Rédaction de la page projet personnelle</p>
<p>Présentielle J59</p> <p>210' (3h30) dont Pause 20'</p> <p>10' de temps additionnel</p>	<p>Développer le sens du collectif, partager son expérience et ses ressources</p> <p>Défendre son projet</p> <p>Evaluer et critiquer constructivement les projets présentés par les pairs</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p>	<p>Activités</p> <p>1) 55' - Présentation des projets par les participants suivi de questions-réponses (8' par personne)</p> <p>2) 10' - Valorisation et utilisation des projets : utilisation en classe ? événement grand public ?</p> <p>3) 20' - Pause (discussions autour des projets)</p> <p>4) 30' -Questionnaire</p> <p>5) 60' - Broderie numérique : présentation de la technologie et intérêt pour l'éducation, étapes de conception d'un objet, considérations techniques : points et contraintes physiques, activité de prise en main et démonstration</p> <p>6) 20' - Conclusion de la formation et continuation des projets : mot de la fin par chacun + intervenant·e</p> <p>7) 5' - Prévision de finalisation des projets (projets à terminer ou à améliorer)</p>	<p>Méthode active</p> <p><u>Supports</u> : <i>DigiFabWiki</i>, page projet des apprenants</p> <p><u>Outils</u> : ordinateur, matériel de projection, connexion Internet, <i>DigiFabWiki</i></p> <p><u>Rôles sociaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - intervenant animateur, pédagogue, évaluateur - apprenant : mandataire, collaborateur, participant 	<p>Présentation de l'outil</p> <p>Participation aux discussions de groupe</p>

6.2.5 Environnement techno-pédagogique et les outils

Le choix de l'environnement techno-pédagogique doit être en phase avec plusieurs éléments et notamment la conception de l'apprentissage soutenue par le ou la designer pédagogique. Dans le cadre de notre recherche, nous avons adopté une approche constructiviste c'est-à-dire centrée sur l'apprenant·e. La technologie wiki est particulièrement adaptée à cette vision car elle offre une grande liberté d'expression à l'apprenant·e et encourage la construction et la co-construction de connaissances ; l'un des exemples les plus connus étant *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Outre l'aspect pédagogique, le wiki offre également l'avantage d'être facilement accessible par des participant·e·s provenant d'une institution différente de l'institution émettrice de la formation (les enseignant·e·s dépendent du DIP et la formation est proposée par l'unité TECFA à l'Université de Genève). Une simple validation du compte par l'administrateur·trice suffit alors qu'une plateforme institutionnelle nécessite un compte spécifique. Enfin, d'un point de vue philosophique ou politique, il s'agit d'une technologie libre de droits et ouverte à tou.te.s ce qui correspond parfaitement à la philosophie de partage de connaissances et d'apprentissage par les pair·e·s qui règne dans un *Fablab*. Pour notre dispositif de formation, *MediaWiki* a été installé sur un serveur de TECFA. Il s'agit d'un moteur de wiki fonctionnant avec le langage PHP et une base de données MySQL. Une fois l'installation réalisée, ce wiki a été personnalisé (installation d'extensions et esthétique) et alimenté avec les supports de formation, les ressources et les outils pour devenir *DigiFabWiki*. La page d'accueil pour la session 2018 est accessible sous le lien <http://tecaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php?title=DigiFabWiki&oldid=2332>. Sur cette page (Annexe I1), après une brève description de la formation, le ou la participant·e peut accéder rapidement aux pages d'activités (comprenant les consignes et les pages travaux), aux outils²⁰ et aux supports à l'apprentissage. Le menu de navigation de gauche a été modifié de sorte que l'ensemble des éléments précédemment cités soit accessible par ce biais et reste disponible depuis n'importe quelle page du wiki. Pour faciliter la navigation au lecteur ou à la lectrice de ce manuscrit, l'accès aux pages de la session se fait via [http://tecaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Session automne 2018](http://tecaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Session%20automne%202018).

²⁰ L'ensemble des outils ne figure pas sur cette capture d'écran. A l'heure où nous écrivons, la 2^e session était en préparation et quelques modifications ont été apportées. Ils sont détaillés dans l'Annexe I1.

6.3 Mise en œuvre opérationnelle du dispositif

6.3.1 Communication de la formation aux participant-e-s

Comme pour toutes les formations continues organisées par le SEM, c'est leur service communication qui a été chargé de diffuser l'information concernant cette formation. Une rencontre avec le responsable communication a été planifiée le jeudi 26 Juillet 2018. Après discussion et validation d'un texte commun, la communication a été diffusée par emailing auprès des enseignant·e·s du Canton de Genève (Annexe I2). Dans le même temps, une campagne d'affichage a été réalisée dans les locaux du SDG Solution Space et de l'unité TECFA (Figure 19).



La communication a été envoyée le vendredi 7 Septembre 2018 et la formation était complète dès

le Lundi 10 Septembre avec 15 personnes inscrites et 10 personnes sur liste d'attente. Devant cet afflux d'inscriptions, le SEM a décidé de recontacter chaque participant·e pour s'assurer que chacun·e s'engageait à suivre la formation dans son entièreté et à fournir le travail nécessaire pendant la période distancielle. Par conséquent, la possibilité que les participant·e·s n'assistent qu'à la séance de découverte a donc été de fait supprimée. Finalement, entre les renoncements et les réinscriptions, 12 personnes ont pu débiter la formation. Pour rappel, nous nous étions fixé une limite de 10 personnes pour la phase d'approfondissement afin de garantir une qualité de suivi de chaque participant·e.

6.3.2 Déroutement de la formation

La formation s'est déroulée selon les modalités prévues avec (1) une phase de découverte et (3) une phase d'approfondissement (Figure 16). Sur les 12 participant·e·s, une personne a quitté la formation et une autre personne n'a assisté qu'aux deux présentielles sans réaliser de projet. Les figures 20 et 21 sont deux photos réalisées lors de la première présentielle. D'autres photos ont été compilées dans la page [http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Souvenirs de la formation](http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Souvenirs_de_la_formation)

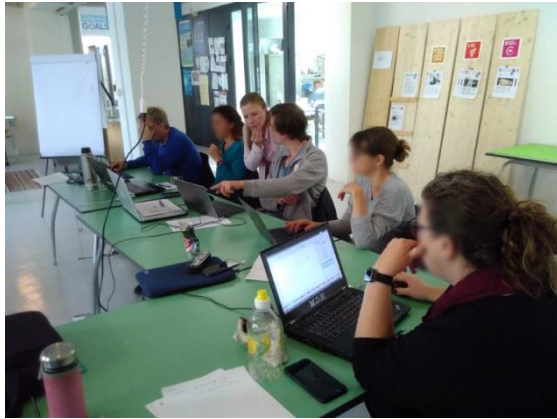


Figure 20. Phase de modélisation de l'activité d'éveil



Figure 21. Phase de réalisation de l'activité d'éveil avec la graveuse-découpeuse Trotec Speedy 360

Au cours de la formation et à des fins d'amélioration ultérieure de la formation, des notes en marge du scénario pédagogique ont été prises (Tableau 8).

Tableau 8.

Scénarisation prévue VS scénarisation effective : notes prises lors de la formation

Agenda	Séquence	Notes pendant la formation
Phase de découverte		
Distance J 1	Préparation - Capsule vidéo - Travail à distance : image et idée de projet.	Aucun problème relevé
Présence J31	Présentielle 1 - Présentation de la formation - Questionnaire - Activité brise-glace - Activité d'éveil - Tour de FabLab et présentation d'outils pédagogiques réalisés avec une laser - Pause - Retour sur expérience - Discussion autour de l'intérêt dans l'éducation - Présentation des activités à distance.	Remarque générale : trop d'activités. Modélisation : sous-estimation du temps (ajouter 10 mn). Attention aux différents niveaux (novices VS initié-e-s) ! Fabrication des objets : il n'était pas prévu de découper tous les objets mais nous avons ressenti quelques frustrations. Tour du FabLab non réalisé faute de temps Activité retour sur expérience et discussion-débat fusionnées faute de temps : peu d'intérêt chez les participant-e-s => doit on garder ?

Phase d'approfondissement

<p style="text-align: center;">Distance J32 à J38</p>	<p>Distancielle - étape 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer une idée de projet (option : réaliser un calendrier projet) - Rédaction de l'idée de projet dans la page projet personnelle (option : prototype). - Préparation à la modélisation avec sélection de tutoriels. - Rédaction de blogposts 	<p>Quasiment tou.te.s les participant-e-s sont arrivé-e-s avec une idée déjà bien arrêtée. Cependant, cette phase est à garder pour les prochaines sessions car cela peut ne pas être le cas mais être flexible sur la possibilité de commencer de suite les modélisations.</p> <p>Constats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas de demande pour la sélection de tutoriels - Aucun blogpost
<p style="text-align: center;">Distance J39 à J44</p>	<p>Distancielle – étape 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation du dessin (option : participation au forum, permanences techniques). - Insertion du fichier dessin dans la page projet personnelle (Option : débiter la rédaction de cette page). - Rédaction de blogposts 	<p>Personne n'a inséré son dessin spontanément dans sa page => à faire avec les participant-e-s ? à rappeler plus spécifiquement ?</p> <p>Constats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peu de participation forum - Rédaction de blogposts : 2 - Permanences techniques bien utilisées
<p style="text-align: center;">Distance J45 à J58</p>	<p>Distancielle – étape 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabrication avec la laser (option : participation au forum) - Rédaction de la page projet personnelle avec photo de l'outil - Rédaction de blogposts 	<p>Constats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas de blogpost
<p style="text-align: center;">Présentielle J59</p>	<p>Présentielle 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présentation des projets - Valorisation et utilisation des projets - Pause - Questionnaire - Broderie numérique - Conclusion et continuation des projets - Mot de la fin - Finalisation des projets 	<p>Pas d'événement prévu, les enseignant-e-s n'avaient pas l'air intéressé. Par contre, ils étaient intéressés de partager leur expérience au sein de leur établissement avec leurs collègues voire de les pousser à venir.</p> <p>Broderie numérique : phase de dessin trop longue et complexe => simplifier</p> <p>Participation aux discussions de groupe</p>

6.3.3 Réalisations des participants

Sur les 10 personnes²¹ ayant suivi toute la formation, 9 personnes ont réalisé un projet abouti, la dernière ayant été orientée vers une autre machine après plusieurs tests. La liste des outils créés lors de la session d'automne 2018 est consultable sous

²¹ Sur les 12 personnes : un abandon et une personne a assisté uniquement aux présentiels sans réaliser d'objet.

http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php?title=Liste_des_projets&oldid=2268 et visible ci-dessous (Figure 22).

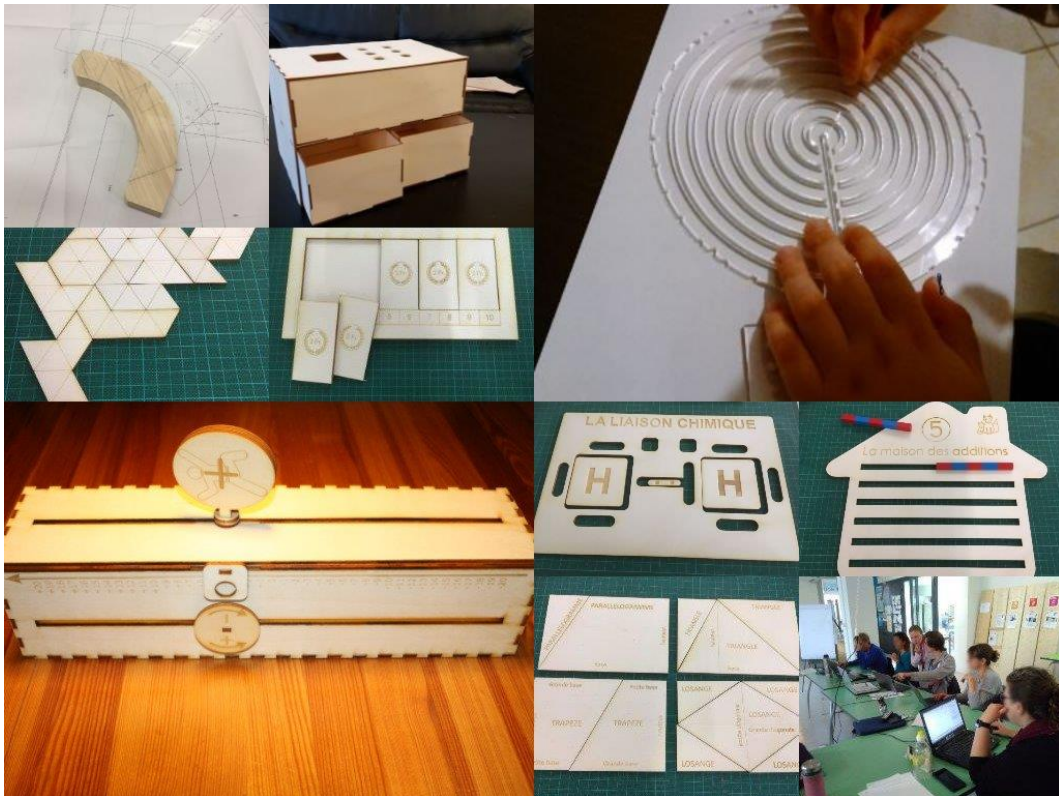


Figure 22. Collage de photos des projets réalisés par les participant·e·s à la session d'automne 2018.

Parmi les projets, ce sont principalement des outils pédagogiques permettant l'apprentissage des sciences dures (notamment mathématiques) qui ont été réalisés. Une analyse plus détaillée des types d'outils réalisés est proposée dans le chapitre 7 consacré aux résultats et à la discussion.

6.4 Synthèse

Le dispositif de formation comportait deux phases (une phase de découverte et une phase d'approfondissement). L'objectif de ce dispositif était de proposer une initiation à la fabrication digitale aux enseignant·e·s de degré primaire et secondaire dans le cadre de la formation continue. A cette occasion, les participant·e·s ont pu modéliser puis réaliser un outil pédagogique directement utilisable dans leur classe.

CHAPITRE 7 : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre présente et discute les résultats de nos quatre questions de recherche relatives à (1) la satisfaction des participant·e-s, (2) les apprentissages réalisés, (3) le dispositif de formation, (4) la perception des technologies de fabrication digitale. Ces résultats ont été élaborés à partir de plusieurs bases de données (Section 5.3.1) synthétisées dans le Tableau 9.

Tableau 9.

Classification des données en fonction de leur type (Patton, 2002, p.574-575) et de leur temporalité

		Temporalité		
		Avant la formation	Pendant la formation	Après la formation
Type de données	Quantitatives subjectives	11 Questionnaires pré-formation		11 Questionnaires post – formation
	Quantitatives objectives			
	Qualitatives subjectives		<ul style="list-style-type: none"> •Mails des participant·e-s •Messages dans le forum •Calendrier des permanences techniques •Rédaction de blogposts réflexifs 	7 entretiens semi-dirigés
	Qualitatives objectives		<ul style="list-style-type: none"> •Objets réalisés •Productions écrites sur <i>DigiFabWiki</i> (pages travaux et page projet). 	

7.1 Question de recherche 1 : satisfaction, réponse aux attentes et utilité de la formation

Notre première question de recherche était la suivante : Quel est le ressenti du public enseignant au terme de la formation ?

1.a Quel est son niveau de satisfaction général ? Comment évalue t'il les aspects organisationnels, pédagogiques et les modalités d'accompagnement ?

1.b Dans quelle mesure cette formation répond-elle à ses attentes ?

1.c A quel point cette formation est-elle utile pour l'activité professionnelle des enseignant·e-s ? En quoi va-t-elle contribuer à modifier leur manière d'enseigner ?

Les éléments relatifs au ressenti des participant·e-s ont été évalués après la formation à l'aide d'entretiens semi-dirigés et du questionnaire post-formation.

7.1.1 Niveau de satisfaction

L'indice de satisfaction générale (Tableau 10), regroupant les indices relatifs à l'organisation, la pédagogie et l'accompagnement, indique les participant·e-s sont satisfait·e-s de la formation ($M = 5,17$) hormis deux participant·e-s qui ont une opinion plus mitigée (Figure 23).

Tableau 10.

Indice de satisfaction générale (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord)

N	Valide	11
	Manquant	0
Moyenne		5,17
Médiane		5,44
Ecart type		,91
Percentiles	25	5,00
	50	5,44
	75	5,82

Note. Arrondi au centième près

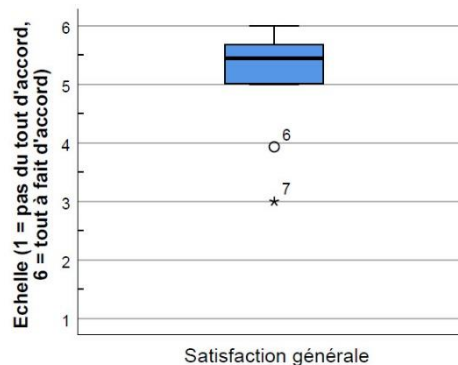


Figure 23. Expression de la satisfaction générale des participant·e-s

L'observation détaillée des trois indices composant ce méta-indice laisse apparaître des disparités (Tableau 11, Annexe H2). Les moyennes sont plus faibles pour l'organisation ($M = 4,70$) et la pédagogie ($M = 4,98$) que pour l'accompagnement ($M = 5,67$) et les avis plus mitigés si l'on considère les écarts-types des indices respectifs.

Tableau 11.

Indices de satisfaction concernant l'organisation, la pédagogie, et l'accompagnement (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

		Organisation	Pédagogie	Accompagnement
N	Valide	11	11	11
	Manquant	0	0	0
Moyenne		4,70	4,98	5,67
Médiane		5,00	5,00	6,00
Ecart type		1,26	,99	,78
Minimum		2,00	2,60	3,40
Maximum		6,00	6,00	6,00
Percentiles	25	4,00	5,00	5,80
	50	5,00	5,00	6,00
	75	5,67	5,80	6,00

Note. Arrondi au centième près

Sur un échantillon de cette taille, ces différences qui semblent minimes peuvent être révélatrices. Ces résultats quantitatifs ont donc été comparés avec les données qualitatives récoltées lors des entretiens semi-dirigés. Le comptage des occurrences (Annexe G5) révèle que les interviewé·e·s ont émis le plus d'occurrences négatives concernant l'organisation et la pédagogie contrairement à l'accompagnement, preuve qu'il y a là matière à divergences.

Quatre thématiques d'intérêt ont été retenues après plusieurs étapes de sélection (Annexe H3) : la charge de travail, les activités pédagogiques, le lieu de formation et l'articulation présence-distance. La thématique de la charge de travail a été mentionnée par 2/3 des répondant·e·s (Annexe G4) soit parce que celle-ci était crainte dès le début (« *il y a trois phases concentrées sur un mois. Il y a le boulot à côté donc ça risque d'être ... d'être la bourre* », Lionel²²), soit parce que les répondant·e·s estimaient qu'il y avait trop de travail en distanciel (« *il faut faire la description du truc [...] c'était de nouveau un peu trop lourd* », Irène) ou que les participant·e·s avait éprouvé des difficultés lors de la modélisation du dessin (Régine). Ce qui est certain, c'est qu'elle a dépassé, pour certain·e·s, ce qui était annoncé au départ soit environ 10 heures de travail à distance (« *on y a tous passé entre 40 et 50 heures* », Léa) alors que d'autres, même novice en dessin vectoriel, ont su rester dans les délais prévus (Elsa). La seconde thématique retenue concerne les activités pédagogiques puisque sept mentions ont été relevées dans les entretiens (Annexe G4). Quatre personnes ont mentionné l'activité « modélisation et fabrication d'un premier objet²³ » lors de la première présentielle, soit parce qu'ils ou elles se sont ennuyé·e·s (« *mon voisin et moi, on l'avait déjà fait à la maison* », Emmanuel), soit parce que c'était trop rapide (« *pour comprendre Inkscape, c'était un peu rapide* », Elsa). Également, trois personnes ont mentionné la démonstration d'autres technologies lors des deux présentielles. Ils ou elles ont apprécié de voir d'autres technologies mais ces activités annexes ont pris trop de temps par rapport au sujet principal de la formation (« *faire un tour d'horizon des trucs qui existent, je trouve que c'est pas mal mais s'il y a le temps* », Irène ; « *la broderie, c'était trop long* », Léa). La troisième thématique concerne le lieu de formation car, malgré un relatif consensus lors des questionnaires (Annexe H3), cette thématique était plus controversée lors des entretiens. Quatre répondant·e·s (Annexe G4) l'ont mentionné dont deux personnes ont eu des réponses divergentes du

²² Tous les verbatims sont issus des entretiens : Annexe G2

²³ Également nommé en annexe comme « activité pas à pas »

questionnaire. Régine qui était d'accord sur ce choix dans le questionnaire trouve finalement qu'« *on n'est pas indépendant* » lors de l'entretien et Irène semble qui ne semble pas y avoir été lors de l'entretien (« *moi que ce soit là ou que ce soit ailleurs* ») a mentionné qu'elle n'était pas d'accord avec ce choix dans le questionnaire. D'autres enfin restent constant et trouve ce lieu idéal (« *le fait de venir ici c'est stimulant parce que c'est un environnement qui est fait pour*», Lionel). Ce qui est certain, c'est que les opinions sont en réalité plus contrastées que ce qui est apparu dans les questionnaires. Enfin, la dernière thématique concerne l'articulation présence-distance pour laquelle il apparaît que certain·e·s ont éprouvé des difficultés à mener à bien les activités à distance (« *ce qui était le plus difficile c'est à la maison en fait [...]*» Régine) alors que d'autres l'ont très bien vécu (« *pour ça elle était bien faite c'est-à-dire qu'on avait les grandes lignes, les idées principales un peu générale en présence et puis après à la maison ben faut mettre les mains dans la pâte* », Léa).

7.1.2 Réponse aux attentes

Concernant leurs attentes (Tableau 12), les participant·e·s estiment que la formation a répondu à leurs attentes et qu'elle leur a permis d'acquérir les connaissances et compétences qu'ils ou elles attendaient ($M = 4,45$). Un quart des participant·e·s, soit une ou deux personnes (Annexe H4), ont une opinion plus mitigée voire négative ($Q1 = 4$). Les entretiens confirment ces données puisque le décompte des occurrences positives (Annexe G5) est supérieur aux occurrences négatives pour cette catégorie. Ces attentes regroupaient, selon nous, cinq catégories (Annexe G6) : les attentes techniques, les attentes pédagogiques, les attentes conceptuelles, les attentes logistiques et les attentes sociales. Certaines attentes au niveau logistique (éclaircissement concernant un accès futur à la machine : Régine, Irène, Emmanuel) et technique (manque d'exploitation de la machine : Emmanuel) n'ont pas été totalement satisfaites, ce qui confirme cette bonne mais non excellente moyenne.

Tableau 12.
Indice de satisfaction concernant la réponse aux attentes (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

Réponse aux attentes		
N	Valide	11
	Manquant	0
Moyenne		4,45
Médiane		5,00
Ecart type		1,11
Percentiles	25	4,00
	50	5,00
	75	5,00

Note. Arrondi au centième près

7.1.3 Utilité professionnelle

Concernant la question de l'utilité professionnelle (Tableau 13), la majorité des participant·e·s trouvent cette formation utile pour leur activité professionnelle ($M = 5,18$). Un·e participant·e a un opinion plus mitigée (Annexe H5). Ceci se confirme avec le comptage des occurrences (Annexe G5) puisque seules des occurrences positives apparaissent dans cette catégorie : cinq répondant·e·s voient en cette technologie une nouvelle technique de fabrication de matériel pédagogique (« *ça a ouvert de nouvelles perspectives [...] d'autres façons de fabriquer du matériel pédagogique que de fabriquer peut-être avec du carton* », Elsa) qui leur a donné envie de réitérer l'expérience (« *là par exemple j'en ai déjà une autre pour apprendre à écrire les prénoms* », Régine).

Tableau 13.
Indice de satisfaction concernant l'utilité professionnelle (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

N	Valide	11
	Manquant	0
Moyenne		5,18
Médiane		5,00
Ecart type		,603
Minimum		4
Maximum		6
Percentiles	25	5,00
	50	5,00
	75	6,00

Note. Arrondi au centième près

7.1.4 Synthèse et discussion

Les résultats montrent que les participant·e·s sont globalement satisfait·e·s de la formation (question 1.a) malgré quelques avis plus nuancés vis-à-vis de l'aspect pédagogique (activités et charge de travail) et de l'aspect organisationnel (articulation présence-distance et lieu de formation). Au niveau des activités, ces nuances peuvent s'expliquer par des séquences annexes jugées trop chronophages et par un choix pédagogique non adapté pour l'activité de modélisation pas à pas (activité de type behavioriste). Ce dernier point tend à confirmer que l'apprentissage doit être actif et basé sur une approche constructionniste quel que soit les activités proposées. Concernant les opinions vis-à-vis de la charge de travail, celles-ci sont à remettre en perspective car elles peuvent s'expliquer par le fait que certain·e·s aient réalisé des projets plus ambitieux que d'autres mais aussi par l'utilisation ou non des outils supports proposés. Au niveau organisationnel, les hésitations concernant le lieu de la formation peuvent s'expliquer par un certain flou concernant l'accès à la machine de gravure-découpe laser une fois la formation terminée. Cette question a été posée dès le début de la formation et est assez régulièrement revenue au cours de la formation. Elle est également ressortie dans trois entretiens (Régine, Emmanuel, Irène) et dans les attentes vis-à-vis de la formation de

manière plus ou moins explicite (Lionel, Emmanuel). Quant à l'articulation présence-distance, cette difficulté peut s'expliquer par le fait que les enseignant·e·s suivent majoritairement des formations continues en présentielles (bien que le SEM propose de plus en plus de formations à distance) mais aussi par le fait que l'activité proposée en distancielle (modélisation) était assez technique et que certain·e·s y ont passé beaucoup plus de temps que prévu.

Malgré cela, ils ou estiment en majorité que la formation a su répondre globalement à leurs attentes (question 1b) bien que certaines d'entre elles au niveau technique (plus de pratique de la machine) et logistique (accès futur à la machine) semblent ne pas avoir été totalement satisfaites. Ces deux types d'attentes sont en fait corollaire l'une de l'autre puisqu'un accès futur permettrait plus de pratique. Cependant, dans le cadre de cette formation, l'objectif était d'initier à la gravure-découpe laser et il n'était pas possible ni prévu que les participant·e·s réalisent plusieurs projets avec la machine.

Enfin, la quasi majorité des participant·e·s (sauf une personne) estime que la formation est utile pour leur activité d'enseignant·e mais que celle-ci n'allait pas modifier leur manière d'enseigner (question 1c). En effet, ils ou elles voient plus dans la fabrication digitale une nouvelle technique de fabrication d'outil pédagogique qui s'inscrit dans le cadre de leurs enseignements.

7.2 Question de recherche 2 : apprentissages

La question de recherche 2 était : Le public enseignant estime-t-il avoir acquis des connaissances et compétences au cours de la formation ?

2.a Dans quelle mesure estime-t-il avoir atteint les objectifs pédagogiques liés au dessin vectoriel, à la gravure-découpe laser et à la fabrication digitale ?

2.b Estime t'il avoir acquis d'autres connaissances ou compétences faisant ou non parties des objectifs pédagogiques prédéfinis ?

2.c A-t-il rencontré des difficultés lors de la formation ?

2d. Comment les outils pédagogiques réalisés par les enseignant·e·s peuvent-ils être caractérisés ? Quels apprentissages ces outils visent-ils ?

Pour pouvoir déterminer les effets d'apprentissage, les participant·e·s se sont auto-évalué·e·s sur une échelle d'Osgood allant de 0 (débutant·e) à 10 (expert·e) en répondant

à une même série de 11 questions avant et après la formation (Annexe E). Ces questions ont permis de déterminer leur niveau initial et leur niveau final en dessin vectoriel, en gravure-découpe laser et en fabrication digitale. Ces questions, formulées à partir des objectifs pédagogiques (Section 5.3.1), ont ensuite été regroupées en six indices composites (Section 5.3.2). Les entretiens semi-dirigés (codés en Annexe G2) constituent une seconde base de données. Ils ont permis aux participant·e·s de s'exprimer plus librement concernant les apprentissages réalisés et ont permis de dégager de informations nouvelles ou complémentaires concernant les acquis de cette formation. Enfin, les productions des participant·e·s et leur analyse sont venues compléter ces données.

7.2.1 Apprentissages techniques et conceptuels

Les apprentissages sont relatifs au dessin vectoriel, à la gravure-découpe laser et à la fabrication digitale (Tableau 14) correspondent à la majeure partie des objectifs d'apprentissage de la formation (Section 6.2.2).

Tableau 14.
Connaissances et compétences en dessin vectoriel, gravure-découpe laser et fabrication digitale avant et après la formation (1 = débutant·e, 10= expert·e)

		Dessin vectoriel		Gravure découpe laser		Fabrication digitale	
		Avant la formation	Après la formation	Avant la formation	Après la formation	Avant la formation	Après la formation
N	Valide	11	11	11	11	11	11
	Manquant	0	0	0	0	0	0
Moyenne		5,15	6,27	1,49	4,94	2,85	5,18
Médiane		5	7	1	4,8	3	4,67
Ecart type		2,28	2,24	0,88	1,81	1,84	2,09
Percentiles	25	3,67	4	1	3,2	1	3,33
	50	5	7	1	4,8	3	4,67
	75	7	8	2,2	6,2	3,67	7

Note. Arrondi au centième près

En dessin vectoriel (Tableau 14, Figure 24), les participant·e·s estiment avoir amélioré leurs connaissances et compétences (évolution de $M = 5,15$ à $M = 6,27$). Le test T pour échantillons appariés (Annexe H6) indique que la différence est significative ($t(10) = 3,240$, $p = 0,009$) avec un effet de taille moyenne ($d = 0,50$) selon le critère de Cohen.

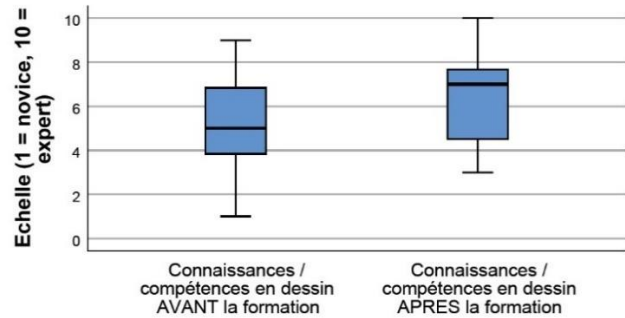


Figure 24. Evolution des connaissances et compétences en dessin vectoriel avant et après la formation.

Les données issues des entretiens confirment que les participant·e·s ont progressé en dessin vectoriel puisque trois occurrences positives sur un total de quatre ont été relevées dans les entretiens (Annexe G5). Elles proviennent essentiellement de participant·e·s novices²⁴ («*j'ai vraiment progressé dans le logiciel de dessin quand même [...] donc ça c'est super [...]*», Elsa) alors que les initié·e·s sont plus nuancé·e·s sur leur évolution («*je pense que j'en savais un peu plus que la base qu'on a utilisé pour faire ça*», Emmanuel). Ces considérations nous amènent à une remarque : le groupe débutant semble avoir perçu une évolution de ses connaissances et compétences en dessin vectoriel plus significative que le groupe initié. Pour le vérifier, nous avons donc calculé la moyenne d'évolution par groupe (Annexe H7) mais la différence ne paraît pas importante (0,10).

En gravure-découpe laser (Tableau 14, Figure 25), les participant·e·s estiment avoir amélioré leurs connaissances et compétences (évolution de $M = 1,49$ à $M = 4,94$). Le test T pour échantillon appariés (Annexe H6) indique que le niveau moyen des participant·e·s après la formation ($M = 4,94$) est significativement supérieur ($t(10) = 6,242$, $p = 0,00$) au niveau moyen des participant·e·s. avant la formation ($M = 1,49$) avec un grand effet ($d = 2,56$) selon le critère de Cohen. Cependant, une nuance est à apporter dans ce résultat car l'écart-type

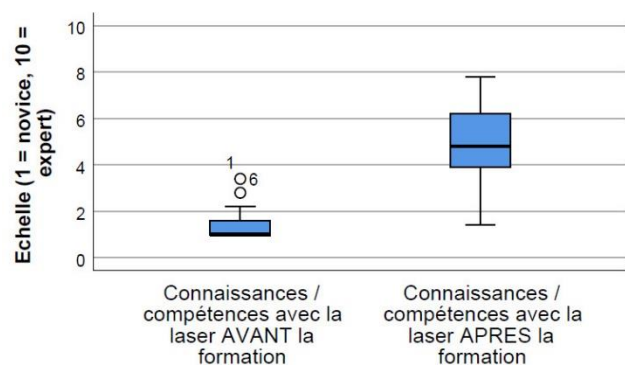


Figure 25. Evolution des connaissances et compétences en gravure-découpe laser avant et après la formation.

²⁴ Les participant·e·s s'auto-évaluant à un niveau <4,99 novices alors >5 considéré·e·s comme expert·e·s. Ces règles sont expliquées dans le journal de bord (voir Annexe G3)

(Tableau 14) montre une évaluation des apprentissages plus hétérogène après la formation ($SD = 1,81$) qu'avant la formation ($SD = 0,88$). Cette hétérogénéité (Annexe G5) se retrouvent dans les entretiens dans lesquels trois personnes ont émis des avis positifs alors que deux personnes ont des avis négatifs concernant l'apprentissage du paramétrage de la machine et du pilote (« *là où j'ai le moins bien appris, c'est toute la partie qui est justement là avec cette application qui donne des ordres* », Régine). Mentionnons enfin que, selon les entretiens, plus de la moitié des participants affirment qu'ils ou elles ont découvert les potentialités de la fabrication digitale (« *ben oui clairement [...] se rendre compte qu'il y a plein de choses qui peuvent être faites grâce à la fabrication digitale* », Elsa) ce qui était l'un des objectifs du dispositif de formation (Section 6.2.2) et que deux interviewé·e·s (Emmanuel et Irène) regrettent de ne pas avoir assez pratiqué la machine ce que nous considérons comme positif car cela prouve leur motivation à l'utiliser de nouveau, ce qui était le second objectif de ce dispositif de formation (Section 6.2.2).

Concernant la fabrication digitale (Tableau 14, Figure 26), les participant·e·s estiment également avoir acquis des connaissances (évolution de $M = 2,85$ à $M = 5,18$). Le test T pour échantillons appariés (Annexe H6) indique que la différence est significative ($t(10) = 8,313$, $p = 0,00$) et que cet effet est grand ($d = 1,19$) selon le critère de Cohen. N'ayant pas de données complémentaires, nous avons repris

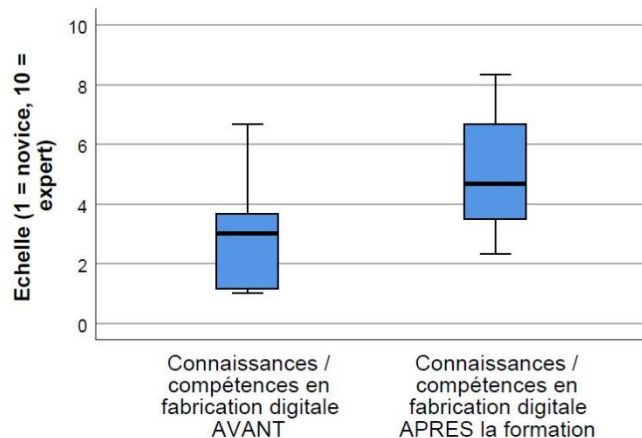


Figure 26. Evolution des connaissances en fabrication digitale avant et après la formation.

les trois items relatifs à la fabrication digitale (Annexe E) et les avons analysés en détail (Annexe H8). Cette analyse plus fine révèle que la progression la plus importante concerne la capacité des enseignant·e·s à imaginer un scénario pédagogique avec des outils créés avec la fabrication digitale (évolution de $M = 3,64$ à $M = 6,09$).

7.2.2 Apprentissages sociaux et cognitifs

Les apprentissages sociaux correspondent aux objectifs d'interactions entre pair·e·s et les apprentissages cognitifs aux objectifs de réflexivité (Section 6.2.2). L'évaluation du profil de départ des participant·e·s a été réalisée dans la partie « vos habitudes de travail » du questionnaire pré-formation (Annexe E). Les résultats montrent (Tableau 15) que tou·te·s, sans exception, affirment souvent faire preuve de réflexivité sur leurs actions ($M = 4,00$, $SD = 0,00$) et que tou·te·s partagent parfois voire souvent des informations avec leurs collègues ($M = 3,82$, $SD = 0,41$). Concernant la collaboration, c'est effectivement ce niveau d'échange d'informations qui émergent des entretiens semi-dirigés puisque cette thématique a été abordée spontanément par les participant·e·s à cinq reprises (Annexe G5) comme étant manquante dans le scénario pédagogique (« *au moment où on aurait pu avoir des échanges, on était un peu dans notre coin* », Irène). Quant à la réflexivité, si tou·te·s affirment qu'ils ou elles font souvent preuve de réflexivité, seul·e·s trois participant·e·s ont réalisé l'activité blogpost²⁵ : deux personnes ont rédigé une entrée dans *DigiFabWiki*, une personne a rédigé huit entrées sur un logiciel de traitement de texte.

Tableau 15.

Habitudes de travail évaluées selon une échelle de fréquence (1 = jamais, 4 = souvent).

		Partage d'informations	Réflexivité sur ses actions	Partage d'idées	Réflexivité sur les actions des autres	Collaboration entre collègues
N	Valide	11	11	11	11	11
	Manquant	0	0	0	0	0
Moyenne		3,82	4,00	3,55	3,09	3,45
Médiane		4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
Ecart type		,41	,000	,52	,54	,69
Percentiles	25	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00
	50	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
	75	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00

Note. Arrondi au centième près

Pour finir, mentionnons que peu d'apprentissage hors du champ des objectifs pédagogiques décrits ont été mentionné par les participant·e·s (Annexe G2) bien que cette question ait été clairement posée lors des entretiens.

²⁵ Création de blogposts à chaque séance de travail. Une série de questions étaient proposées (http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Liste_de_questions_Blogpost). Les difficultés mentionnées dans les blogposts ont été ajoutées au recensement dans les arbres thématiques (Annexe G4)

7.2.3 Difficultés en cours d'apprentissage

Les difficultés ont été recensées via l'activité blogpost et via les entretiens. L'activité blogpost ayant été peu réalisée, la source d'information principale a été les entretiens dans lesquels 17 mentions relatives aux difficultés ont été formulées (Annexe G5) par six des sept interviewé·e·s. Afin de pouvoir analyser ces difficultés, elles ont été regroupées selon plusieurs thèmes (Annexe G4) : les difficultés liées aux outils, les difficultés liées aux compétences, les difficultés liées à la distance, les difficultés liées à l'animation en présentielle, les difficultés liées au contexte personnel. Les plus récurrentes sont les difficultés liées aux outils et principalement au wiki que les participant·e·s ont mentionné six fois. Ces difficultés concernent la rédaction (« *si on n'a jamais utilisé un wiki. Je vais écrire un truc, ça marche pas, comment je dois faire ?* », Irène) et la navigation (« *tu sais jamais où retrouver la page* », Emmanuel). La deuxième source de difficultés est la modélisation, citées par quatre des interviewé·e·s (Annexe G4) que certain·e·s ont vécu comme de véritables barrières (« *Il y a des difficultés à surmonter qui sont très très grandes [...] si on ne maîtrise pas les outils de dessin informatiques, les programmes comme Inkscape et compagnie* », Irène, novice en dessin vectoriel) mais que d'autres ont su surmonter (« *l'appréhension du logiciel de dessin et puis grâce à votre aide, j'ai pu surmonter* », Elsa, novice en dessin vectoriel). Enfin, la troisième source de difficultés est liée à la distance (Annexe G4). Elle a été mentionnée par trois des interviewé·e·s principalement parce qu'elle ne fait pas partie de leurs habitudes de travail (« *je ne suis pas tombée dans la soupe quand j'étais petite (rires). Je préfère avoir une personne à côté en fait [...] j'ai jamais été habituée à ça* », Régine en parlant du forum).

7.2.4 Classification des outils pédagogiques créés

Zuckerman (2006) classe les outils pédagogiques en trois grandes catégories : Construction & Design (Friedrich Froebel - 1782-1852), Manipulation conceptuelle (Maria Montessori - 1870-1952), Jeu de rôles sur la réalité (John Dewey - 1859-1952). Cette classification a été utilisée dans le tableau 16 pour les 9 participant·e·s²⁶ qui ont effectivement réalisé un objet tangible.

²⁶ Sur 12 personnes inscrites : une personne a abandonné après la première présentielle, une personne a assisté aux présentielles mais n'a pas réalisé de projet, une personne a été orientée vers une autre machine.

Tableau 16.

Classification des réalisations des participant·e·s selon la classification de Zuckerman (2006)

Projets	Catégorie
Puzzles mathématiques	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Puzzles géométriques	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Boîte à énigmes pédagogiques	Hors catégorie
La maison des additions	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Geometrik, outil de géométrie multifonction	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Chablons de correction en menuiserie	Hors catégorie
La liaison chimique	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Les additions mobiles	Manipulation conceptuelle (Montessori)
Atelier « manipulation d'argent »	Jeu de rôle sur la réalité (Dewey)

Ainsi, six enseignant·e·s ont réalisé des objets d'apprentissage destiné à favoriser l'apprentissage de concepts abstraits, une enseignant·e a réalisé un objet d'apprentissage destiné à imiter la réalité et deux enseignant·e·s ont réalisé des projets « hors catégorie » ne constituant pas à proprement parler un outil pédagogique pour la classe mais ayant toutefois une utilité pédagogique.

7.2.5 Synthèse et discussion

7.2.5.1 Apprentissages réalisés

Les résultats montrent que l'évolution des connaissances et compétences en dessin vectoriel, en gravure-découpe laser et en fabrication digitale est positive et significative (question 2a). Concernant le dessin vectoriel, bien que les évolutions soient quasiment équivalentes pour le groupe de novices et pour le groupe d'initié·e·s, les novices ont un sentiment d'apprentissage plus important que le groupe initié. Une des explications serait que le groupe initié ait appris des techniques spécifiques en lien avec leurs projets mais n'ont pas eu ce *AHA moment*²⁷ de la découverte du dessin vectoriel qu'on peut être pu connaître les novices. Nous remarquons que, dans les entretiens, l'un des apprentissages le plus souvent cité et toujours en priorité était le dessin vectoriel (Annexe G2, Annexe G4) alors qu'il s'agit du domaine où l'apprentissage à l'effet le plus modéré si l'on prend en considération les différentes mesures du *d* de Cohen. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit de la phase du projet réalisée en autonomie mais aussi celle sur laquelle ils ou

²⁷ Connu également sous « l'effet Eureka ! » est « un moment de réalisation soudaine, d'inspiration, de perspicacité, de reconnaissance ou de compréhension », traduction personnelle de l'auteure (Aha Moment, s.d).

elles ont passé le plus de temps. Cela tend à prouver que c'est bien par leur action et leur expérimentation que les participant·e·s ont eu ce sentiment d'apprentissage.

Concernant maintenant la gravure-découpe laser, des différences ont également été relevées et pour les expliquer nous avons émis trois hypothèses : que le niveau de connaissances soit (1) lié à la fréquence et au temps passé à usiner, (2) lié au niveau en dessin vectoriel (les initiés ayant une charge cognitive moindre avec la phase de modélisation, ils pourraient se concentrer davantage sur la laser) et (3) lié aux formations *making* ou bricolage antérieures²⁸. Des trois hypothèses (Annexe J1), seule la dernière tend à confirmer cette différence puisqu'il semble y avoir un lien entre le fait que les participant·e·s aient suivi ce type de formation et les acquis d'apprentissage dans ce domaine (sauf pour Elsa et Emmanuel). Cette explication mériterait donc davantage d'investigation tout comme les deux précédentes qui ne sauraient être totalement écartées du fait de la taille de l'échantillon. Enfin, concernant la fabrication digitale, l'évolution la plus significative réside dans la capacité des enseignant·e·s à élaborer des scénarios pédagogiques avec la fabrication digitale ce qui constitue un résultat important dans la mesure où il s'agit du second objectif du dispositif de formation (section 6.2.2). Ceci tend également à prouver que proposer à un public enseignant de travailler sur un projet (création d'outil pédagogique) directement inspiré de leur quotidien (contexte authentique) est un principe adapté.

Concernant les apprentissages sociaux (apprentissage par les pair·e·s) et cognitifs (réflexivité), les résultats sont moins affirmatifs (question 2b). Concernant l'apprentissage par les pair·e·s, bien que des temps d'échanges étaient prévus lors des présentiels (discussions-débats) et à distance (forum), les discussions-débats n'ont pas suscité de grands intérêts chez les participant·e·s et les interactions dans le forum n'ont pas eu lieu car seuls cinq messages (Annexe J2) ont été postés par les participant·e·s mais aucun en interaction avec un·e pair·e·s. Par conséquent, l'objectif pédagogique concernant le partage d'expérience et de ressources n'a pas été atteint du fait d'outils ou d'activités non appropriés au public. Concernant la réflexivité, seul·e·s trois participant·e·s ont réalisé l'activité Blogpost. Une explication possible réside dans les réticences à écrire chez les enseignant·e·s et ce, dès la formation initiale où plusieurs études constatent que « nombreux sont les jeunes enseignants en formation initiale qui

²⁸ Donnée recueillie lors du questionnaire pré-formation

manifestent de solides réticences face à l'écriture » (Vanhulle & Deum ; 2006, p.6) ; cette attitude vis-à-vis de l'écrit se poursuivrait donc lorsqu'ils ou elles entrent en activité. Pourtant, les enseignant·e·s sont enclins à la réflexivité dès leur entrée dans la vie professionnelle car « ils refusent la prescription non négociée, non justifiée, les "il faut faire comme cela, il aurait fallu, vous auriez dû" » (Altet, 2013, p.49) et il semblerait que les « formes d'interactions de type "réflexif" » (Altet, 2013, p.49) soit une solution pour les accompagner dans cette démarche. Le contexte de cette formation peut sembler différent puisque les enseignant·e·s ayant suivi cette formation ont en moyenne 14 ans d'expérience (Section 5.1.2) mais pourrait être considéré comme proche compte tenu du contexte d'innovation pédagogique que cette formation suscite.

Concernant les autres apprentissages, les participant·e·s n'ont pas estimé avoir acquis d'autres connaissances que celles prévues dans les objectifs pédagogiques. Une des explications serait que, n'ayant pas réalisé de blogpost, ces connaissances ne leur sont pas apparues. Il est également possible que le délai de la formation ait peut-être été trop court pour faire émerger des connaissances et compétences dites transversales telles que décrites dans la Section 2.3.

7.2.5.2 Difficultés rencontrées

Les participant·e·s ont rencontré certaines difficultés lors de la formation (question 2c). Les principales difficultés rencontrées sont liées à la modélisation de l'objet dans le logiciel de dessin, l'utilisation du wiki et la gestion de la distance. Concernant la modélisation, une des explications réside certainement dans l'utilisation ou non des outils de supports proposés et notamment les permanences techniques. En effet, si l'on prend l'exemple d'Elsa et Irène, celle qui est venue en permanence technique pour une formation à la modélisation a eu moins de difficultés que celle qui n'a recouru ni aux permanences, ni au forum, ni au mail personnel.

Concernant le wiki, si la difficulté d'une navigation à plat peut être concevable malgré la refonte du menu de navigation (Annexe I1), la difficulté de l'écriture est plus complexe à comprendre puisqu'un éditeur enrichi²⁹ avait été installé. L'explication serait peut-être à chercher également du côté de la réticence à l'écriture comme mentionné pour le

²⁹ Editeur permettant aux participant·e·s d'écrire dans un wiki comme sur un traitement de texte, ce qui évite l'apprentissage du wikicode.

blogpost. Concernant enfin la difficulté avec la distance, elle est sûrement liée au fait qu'elle bouscule les habitudes de travail de certain·e·s enseignant·e·s.

7.2.5.3 Réalisations des participant·e·s

Les productions des participant·e·s visent principalement des outils concernant les sciences dures (mathématiques, chimie) en lien avec la manipulation conceptuelle (question 2d). Une des explications logique est que ces domaines sont en rapport avec l'activité de l'enseignant·e (comme Fanny, enseignant·e de mathématiques au secondaire). Une autre explication, notamment pour les enseignant·e·s primaires, serait que les élèves aient davantage besoin d'outils pour se représenter des concepts abstraits.

7.3 Question de recherche 3 : dispositif de formation

La question de recherche 3 était : dans quelle mesure le dispositif de formation reflète-t'il les choix théoriques effectués ? Ce dispositif est-il adapté au public enseignant ?

3.a Dans quelle mesure l'opérationnalisation des concepts théoriques mise en œuvre dans le scénario pédagogique est-elle perçue par les enseignant·e·s ? Ces éléments sont-ils considérés comme important dans le processus d'apprentissage ?

3.b Dans quelle mesure ce public considère-t-il que les méthodes, activités et ressources ont favorisé leur apprentissage ?

3.c Dans quelle proportion les outils proposés ont-ils été utilisés ? Quels outils ce public considère-t'il comme important dans le processus d'apprentissage ?

3.d Jusqu'à quel point l'accompagnement proposé est-il en adéquation avec une pédagogie de projet ? Dans quelle mesure est-il jugé comme important dans le processus d'apprentissage et efficient d'un point de vue qualitatif et quantitatif par le public formé ?

Les éléments relatifs au dispositif de formation ont été évalués à l'aide du questionnaire post-formation dans lequel deux grandes parties y étaient consacrées : l'environnement d'apprentissage (comprenant le cadre pédagogique, le contenu et activités, les outils) et l'accompagnement. Les entretiens semi-dirigés comportant les mêmes dimensions que le

questionnaire et une analyse de traces d'activités dans la plateforme *DigiFabWiki* sont venus compléter cette base de données.

7.3.1 Opérationnalisation des concepts

L'évaluation de l'opérationnalisation des concepts (Tableau 17, Annexe H9) a montré que les participant·e·s sont en moyenne d'accord (3) voire tout à fait d'accord (4) pour affirmer que les concepts sous-jacents à la conception du dispositif ont été correctement opérationnalisés.

Tableau 17.

Evaluation des construits théoriques selon le niveau d'accord (1 = pas du tout d'accord, 4 = tout à fait d'accord) et d'importance (1 = pas du tout important, 4 = extrêmement important)

		Constructionnisme Constructivisme		Apprentissage par la pratique		Contexte authentique		Réflexivité		Apprentissage par projet		Degré d'ouverture		Apprentissage par les pair·e·s		Apprentissage personnalisé	
		A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
N	Valide	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Manquant	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Moyenne	3,15	3,03	3,6	3,5	3,25	3	3,9	3,6	3,1	3,2	3,3	3,25	3,1	2,8	3,65	3,3
	Médiane	3,33	3	3,75	3,5	3,5	3,25	4	4	3	3	3	3,25	3	3	4	3
	Ecart type	0,6	0,41	0,46	0,41	1,01	0,94	0,32	0,52	0,99	0,63	0,54	0,42	0,74	0,63	0,53	0,54
Percentiles	25	3	3	3	3	2,75	2,37	4	3	2,75	3	3	3	2,75	2	3,37	3
	50	3,33	3	3,75	3,5	3,5	3,25	4	4	3	3	3	3,25	3	3	4	3
	75	3,33	3	4	4	4	3,62	4	4	4	4	4	3,5	4	3,5	4	4

Note. « A » signifie accord, « I » signifie importance.

Ainsi, le dispositif proposé met en place une approche constructionniste basée sur un apprentissage par projet authentique. Les connaissances et compétences sont acquises par l'expérimentation, par les interactions personnalisées avec l'intervenante et par les échanges entre pair·e·s. Le dispositif favorise également une démarche de réflexivité vis-à-vis de ces apprentissages et laisse aux participant·e·s un certain degré de liberté dans leur apprentissages. Pour la majorité des concepts, cette évaluation semble cohérente avec les autres données recueillies lors des entretiens hormis pour l'apprentissage par les pair·e·s pour lequel les données recueillies lors des entretiens semblent inconsistantes avec les données quantitatives concernant les habitudes de travail (section 7.2.2) et les entretiens qualitatifs (« *au moment où on aurait pu avoir des échanges, on était un peu dans notre coin* », Irène). Au niveau de l'importance de ces concepts dans l'apprentissage (Tableau 17), tou·te·s considèrent comme important (3) voire très important (4) l'ensemble de ces concepts hormis l'apprentissage par les pair·e·s auquel les participant·e·s accordent une importance moindre ($M = 2,80$).

7.3.2 Méthodes, activités et ressources

Les résultats (Tableau 18) montrent que les participant·e·s sont en moyenne plutôt d'accord ou d'accord ($M = 4,60$) pour affirmer que les méthodes ont favorisé l'apprentissage mais sont plus mitigé·e·s sur les activités pédagogiques et les ressources ($M = 3,91$).

Tableau 18.
Evaluation des méthodes, activités et ressources (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord)

		Méthodes	Activités	Ressources
N	Valide	10	11	11
	Manquant	1	0	0
Moyenne		4,60	3,91	3,91
Médiane		5,00	4,00	4,00
Ecart type		1,35	1,64	1,64
Minimum		2	1	1
Maximum		6	6	6
Percentiles	25	3,75	3,00	3,00
	50	5,00	4,00	4,00
	75	6,00	5,00	5,00

Note. Arrondi au centième près

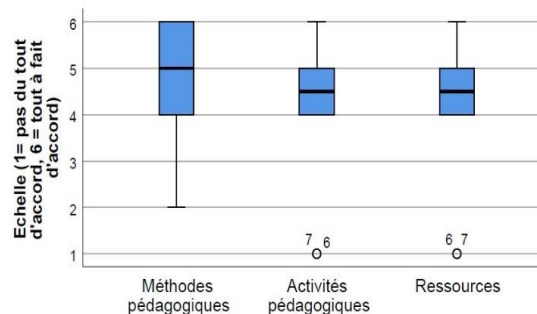


Figure 29. Opinion des participant·e·s sur l'efficacité pédagogique des méthodes, activités et ressources

L'analyse des boîtes à moustache (Figure 29) montre que ces résultats sont principalement dus à un ou deux répondant·e·s dont les opinions divergent du reste du groupe concernant les activités pédagogiques et les ressources. La consultation des données issues des entretiens indique que, parmi ces trois thématiques, les participant·e·s se sont plus exprimé·e·s sur les activités puisqu'elles représentent 10 occurrences sur 12 (Annexe G5). En particulier, elles leur ont permis de revenir sur les activités n'ayant pas fait l'unanimité ce qui explique que, pour cette thématique, les résultats sont plus nuancés que dans le questionnaire. Il s'agit de l'activité de modélisation pas à pas lors de la première présentielle (mentionné dans la section 7.2.1) et de l'activité wiki consistant à créer une page projet bien qu'ils ou elles aient tou·te·s réalisé en moyenne un peu plus de 350 mots dans leur page³⁰ (Annexe J3). Enfin, mentionnons le fait que nous ne retrouvons pas l'aspect présentation des autres technologies comme pour la question 7.2.1 relative à la satisfaction et pour laquelle cette activité avait été citée.

³⁰ Une page modèle avait été proposée : http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Nom_page-projet

7.3.3 Outils

Chacun des outils mis à disposition des participant·e·s a été analysé sous l'angle de sa fréquence d'utilisation et de son importance dans l'apprentissage.

Concernant la fréquence (Figure 27, Annexe H10), les résultats montrent que le ou la participant·e type utilise à chaque fois ($Mdn = 4$) le logiciel de dessin et presque à chaque fois ($Mdn = 3$) les outils permettant la création dans *DigiFabWiki* (descriptif de formation, consignes, pages travaux) et les outils supports (mail personnel et permanences techniques). Les autres outils n'ont pas ($Mdn = 1$) ou peu ($2 < Mdn < 2,50$) été utilisés.

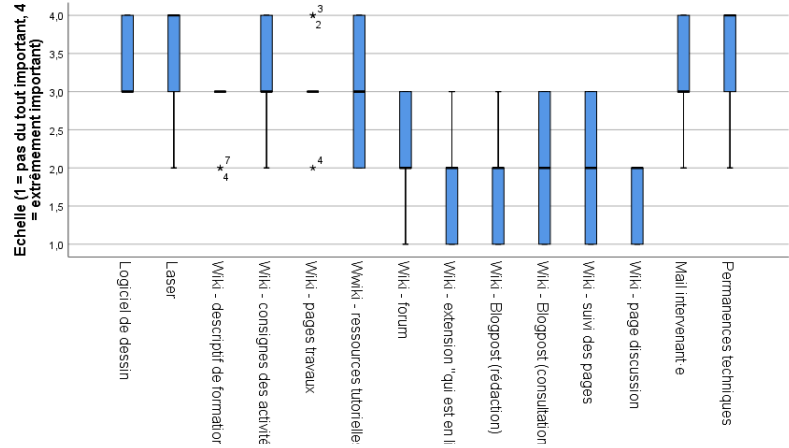


Figure 27. Opinions des participant·e·s sur l'importance des outils dans l'apprentissage

En ce qui concerne l'importance pour l'apprentissage (Figure 28, Annexe H10), le ou la participant·e type considère comme extrêmement important ($Mdn = 4$) l'utilisation de la graveuse-découpeuse laser et le fait de bénéficier de permanences techniques. En outre, il ou elle considère comme très important ($Mdn = 3$) l'utilisation du logiciel de dessin, les pages apportant un support à la création dans *DigiFabWiki* (descriptif de formation, consignes des activités, pages travaux, les ressources tutorielles) et le mail personnel. Les autres outils sont jugés comme étant peu importants ($Mdn = 2$).

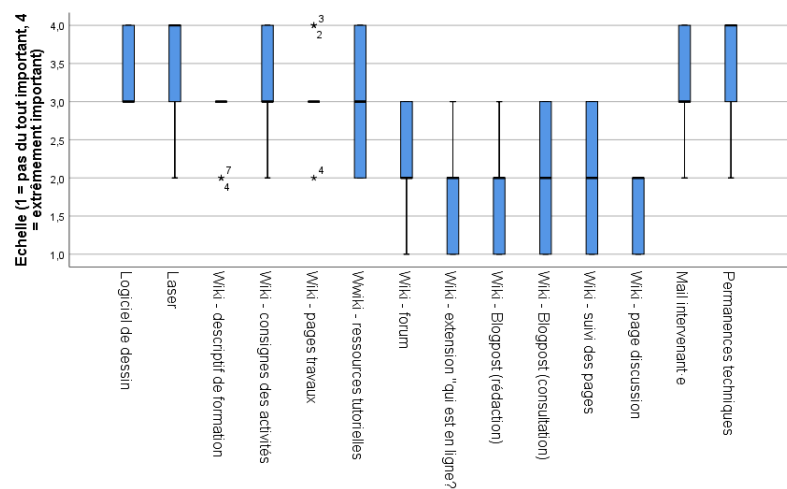


Figure 28. Opinions des participant·e·s sur l'importance des outils dans l'apprentissage

En comparant fréquence et importance, il est possible de constater une certaine symétrie; les outils les plus fréquemment utilisés étant ceux considérés comme les plus importants.

En croisant les fréquences d'utilisation et l'importance des outils, nous parvenons à une cartographie des outils utilisés (Figure 28).

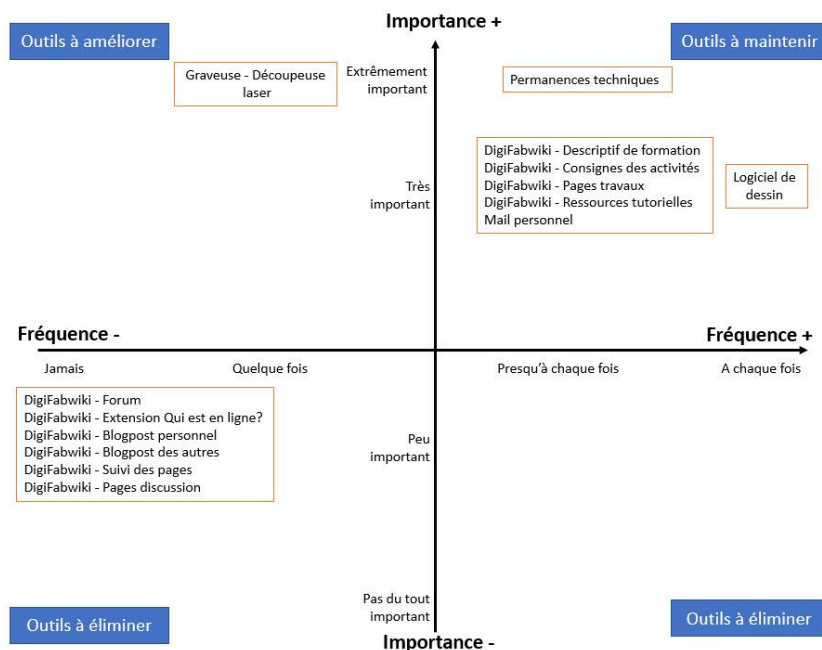


Figure 28. Cartographie des outils utilisés par les participant·e·s

Ainsi, cette cartographie peut servir d'outil décisionnel concernant les outils à éliminer, à améliorer et à maintenir. Ainsi, le quadrant supérieur droit comprendrait les outils incontournables à la formation (logiciel de dessin, graveuse-découpeuse laser, permanences techniques etc.) alors que le bas du schéma comprendrait les outils périphériques avec notamment les outils sociaux (extension « qui est en ligne » ?) et réflexifs (blogposts). Pour les outils à améliorer, nous notons la présence de la graveuse-découpeuse laser qui n'a été utilisée que quelques fois puisque chaque participant·e n'a réalisé qu'un projet et n'est venu en moyenne qu'une à deux fois (Annexe J4). Améliorer ce point signifierait offrir aux participant·e·s la possibilité de réaliser d'autres projets suite à cette formation. Enfin, concernant les outils à éliminer, plusieurs outils figurent dans le quadrant inférieur gauche et des décisions doivent être prises pour les modifier ou les supprimer.

7.3.4 Accompagnement

Concernant l'accompagnement, il s'agissait tout d'abord d'évaluer si les rôles tenus par l'intervenante étaient en phase avec une pédagogie de projet³¹ et d'évaluer l'importance et l'efficacité de l'accompagnement proposé d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Concernant le premier point (Tableau 19, Annexe H11), en moyenne, les participant·e·s pensent que l'intervenante a su tenir les rôles inhérents à une pédagogie de projet au niveau de l'animation, de la pédagogie et du support (3,36 < M < 3,75). Les écarts-types relativement faible pour toutes ces dimensions (0,42 < SD < 0,90) démontre une relative homogénéité dans les réponses du groupe. En outre, les participant·e·s considèrent que ces rôles sont essentiels au processus d'apprentissage (3,35 < M < 3,6) avec cependant un léger bémol pour le rôle d'animation (M = 2,95). Dans ces résultats, l'un d'entre eux nous a surpris, c'est le fait que le support technique (M = 3,35) soit en retrait par rapport au support organisationnel (M = 3,45) et au support motivationnel (M = 3,60). Ceci est d'autant plus intrigant que, parmi les occurrences relatives à ces différents rôles (Annexe G4), cinq occurrences sur huit, toutes positives (Annexe G5) sont relatives au support technique, ce qui tendrait à confirmer son importance (« au début, justement, l'appréhension du logiciel de dessin et puis grâce à votre aide, j'ai pu surmonter », Elsa).

Tableau 19.

Evaluation de l'accompagnement selon une échelle d'accord (1 = pas du tout d'accord, 4 = tout à fait d'accord) et d'importance (1 = pas du tout important, 4 = extrêmement important)

		Animation		Pédagogie		Support technique		motivationnel		organisationnel		Tous supports		
		A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	
N	Valide	11	10	11	10	11	10	10	10	10	11	10	11	10
	Manquant	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
	Moyenne	3,41	2,95	3,44	3,57	3,36	3,35	3,75	3,6	3,68	3,45	3,55	3,47	
	Médiane	3,5	3	3,67	3,67	3,75	3,37	4	3,75	4	3,75	3,83	3,54	
	Ecart type	0,54	0,76	0,57	0,45	0,9	0,44	0,42	0,46	0,46	0,68	0,646	0,47	
	Minimum	2,5	2	2,5	3	1	2,75	3	3	3	2	2	2,83	
	Maximum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Percentiles	25	3	2	3	3	3	2,94	3,37	3	3	3	3	3,04	
	50	3,5	3	3,67	3,67	3,75	3,37	4	3,75	4	3,75	3,83	3,54	
	75	4	3,62	4	4	4	3,62	4	4	4	4	4	3,87	

Note. « A » signifie accord, « I » signifie importance.

Concernant l'aspect performance de l'intervenante (Tableau 20, Annexe H11), les participant·e·s estiment que d'un point de vue quantitatif, l'intervenante est facilement joignable, répond rapidement aux questions et se montre disponible (3,5 < M < 4) ce qu'il

³¹ Le rôle « évaluateur » n'a pas été mesuré puisque ce sont les participant·e·s qui ont auto-évaluer leur apprentissage de manière sommative. L'évaluation formative fait ici partie du support technique pour la modélisation et la fabrication du projet.

ou elle trouve très important voire extrêmement important ($3,3 < M < 4$). La faiblesse des écarts type ($0 < SD < 1$) pour l'ensemble des items dénote d'une cohésion dans les réponses apportées à ces questions. Concernant maintenant l'aspect qualitatif, les participant·e·s estiment que l'intervenante démontre un intérêt pour les projets et qu'elle répond de manière adéquate aux questions posées ($3,8 < M < 3,82$), ce qu'ils ou elles considèrent comme plus important que l'aspect quantitatif.

Tableau 20.

Evaluation des performances quantitatives et qualitatives de l'intervenante selon une échelle d'accord (1 = pas du tout d'accord, 4 = tout à fait d'accord) et d'importance (1 = pas du tout important, 4 = extrêmement important)

		Joignable facilement		Réponse adéquate aux questions		Réponse rapide aux questions		Intérêt pour le projet		Disponibilité	
		Accord	Importance	Accord	Importance	Accord	Importance	Accord	Importance	Accord	Importance
N	Valide	10	10	10	10	11	10	11	10	10	10
	Manquant	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
Moyenne		3,9	3,3	3,8	3,6	4	3,4	3,82	3,5	3,5	3,5
Médiane		4	3	4	4	4	3,5	4	4	3,5	3,5
Ecart type		0,316	0,675	0,422	0,516	0	0,699	0,405	0,972	0,527	0,527
Minimum		3	2	3	3	4	2	3	1	3	3
Maximum		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Percentiles	25	4	3	3,75	3	4	3	4	3	3	3
	50	4	3	4	4	4	3,5	4	4	3,5	3,5
	75	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Ces différents résultats sont confirmés par les entretiens (Annexe G2, Annexe G5) puisque tou·te·s expriment leur satisfaction vis-à-vis de l'accompagnement (« *T'as été hyper disponible pour nous, c'est génial [...] Dès qu'on avait une question, on t'envoyait un mail et dans la journée voire dans l'heure tu nous répondais* », Léa), Il est vrai que nous avons passé beaucoup de temps en support aux participant·e·s en étant très attentive sur la qualité et la quantité de support fourni.

7.3.5 Synthèse et discussion

L'analyse des résultats a montré que les participant·e·s considèrent que les concepts théoriques sous-jacents à la conception du dispositif de formation ont été correctement opérationnalisés et sont considérés comme essentiels au processus d'apprentissage hormis pour ce qui concerne l'apprentissage par les pair·e·s (question 3a). Concernant ce concept et pour l'échelle d'accord, les résultats indiquaient que les participant·e·s étaient d'accord pour affirmer qu'ils ou elles avaient appris grâce à l'apprentissage par les pair·e·s ce qui n'était pas en cohérence avec les données relatives aux habitudes de travail (Section 7.2.2) pour lesquelles l'aspect échange d'idées et d'informations primait. En consultant les items du questionnaire (Annexe E), il nous est apparu que ceux-ci concernaient davantage

le niveau discussion d'idées et échanges d'informations que véritablement le niveau apprentissage entre pair·e·s ; ce qui lève cette incohérence. Cependant, les entretiens révèlent quelques frustrations concernant ce niveau d'échange comme cela a été mentionné par Irène (section 7.2.2), ce qui expliquerait par la même une moyenne assez nuancée ($M = 3,1$). Par conséquent, les données se recoupent finalement mais ceci pointe un aspect qui devrait être davantage exploité dans une prochaine étude, celui de l'apprentissage par les pair·e·s. Concernant l'échelle d'importance, l'apprentissage par les pair·e·s est le concept considéré comme le moins important par les participant·e·s. Ceci peut s'expliquer par le fait que les projets étaient individuels et que chacun·e était donc concentré·e sur ses tâches (« *On avait aussi tous des projets différents. On était comme ... en tout cas pour moi, j'étais assez focalisée sur mes problèmes: qu'est ce qui ne marchait pas sans avoir vraiment le temps d'aller regarder ce que fait l'autre* », Régine), ce qui aurait pu être différent si les participant·e·s avaient travaillé sur le même projet.

Concernant les méthodes, activités et ressources proposées (question 3b), les participant·e·s ont majoritairement considéré qu'elles favorisaient l'apprentissage hormis l'activité de suivi pas à pas et l'activité wiki, ce qui rejoint nos résultats de la section 7.1. Concernant les activités liées au wiki, l'explication selon laquelle il existerait des réticences à l'écriture (Section 7.2.5) pourrait ici se confirmer. Enfin, le fait que nous ne retrouvions pas l'aspect présentation des autres technologies comme pour la question 7.2.1 pourrait être surprenant au premier abord. Cependant, en analysant les dires des participant·e·s lors des entretiens (Annexe G2), l'insatisfaction n'était pas causée par l'activité en elle-même mais par le temps qui leur était dévolu ; elle pourrait donc présenter un certain intérêt pour l'apprentissage.

Concernant les outils (question 1c), les plus fréquemment utilisés sont également ceux considérés comme les plus importants. Il s'agit des outils directement en lien avec les tâches à réaliser. A l'inverse, les outils non directement en lien avec les tâches sont moins fréquemment utilisés et sont considérés comme moins importants. Ainsi, ceci pourrait expliquer en partie les résultats obtenus au niveau des apprentissages avec (1) des effets d'apprentissage significatifs pour les connaissances et compétences techniques (section 7.2.1) et (2) des effets plus nuancés concernant les aspects cognitifs (section 7.2.2). Toutefois, comme outil directement lié aux tâches, le forum aurait pu être davantage utilisé puisque cet outil a été présenté comme le vecteur principal de communication mais

a très peu exploité (Annexe J2). Toute la communication s'est concentrée sur les échanges de mails avec l'intervenante (Annexe J5). Les communications concernaient principalement des points techniques (41% des échanges) et logistiques (44% des échanges). Au total, 118 mails ont été recensés soit près de 12 mails par personne. Ce phénomène pourrait s'expliquer, d'une part, par le fait que les enseignant·e·s soient davantage familiarisés avec le mail que le forum (« *moi le forum tout ça non, c'était plus par mail ... la vieille école* », Régine) et, d'autre part, par le fait que chacun·e avait des problématiques personnelles ; ces résultats auraient donc pu être différents si tou·te·s avaient travaillé sur un projet similaire comme mentionné plus haut. Enfin, une dernière explication pourrait être que le forum ne génère pas de notifications aux participant·e·s lorsqu'un message est posté, ce qui impose de consulter régulièrement les nouveaux messages. Cependant, nous doutons que cette dernière explication constitue une véritable barrière et privilégions les deux premières explications avancées.

Concernant l'accompagnement, les rôles tenus par l'intervenante ont été jugés comme correspondant à une pédagogie de projet et ont été considérés comme essentiels tant du point de vue quantitatif que qualitatif (question 3c). L'un des résultats surprenants a été le fait que le support technique soit en retrait par rapport au support organisationnel et motivationnel. Une des explications possibles pourrait être les niveaux disparates en dessin vectoriel, les plus aguerris (groupe des initié·e·s) n'ayant pas vu l'intérêt d'un support technique pour la modélisation de l'objet l'ont moins bien noté mais apprécieraient tout autant que les novices le support motivationnel et organisationnel (« *c'est bien car ceux qui pourraient décrocher, ah ouais, ben je dois quand même faire ça, ok [...] moi je trouve que c'est utile* », Emmanuel). Ce point serait à confirmer dans une prochaine étude. Enfin, compte tenu de l'investissement en temps de l'intervenante, la question est maintenant de savoir si ce type de support est viable dans le temps, économiquement et avec un·e autre intervenant·e.

7.4 Question de recherche 4 : perception des technologies de fabrication digitale

La question de recherche 4 était : Quelle est la perception des participant·e·s vis-à-vis des technologies de fabrication digitale ? Cette perception a-t-elle évolué entre le début et la fin de la formation ?

7.4.1 Perception des technologies

Les données recueillies pour répondre à cette question proviennent, d'une part, des questionnaires pré et post formation (Annexe E) dans lesquels les participant·e·s étaient invité·e·s à répondre à une même série de 8 questions (Section 5.3.1) et, d'autre part, des entretiens semi-dirigés (Annexe F) au cours desquels des questions ouvertes hors de tout facteur préexistant ont été posées afin de permettre une expression libre sur le sujet.

Les résultats des analyses (Tableau 21) montrent que les participant·e·s sont assez enthousiastes vis-à-vis des technologies de fabrication digitale et pensent également que la CFAO apporte des gains de productivité dans le cadre de l'enseignement. Les données issues des entretiens tendent à confirmer ces résultats puisque 11 occurrences positives sur un total de 13 ont été relevées (Annexe G5). Ces occurrences concernent principalement le facteur productivité (Annexe G2, Annexe G4) dont les six occurrences ont été regroupées en deux thèmes : perspectives et nouvelle expérience. Ainsi, les participant·e·s estiment que la fabrication digitale leur a ouvert de nouvelles perspectives de conception de matériel pédagogique (« *ça a ouvert de nouvelles perspectives [...] d'autres façons de fabriquer du matériel pédagogique que de fabriquer peut-être avec du carton* », Elsa) et par la même leur a donné envie de réitérer l'expérience (« *là par exemple, j'en ai déjà une autre pour apprendre à écrire les prénoms* », Régine). Toutefois, en ce qui concerne les évolutions de ces perceptions, aucune évolution statistiquement significative n'a été constatée selon les tests de Student réalisés puisque $p > 0,05$ (Annexe H12). Ce qui n'était pas attendu dans ces résultats, c'est l'émergence spontanée d'autres perceptions (Annexe G2) pour lesquelles l'analyse et leur regroupement (Annexe G4) ont fait apparaître un méta-thème (huit occurrences) qui concerne l'écart entre représentation amont et réalité concernant l'ensemble du processus de conception et fabrication (« *moi je pensais qu'en 4 fois, j'arriverais à me dire que je suis un cadreur* », Victor).

Tableau 21.

Perception des technologies de fabrication digitale selon une échelle d'accord (1= pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

		F1 enthousiasme / plaisir				F2 - Anxiété			
		Q1		Q2		Q1		Q2	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
N	Valide	11	11	11	11	11	11	11	11
	Manquant	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne		5,82	5,36	5,27	5,45	4,82	4,73	4,91	5,09
Médiane		6	6	5	5	5	5	5	5
Ecart type		0,41	0,81	0,65	0,52	1,08	1,49	1,38	0,94
Minimum		5	4	4	5	2	1	1	3
Maximum		6	6	6	6	6	6	6	6
Percentiles	25	6	5	5	5	5	5	5	5
	50	6	6	5	5	5	5	5	5
	75	6	6	6	6	5	6	6	6
		F3 - Evitement				F6 - productivité (Q1)			
		Q1		Q1		Q2		Q3	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
N	Valide	11	11	11	11	11	11	11	11
	Manquant	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne		4,27	4,55	4,55	4,91	4,36	4,36	4,73	5
Médiane		5	5	4	5	4	4	5	5
Ecart type		1,19	1,37	0,69	0,94	0,81	0,92	0,65	1,1
Minimum		2	2	4	4	3	3	4	3
Maximum		6	6	6	6	6	6	6	6
Percentiles	25	3	3	4	4	4	4	4	4
	50	5	5	4	5	4	4	5	5
	75	5	6	5	6	5	5	5	6

7.4.2 Synthèse et discussion

Les résultats ont montré que les participant·e·s avaient une attitude positive vis-à-vis des technologies de fabrication digitale. La consultation de la littérature relative aux attitudes des enseignants vis-à-vis de l'ordinateur rejoint les résultats de cette étude puisque Dupagne (1992) affirme « *Overall, teachers in recent years have been enthusiastic about and have expressed positive attitudes toward the implementation of microcomputers in the classroom and curriculum* » (paragr. 9) (« De manière générale, les enseignants ont exprimé une attitude positive à l'égard de la mise en œuvre de micro-ordinateurs en classe et dans les programmes au cours des dernières années », traduction libre de l'auteure). Ces résultats peuvent aussi s'expliquer par le fait que cette formation est offerte dans le cadre de la formation continue (non obligatoire) et que seules les personnes intéressées s'inscrivent et ont donc un a priori positif sur ces technologies. En revanche, il apparaît le méta-thème associé à l'écart entre représentation amont et réalité est une perception sur laquelle des investigations pourraient être menées dans une autre étude. Enfin, aucune évolution statistiquement significative des perceptions des enseignant·e·s n'a été constatée. L'absence de résultats est très sûrement dû à la période de temps relativement courte (un mois) qui ne suffit pas probablement pas à faire évoluer

les attitudes mais pourrait également être due à la taille réduite de l'échantillon ; ceci serait à confirmer dans une prochaine étude.

7.5 Corrélations et typologie

En complément de nos quatre questions de recherche, nous avons trouvé qu'il serait intéressant d'étudier les relations entre les variables et de rechercher si des typologies d'apprenant·e·s émergeaient. Nous avons donc conduit une recherche de corrélations avec le Rho de Spearman (r_s) et utilisé deux algorithmes de classifications de SPSS pour établir des typologies (le « TwoStep Cluster » et le dendrogramme) que nous avons ensuite comparées avec les typologies générées des données qualitatives (Annexe G7). Nous ne proposons pas ici une analyse approfondie de ces relations mais une première approche exploratoire³² méritant par la suite d'être approfondie.

7.5.1 Corrélations

Nous avons cherché à savoir dans quelle mesure les variables de l'environnement d'apprentissage et de l'accompagnement étaient corrélées avec les gains d'apprentissage en dessin vectoriel, en gravure-découpe et en fabrication digitale (Annexe H13). Ci-dessous, seuls les résultats pertinents sont reportés (Tableau 22).

Tableau 22.

Corrélations entre les variables du cadre pédagogique et de l'accompagnement avec les effets sur l'apprentissage.

Cadre pédagogique

Niveau d'accord construit théorique et effets sur l'apprentissage	
Constructionnisme – fabrication digitale	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,726, p < 0,05$)
Apprentissage par la pratique – gravure-découpe laser	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,726, p < 0,05$).
Apprentissage par projet – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,867, p < 0,05$)
Niveau d'importance construit théorique et effets sur l'apprentissage	
Apprentissage par les pair·e·s – fabrication digitale	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,909, p < 0,01$)
Apprentissage par projet – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,887, p < 0,01$)

³² A ce stade nous avons écarté le participant 10, (Stéphan) qui est le seul à ne pas avoir réalisé de projet ni participé à la période distancielle.

Accompagnement

Qualités de l'intervenante et effets sur l'apprentissage	
Qualités de pédagogues – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,659, p < 0,05$)
Qualités du support technique – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,860, p < 0,05$)
Qualités du support motivationnel – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,709, p < 0,05$)
Qualités du support organisationnel – dessin vectoriel	Corrélation positive, élevée et statistiquement significative ($r_s = 0,708, p < 0,05$)

En résumé, les effets d'apprentissage en dessin vectoriel sont corrélés avec le construit de l'apprentissage par projet et plusieurs variables relatives à l'accompagnement. Les effets d'apprentissage en gravure-découpe laser sont corrélés avec le construit de l'apprentissage par la pratique. Quant aux effets d'apprentissage en fabrication digitale, ils sont corrélés le construit théorique du constructivisme - constructionnisme, le construit théorique de l'apprentissage par les pair·e·s et les activités pédagogiques. Ces corrélations relèvent d'une certaine logique dans le cadre de cette étude. En effet, l'apprentissage du dessin vectoriel a été réalisé grâce à la modélisation du projet par les participant·e·s dans le logiciel avec le support autant technique, organisationnel et motivationnel de l'intervenant·e. De même, c'est en pratiquant la machine qu'ils ont acquis des connaissances et compétences en gravure-découpe laser. Cet apprentissage ayant une partie sensori-motrice importante, le construit de l'apprentissage par la pratique prend ici tout son sens. Enfin, concernant les connaissances en fabrication digitale, la corrélation avec l'apprentissage par les pair·e·s est cohérente puisque c'est lors des présentielles que les principaux concepts ont été transmis et qu'ils ont pu donner lieu à des échanges entre les participant·e·s. Elle pourrait aussi s'expliquer par le fait que les participant·e·s aient pu considérer l'intervenante comme l'une de leurs pair·e·s. Ces résultats demandent une analyse plus approfondie pour être interprétés mais aussi confirmés étant donné le faible échantillon sur lesquelles ces analyses ont été réalisées.

7.5.2 Typologie d'apprenant·e·s

Pour créer ces typologies avec les variables quantitatives, nous avons procédé par tâtonnement pour voir ce qui pouvait rapprocher les participant·e·s. Comme point d'entrée, nous avons pris le niveau initial en dessin puis nous avons essayé de voir quelles variables se regroupaient en utilisant l'analyse « TwoStep cluster » de SPSS. Le résultat de nos investigations montre que trois variables (recodées en dichotomique pour cette

analyse) peuvent être utilisées pour former des typologies : le niveau initial en dessin vectoriel (novice / initié-e), les hobbies (bricolage / non bricolage), la fréquence de venue aux permanences techniques (fréquent / non fréquent). Notre première analyse « TwoStep cluster » proposait une typologie en deux groupes (Annexe H14) que nous avons comparé avec un dendrogramme (Figure 29). Selon nous, avec deux groupes, nous perdons en finesse et, à notre sens, trois groupes semblent se distinguer (utilisation d'un point de coupe à 10).

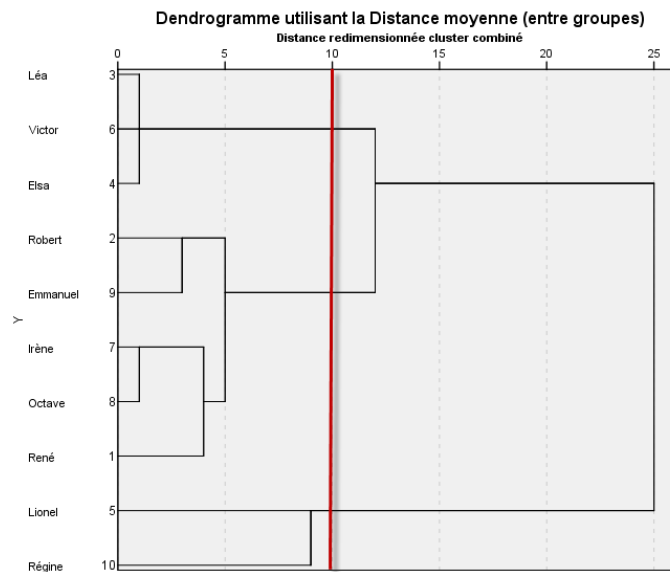


Figure 29. Dendrogramme hiérarchique pour les variables niveau initial en dessin vectoriel, hobbies et fréquence des venues aux permanences techniques.

Nous avons donc réitéré l'analyse « TwoStep cluster » sur SPSS avec trois clusters. La typologie a trois groupes semblent finalement être plus pertinente (Figure 30).

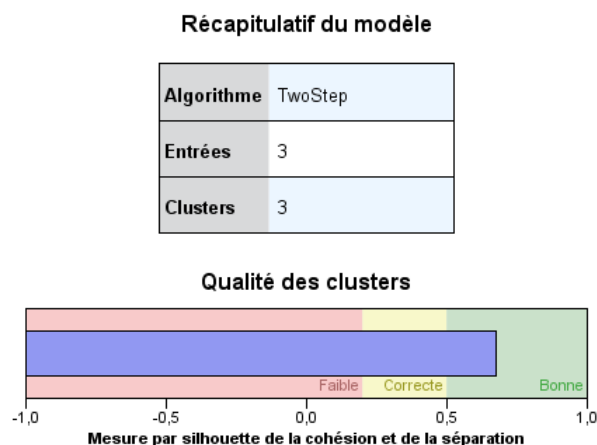


Figure 30. Analyse TwoStep cluster pour les variables niveau initial en dessin vectoriel, hobbies et fréquence des venues aux permanences techniques.

Nous avons réalisé sensiblement la même expérience de regroupements des participant·e·s sur la base du codage des verbatims des participant·e·s s (Annexe G2) permettant d'obtenir une matrice de regroupements (Annexe G7) puis de constituer des groupes (Tableau 23).

Tableau 23.
Typologie des participant·e·s réalisée à partir des variables qualitatives

Groupe 1	Lionel	Régine	9 thèmes	16,36%	Les stratèges : ont rencontré des difficultés techniques mais ont su les surmonter en utilisant les outils adéquats
Groupe 2	Léa	Elsa	10 thèmes	18,18%	Les explorateurs : venus pour découvrir la technologie et ses possibilités
Groupe 3	Lionel	Emmanuel	6 thèmes	10,91%	Les techniciens : intéressés plus par la technologie que par la pédagogie et les interactions.
Groupe 4	Victor	Irène	6 thèmes	10,91%	Les traditionnels : ont éprouvé la distance et auraient préféré plus de séances présentielle avec davantage d'interactions
<u>Groupe 5</u>	Emmanuel	Irène	6 thèmes	10,91%	Les insatiables : auraient préféré une formation plus longue avec plus de pratique. Ils souhaitent profiter au maximum des outils et reléguer les activités non "rentables" à distance

Nous avons ensuite comparé ce tableau avec le dendrogramme hiérarchique et nous avons constaté que les participant·e·s appartenant aux deux groupes dans lesquels le décompte des thèmes communs étaient les plus importants (groupe 1 et 2) appartenaient aux mêmes groupes dans le dendrogramme hiérarchique, ce qui tend à confirmer cette typologie même si tou·te·s les participant·e·s n'ont pas réalisé d'entretiens.

CHAPITRE 8. CONCLUSIONS

Ce chapitre est divisé en trois parties. Il propose une synthèse de cette expérience de recherche (section 8.1), une analyse de ses limites (section 8.2), une présentation des apports dans le domaine de recherche concerné et la suggestion de nouvelles pistes d'investigations (section 8.3).

8.1 Synthèse : objectifs, réalisations et résultats

L'objectif principal de cette recherche était la conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'un dispositif de formation aux technologies de fabrication digitale à destination des enseignant·e·s en formation continue. Ce dispositif a été créé sur la base de principes de formation relevés dans la littérature (formation à la CFAO et formation des enseignant·e·s en activité). Il est fondé sur une approche constructionniste de l'apprentissage basée sur une pédagogie par projet authentique dans lequel les connaissances et compétences sont principalement acquises par l'expérimentation et par les interactions avec les pair·e·s et l'intervenant·e (apprentissage personnalisé) tout en incitant à une démarche de réflexivité vis-à-vis des apprentissages. La mise en place de ce dispositif en contexte réel avec un public enseignant en activité a permis de le tester et de récolter des données destinées à son évaluation. Les résultats ont montré que les participant·e·s sont globalement satisfait·e·s de la formation tant du point de vue des modalités proposées (organisationnelles, pédagogiques et d'accompagnement) que des réponses apportées à leurs attentes. Ils ou elles considèrent en outre cette formation comme utile pour leur enseignement. Il a été également démontré que le dispositif a eu des effets positifs et significatifs sur les apprentissages du domaine technique (connaissances et compétences en dessin vectoriel, en gravure-découpe laser et fabrication digitale) ; les apprentissages découlant des activités cognitives (réflexivité) et sociales (apprentissage par les pair·e·s) n'ont pu être démontrés avec la base de données actuellement à disposition. Concernant le cadre pédagogique, les résultats montrent que l'opérationnalisation de tous les concepts sous-jacents au dispositif est avérée et qu'ils sont jugés comme essentiels à la formation, hormis pour l'apprentissage par les pair·e·s. Enfin, concernant la perception des technologies, les participant·e·s de cette session avaient une vision à la fois enthousiaste et consciente des perspectives de productivité des technologies de

fabrication digitale avant la formation qu'ils ont maintenu sensiblement dans les mêmes proportions après la formation.

8.2 Limites de l'étude

8.2.1 Limites relatives à la population

La première limite est relative à l'échantillon dans la mesure où il ne constitue pas une représentation fidèle de la population enseignante du bassin Genevois. S'agissant d'une formation continue, les inscriptions à ces formations se font de manière volontaire.

8.2.2 Limites relatives à la méthode

Concernant les données quantitatives, les analyses statistiques réalisées sur un faible échantillon de population posent le problème de la généralisabilité des résultats. En effet, une seule personne peut faire varier sensiblement les résultats du groupe. Ecarter ces cas extrêmes est toujours possible mais rendrait alors plus fragile les résultats, c'est pourquoi nous n'avons pas choisi cette option.

Concernant les données qualitatives, nous nous sommes assurés de limiter au maximum les interprétations personnelles en recourant à une méthode déductive, en adoptant un codage sémantique et en recourant à plusieurs cycles de codage horizontal (entretien par entretien) et vertical (catégorie par catégorie) comme décrit dans l'Annexe G3. Toutefois, l'analyse a été effectuée par une seule codeuse et pourrait comporter des biais d'interprétation involontaire.

Concernant les instruments utilisés et malgré nos validations des questionnaires (Section 5.5.1), certaines questions sont à améliorer comme les questions 41 et 42 du questionnaire post-formation (Annexe E) concernant le contexte authentique. En effet, deux participant·e·s (René et Léa) ont réalisé des projets pédagogiques authentiques mais non directement en lien avec leurs enseignements et ont peut-être mal évalué ces questions. De même, concernant les outils, il est possible que le descriptif de formation (comportant notamment le calendrier et les objectifs) ait été confondu avec les consignes des activités à distance.

8.2.3 Limites relatives aux résultats

Certains résultats peuvent avoir été influencé par le fait que l'intervenante et la chercheur·e sont une seule et même personne. Notamment, les résultats relatifs à l'accompagnement peuvent, dans ce cadre, être à nuancer au niveau de la satisfaction (question de recherche 1a) et au niveau du cadre pédagogique (question de recherche 3c) concernant le niveau de performance de l'intervenant·e ; ceux-ci ayant pu subir un biais de désirabilité sociale. En outre, les résultats quantitatifs ont pu être biaisé par deux des participant·e·s, l'un n'ayant pas suivi la partie distancielle et l'autre ayant rempli le questionnaire *a posteriori* après la présentielle avec peut-être avec moins d'attention, ce qui pourrait expliquer certaines évaluations qu'elle ne parvient pas à s'expliquer elle-même.

8.3 Apports de l'étude et perspectives futures

8.3.1 Apports de l'étude

Dans l'introduction de ce manuscrit, nous évoquions que cette recherche se situait dans le quadrant de recherche de Pasteur (Figure 1) c'est-à-dire une recherche visant la compréhension (recherche fondamentale) et l'application (recherche appliquée). Dans notre contexte, la part de recherche fondamentale vise à dégager les construits théoriques selon lesquels les enseignant·e·s en activité peuvent être formés à la CFAO et la part de recherche appliquée relève des techniques effectivement employées pour y parvenir.

Nous présentons ci-dessous quelques grandes règles de conception pédagogique sans prétendre à l'exhaustivité. Ces règles sont destinées à servir de socle et à être complétées lors de futures recherches. Ainsi, une formation à la CFAO à destination des enseignant·e·s en formation continue:

- Engage le ou la participant·e dans la production d'un artefact tangible en lui fournissant un environnement (*Fablab*) propice à l'exploration et l'expérimentation (constructionnisme),
- S'appuie sur la réalisation d'un projet personnel issue d'une problématique de terrain (apprentissage par projet en contexte authentique),
- Promeut l'apprentissage par la pratique, l'expérimentation comme l'une des sources principales d'acquisition de connaissances et compétences,

- Encourage l'apprentissage par les pair·e·s tant du point de vue des connaissances techniques que conceptuelles,
- Propose un soutien personnalisé à l'apprentissage, corollaire d'un apprentissage par projet individuel,
- Accompagne le participant·e dans sa démarche réflexive concernant ses apprentissages, ses difficultés et dans l'exploitation de ces technologies à des fins pédagogiques.

Du point de vue de la recherche appliquée, c'est au niveau du scénario pédagogique (Section 6.2.4) qu'il faut nous situer. Cette expérience de recherche a permis de dégager quelques règles d'application pratique :

- Privilégier une formation hybride : les participant·e·s ayant une activité professionnelle, ce type de formation est une solution adaptée car elle impose peu d'impératifs et laisse une grande autonomie.
- Se montrer prudent sur la charge de travail : elle doit être compatible avec une activité professionnelle soit une demi-journée par semaine.
- Garder une taille de groupe raisonnable : compte tenu des éléments de l'environnement d'apprentissage (apprentissage par projet personnel, nombre de machine limité, lieu de formation en *fablab* etc.), un groupe de 8 à 9 personnes semble une taille convenable pour un·e intervenant·e seule afin de ne pas compromettre la qualité de suivi de chaque participant·e et la possibilité pour chacun·e de réaliser effectivement un projet.
- Choisir un environnement informatisé orienté apprenant·e (approche constructionniste) et ouvert sur l'extérieur (philosophie des *fablabs*). La technologie wiki est une technologie qui semble tout particulièrement indiquée à condition d'accompagner les apprenant·e·s dans son utilisation.
- Proposer uniquement les outils nécessaires (pas de superflu) et si possible déjà connus et utilisés par les enseignant·e·s. Les outils doivent constituer des supports et non des barrières à l'apprentissage.
- Eviter ou limiter les digressions dans les activités proposées. Les enseignant·e·s se sont inscrit·e·s pour une formation précise, ils ou elles veulent rester concentré sur le sujet principal. Ils ou elles apprécient de voir d'autres technologies (par exemple) mais dans un laps de temps raisonnable.

- Prévoir des temps de regroupements pendant la période distancielle en petits groupes (4 ou 5 personnes) par exemple pour favoriser les échanges et l'apprentissage par les pair·e·s mais aussi pour maintenir la motivation et améliorer encore la qualité de suivi.
- Proposer un support à la fois technique (dessin vectoriel et machine laser), organisationnel et motivationnel.
- Préférer des activités d'auto-apprentissage à des activités basées sur le modèle behavioriste (par exemple, suivre des instructions « pas à pas » en groupe).

En regard de l'ensemble des règles édictées ci-dessus, des suggestions d'amélioration mentionnées par les participant·e·s lors des entretiens (Annexe G2) et de nos propres réflexions (Annexe G8), nous avons procédé à une analyse du scénario pédagogique. Tout d'abord, nous avons cerné, expliqué et proposé une remédiation à chaque problème (Annexe I3) puis établi une nouvelle proposition de scénario (Annexe I4³³)

En guise de synthèse, nous proposons une carte de conjecture incarnée (Sandoval, 2004, p. 215) qui « *develop learning theory [...] because designed learning environments embody design conjectures about how to support learning in a specific context that are themselves based on theoretical conjectures of how learning occurs in particular domains* » (« développe une théorie de l'apprentissage [...] parce que les environnements d'apprentissage créés incarnent des éléments de conception sur la façon de soutenir l'apprentissage dans un contexte spécifique qui sont eux-mêmes fondés sur des conjectures théoriques sur la manière dont l'apprentissage peut se produire dans un domaine particulier », traduction libre de l'auteure). Cette schématisation (Figure 31) permet d'établir un lien entre la question de recherche, le cadre théorique (conjectures théoriques), son opérationnalisation (éléments de conception), les processus d'apprentissages, les résultats attendus et les mesures.

³³ Accessible en ligne sous http://tecaetu.unige.ch/etu-mal/tt/volt/bouffle0/memoire/archives/annexe-i4_scenario-revu.pdf

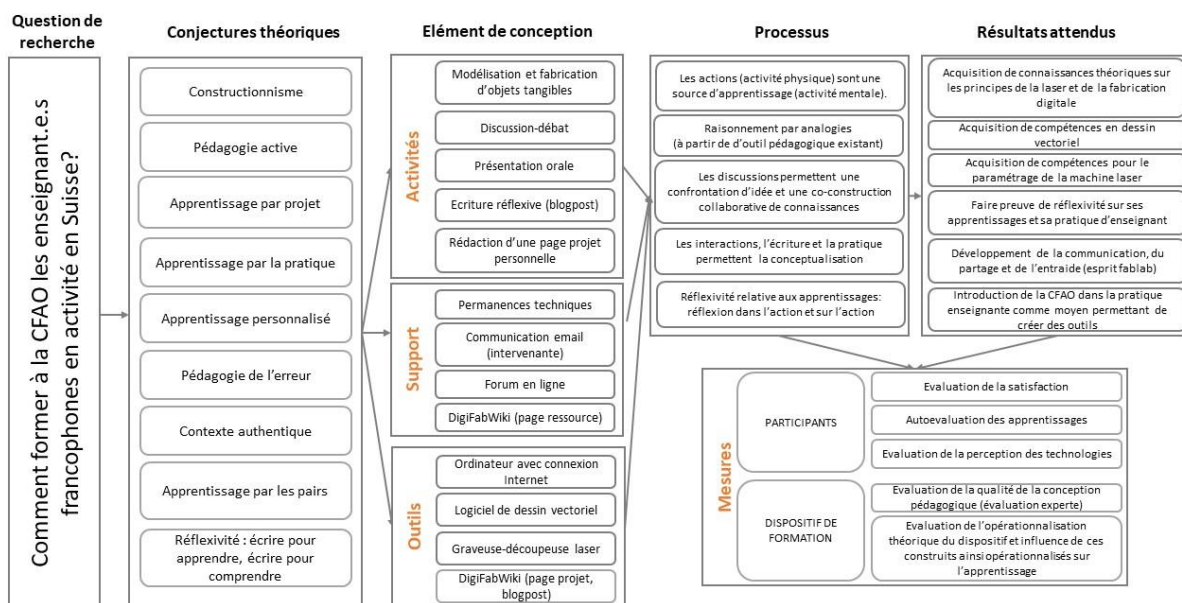


Figure 31. Carte de conjecture incarnée répondant à la question de recherche principale

8.3.2 Perspectives

A l'issue de ce travail, plusieurs perspectives peuvent être envisagées. Tout d'abord, la conduite d'une nouvelle étude de cas dans les mêmes conditions afin de valider ce modèle de dispositif de formation et compléter les règles de conception proposées.

Ensuite, d'autres études pourraient être envisagées afin de savoir si ce modèle de dispositif peut être transposé à tout type de technologies de fabrication digitale comme par exemple l'impression 3D, la fraiseuse numérique ou encore la broderie machine.

Enfin, une fois ces études menées et les dispositifs ajustés, un programme certifiant pourrait être proposé dans le cadre de la formation continue à destination d'un plus large public par l'intermédiaire de la constitution d'un *Certificate of Advanced Studies (CAS)* (<https://www.unige.ch/formcont/programmes/types/diplomants-mas-das-cas/>) en technologies de fabrication digitale, une première en Suisse !

CHAPITRE 9. EPILOGUE

Si la conception et fabrication assistée par ordinateur investit de plus en plus les sphères de la formation initiale, la formation continue souffre du peu d'initiatives destinées à développer une offre de formation. Cette étude s'est intéressée à ce phénomène et plus particulièrement à la formation continue des enseignant·e·s dans ce domaine. En nous inspirant de la littérature relative à la CFAO et à la formation des enseignant·e·s, un dispositif de formation a pu être conçu, mis en place en contexte réel et évalué. Les résultats ont montré qu'un dispositif de formation basé sur un apprentissage par projet authentique pouvait constituer un socle pour ce type de formation et a permis à Elsa, Léa et Régine de réaliser un outil pour leur classe. Cette étude offre donc une première expérience pratique de ce que pourrait être ce type de formation et constitue une première démarche de théorisation de ses principes. Par la même, elle ouvre la voie à d'autres recherches permettant de valider ces règles de conception en vue de développer une offre de formation globale à la conception et fabrication assistée par ordinateur dans le cadre d'une formation certifiante.

BIBLIOGRAPHIE

- Aha moment. (s. d.). Dans *Merriam-Webster online dictionary*. Repéré à <https://www.merriam-webster.com/dictionary/aha%20moment>
- Altet, M. (2013). Formes de résistance des pratiques de formation d'enseignants à la pratique réflexive et conditions de développement de la réflexivité. Dans M. Altet, J. Desjardins, R. Étienne, L. Paquay et P. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants réflexifs : Obstacles et résistances* (p. 39-60). Bruxelles, Belgique : De Boeck.
- Anderson, C. (2012). *Makers: the new industrial revolution*. New York: Crown Business.
- Astolfi, J. (2009). *L'erreur, un outil pour enseigner* (9e éd.). Paris: ESF.
- Balacheff, N. (2017). Seymour Papert (1928-2016) aux sources d'une pensée innovante et engagée. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 37(2/3), 383-396.
- Barlex, D. (2011). Dear minister, this is why design and technology is a very important subject in the school curriculum. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(3), 9-18.
- Basque, J., Contamines, J. & Maina, M. (2010). Approches de design des environnements d'apprentissage. Dans B. Charlier (dir.), *Apprendre avec les technologies* (p. 109-119). Paris, France: Presses Universitaires de France. Repéré à http://r-libre.teluq.ca/642/1/Basque%20Contamines%20et%20Maina%202010_vf%20ransmise%20%C3%A0%20%C3%A9diteur.pdf
- Basque, J. (2017). Introduction à l'ingénierie pédagogique. Repéré dans l'environnement Teluq.ca https://ted6313v2.teluq.ca/teluqDownload.php?file=2014/04/19_TED_6313_Texte_Intro_IP.pdf
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. Dans J. Walter-Herrman & C. Büching (dir.), *FabLabs: Of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. Dans M. J De Vries (dir.), *Handbook of Technology Education*. Cham: Springer.
- Blikstein, P., & Krannich, D. (2013, Juin). *The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research*. Dans Proceedings of the International Conference on interaction Design and Children (p.613-616). New-York, USA.
- Bloom, B. (1982). *Taxonomie des objectifs pédagogiques* (vol.1 ; traduit par M. Lavallée). Montréal: Presses de l'Univ. du Québec.
- Bourque, J., & El Adlouni, S. (2016). *Introduction à la statistique appliquée aux sciences sociales*. Québec: Presses de l'Université Laval.
- Boxplot (s.d). Dans *Wikipédia, Die freie Enzyklopädie*. Repéré le 25 mai 2019 à <https://de.wikipedia.org/wiki/Box-Plot>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.

- Byrne, M., & Flood, B. (2003). Assessing the teaching quality of accounting programmes: An evaluation of the Course Experience Questionnaire. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(2), 135-145.
- Case study. (s. d.). Dans *Merriam-Webster online dictionnaire*. Repéré à <https://www.merriam-webster.com/dictionary/case%20study>
- Catel, L. (2001). Ecrire pour apprendre? Ecrire pour comprendre? Etat de la question. *Aster*, 33, 17-47.
- Centre Alain Savary (2017). *Concevoir des formations pour aider les enseignants à faire réussir tous les élèves* (version 6). Lyon, France : Université de Lyon. Repéré à <http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/documents/publications/concevoir-des-formations>
- CFAO. (s.d.). Dans *EduTechWiki*. Repéré le 1 mai 2018 à <https://edutechwiki.unige.ch/fr/CFAO>
- Charlier, B., Deschryver, N. & Peraya, D. (2006). Apprendre en présence et à distance: Une définition des dispositifs hybrides. *Distances et savoirs*, 4(4), 469-496. <https://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2006-4-page-469.htm>.
- Christensen, R., & Knezek, G. (1996, Janvier). Constructing the Teachers' Attitudes Toward Computers (TAC) Questionnaire. Communication présentée à *Southwest Educational Research Association Annual Meeting*, New-Orléans, USA. Repéré à <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED398244.pdf>
- Christensen, R., & Knezek, G. (2009). Construct Validity for the Teachers' Attitudes Toward Computers Questionnaire. *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155. Repéré à <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ844212.pdf>
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B., & Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 11-19.
- Clarke, D.R (1995). *ADDIE Timeline*. Repéré à http://www.nwlink.com/~donclark/history_isd/addie.html
- Collège Calvin (s.d). Conception assistée par ordinateur. Le cours d'OC Arts visuels et Informatique. Repéré à <https://icp.ge.ch/po/calvin/espace-pedagogique/informatique/cours-de-b-emery-et-s-lauper>
- Creswell, J. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3e éd.). Los Angeles: Sage.
- Curtin University of Technology (s.d). Constructivist On-Line Learning Environment Survey (COLLES) questionnaire. Repéré à <https://surveylearning.moodle.com/colles/>
- Dambreville, S. C. (2008). Evaluer un dispositif de formation à distance: Principes et retour d'expérience. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 9(2), 25-52.
- Département de l'Instruction Publique (2018). *L'école au service de la citoyenneté numérique. Une vision pour l'instruction publique et le système de formation genevois*. Repéré à <https://www.ge.ch/document/ecole-au-service-citoyennete-numerique/telecharger>

- Department of Education (2013). National curriculum in England: design and technology programmes of study. Repéré à <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study>
- Depover, C., De Lièvre, B., Quintin, J-J., Porco, P., Floquet, C. (2001) Partie IV.2 : Le constructivisme [page HTML]. Repéré dans l'environnement Dutice <http://ute.umh.ac.be/dutice/uv6a/>
- Deschryver, N., Lameul, G., Peraya, D., & Villiot-leclercq, E. (2011). Quel cadre de référence pour l'évaluation des dispositifs de formation hybrides ? Dans *Actes du 23e colloque de l'admée-europe - evaluation et enseignement supérieur*, Paris: Université Paris Descartes. Repéré à <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:21668>
- Dewey, J. (1938). *Education and experience*. New-York: Touchstone.
- Dillenbourg, P., Poirier, C., & Carles, L. (2003). Communautés virtuelles d'apprentissage: e-jargon ou nouveau paradigme. Dans A. Taurisson et A. Sentini (dir.), *Pédagogies.net : L'essor des communautés virtuelles d'apprentissage* (p. 11-47). Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Dolmans, D. (1993, Avril). *Validation of a Rating Scale for Tutor Evaluation in a Problem-Based Medical Curriculum*. Communication présentée à l'American Educational Research Association's Annual Meeting, Atlanta. Repéré à <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED362523.pdf>
- Dolmans, D. H. J. M., Wolfhagen, H. A. P., Scherpbier, A. J. J. A., & Van der Vleuten, C. P. M. (2003). Development of an instrument to evaluate the effectiveness of teachers in guiding small groups. *Higher education*, 46(4), 431-446.
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and assessment of project-based learning in a flexible environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 255-272.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations*, 7(3), 11-14
- Dougiamas, M. (1998). *A journey into constructivism*. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/200022404_A_journey_into_constructivism
- Dupagne, M., & Krendi, K. A. (1992). Teachers' attitudes toward computers: A review of the literature. *Journal of Research on Computing in Education*, 24(3), 420.
- Fieger, P. (2012). *Measuring Student Satisfaction from the Student Outcomes Survey. Technical Paper*. Adelaide, Australia: National Centre for Vocational Education Research. Repéré à <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532394.pdf>
- Flores, C. (2016). Fostering a Constructionist Learning Environment: The Qualities of a Maker Educator. Dans P. Blikstein, S. Libow-Martinez et H. Allen Pang (dir.), *Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs* (1re éd, p. 17-18). Torrance: The linguistic edge.
- Formation continue DIP (2019). Repéré à <http://icp.ge.ch/dip/fc/>

- Fraser, B. J., & Fisher, D. L. (1982). Predicting students' outcomes from their perceptions of classroom psychosocial environment. *American Educational Research Journal*, 19(4), 498-518.
- Gagné, R., & Briggs, L. (1974). *Principles of instructional design*. New York; Chicago: Holt Rinehart and Winston.
- Gagnon, Y. (2012). *L'étude de cas comme méthode de recherche* (2e éd.). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Grégoire, R., & Laferrière, T. (1998). Apprendre ensemble par projet avec l'ordinateur en réseau. Repéré à <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/projets/version.html>
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504.
- Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto*. New York: McGraw-Hill.
- Instructional design method (s.d). Dans *EdutechWiki*. Consulté le 15 Mars 2019 à http://edutechwiki.unige.ch/en/Instructional_design_method
- Instructional design model (s.d). Dans *EdutechWiki*. Consulté le 15 Mars 2019 à http://edutechwiki.unige.ch/en/Instructional_design_model
- Kember, D., Leung, D. Y., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K. & Yeung, E. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & evaluation in higher education*, 25(4), 381-395.
- Kember, D., & Leung, D. Y. (2009). Development of a questionnaire for assessing students' perceptions of the teaching and learning environment and its use in quality assurance. *Learning Environments Research*, 12(1), 15-29. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10984-008-9050-7.pdf>
- Kirkpatrick, D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels* (3e éd.). San Francisco CA: Berrett-Koehler.
- Knowles, M., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2005). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development* (5e éd.). Houston, Texas: Gulf Publishing Company.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-18.
- Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). The philosophy of educational makerspaces: Part 1 of making an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.
- Le Boterf, G. (2011). *Ingénierie et évaluation des compétences* (6e éd.). Paris: Eyrolles.
- Mager, R. (2005). *Comment définir des objectifs pédagogiques* (2e éd. ; traduit par G. Décote). Paris : Dunod.
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30–39.
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2017). *Massachusetts Technology Self-Assessment Tool (TSAT)*. Repéré à <http://www.doe.mass.edu/odl/?section=archive>

- Mayen, P. (2011). Teacher education in light of a few principles, theories, and studies on vocational training and adult education. *McGill Journal of Education*, 46(1), 157-170.
- Mazur, E., & Hilborn, R. C. (1997). *Peer instruction: A user's manual* (vol. 5). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Meignant, A. (1999). *Manager la formation* (4e éd.). Rueil-Malmaison: Editions Liaisons.
- Merrill, M. D. (2002). First Principles of Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59. Repéré à <http://mdavidmerrill.com/Papers/firstprinciplesbymerrill.pdf>
- Merrill, M. D. (2006). Levels of instructional strategy. *Educational Technology*, 46(4), 5-10. Repéré à <http://mdavidmerrill.com/Papers/Levels of Strategy.pdf>
- Merrill, M. D. (2007). First principles of instruction: A synthesis. *Trends and issues in instructional design and technology*, 2, 62-71.
- Mertens, D. (2015). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (4e éd.). Los Angeles: Sage.
- Metraglia, R., Baronio, G., Villa, V., & Adamini, R. (2013). Development of a self-assessment questionnaire for basic technical drawing skills: A preliminary study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 848-859.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives* (2^e éd., traduit par M. Hlady). Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Modèles d'ingénierie/conception pédagogique Elearning (s.d). Dans *EdutechWiki*. Consulté le 03 Avril 2018 à https://edutechwiki.unige.ch/fr/Mod%C3%A8les_d%27ing%C3%A9nierie/conception_p%C3%A9dagogique_Elearning
- Nygren, H. & Mäkitalo-Siegl, K (2017). *Manual of project-and craft -based learning STEAM training for teachers*. (Rapport D3.4). Joensuu, Finlande : Université de la Finlande de l'Est.
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2016). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (4e éd.). Paris: Armand Colin.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. Dans I. Harel & S. Papert (dir.), *Constructionism*. (p.1-11). Norwood, NJ : Ablex.
- Paquay, L. (2012). Continuité et avancées dans la recherche sur la formation des enseignants. Dans L. Paquay, M. Altet, E. Charlier, P. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants professionnels: Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* (4^e éd., p. 5-26). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Patterson Research (2017). *Student Satisfaction Survey: WA State Report*. Repéré à URL spécifique <http://www.dtwd.wa.gov.au/sites/default/files/uploads/pes-sss-2017.pdf>
- Patton, M. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks etc: Sage Publications.

- Peraya, D. (2008). Un regard critique sur les concepts de médiatisation et médiation: nouvelles pratiques, nouvelle modélisation. Dans *Les Enjeux de l'information et de la communication*. Récupéré de <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:17665>
- Peraya, D., & Jaccaz, B. (2004, Octobre). *Analyser, soutenir, et piloter l'innovation: un modèle «ASPI»*. Dans *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie* (p. 283-289). Université de Technologie de Compiègne.
- Proulx, J. (2004). *Apprentissage par projet*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Quintin, J.-J. (2005). *Effet des modalités de tutorat et de scénarisation dans un dispositif de formation à distance*. Belgique : Université de Mons-Hainaut.
- Rakotomalala, R. (2008). *Comparaison de populations. Tests Non Paramétriques*. Repéré à <http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp Pop Tests Parametriques.pdf>
- Raynal, F., & Rieunier, A. (2010). *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés : Apprentissage, formation, psychologie cognitive* (8e éd.). Issy-les-Moulineaux : ESF.
- Resnik, M. (1996, Juillet). Distributed constructionism. Dans *Proceedings of International Conference on Learning sciences*, Evanston. Repéré à <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/Distrib-Construct/Distrib-Construct.html>
- Riley, E. (2016). What do people learn from using digital fabrication tools? Dans P. Blikstein, S. Libow-Martinez et H. Allen Pang (dir.), *Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Lab* (1re éd., p. 9-13). Torrance: The linguistic edge.
- Sandoval, W.A. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs, *Educational Psychologist*, 39(4), 213-223.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Schneider, D.K. (2017, Juin). Création d'outils pédagogiques personnalisés par fabrication numérique. Dans N. Guin, B. De Lièvre, M. Trestini & B. Coulibaly (dir.). *8ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* (p. 421-423). Strasbourg, France. Récupéré de : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01634231/document>
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How professionals think in action*. London: Temple Smith.
- Schön, S., Ebner, M., & Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. *ELearning papers*, 39, 14-25.
- Sheridan, K., Rosenfeld Halverson, E., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.
- Stager, G. S. (2013). Papert's Prison FabLab: Implications for the maker movement and education design. Dans *International Conference on Interaction Design and Children*

- (p.487-490). New-York, USA. Récupéré de : <https://www.makersempire.com/wp-content/uploads/2018/02/Paperts-Prison-Fab-Lab-Implications-for-the-maker-movement-and-education-design-Stager-13.pdf>
- Stokes, D. (1997). *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Tan, M., Yang, Y., & Yu, P. (2016). The influence of the maker movement on engineering and technology education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(1), 89-94.
- Université de Genève (2017). Questionnaire GC diplômante. Repéré à URL <http://evalens.unige.ch/evasys/online.php?p=4PJEF>
- U.S. Department of Education (2017). *Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update*. Repéré à URL spécifique <https://tech.ed.gov/files/2017/01/NETP17.pdf>.
- Vanhulle, S., & Deum, M. (2006). L'écriture réflexive en formation initiale d'enseignants: entre réconciliation avec l'écrit et apprentissage de la rigueur conceptuelle. *Langage et pratiques*, 37, 6-19.
- Walker, S. L., & Fraser, B. J. (2005). Development and validation of an instrument for assessing distance education learning environments in higher education: The Distance Education Learning Environments Survey (DELES). *Learning Environments Research*, 8(3), 289-308.
- Yin, R. (2003). *Case study research: Design and methods* (3e éd.). Thousand Oaks, California: Sage.
- Zuckerman, O. (2006). *Historical overview and classification of traditional and digital learning objects*. <http://llk.media.mit.edu/courses/readings/classification-learning-objects.pdf>



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

**FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION**

En noir, je grave... en rouge, je découpe !
Conception, mise en œuvre et évaluation d'un dispositif de
formation continue destiné aux enseignant·e·s pour la
fabrication digitale d'outils pédagogiques

ANNEXES

PAR

Lydie Boufflers

Genève, Juin 2019

Université de Genève

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation

Table des matières

ANNEXE A. TAXONOMIE DE KRATHWOHL (2002)	4
ANNEXE B. DIMENSIONS DU QUESTIONNAIRE TAC, CHRISTENSEN & KNEZEK (2009)	5
ANNEXE C. PROTOCOLE DE L'ÉTUDE DE CAS	6
ANNEXE D. CAHIER DES CHARGES	13
ANNEXE D1. REDACTION DU CAHIER DES CHARGES.....	13
ANNEXE D2. ANALYSE DES RETOURS – PHASE D'ANALYSE ET DE DESIGN.....	14
ANNEXE D3. GRILLE D'ANALYSE DU CAHIER DES CHARGES A L'USAGE DES POTENTIEL·LE·S APPRENANT·E·S.....	21
ANNEXE D4. ANALYSE DES RETOURS – PHASE DE DEVELOPPEMENT.....	22
ANNEXE E. QUESTIONNAIRES ET FICHES DE CONSENTEMENT	23
ANNEXE E1. QUESTIONNAIRE PRE-FORMATION	23
ANNEXE E2. FICHE DE CONSENTEMENT QUESTIONNAIRE PRE-FORMATION	28
ANNEXE E3. QUESTIONNAIRE POST-FORMATION	31
ANNEXE E4. FICHE DE CONSENTEMENT QUESTIONNAIRE POST-FORMATION.....	41
ANNEXE E5. SOURCES UTILISEES POUR LA CONCEPTION DES QUESTIONNAIRES	44
ANNEXE F. ENTRETIENS SEMI-DIRIGES : CONCEPTION, PROTOCOLE ET FICHE DE CONSENTEMENT	47
ANNEXE F1. CONCEPTION DES ENTRETIENS SEMI-DIRIGES.....	47
ANNEXE F2. PROTOCOLE D'ENTRETIEN	53
ANNEXE F3. FICHE DE CONSENTEMENT ENTRETIEN	58
ANNEXE G. DONNEES QUALITATIVES	61
ANNEXE G1. MANUEL DE CODAGE.....	61
ANNEXE G2. MATRICES DE CODAGE DES DONNEES.....	65
ANNEXE G3. JOURNAL DE BORD	66
ANNEXE G4. ARBRES THEMATIQUES.....	67
ANNEXE G5. DECOMPTE DES OCCURRENCES	71
ANNEXE G6. CLASSIFICATION DES ATTENTES	72
ANNEXE G7. TYPOLOGIES QUALITATIVES (REGROUPEMENT DE PARTICIPANT·E·S).....	73
ANNEXE G8. JOURNAL DE BORD DE L'INTERVENANTE AU COURS DE LA FORMATION	74
ANNEXE H. DONNEES QUANTITATIVES	75
ANNEXE H1 TEST DE SHAPIRO-WILK	75
ANNEXE H2. INDICE DE SATISFACTION CONCERNANT L'ORGANISATION, LA PEDAGOGIE ET L'ACCOMPAGNEMENT.	77
ANNEXE H3. ANALYSE DES VARIABLES COMPOSANTS LES INDICES DE SATISFACTION POUR L'ORGANISATION ET LA PEDAGOGIE	78
ANNEXE H4. REPONSES AUX ATTENTES	81
ANNEXE H5. UTILITE PROFESSIONNELLE	82
ANNEXE H6. TEST T POUR ECHANTILLONS APPARIES (APPRENTISSAGES)	83
ANNEXE H7. COMPARATIF DE L'ÉVOLUTION D'APPRENTISSAGE EN DESSIN (GROUPE NOVICE-GROUPE INITIE)	84
ANNEXE H8. CONNAISSANCES EN FABRICATION DIGITALE	85
ANNEXE H9. OPERATIONNALISATION DES CONCEPTS	86
ANNEXE H10. OUTILS	87
ANNEXE H11. ACCOMPAGNEMENT.....	89
ANNEXE H12. TEST T POUR ECHANTILLONS APPARIES (PERCEPTION DES TECHNOLOGIES)	90
ANNEXE H13. ANALYSE DE CORRELATIONS	92
ANNEXE H14. ANALYSE TWO STEP CLUSTER SUR SPSS 25.	97
ANNEXE I. DISPOSITIF DE FORMATION	98
ANNEXE I1. PAGE D'ACCUEIL ET DESCRIPTIF DE LA PLATEFORME DIGIFABWIKI (SESSION D'AUTOMNE 2018).....	98
ANNEXE I2. COMMUNICATION SEM FORMATION	100
ANNEXE I3. ANALYSE, EXPLICATION ET PROPOSITION DE REMEDIATION DU SCENARIO PEDAGOGIQUE.....	101
ANNEXE I4. SCENARIO PEDAGOGIQUE 2 ^E VERSION.....	102
ANNEXE J. TRACES	106
ANNEXE J1. APPRENTISSAGES GRAVURE-DECOUPE LASER ET FREQUENCE VENUE AUX PERMANENCES (PHASE FABRICATION)	106
ANNEXE J2. ANALYSE DES INTERACTIONS DANS LE FORUM	107
ANNEXE J3. ANALYSE DU NOMBRE DE MOTS DANS LES PAGES PROJETS	108
ANNEXE J4. FREQUENCE DE VENUES AUX PERMANENCES TECHNIQUES	109
ANNEXE J5. ANALYSE DES ECHANGES DE MAILS PARTICIPANT·E·S ET INTERVENANTE	110

Annexe A. Taxonomie de Krathwohl (2002).

Tableau 1.

Dimensions des connaissances selon la taxonomie de Bloom (1956) révisée par Krathwohl (2002, p.214)

Connaissances factuelles	<p>Eléments de base que les apprenants doivent connaître pour être à l'aise dans une discipline ou en résoudre les problèmes. Elles correspondent à des connaissances relatives aux faits (connaissances terminologiques et connaissances spécifiques de détails et d'éléments).</p> <p><u>Exemple</u> : « <i>savoir que</i> » la machine se met sous tension en appuyant sur le bouton ON/OFF</p>
Connaissances conceptuelles	<p>Connaissances des relations entre les éléments de base. Elles correspondent à la connaissance des classifications et des catégories, à la connaissance des principes et des généralisations et à la connaissance des théories, modèles et structures.</p> <p><u>Exemple</u> : « <i>savoir que</i> » la gravure laser résulte de l'action d'un faisceau laser qui brûle une faible couche de particules du matériau.</p>
Connaissances procédurales	<p>Connaissances relatives aux procédures. Il s'agit de la connaissance des étapes pour réaliser une action. Elles correspondent à des connaissances sur les algorithmes de résolution, à des connaissances de techniques et de méthodes et à la connaissance de critères permettant d'utiliser telle ou telle procédure.</p> <p><u>Exemple</u> : « <i>savoir comment</i> » utiliser la brucelle de la graveuse-découpeuse laser.</p>
Connaissances métacognitives	<p>Connaissances relatives au fonctionnement intellectuel c'est-à-dire à la cognition en général, à la conscience de soi et de sa propre cognition. Elles correspondent aux connaissances stratégiques et aux connaissances de contextes. Elles permettent à l'individu d'adapter son action en fonction du « quand » et du « pourquoi » c'est-à-dire de déterminer à quel moment et dans quelles conditions faire appel à telle ou telle stratégie, telle ou telle démarche. Elles correspondent également à la connaissance de sa propre cognition c'est-à-dire de son propre fonctionnement intellectuel.</p> <p><u>Exemple</u> : « <i>savoir quand et pourquoi</i> » utiliser la technique de la découpe pour graver un matériau plutôt que d'utiliser la gravure.</p>

Tableau 2.

Dimensions des processus cognitifs selon la taxonomie de Bloom (1956) révisée par Krathwohl (2002, p.215)

Mémoriser	<p>Retrouver des connaissances pertinentes depuis la mémoire à long terme.</p> <p>Verbes associés : reconnaître, se rappeler</p>
Comprendre	<p>Déterminer la signification d'instructions orales, graphiques et écrites.</p> <p>Verbes associés : interpréter, classifier, résumer, inférer, comparer, expliquer.</p>
Appliquer	<p>Exécuter ou utiliser une procédure dans une situation donnée.</p> <p>Verbes associés : exécuter, implémenter</p>
Analyser	<p>Décomposer les parties constitutives d'une structure et repérer comment ces parties sont liées entre elles et à l'ensemble de la structure.</p> <p>Verbes associés : analyser, différencier, organiser, attribuer</p>
Evaluer	<p>Emettre un jugement sur la base de critères et de standards.</p> <p>Verbes associés : vérifier, critiquer</p>
Créer	<p>Mettre des éléments ensemble pour former un ensemble nouveau et cohérent ou réaliser un produit original.</p> <p>Verbes associés : générer, planifier, produire</p>

Annexe B. Dimensions du questionnaire *Teacher's Attitudes Toward Computers (TAC)*, Christensen & Knezek (2009)

Description des facteurs

La version 3.2 du questionnaire comprend 7 facteurs dont voici traduction et une définition personnelle de l'auteure :

- F1 : Enthousiasme / plaisir. Les items mesurent le sentiment d'enthousiasme ou de plaisir procuré lors de l'utilisation de l'ordinateur.
- F2 : Anxiété. Les items mesurent le sentiment d'anxiété ressenti lors de l'utilisation de l'ordinateur.
- F3 : Evitement / Acception. Les items mesurent les attitudes d'évitement ou d'acceptation vis-à-vis de l'utilisation de l'ordinateur.
- F4 : Email pour l'apprentissage en classe. Ce facteur mesure l'attitude des enseignant·e·s à l'égard de l'utilisation des emails lors d'activités scolaires.
- F5 : Impact négatif sur la société. Les items mesurent les sentiments négatifs vis à vis de l'ordinateur sur la société (par exemple, l'ordinateur isole les personnes).
- F6 Productivité. Les items de ce facteur mesurent le sentiment d'efficacité ressenti lors de l'utilisation de l'ordinateur.
- F7 : Echelle sémantique différentielle concernant la perception des ordinateurs. Série de 7 items permettant de mesurer les attitudes positives et négatives sur une échelle à 7 points ayant aux extrémités deux termes opposés (exemple : utile / inutile).

Référence

Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct validity for the teachers' attitudes toward computers questionnaire. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155.

Annexe C. Protocole de l'étude de cas

ETAPE 1. ETABLIR LA PERTINENCE

Objectif : vérifier que le recours à l'étude de cas comme méthode de recherche est approprié

Activités	Objectifs
1. Définir l'approche à laquelle adhère le chercheur	VALIDE – approche pragmatique, compatible avec étude de cas
2. Circonscrire sommairement la problématique de recherche	VALIDE – <u>chapitre 4 du manuscrit</u>
3. Vérifier si la problématique est de type exploratoire ou empirique brut	VALIDE – exploratoire (sujet peu ou pas exploré)
4. Répondre à certaines questions permettant d'établir la pertinence	<p>VALIDE (Gagnon, 2012, p.16)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La formation doit être vécue en contexte pour pouvoir analyser des avis et opinions authentiques. • L'étude de la problématique doit prendre en compte l'ensemble des événements contemporains à la formation pour établir et expliquer les événements. • Le phénomène ne doit pas être manipulé ou contrôlé. • La base théorique comporte des éléments non étudiés : formation continue des enseignant·e·s dans le domaine de la CFAO.

ETAPE 2. ASSURER LA VERACITE DES RESULTATS

Objectif : démontrer que les résultats sont rigoureux et confirmés à la réalité observée.

Fiabilité interne

Activités	Objectifs
1. Utiliser des descripteurs concrets et précis	<p>VALIDE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des verbatims des participant·e·s avec un codage sémantique (pas d'inférences) • Utilisation du descriptif pour rapporter les événements <p><u>Section 5.3.2 du manuscrit</u></p>

2. Protéger les données brutes	<p>VALIDE</p> <p>Dépôt des bases de données quantitatives, dépôt des enregistrements sur un serveur sécurisé de l'Université de Genève. Les traces d'activités sont toutes accessibles sur DigiFabWiki (http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/DigiFabWiki)</p>
3. Recourir à de multiples chercheurs pour réaliser la recherche	<p>NON VALIDE</p> <p>Compte tenu du temps imparti pour la recherche, critère non rempli. Toutefois, la grille de codage a été relu par notre directeur de mémoire</p> <p><u>Section 5.3.2 du manuscrit</u></p>
4. Confirmer les données recueillies auprès d'informateurs.	<p>NON VALIDE</p> <p>Compte tenu du temps imparti pour la recherche, critère non rempli. Toutefois, les données brutes ont été conservées et peuvent faire l'objet d'une seconde analyse.</p>
5. Faire réviser l'interprétation des données par des pairs	<p>NON VALIDE</p> <p>Compte tenu du temps imparti pour la recherche, critère non rempli. Toutefois, pour les données les plus sujettes à interprétation c'est-à-dire les entretiens, des catégories claires et un codage descriptif ont été adoptés pour limiter les biais d'interprétation . Plusieurs cycles de codage ont été réalisés à sur des jours différents</p> <p><u>Section 5.3.2 du manuscrit</u></p>

Fiabilité externe

Activités	Objectifs
6. Etablir la position du chercheur	<p>VALIDE - La chercheuse participe à l'étude de cas en tant qu'intervenante formatrice du dispositif de formation. Les relations avec les participant·e·s ont toujours été cordiales et bienveillantes en gardant une certaine distance pour ne pas altérer notre sens critique.</p>
7. Décrire le processus de sélection des informateurs	<p>VALIDE – s'agissant d'une formation continue numérique, les enseignant·e·s reçoivent ponctuellement des annonces de formation. Ils ou elles s'inscrivent selon leur intérêt. Nos critères de sélection étaient : 1) des enseignant·e·s en 2) activité. La formation étant uniquement destiné aux enseignant·e·s, les répondant·e·s remplissaient nécessairement les critères.</p>

8. Donner les caractéristiques de chaque site d'étude	VALIDE – <u>Section 5.1.2 du manuscrit</u>
9. Définir les concepts, construits et unités d'analyse de l'étude	VALIDE – <u>Chapitre 2 et 3 du manuscrit</u>
10. Préciser la stratégie de collecte des données	VALIDE – <u>Section 5.3.1 du manuscrit</u>

Validité interne

Activités	Objectifs
11. Contrôler les effets de la présence de l'observateur	VALIDE – collecte de plusieurs sources concordantes de données
12. Faire une sélection représentative des échantillons	NON VALIDE dans la mesure où les participant·e·s ont choisi d'être là et non l'inverse. Toutefois, cet échantillon représente déjà un certain panel du public enseignant qui devra être complété par des études ultérieures.
13. Elaborer une chaîne de sens et une charte de signification des données	VALIDE – le départ d'un·e participant·e ou sa non-participation à toutes les activités n'a pas d'incidence sur le déroulement de l'ensemble de la formation. Le blogpost de l'intervenante (Annexe G8) permet de garder une trace des événements.
14. Relever et écarter les explications rivales	VALIDE – <u>voir chapitre 7 du manuscrit</u> mentionné pour chaque question de recherche

Validité externe

Activités	Objectifs
15. Contrôler l'effet de la particularité des sites d'étude	SANS OBJET – il s'agit d'une étude de cas unique.
16. Eviter le choix d'un site sursaturé d'études	VALIDE - le groupe ne faisait partie d'aucune étude et aucune étude n'était en cours en même temps sur le site.
17. Choisir des cas reproductibles dans le temps	VALIDE – le phénomène pourra se reproduire avec un autre groupe de participant·e·s et dans les mêmes conditions logistiques et organisationnelles.

Validité de construit

Activités	Objectifs
18. Sélectionner des cas pertinents aux objectifs de la recherche	VALIDE – le contexte d'étude a été créé par la chercheure

19. Choisir ou élaborer des indices de mesures appropriés	VALIDE – <u>Voir section 5.3 du manuscrit</u>
20. Recourir au maximum de sources d'informations	VALIDE – <u>Voir section 5.3.1 du manuscrit</u> . Recours à des données quantitatives, qualitatives et des analyse de traces.
21. Expliquer le protocole de recherche et présenter honnêtement les données	VALIDE – <u>Voir Chapitre 5 et chapitre 7 du manuscrit</u>

ETAPE 3. LA PREPARATION

Objectif : développer le cadre de recherche

Activités	Objectifs
1. Développer la question de recherche	VALIDE – quatre questions de recherche et plusieurs sous-questions ont été formulées (<u>voir chapitre 4 du manuscrit</u>)
2. Choisir entre l'étude d'un cas unique ou multiple	VALIDE – choix d'une étude de cas unique, cohérent avec l'objectif de recherche et le temps imparti pour la recherche
3. Choisir la technique centrale et les sources potentielles de collecte des données	VALIDE – méthode d'enquête (questionnaire, entretiens semi-dirigés) et méthode d'analyse de traces.
4. Identifier la population cible et établir des critères de sélection des cas	VALIDE – les critères sont les prérequis indiqués dans le descriptif de formation (http://tecaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Descriptif_de_la_formation_2018#Pr.C3.A9requis)
5. Elaborer les instruments, les protocoles et le schéma de codification des données	VALIDE – <u>Voir section 5.3 du manuscrit</u> Codification des données : Annexe 12
6. Se familiariser avec le phénomène à étudier	VALIDE – le phénomène est la formation continue des enseignant·e·s aux technologies de fabrication digitale. Nous avons suivi une formation continue dans les technologies de fabrication digitale au Service Ecoles-Médias (impression 3D) en amont de la formation pour nous familiariser avec le contexte.

ETAPE 4. LE RECRUTEMENT DES CAS

Objectif : disposer d'un nombre suffisant de cas caractéristiques pour réaliser la recherche

Activités	Objectifs
1. Acquérir une bonne connaissance de la dynamique du milieu	VALIDE – étude parrainée par le SEM formation (aspect recrutement des cas) et par le SDG Solution Space (aspect environnement logistique)
2. Vérifier s'il y a des relations autres que celles liées à la recherche	VALIDE – aucune autre relation entre la chercheuse et les participant·e·s et entre les participant·e·s
3. Surveiller la répartition géographique des cas	SANS OBJET – le recrutement des cas se fait dans le canton de Genève
4. Recruter plus de cas que le nombre requis.	VALIDE – Il était prévu 15 personnes pour la phase de découverte (jusque la présente 1) et 10 personnes ensuite. Compte tenu du nombre d'inscriptions, nous nous sommes arrêtés sur 12 personnes en comptant 2 potentiels abandons.

ETAPE 5. LA COLLECTE DES DONNEES

Objectif : recueillir des données brutes riches et crédibles

Activités	Objectifs
1. Se faire accepter dans les milieux observés	VALIDE – la phase de préparation a joué ce rôle. Chaque participant·e·s a reçu un feedback formatif sur sa préparation, ce qui a contribué à établir une relation personnalisée avec l'intervenante.
2. Pratiquer l'observation et l'écoute active	VALIDE – les informations essentielles ont été consignées dans un journal de bord (Annexe G8).
3. Recourir au plus grand nombre de sources d'informations	VALIDE – Triangulation des données quantitatives, qualitatives et d'analyse de traces <u>Voir section 5.1.3</u>
4. Peaufiner la stratégie de collecte des données	VALIDE Questionnaire : Annexe E Entrevue : Annexe E Analyse de traces : en fonction des besoins pour répondre aux questions de recherche
5. Elaborer une charte de signification et une chaîne des évidences des données	VALIDE Journal de bord de la formation : Annexe G8 Journal de bord du codage des données : Annexe G3

6. Gérer les données recueillies	VALIDE – les données ont été placées dans plusieurs dossiers : données quantitatives, données qualitatives, traces
7. Assurer un retrait en douceur du terrain d'étude	VALIDE – la dernière présenteielle a marqué ce retrait comme logique.

ETAPE 6. LE TRAITEMENT DES DONNEES

Objectif : effectuer un examen systématique fertile des données recueillies

Activités	Objectifs
1. Epurer les données recueillies	VALIDE <ul style="list-style-type: none"> Concernant les données quantitatives, toutes les variables ont été utiles donc conservées Concernant les données qualitatives, l'épuration a pu se faire lors du codage (certains verbatims digressifs n'ont pas été consignés et d'autres paraissant intéressants ont fait l'objet de catégories additionnelles). Concernant les analyses de traces, elles ont été sélectionnés eu égard à leur pertinence pour les questions de recherche.
2. Codifier les données recueillies	VALIDE Concernent les données qualitatives. Un manuel de codage manuel a été réalisé (Annexe G1) et mis en place dans les grilles de codage (Annexe G2).
3. Analyser les données codifiées	VALIDE Analyse décrite dans le journal de bord concernant les données qualitatives (Annexe G3) et dans la <u>section 5.3.2 du manuscrit</u> concernant les données quantitatives et les analyses de traces.
4. Rédiger chaque étude de cas	VALIDE Analyse de l'entretien rédigée pour chaque participant·e dans le journal de bord (Annexe G3).

ETAPE 7. L'INTERPRETATION DES DONNEES

Objectif : produire des explications théoriques du phénomène étudié.

Activités	Objectifs
1. Générer des propositions explicatives du phénomène	VALIDE – Analyse préliminaires dans le journal de bord (Annexe G3) pour les données qualitatives et analyse définitive dans le manuscrit, <u>chapitre 7 du manuscrit</u> .

2. Vérifier la concordance des propositions explicatives avec les données	VALIDE – Concordance exprimée et expliquée dans le <u>chapitre 7 du manuscrit.</u>
3. Comparer les propositions qui concordent avec la littérature existante.	VALIDE – <u>Chapitre 7 du manuscrit (parties synthèse et discussion de chaque question de recherche</u>

ETAPE 8. DIFFUSER LES RESULTATS

Objectif : contribuer au corpus des connaissances et en faire profiter la communauté scientifique et professionnelle.

Activités	Objectifs
1. Choisir le type de diffusion	VALIDE – Mémoire de recherche de Master
2. Cerner les exigences du média et les caractéristiques de l'audience visée	VALIDE – secrétariat des étudiant-e-s
3. Elaborer un plan du contenu de la diffusion	VALIDE – un plan de mémoire a été rédigé et revu (3 versions)
4. Rédiger le contenu de la diffusion	VALIDE – manuscrit du mémoire

Référence

Gagnon, Y. (2012). *L'étude de cas comme méthode de recherche* (2e éd.). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.

Annexe D. Cahier des charges

Annexe D1. Rédaction du cahier des charges

Etant donné la longueur du document, nous proposons un accès en ligne.

Répertoire : <http://tecaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Nom du fichier : [annexe-d1_cahier-des-charges.pdf](#)

Annexe D2. Analyse des retours – phase d’analyse et de design

Relecteurs

Trois types de relecteurs ont été sollicités : des enseignant.e.s, des expert.es contenu / enseignant.e contenu, de potentiel.le.s apprenant.e.s¹. Au total, 2 personnes de chaque catégorie ont effectué une relecture.

- Relecteur 1, enseignant et expert contenu
- Relecteur 2, enseignant et expert contenu
- Relecteur 3, enseignant spécialiste formation continue des enseignants et commanditaire de la formation
- Relecteur 4, enseignant
- Relecteur 5, potentiel apprenant
- Relectrice 6, potentielle apprenante

Bilan des rendus

Les retours sont très disparates en termes de quantité (beaucoup VS peu de commentaires), de précisions (précis VS peu précis) et en termes de forme (commentaires dans le document ou retour mail).

Pour permettre une comparaison des points de vue et pour prendre des décisions, l’analyse des retours a été effectuée sous forme d’une matrice croisée rôles / variables constituées sur la base 1) contenu du cahier des charges, 2) du questionnaire d’évaluation envoyée aux potentiels apprenants (page suivante) et 3) des thématiques abordées par les participant.e.s.

Cette matrice permet de :

- ⇒ Avoir un aperçu d’ensemble des retours
- ⇒ Savoir « qui pense quoi » et voir si les avis convergent / divergent selon le type de profil,
- ⇒ Analyser les convergences et les divergences
- ⇒ Prendre des décisions concernant la conception pédagogique (notamment sur les divergences)

Pour des raisons de clarté :

- Seuls les commentaires nécessitant une révision du cahier des charges ont été consignés dans ce tableau (les commentaires en accord avec les choix de design ne l’ont pas été).
- La dernière ligne de ce tableau est consacrée aux décisions de fond concernant le cahier des charges, elle ne reprend pas les éléments de détail (logo etc.). Ces éléments seront modifiés mais ne sont pas reconsignés dans cette ligne.

Remarque sur les retours :

Le fait d’avoir laissé les commentaires libres pour les enseignants et les experts contenu permet de faire ressortir les points les plus problématiques du design. Ainsi, la majorité

¹ Pour lesquelles une grille d’analyse a été conçue, Annexe D3.

s'accordent à dire que la Webconférence n'est pas adaptée, qu'il faut laisser un degré de liberté aux enseignants tout en leur proposant un cadre. Pour d'autres points, les avis divergent comme l'aspect ou non collaboratif de la formation et certains points vont à l'encontre de la théorie comme la partie réflexive.

Prise de décisions concernant la conception pédagogique

Elles ont été prises selon plusieurs critères :

- La logique du scénario
- La théorie
- Les éléments que nous souhaitons tester dans ce dispositif (car issu de la revue de la revue de littérature).

Analyse des retours					
Rôles	Personne	Communication aux enseignant.e.s	Contexte Modalités de la formation	Théorie Objectifs d'apprentissage	Activités / livrables Outils
Enseignant	Relecteur3	Utilisation du logo de l'Etat de Genève (Le SEM n'a pas de logo).	Prévoir des « plans B » pour les aspects techniques compliqués comme la webconférence	Inclure le PER (plan d'études romand), document de référence pour le primaire et le secondaire I => exemple d'objectifs pédagogiques MITIC desquels on peut tirer des objectifs pour les enseignants Objectifs unifiés pour le primaire (généraliste) et le secondaire (enseignement spécialisé dans une discipline : est-ce que cela peut constituer un problème ?	
Enseignant	Relecteur 4		Ajouter que le SDG Solution Space prête son espace gracieusement dans le cadre de sa mission (voir gt-initiative.org). Notre fab lab manager sera aussi a disposition. Degré d'ouverture de la formation : cadrer les choses mais laisser aussi les personnes qui veulent plus d'ouverture en profiter	Prérequis : préciser « machine » dans la partie « identification du dispositif » Typologie du dispositif : clarifier les inputs permettant d'obtenir le résultat « écosystème »	Version de la machine : Trotec Speedy 360
Apprenant	Relecteur 5	Niveau disparate entre les enseignants : la formation peut sembler abordable pour certains et peut être pas pour d'autres	Lancement de la formation : préconise la capsule. Cette capsule serait accessible avant l'inscription. Cela permettrait de bien comprendre et donner envie		

		<p>Ne parvient pas à transférer utilité de cette formation pour sa pratique d'enseignant</p>	<p>(ou pas) de suivre cette formation. Cela permettrait également à beaucoup de maîtres d'être conscients de cette technologie pour que des idées d'outils pédagogiques personnels puissent murir dans leur tête.</p> <p>Importance des parties libres tout en ayant un cadre</p>		
Apprenante	Relectrice 6	<p>Manque de précision pour les prérequis</p> <p>Public enseignant : (1) viser un public cible et non pas l'ensemble des niveaux. (2)</p> <p>Préconise d'orienter la formation en fonction du "domaine" pour vraiment intéresser les apprenants. Autrement dit, peut-être qu'il faudrait en plus du public cible viser un domaine spécifique => FAO dans le domaine des maths par ex.</p>	<p>Réalité des enseignants : s'ils veulent reproduire avec les élèves, ils vont où ? ils s'adressent à qui ?</p> <p>Contexte : textes du SEFRI sur le digital ?</p> <p>Rythme : préfère travailler exclusivement sur « mon projet » (e.g. pas de phase dessin simple)</p> <p>Laisser la liberté aux créatifs et prévoir un plan plus structuré pour ceux qui veulent être plus guidés => donc prévoir au moins 2 publics à l'intérieur du public cible</p> <p>Préconise de débiter par du face-to-face car tous les participants sont à Genève.</p>	Revoir travail collaboratif => consulter article de Baudrit	<p>Activités floues et le scénario peut faire « peur » car trop fourni => tableau synthétique</p> <p>Temps pris pour les activités pas clairement exprimés => a indiquer, notamment en distanciel</p> <p>Activités : chercher la théorie en partie en groupe (i.e. moins de transmissif) afin de commencer à comprendre par moi-même.</p>

Expert contenu + enseignant	Relecteur 1	Prévenir de l'investissement que demande cette formation (différent d'un mercredi à thème classique de découverte)	<p>Contraintes de la webconference : nécessité d'une connexion simultanée, gestion des absents, frein à l'utilisation d'une technologie inconnue, ajout de charge (une séance en plus), peu adapté pour lancer une cohésion de groupe.</p> <p>D'où proposition 1^{re} présentielle : découverte du dessin vectoriel (avec un tutoriel simple) + découpe puis discussion de son intérêt pour l'éducation</p> <p>Ne pas contraindre les participants dans une activité trop encadrée</p>		<p>Rendus : rendu du projet avant la 2^e présentielle pour vérification et correction</p> <p>Doodle (privé) non adapté (framadata est une version libre) + utilité ? Proposer plutôt un calendrier de permanences auquel les enseignants s'adaptent en fonction de leur projet et de leurs besoins.</p> <p>Les enseignants peuvent ne pas voir d'intérêt pédagogique et avoir du mal à formuler un projet (un étudiant DOIT le faire, eux non donc public plus difficile)</p>
Expert contenu + enseignant	Relecteur 2	Manque de précision pour les prérequis informatiques	Laisser les participants libres : ceux qui veulent faire peu	<p>Manque constructionnisme</p> <p>Modèle du cycle de Kolb pas très adapté</p> <p>Collaboration : voir les travaux de Dillenbourg</p> <p>Manque synthèse de tous les apports théoriques</p>	<p>Simplifier le design : miser sur la production plutôt que sur l'échange et le métacognitif, l'écriture, se centrer sur des questions techniques et sur le travail sur les projets dans la présentielle</p> <p>Présentation des objectifs : certains se recourent, pertinence du tableau ?</p> <p>Outils (1) Wiki : technologies trop difficile ?, (2) Logiciel de dessin : attention à la difficulté d'apprendre le dessin, trouver un logiciel simple.</p> <p>Privacy : attention à ne pas poster leurs designs dans le domaine public</p>

Lydie		Mentionner l'intérêt de cette formation dans le teasing i.e les compétences			
Décisions		<p>Prérequis : précisions dans la communication enseignant.</p> <p>Niveau disparate des enseignants : suite aux précisions des prérequis, on discrimine certaines personnes (peut être préférable vu le temps de cette formation (6 semaines) mais voir par la suite comment intégrer les novices : une formation plus longue ? (mais avec un certif à la clé ? = retour sur investissement).</p> <p>Public cible particulier :</p> <p>Non, chacun pourra atteindre ces objectifs quel que soit le niveau dans lequel il enseigne. Charge à chacun de s'approprier un projet selon la matière enseignée, le niveau enseigné.</p> <p>Investissement personnel : mentionné dans la communication pour l'inscription au cours + à mentionner de nouveau dans l'introduction du cours.</p>	<p>En remplacement de la webconférence : réalisation d'un podcast de présentation</p> <p>Vidéo avec présentation de quelques projets (pas de Face to face car pas le temps)</p> <p>PUIS</p> <p>1^{re} présentielle : découverte du dessin vectoriel (avec un tutoriel simple) + découpe puis discussion de son intérêt pour l'éducation</p> <p>Formation progressive : découverte puis approfondissement pour ceux qui le souhaitent</p> <p>Travailler sur son projet seulement : non car selon la logique du design de cours : découverte puis approfondissement, ce n'est pas faisable. Il faut que chacun puisse repartir le 1^{er} jour avec un objet tangible qu'ils auront confectionné.</p> <p>Lister les aspects techniques compliqués => plan B</p>	<p>Objectifs : consulter le PER pour dégager des objectifs pour les enseignants</p> <p>Les différents niveaux d'enseignements ne nécessite pas une adaptation des objectifs d'apprentissage => voir les projets MALTT STIC III 2016 où le cours était ressemblant mais les projets différents dans le public ciblé.</p> <p>Théorie à revoir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constructionnisme • Collaboration / coopération (Baudrit, Dillenbourg) • Typologie dispositif : clarifier les inputs • Kolb : pas très adapté car pas cyclique Synthèse des apports théoriques 	<p>Scénario : réaliser une synthèse des activités</p> <p>Donner des exemples concrets d'applications de cette technologie pour créer des outils pédagogiques, exemples qu'ils pourront reprendre car sous licence creative commons.</p> <p>Proposer une assistance à la conceptualisation du projet</p> <p>Livrables :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initier les projets dès la première présentielle. Réfléchir à une idée de projet avant de venir : original ou repris ou repris et amélioré. • Avoir le rendu des projets avant la 2^e présentielle <p>Privacy : non car ce n'est pas l'esprit fab lab</p> <p>Outils :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiki difficile : fonction WYSIWYG disponible donc pas de problème.

		<p>Intérêt de cette formation : mentionner les compétences que la formation permettra de développer => dans l'introduction du cours (dans la communication, cela serait trop chargé)</p>	<p>Fournir un cadre « fil rouge » mais offrir un degré d'ouverture large du dispositif où chacun pourra faire en fonction de l'investissement qu'il souhaite y mettre ; prévoir un scénario flexible</p> <p>Fournir des adresses de fab lab pouvant accueillir les classes + lister les démarches => voir le cours de B. Emery + le rapport de son projet prospectif (bilan, fiche bilan, wiki SEM)</p> <p>Contexte : texte du SEFRI a consulter</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Logiciel de dessin pas trop compliqué <p>Horaires des permanences : prévoir un calendrier de permanences</p> <p>Objectifs :</p> <p>Certains se recoupent, pertinence du tableau ?</p> <p>Activités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Préciser le temps pour les activités, notamment distancielles, • Limiter le transmissif • Ne pas demander trop en métacognitif et collaboration, miser plus sur la production • Travailler les projets en présentiel • Chercher la théorie en groupe
--	--	---	---	--	--

Annexe D3. Grille d'analyse du cahier des charges à l'usage des potentiel·le·s apprenant·e·s

Rythme et modalités de la formation (formation hybride sur 6 semaines)

- A la lecture des objectifs et du scénario, est-ce que cela vous paraît cohérent compte tenu du contexte (enseignants en poste ayant le plus le mercredi après-midi de libre) ?
- Y a-t-il des éléments qui représentent un frein ou pourraient vous déranger (comme par exemple, une webconférence pour le lancement que ce soit la modalité même ou le fait que celle-ci serve de lancement à la formation) ?

Contexte / contraintes

- Les contraintes prises en compte vous semblent-elles pertinentes ? Est-ce que le scénario y répond ?
- Y a-t-il des contraintes qui n'ont pas été prises en compte ?

Objectifs d'apprentissage

- Les objectifs sont-ils présentés explicitement et mis en valeur (vous motive et vous donne envie de suivre ce cours) ?
- Compte tenu de l'objectif du cours, diriez-vous qu'il y a certains objectifs manquants ?
- Est-ce que ces objectifs pourraient correspondre à vos objectifs personnels (trouveriez-vous un intérêt à suivre cette formation) ?

Activités et livrables

- Les activités donnent-elles une représentation claire et correcte des objectifs du cours ?
- A la lecture des activités, vous imaginez-vous réaliser un outil pédagogique ou cela vous semble-t-il hors de portée ?
En d'autres mots, ce cours fait-il peur d'un point de vue technique ? En tant que novice dans cette technologie, avez-vous peur que ce soit trop technique ou pensez-vous avoir les ressources pour suivre ce cours ?

Activités proposées

- Que pensez-vous des activités proposées : motivantes ? intéressantes ? Y a-t-il des points d'amélioration auxquels vous pensez ?
- La charge de travail vous paraît-elle (par rapport aux objectifs visés) : trop faible / trop importante / cohérente / autre : par exemple, cohérente mais trop lourde pour quelqu'un en poste
- Au niveau de la didactique, les activités vous paraissent-elles trop dirigées / pas assez / ni trop, ni pas assez. Si quelque chose ne vous convient, quelles modalités préféreriez-vous ?
- Que pensez-vous du rythme de rendu des livrables ?

Réflexion personnelle

- Parvenez-vous à entrevoir les bénéfices futurs de cette formation dans votre pratique ?

Annexe D4. Analyse des retours – phase de développement

Etant donné la nature du document, nous proposons un accès en ligne.

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltr/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Nom du fichier : [annexe-d4_analyse-cdc-phase-developpement.pdf](#)

Annexe E. Questionnaires et fiches de consentement

Annexe E1. Questionnaire pré-formation

Questionnaire 1

Mercredi 31 Octobre 2018 (avant la formation)

Introduction

Chère participante, cher participant,

L'objectif de ce questionnaire est de nous aider à mieux vous connaître (vos attentes, votre quotidien d'enseignant.e, votre utilisation des technologies etc.) avant d'entamer la formation « **Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale: initiation à la 2D avec la graveuse-découpeuse laser** »

Le questionnaire requiert 10 minutes de votre temps et se subdivise en 4 rubriques dans lesquelles vous trouverez des items portant sur les points suivants :

- Vous et votre activité d'enseignant.e
- Vos attentes vis-à-vis de ce cours
- Votre apprentissage dans cette formation
- Votre utilisation et votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale

Veuillez lire attentivement chaque question et y répondre en cochant la réponse appropriée. Si une question ne vous paraît pas claire, vous pouvez nous demander une explication à tout moment.

Merci pour votre précieuse collaboration,

Lydie Boufflers

Questionnaire

1. Vous et votre activité d'enseignant.e

Vous trouverez ci-dessous des items portant sur vous et votre activité d'enseignant.e. Nous vous remercions de bien vouloir compléter les informations ci-dessous.

Vous

1 Votre genre (SVP entourez votre réponse) : Masculin Féminin

2 Votre âge (SVP indiquez uniquement un nombre) :

_____ ans.

3 Votre cursus scolaire et académique (SVP indiquez tous vos diplômes)

4 Vos autres formations en lien avec la fabrication digitale, avec le bricolage ou le *Do It Yourself* (faites-le par vous-même)

5 Vos hobbies

Votre activité d'enseignant.e (cocher la bonne case SVP)

6 A quel degré enseignez-vous ?

Enseignement primaire (a)	Enseignement secondaire (I et II)	
	Général (b)	Technique (c)

7 Votre ou vos domaine(s) de spécialisation (le cas échéant) : art, science...

8 Votre expérience dans l'enseignement (SVP indiquez uniquement un nombre) :

_____ ans.

Vos habitudes de travail

Dans le cadre de vos activités professionnelles d'enseignant.e, indiquez à quelle fréquence vous réalisez ces actions en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (jamais - souvent).

Dans mon quotidien d'enseignant.e,		Jamais	Rarement	Parfois	Souvent
		1	2	3	4
9	..., je partage des informations avec mes collègues enseignant.e.s				
10	..., je réfléchis à mes actions pour voir si je peux améliorer ce que j'ai fait				
11	..., je discute de mes idées avec des collègues enseignant.e.s				
12	..., je remets en question la manière dont les autres enseignant.e.s font quelque chose et essaie de penser à une meilleure façon de faire				
13	..., je collabore avec des collègues enseignant.e.s				

2. Vos attentes

14 Quelles sont **vos 3 principales attentes** vis-à-vis de cette formation ?

3. Votre apprentissage

Vous trouverez ci-dessous des items à propos des apprentissages visés par cette formation.

Concernant les logiciels de dessin, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

		Débutant Expert									
Avant la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 5	..., je réalise des dessins dans un logiciel de dessin (Inkscape, Gimp, Illustrator etc.)										
1 6	..., je dessine des formes géométriques ou combine des images pour réaliser un dessin dans un logiciel de dessin.										
1 7	..., j'utilise les fonctions de mise en forme de base d'un logiciel de dessin (par exemple, remplissage et contours, redimensionnement etc.)										

Concernant les graveuses-découpeuses laser, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

		Débutant Expert									
Avant la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 8	..., je modifie les paramètres d'un dessin selon que je veuille graver ou découper avec la graveuse-découpeuse laser.										
1 9	..., je paramètre le pilote de la graveuse-découpeuse laser avec les réglages appropriés (notamment paramétrage de la taille, paramétrage matières etc.).										
2 0	..., j'exécute seul.e la procédure de réglage d'une graveuse – découpeuse laser										
2 1	..., je prends les précautions nécessaires pour utiliser la graveuse-découpeuse laser en toute sécurité										
2 2	..., j'explique les principes de fonctionnement d'une graveuse-découpeuse laser (principe du faisceau laser, parcours du faisceau dans la machine etc.)										

Concernant la fabrication digitale, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

Débutant → Expert

Avant la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 3	..., j'utilise la terminologie inhérente à la conception et fabrication digitale (par exemple, <i>job</i> , <i>making</i> , modélisation, etc.).										
2 4	..., j'explique les principes de la fabrication digitale (de la conception numérique à l'obtention d'un objet tangible).										
2 5	... je scénarise des activités pédagogiques en imaginant les outils que je peux fabriquer avec la fabrication digitale										

4. Votre perception des technologies de fabrication digitale

Vous trouverez ci-dessous des items à propos de votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale (gravure-découpe laser, imprimante 3D ...)

Veuillez indiquer dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord).

Avant la formation		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
26	... je perçois l'apport de la fabrication digitale dans mon enseignement.						
27	...je pense que travailler avec les technologies de fabrication digitale dans le contexte éducatif est agréable et stimulant.						
28	...je pense que les technologies de la fabrication digitale sont des outils nécessaires dans le contexte éducatif.						
29	... je trouve que le challenge d'apprendre la fabrication digitale est passionnant						
30	... je suis nerveus.e quand je travaille avec les technologies de fabrication digitale						
31	... je suis tendu.e et mal à l'aise lorsque je travaille avec les technologies de fabrication digitale						
32	...je vois la fabrication digitale comme quelque chose que j'utiliserai rarement dans mon quotidien d'enseignant.e.						
33	... je pense que si j'avais les technologies de fabrication digitale (ordinateur et machines) à disposition, cela m'aiderait à améliorer mon enseignement						

5. Références

Cooper, M. M., & Sandi-Urena, S. (2009). Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *Journal of Chemical Education*, 86(2), 240.

Gosselin, P., Ladouceur, R., & Pelletier, O. (2005). Évaluation de l'attitude d'un individu face aux différents problèmes de vie: le Questionnaire d'Attitude face aux Problèmes (QAP). *Journal de thérapie comportementale et cognitive*, 15(4), 141-153. https://ac.els-cdn.com/S1155170405812352/1-s2.0-S1155170405812352-main.pdf?_tid=a7cd09ff-add3-4cbf-8d44-920311e2285f&acdnat=1536421629_acd0daff026483260691132dcf2b6b72

Walker, S. L., & Fraser, B. J. (2005). Development and validation of an instrument for assessing distance education learning environments in higher education: The Distance Education Learning Environments Survey (DELES). *Learning Environments Research*, 8(3), 289-308. https://www.researchgate.net/publication/227294097_Development_and_Validation_of_an_Instrument_for_Assessing_Distance_Education_Learning_Environments_in_Higher_Education_The_Distance_Education_Learning_Environments_Survey_DELES

Kember, D., Leung, D. Y., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., & Yeung, E. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & evaluation in higher education*, 25(4), 381-395.

Christensen, R., & Knezek, G. (1996). Constructing the Teachers' Attitudes Toward Computers (TAC) Questionnaire. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED398244.pdf>

Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct validity for the teachers' attitudes toward computers questionnaire. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ844212.pdf>

Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct validity for the teachers' attitudes toward computers questionnaire. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10402454.2009.10784623?needAccess=true>

6. Auteure du questionnaire

Lydie Boufflers

TECFA – Technologies de Formation et Apprentissage

Université de Genève

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation

Boulevard du Pont d'Arve, 40

1211- Genève 4

Annexe E2. Fiche de consentement questionnaire pré-formation

RECHERCHE		
CONCEPTION D'UN DISPOSITIF DE FORMATION A LA CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR A DESTINATION DES ENSEIGNANTS DANS LE CADRE DE LA FORMATION CONTINUE		
Responsable(s) du projet de recherche :	Lydie (lydie.boufflers@etu.unige.ch), Master MALTT Supervision : Prof. Daniel K. Schneider (daniel.schneider@unige.ch), TECFA, Université de Genève	Boufflers Etudiante Unité

(Dans ce texte, le masculin est utilisé au sens générique ; il comprend aussi bien les femmes que les hommes.)

INFORMATION AUX PARTICIPANTS ET CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Information aux participants

Nous vous invitons à participer à une étude menée dans le cadre d'un mémoire de recherche en vue de l'obtention du Master MALTT (Master en technologies de la formation et de l'apprentissage). Ce mémoire porte la conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'un dispositif de formation visant à former les enseignant.e.s à la conception et fabrication assistée par ordinateur.

Aussi, dans le but de collecter des informations permettant d'améliorer le dispositif pour l'avenir, nous réalisons une évaluation du dispositif auprès des enseignants ayant suivi cette formation.

Participants

La participation est ouverte à tous les enseignants qui ont suivi la formation « *Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale : initiation à la gravure-découpe laser* » dans le cadre de formation continue.

La participation est fermée à toutes autres personnes et aux participants n'ayant pas suivi la formation jusqu'à son terme.

Objectif de l'étude

Le but de l'évaluation de ce dispositif est d'en mesurer son efficacité. Cette évaluation permettra de valider certains aspects et/ou de dégager des pistes d'amélioration du dispositif.

Par conséquent, le but de cette étude n'est pas de vous évaluer en tant que participant à cette formation mais bien d'évaluer le dispositif de formation qui vous a été proposé.

Procédure

Les questionnaires seront menés par une étudiante de Master MALTT en charge du projet de recherche. Les questionnaires se dérouleront au SDG Solution Space, Avenue de Sécheron, 15, 1202 Genève.

Votre participation sera requise pendant 15 minutes durant lesquelles vous aurez à remplir un questionnaire traitant des thèmes suivant : vos attentes et votre apprentissage. En outre, des questions socio-démographiques vous seront posées auxquelles vous n'êtes pas tenu de répondre.

Respect de la vie privée et conservation des données

Les données collectées sur les participants resteront strictement confidentielles. Seuls les renseignements nécessaires à la conduite de la recherche seront recueillis : genre, âge, cursus scolaire et académique, expérience professionnelle, spécialisation (le cas échéant) pourront faire l'objet d'une publication scientifique.

L'analyse de ces données pourra ensuite faire l'objet de publications scientifiques en respectant la confidentialité des données recueillies.

Chaque participant se voit attribuer une codification spécifique. Aucune information permettant d'identifier la personne ne sera attachée aux données qui seront publiées. Toutes les données seront conservées sur un serveur sécurisé de la faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation (unité TECFA) sous la responsabilité de Daniel Schneider.

Droits des participants

La participation à cette étude se fait de manière volontaire ; aucune pression ni aucune influence quelle qu'elle soit ne doit intervenir dans votre décision. Si vous choisissez de participer, vous pourrez à tout moment revenir sur cette décision sans avoir à justifier votre retrait de l'expérience.

La participation à l'étude peut être suspendue par le participant à tout moment et sans justification.

Bénéfices et risques pour les participants

La participation est bénévole ; aucune rétribution – pécuniaire ou d'autre nature – n'est prévue.

La participation à cette étude ne présente aucun risque pour les participants et aucun effet indésirable n'est attendu.

Conditions d'arrêt de l'expérience

L'expérience prend fin lorsque l'activité est terminée ou dans l'un des cas suivants :

- Le participant décide de mettre un terme à sa participation de sa propre volonté et ce, pour n'importe quelle raison, qu'il n'est pas tenu de justifier,
- L'expérimentateur prend la décision d'exclure le participant de l'étude. Il devra en préciser la raison au participant.

Accès aux résultats de l'expérience

Les résultats finaux de la recherche seront accessibles sur le site internet du Master MALTT à l'issue de la recherche (<http://tecfa.unige.ch/maltp>). A votre demande, ils pourront également vous être envoyés par e-mail.

Etant donné la nature des données recueillies (l'évaluation d'un dispositif de formation), il n'y a pas de résultats individuels à communiquer aux participants.

Consentement de participation à la recherche

→ **Supprimer/adapter ci-dessous** la/les phrase(s) relative(s) aux enregistrements vidéo et/ou audio en fonction de votre recherche.

Sur la base des informations qui précèdent, je confirme mon accord pour participer à la recherche « Former les enseignants à la conception et fabrication assistée par ordinateur », et j'autorise :

- l'utilisation des données à des fins scientifiques et la publication des résultats de la recherche dans des revues ou livres scientifiques, étant entendu que les données resteront anonymes et qu'aucune information ne sera donnée sur mon identité ; OUI NON
- l'utilisation des données à des fins pédagogiques (cours et séminaires de formation d'étudiants ou de professionnels soumis au secret professionnel). OUI NON

J'ai choisi volontairement de participer à cette recherche. J'ai été informé-e du fait que je peux me retirer en tout temps sans fournir de justifications et que je peux, le cas échéant, demander la destruction des données me concernant.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Prénom Nom

Signature

Date

ENGAGEMENT DU CHERCHEUR

L'information qui figure sur ce formulaire de consentement et les réponses que j'ai données au participant décrivent avec exactitude le projet.

Je m'engage à procéder à cette étude conformément aux normes éthiques concernant les projets de recherche impliquant des participants humains, en application du Code d'éthique concernant la recherche au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et des Directives relatives à l'intégrité dans le domaine de la recherche scientifique et à la procédure à suivre en cas de manquement à l'intégrité de l'Université de Genève.

Je m'engage à ce que le participant à la recherche reçoive un exemplaire de ce formulaire de consentement.

Lydie Boufflers

Signature

Genève, le 31 Octobre 2018

Annexe E3. Questionnaire post-formation

Questionnaire 2

Mercredi 31 Octobre 2018 (avant la formation)

Introduction

Chère participante, cher participant,

L'objectif de ce questionnaire est de recueillir vos retours sur la formation « Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale: initiation à la 2D avec la graveuse-découpeuse laser » à laquelle vous venez d'assister. Le questionnaire requiert 30 minutes de votre temps et se subdivise en 5 rubriques dans lesquelles vous trouverez des items portant sur les points suivants :

- Votre satisfaction vis-à-vis de la formation
- Votre apprentissage
- Votre perception des technologies
- L'environnement d'apprentissage
- L'accompagnement tutoral

Veuillez lire attentivement chaque question et y répondre en cochant la case appropriée. Veuillez répondre à toutes les questions sans en omettre aucune. Si une question ne vous paraît pas claire, vous pouvez nous demander une explication à tout moment.

Les données personnelles resteront confidentielles. Seules des données statistiques pourront faire l'objet d'une publication.

Dans ce questionnaire, nous souhaitons que vous vous sentiez libre d'exprimer de la manière la plus objective possible vos opinions et votre vécu. C'est grâce à votre objectivité que nous parviendrons à déceler les éléments de design pédagogiques qui sont adaptés et ceux qui ne le sont pas.

Merci pour votre collaboration,

Lydie Boufflers
Unité TECFA – Université de Genève

(Dans ce texte, le masculin est utilisé au sens générique ; il comprend aussi bien les femmes que les hommes notamment lorsque l'on parle de formateurs, cela évite d'alourdir le texte)

Questionnaire

1. Votre satisfaction vis-à-vis de la formation

Vous trouverez ci-dessous des items à propos de **votre satisfaction vis-à-vis de la formation**. Veuillez indiquer dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations.

Veuillez cocher la case appropriée sur l'échelle proposée (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord) pour chaque affirmation.

A l'issue de cette formation, ...		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
1	... de l'articulation présence – distance de la formation.						
2	... de la durée totale de la formation (4 semaines et une préparation en amont).						
3	... du lieu de la formation (Open Space avec accès à un Fablab – laboratoire de fabrication)						
4	... des activités proposées (visionnage d'un podcast, activité d'éveil, gestion d'un projet personnel, rédaction d'une page projet, blogpost etc.)						
5	... de la charge de travail demandée en distancielle (blogpost, page projet, réalisation du projet).						
6	... des ressources conceptuelles proposées et accessibles dans le wiki « DigifabWiki »						
7	... des ressources matérielles proposées (machine laser, matériaux)						
8	Des ressources humaines proposées (formateurs, fablab manager)						
9	... de la qualité de l'animation pédagogique en présentielle						
10	... des compétences techniques des formateurs						
11	... de la qualité de la communication avec les formateurs						
12	... de l'investissement des formateurs pour m'aider dans mon apprentissage						
13	... de la disponibilité des formateurs						

D'une manière générale, diriez-vous que ...		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
14	... cette formation est utile pour enrichir ma pratique professionnelle						
15	... vous avez acquis les connaissances et compétences que vous attendiez						
16	... cette formation a répondu à vos attentes						

2. Votre apprentissage

Vous trouverez ci-dessous des items à propos des **apprentissages** visés par cette formation.

Concernant les logiciels de dessin, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

Débutant Expert

Après la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 7	..., je réalise des dessins dans un logiciel de dessin (Inkscape, Gimp, Illustrator etc.)										
1 8	..., je dessine des formes géométriques ou combine des images pour réaliser un dessin dans un logiciel de dessin.										
1 9	..., j'utilise les fonctions de mise en forme de base d'un logiciel de dessin (par exemple, remplissage et contours, redimensionnement etc.)										

Concernant les graveuses-découpeuses laser, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

Débutant Expert

Après la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 0	..., je modifie les paramètres d'un dessin selon que je veuille graver ou découper avec la graveuse-découpeuse laser.										
2 1	..., je paramètre le pilote de la graveuse-découpeuse laser avec les réglages appropriés (notamment paramétrage de la taille, paramétrage matières etc.).										
2 2	..., j'exécute seul.e la procédure de réglage d'une graveuse – découpeuse laser										
2 3	..., je prends les précautions nécessaires pour utiliser la graveuse-découpeuse laser en toute sécurité										
2 4	..., j'explique les principes de fonctionnement d'une graveuse-découpeuse laser (principe du faisceau laser, parcours du faisceau dans la machine etc.)										

Concernant la fabrication digitale, veuillez indiquer le niveau auquel vous vous situeriez en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (1 – Niveau débutant à 10 Niveau expert)

Débutant
▶
 Expert

Après la formation,		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 5	..., j'utilise la terminologie inhérente à la conception et fabrication digitale (par exemple, <i>job</i> , <i>making</i> , modélisation, etc.).										
2 6	..., j'explique les principes de la fabrication digitale (de la conception numérique à l'obtention d'un objet tangible).										
2 7	... je scénarise des activités pédagogiques en imaginant les outils que je peux fabriquer avec la fabrication digitale										

3. Votre perception des technologies de fabrication digitale

Vous trouverez ci-dessous des items à propos de votre **perception actuelle des technologies de fabrication digitale** (gravure-découpe laser, imprimante 3D ...)

Veuillez indiquer dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations en cochant la case appropriée sur l'échelle proposée (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord).

Après la formation		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
28	... je perçois l'apport de la fabrication digitale dans mon enseignement.						
29	...je pense que travailler avec les technologies de fabrication digitale dans le contexte éducatif est agréable et stimulant.						
30	...je pense que les technologies de la fabrication digitale sont des outils nécessaires dans le contexte éducatif.						
31	... je trouve que le challenge d'apprendre la fabrication digitale est passionnant						
32	... je suis nerveus.e quand je travaille avec les technologies de fabrication digitale						
33	... je suis tendu.e et mal à l'aise lorsque je travaille avec les technologies de fabrication digitale						
34	...je vois la fabrication digitale comme quelque chose que j'utiliserai rarement dans mon quotidien d'enseignant.e.						
35	... je pense que si j'avais les technologies de fabrication digitale (ordinateur et machines) à disposition, cela m'aiderait à améliorer mon enseignement						

4. L'environnement d'apprentissage

Vous trouverez ci-dessous des items à propos de l'**environnement d'apprentissage**. Cette section est subdivisée en 3 sous-catégories et traitent des points suivants : cadre pédagogique, activités et contenu et outils.

Cadre pédagogique

Dans cette sous-catégorie, vous trouverez des items qui concernent le **cadre pédagogique**.

Veillez indiquer dans un premier temps dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations. Dans un deuxième temps, veuillez indiquer dans quelle mesure ces affirmations sont importantes, ou pas, pour votre apprentissage. Ces affirmations sont donc duales mais pas forcément corollaire dans la mesure où vous n'êtes peut-être « pas du tout d'accord » avec une affirmation mais que vous estimez que cela est « très important »

Veillez cocher la case appropriée sur chacune des échelles proposées (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord ; pas du tout important – extrêmement important) pour chaque affirmation.

Dans cette formation,		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord	Pas du tout important	Peu important	Très important	Extrêmement important
36	..., les formateurs nous ont stimulés à chercher des explications pendant les discussions (avec le formateur, le groupe)								
37	..., les formateurs nous ont stimulés à évaluer par nous-mêmes notre compréhension du sujet								
38	..., les formateurs nous ont stimulés à appliquer les connaissances acquises à notre projet personnel								
39	..., réaliser un objet concret me permet d'acquérir des connaissances								
40	..., expérimenter me permet de réfléchir sur les concepts théoriques qui sous-tendent mon action								
41	..., je travaille sur une problématique issue de mon quotidien d'enseignant.e								
42	..., je travaille sur un projet réellement exploitable en classe								
43	..., j'ai principalement acquis mes connaissances grâce à la création d'un projet personnel								
44	..., je réfléchis à mes actions pour voir si je peux améliorer ce que j'ai fait								
45	..., les formateurs m'accordent personnellement du temps								

4 6	..., les formateurs m'aiguillent vers les ressources adaptées à mes besoins								
4 7	..., je discute de mes idées avec les autres participants								
4 8	..., je partage des informations avec d'autres participants								
4 9	..., je travaille pendant les périodes qui me conviennent								
5 0	..., j'aborde ma formation à ma manière								

Contenu et activités

Dans cette sous-catégorie, vous trouverez des items qui concernent les **activités et contenu d'apprentissage**.

Veuillez indiquer dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations.

Veuillez cocher la case appropriée sur l'échelle proposée (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord) pour chaque affirmation.

		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
51	Les méthodes pédagogiques (apprentissage par projet principalement) employées favorisent mon apprentissage						
52	Les activités pédagogiques (podcast, activité d'éveil, discussion-débat, blogpost, développement de projet etc.) employées favorisent mon apprentissage						
53	Les ressources à disposition (tutoriels, wiki etc.) favorisent mon apprentissage						

Outils

Dans cette sous-catégorie, vous trouverez des items qui concernent les **outils mis à disposition** pour cette formation.

Veuillez indiquer dans un premier temps la fréquence à laquelle vous avez utilisé ces outils et, dans un deuxième temps dans quelle mesure ces outils sont importants, ou pas, pour votre apprentissage. Ces affirmations sont duales mais pas forcément corollaire comme indiqué précédemment.

Veuillez cocher la case appropriée sur chacune des échelles proposées (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord ; pas du tout important – extrêmement important) pour chaque affirmation.

		Fréquence d'utilisation				Importance dans votre apprentissage			
		Jamais	Quelques fois	Presqu'à chaque fois	A chaque fois	Pas du tout important	Peu important	Très important	Extrêmement important
54	Le logiciel de dessin (Inkscape ou un autre logiciel de dessin)								
55	La graveuse-découpeuse laser								
56	Le descriptif de formation sur Digifabwiki								
57	Les pages « consignes » de digifabwiki								
58	Les pages « travaux » de digifabwiki								
59	La page « ressources » sur DigifabWiki								
60	Le forum sur DigiFabwiki								
61	L'outil « qui est en ligne ? » sur DigifabWiki								
62	La création de blogpost sur Digifabwiki								
63	Les blogposts que les autres participants ont rédigés sur Digifabwiki								
64	Le suivi de pages sur Digifabwiki (*)								
65	Les pages « discussion » des différentes pages wiki								
66	Le mail personnel								
67	Les permanences techniques								

(*) abonnement aux pages pour en suivre les modifications

5. L'accompagnement

Vous trouverez ci-dessous des items à propos de l'**accompagnement** proposé tout au long de cette formation.

Veillez indiquer dans un premier temps dans quelle mesure vous êtes d'accord, ou pas, avec ces affirmations. Dans un deuxième temps, veuillez indiquer dans quelle mesure ces affirmations sont importantes, ou pas, pour votre apprentissage. Comme précédemment, ces affirmations sont duales mais pas forcément corollaire.

Veillez cocher la case appropriée sur l'échelle proposée (pas du tout d'accord - tout à fait d'accord; pas du tout important – extrêmement important) pour chaque affirmation.

		Degré d'accord				Importance dans votre apprentissage			
		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord	Pas du tout important	Peu important	Très important	Extrêmement important
68	Les formateurs encouragent les échanges entre les participants.								
69	Les formateurs m'encouragent à partager avec les autres participants des idées et des informations								
70	Les formateurs contribuent à me donner une meilleure compréhension du sujet								
71	Les formateurs me proposent des ressources adaptées à mes besoins								
72	Les formateurs m'encouragent à remettre en question ma manière d'aborder les problèmes								
73	Les formateurs m'apportent le support technique donc j'ai besoin pour le logiciel de dessin								
74	Les formateurs m'apportent le support technique donc j'ai besoin pour la machine de découpe-gravure laser								
75	Les formateurs m'apportent le support technique donc j'ai besoin pour l'utilisation des outils en ligne (plateforme, forum, blogpost...)								
76	Les formateurs m'aident à mener à bien les activités à distance								

77	Les formateurs m'encouragent à surmonter nos difficultés								
78	Les formateurs m'encouragent à aller au bout de mon projet								
79	Les formateurs m'apportent un soutien organisationnel (rappel des délais, conseils d'organisation etc.)								
80	Les formateurs sont attentifs au suivi de mes différents travaux								
81	Les formateurs sont facilement joignables								
82	Les formateurs répondent à mes questions de manière adéquate								
83	Les formateurs répondent rapidement aux questions								
84	Les formateurs démontrent un intérêt pour mon projet								
85	Les formateurs trouvent du temps pour répondre si j'ai une question								

6. Références

Byrne, M., & Flood, B. (2003). Assessing the teaching quality of accounting programmes: An evaluation of the Course Experience Questionnaire. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(2), 135-145. <http://eprints.teachingandlearning.ie/1895/1/Byrne%20and%20Flood%202003.pdf>

Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct validity for the teachers' attitudes toward computers questionnaire. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10402454.2009.10784623?needAccess=true>

Constructivist On-Line Learning Environment Survey (COLLES) questionnaire : <https://surveylearning.moodle.com/colles/>

Cooper, M. M., & Sandi-Urena, S. (2009). Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *Journal of Chemical Education*, 86(2), 240.

Dolmans, D. (1993). Validation of a Rating Scale for Tutor Evaluation in a Problem-Based Medical Curriculum. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED362523.pdf>

Fieger, P. (2012). *Measuring Student Satisfaction from the Student Outcomes Survey. Technical Paper*. National Centre for Vocational Education Research Ltd. PO Box 8288, Stational Arcade, Adelaide, SA 5000, Australia. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532394.pdf>

Fisher, D., Fraser, B., & Cresswell, J. (1995). Using the "Questionnaire on Teacher Interaction" in the Professional Development of Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 20(1), 2

Gosselin, P., Ladouceur, R., & Pelletier, O. (2005). Évaluation de l'attitude d'un individu face aux différents problèmes de vie: le Questionnaire d'Attitude face aux Problèmes (QAP). *Journal de thérapie comportementale et cognitive*, 15(4), 141-153. https://ac.els-cdn.com/S1155170405812352/1-s2.0-S1155170405812352-main.pdf?_tid=a7cd09ff-add3-4cbf-8d44-920311e2285f&acdnat=1536421629_acd0daff026483260691132dcf2b6b72

Kember, D., Leung, D. Y., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K. & Yeung, E. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & evaluation in higher education*, 25(4), 381-395.

Kember, D., & Leung, D. Y. (2009). Development of a questionnaire for assessing students' perceptions of the teaching and learning environment and its use in quality assurance. *Learning Environments Research*, 12(1), 15-29. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10984-008-9050-7.pdf>

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, MyEducationLab Series. Pearson.

Enquête par sondage et conception de questionnaires (s.d). Dans *EduTechWiki*, consulté le 10 Octobre 2018 à <https://edutechwiki.unige.ch/fr/Enqu%C3%AAt%20par%20sondage%20et%20conception%20de%20questionnaires>

Ramsden, P. (1991). A performance indicator of teaching quality in higher education: The Course Experience Questionnaire. *Studies in higher education*, 16(2), 129-150.

Student Satisfaction Survey : WA State Report (2017). Canning Bridge, Australie: Patterson Research Group. <http://www.dtwd.wa.gov.au/sites/default/files/uploads/pes-sss-2017.pdf>

Taylor, P., & Maor, D. (2000). Assessing the efficacy of online teaching with the constructivist online learning environment survey. *Teaching and Learning Forum* 2000.

Walker, S. L., & Fraser, B. J. (2005). Development and validation of an instrument for assessing distance education learning environments in higher education: The Distance Education Learning Environments Survey (DELES). *Learning Environments Research*, 8(3), 289-308. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10984-005-1568-3.pdf>

7. Auteurs du questionnaire

Lydie Boufflers

TECFA – Technologies de Formation et Apprentissage

Université de Genève

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation

Boulevard du Pont d'Arve, 40

1211- Genève 4

Annexe E4. Fiche de consentement questionnaire post-formation

RECHERCHE		
CONCEPTION D'UN DISPOSITIF DE FORMATION A LA CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR A DESTINATION DES ENSEIGNANTS DANS LE CADRE DE LA FORMATION CONTINUE		
Responsable(s) du projet de recherche :	Lydie (lydie.boufflers@etu.unige.ch), Master MALTT Supervision : Prof. Daniel K. Schneider (daniel.schneider@unige.ch), TECFA, Université de Genève	Boufflers Etudiante Unité

(Dans ce texte, le masculin est utilisé au sens générique ; il comprend aussi bien les femmes que les hommes.)

INFORMATION AUX PARTICIPANTS ET CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Information aux participants

Nous vous invitons à participer à une étude menée dans le cadre d'un mémoire de recherche en vue de l'obtention du Master MALTT (Master en technologies de la formation et de l'apprentissage). Ce mémoire porte la conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'un dispositif de formation visant à former les enseignant.e.s à la conception et fabrication assistée par ordinateur.

Aussi, dans le but de collecter des informations permettant d'améliorer le dispositif pour l'avenir, nous réalisons une évaluation du dispositif auprès des enseignants ayant suivi cette formation.

Participants

La participation est ouverte à tous les enseignants qui ont suivi la formation « *Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale : initiation à la gravure-découpe laser* » dans le cadre de formation continue.

La participation est fermée à toutes autres personnes et aux participants n'ayant pas suivi la formation jusqu'à son terme.

Objectif de l'étude

Le but de l'évaluation de ce dispositif est d'en mesurer son efficacité. Cette évaluation permettra de valider certains aspects et/ou de dégager des pistes d'amélioration du dispositif.

Par conséquent, le but de cette étude n'est pas de vous évaluer en tant que participant à cette formation mais bien d'évaluer le dispositif de formation qui vous a été proposé.

Procédure

Les questionnaires seront menés par une étudiante de Master MALTT en charge du projet de recherche. Les questionnaires se dérouleront au SDG Solution Space, Avenue de Sécheron, 15, 1202 Genève.

Votre participation sera requise pendant 30 minutes durant lesquelles vous aurez à remplir un questionnaire abordant votre satisfaction, votre apprentissage, votre perception des technologies, l'environnement d'apprentissage proposé et l'accompagnement proposé tout à long de cette formation.

Respect de la vie privée et conservation des données

Les données collectées sur les participants resteront strictement confidentielles. Seuls les renseignements nécessaires à la conduite de la recherche seront recueillis : genre, âge, cursus scolaire et académique, expérience professionnelle, spécialisation (le cas échéant) pourront faire l'objet d'une publication scientifique.

L'analyse de ces données pourra ensuite faire l'objet de publications scientifiques en respectant la confidentialité des données recueillies.

Chaque participant se voit attribuer une codification spécifique. Aucune information permettant d'identifier la personne ne sera attachée aux données qui seront publiées. Toutes les données seront conservées sur un serveur sécurisé de la faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation (unité TECFA) sous la responsabilité de Daniel Schneider.

Droits des participants

La participation à cette étude se fait de manière volontaire ; aucune pression ni aucune influence quelle qu'elle soit ne doit intervenir dans votre décision. Si vous choisissez de participer, vous pourrez à tout moment revenir sur cette décision sans avoir à justifier votre retrait de l'expérience.

La participation à l'étude peut être suspendue par le participant à tout moment et sans justification.

Bénéfices et risques pour les participants

La participation est bénévole ; aucune rétribution – pécuniaire ou d'autre nature – n'est prévue.

La participation à cette étude ne présente aucun risque pour les participants et aucun effet indésirable n'est attendu.

Conditions d'arrêt de l'expérience

L'expérience prend fin lorsque l'activité est terminée ou dans l'un des cas suivants :

- Le participant décide de mettre un terme à sa participation de sa propre volonté et ce, pour n'importe quelle raison, qu'il n'est pas tenu de justifier,
- L'expérimentateur prend la décision d'exclure le participant de l'étude. Il devra en préciser la raison au participant.

Accès aux résultats de l'expérience

Les résultats finaux de la recherche seront accessibles sur le site internet du Master MALTT à l'issue de la recherche (<http://tecfa.unige.ch/maltp>). A votre demande, ils pourront également vous être envoyés par e-mail.

Etant donné la nature des données recueillies (l'évaluation d'un dispositif de formation), il n'y a pas de résultats individuels à communiquer aux participants.

Consentement de participation à la recherche

→ **Supprimer/adapter ci-dessous** la/les phrase(s) relative(s) aux enregistrements vidéo et/ou audio en fonction de votre recherche.

Sur la base des informations qui précèdent, je confirme mon accord pour participer à la recherche « Former les enseignants à la conception et fabrication assistée par ordinateur », et j'autorise :

- l'utilisation des données à des fins scientifiques et la publication des résultats de la recherche dans des revues ou livres scientifiques, étant entendu que les données resteront anonymes et qu'aucune information ne sera donnée sur mon identité ; OUI NON
- l'utilisation des données à des fins pédagogiques (cours et séminaires de formation d'étudiants ou de professionnels soumis au secret professionnel). OUI NON

J'ai choisi volontairement de participer à cette recherche. J'ai été informé-e du fait que je peux me retirer en tout temps sans fournir de justifications et que je peux, le cas échéant, demander la destruction des données me concernant.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Prénom Nom

Signature

Date

ENGAGEMENT DU CHERCHEUR

L'information qui figure sur ce formulaire de consentement et les réponses que j'ai données au participant décrivent avec exactitude le projet.

Je m'engage à procéder à cette étude conformément aux normes éthiques concernant les projets de recherche impliquant des participants humains, en application du Code d'éthique concernant la recherche au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et des Directives relatives à l'intégrité dans le domaine de la recherche scientifique et à la procédure à suivre en cas de manquement à l'intégrité de l'Université de Genève.

Je m'engage à ce que le participant à la recherche reçoive un exemplaire de ce formulaire de consentement.

Lydie Boufflers

Signature

Genève, le 28 novembre 2018

Annexe E5. Sources utilisées pour la conception des questionnaires

Tableau 1.

Sources utilisées pour la conception des questionnaires pré et post-formation

	Questions	Thème et sources utilisées
Questionnaire 1		
Vous et votre activité d'enseignant.e	Questions 1 à 8 (8 questions)	Données démographiques : questions formulées par l'auteure en prenant en compte les éléments pouvant avoir un intérêt pour notre recherche c'est-à-dire des données pouvant modérer les résultats obtenus.
	Questions 9, 11, 13	Collaboration : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker, S. L., & Fraser, B. J. (2005). Ces questions ont pour objectif d'évaluer si les participant.e.s sont enclins ou non à la collaboration dans leur quotidien d'enseignant.e.
	Questions 10, 12	Pensée réflexive : Questions reprises et adaptées de Kember, D. & al. (2000).
Vos attentes	Question 14	Question formulée par l'auteure dans le but de connaître les 3 principales attentes des participant.e.s.
Questionnaire 2		
Votre satisfaction	Questions 1, 2, 3	Modalités d'organisation du dispositif : questions formulées par l'auteure.
	Questions 4, 5, 6, 7, 8	Modalités pédagogiques : toutes les questions sauf la question 5 ont été formulées par l'auteure compte tenu des modalités pédagogiques adoptées. La question 5 est inspirée du <i>Course Experience Questionnaire (CEQ)</i> de Byrne & Flood (2003).
	Questions 9,10, 11, 12 et 13	Modalités d'accompagnement : la majorité des questions ont été reprises et adaptées de questionnaire existants. Ainsi, la question 9 a été reprise du questionnaire de satisfaction du Service Ecoles-Médias ² , la question 10 est issue du questionnaire de Fieger (2012), la question 11 du questionnaire de Kember & Leung (2009), la question 12 du questionnaire de Byrne & Flood (2003) et la question 13 a été formulée par l'auteure.
	Question 14	Pertinence professionnelle : question issue du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005) et du questionnaire de satisfaction du Service Ecoles-Médias.
	Questions 15, 16	Réponse aux attentes : la question 15 est issue du <i>Student Satisfaction Survey</i> et la question 16 a été formulée par l'auteure.

² Question envoyée par mail par le SEM le 31 octobre 2018.

<p>Environnement d'apprentissage</p> <p>a) Cadre pédagogique</p> <p>Questions 36, 37, 38</p> <p>Questions 39, 40</p> <p>Questions 41, 42</p> <p>Question 43</p> <p>Question 44</p> <p>Questions 45, 46</p> <p>Questions 47, 48</p> <p>Questions 49, 50</p> <p>b) Contenu et activités</p> <p>Questions 51, 52, 53</p> <p>c) Outils</p> <p>Questions 54 à 67 (14 questions)</p>		<p>Constructivisme : les questions sont issues du constructivisme duquel émane le constructionnisme. Les questions ont été reprises du questionnaire de Dolmans (2003) et se réfère aux concepts qui sous-tendent le constructivisme : apprentissage actif, apprentissage orienté sur soi, apprentissage contextualisé. L'aspect collaboratif n'a pas été repris ici car évaluer par ailleurs.</p> <p>Apprentissage par la pratique : questions créées par l'auteure.</p> <p>Apprentissage en contexte authentique : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005).</p> <p>Apprentissage par projet : question formulée par l'auteure et inspirée de la lecture de l'article Doppelt (2003).</p> <p>Pratique réflexive : question reprise du questionnaire de Kember & al. (2000)</p> <p>Apprentissage personnalisé : questions reprises et adaptée du questionnaire ICEQ de Fraser & Fisher (1982).</p> <p>Apprentissage par les pairs : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005)</p> <p>Ouverture du dispositif : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005). Cette mesure ne fait pas partie des construits théoriques mais est intéressante en tant que partie intégrante d'un dispositif de formation à distance.</p> <p>Contenu et activités : questions 51 et 53 issues d'un questionnaire type d'évaluation des enseignements de l'Université de Genève, le questionnaire GC diplômante (2017). La question 52 a été formulée par l'auteure.</p> <p>Outils : questions formulées par l'auteure.</p>
<p>Accompagnement</p>	<p>Questions 68, 69</p> <p>Questions 70, 71, 72</p> <p>Questions 73, 74, 75, 76</p> <p>Questions 77, 78</p>	<p><i>Les mesures suivantes ont été réalisées en regard des rôles de l'intervenant.e dans une pédagogie de projet. Nous y avons adjoint des mesures de performance qualitative et quantitative.</i></p> <p>Animation : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005)</p> <p>Pédagogie : question 70 reprise et adaptée du questionnaire de Dolmans (1993), question 71 formulée par l'auteure, question 72 reprise et adaptée du questionnaire COLLES.</p> <p>Support technique : questions formulées par l'auteure</p> <p>Support motivationnel : questions formulées par l'auteure</p>

	<p>Question 79, 80</p> <p>Question 81, 83, 85</p> <p>Question 82, 84</p>	<p>Support organisationnel : questions formulées par l’auteure</p> <p>Performance quantitative accompagnant.e : questions reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005)</p> <p>Performance qualitative accompagnant.e : question 82 reprises et adaptées du questionnaire DELES de Walker & Fraser (2005), question 84 reprise et adaptée du questionnaire de Dolmans (1993).</p>
Questionnaires 1 et 2 (parties communes)		
Votre apprentissage	<p>Questions 15 à 25 (10 questions)</p> <p><u>Questions 17 à 27 (10 questions)</u></p>	<p>Apprentissage de la modélisation, de la gravure-découpe laser et de la fabrication digitale : questions visant à évaluer le degré d’atteinte des objectifs pédagogiques. Ces questions sont donc directement inspirées de ceux-ci et formulées en prenant pour modèle l’article de Schmidt, D. A. & al. (2009), celui de Metraglia, R. & al. (2013) et le Massachusetts TSAT (2017). Ces deux instruments n’ont donc pas été utilisés à proprement parlé mais ont servi de modèle pour la formulation des questions concernant l’apprentissage issues de nos objectifs pédagogiques.</p>
Votre perception actuelle des technologies de fabrication digitale	<p>Questions 26 à 36 soit 10 questions</p> <p>Questions 28 à 35 soit 10 questions</p>	<p>Perception des technologies par les enseignants : questions reprises et adaptées du <i>Teachers' Attitudes Toward Computers (TAC)</i> de Christensen & Knezek (1996). Compte tenu de notre contexte, quatre facteurs ont été sélectionnés F1 : Enthousiasme / plaisir, F2 : Anxiété, F3 : Evitement / Acceptation, F6 Productivité (voir section 3.2.3)</p>

Annexe F. Entretiens semi-dirigés : conception, protocole et fiche de consentement

Annexe F1. Conception des entretiens semi-dirigés

Ressources

- Entretiens (s.d). Dans Edutechwiki, consulté le 12 octobre 2018 à <https://edutechwiki.unige.ch/fr/Entretiens>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, MyEducationLab Series. *Pearson*.
- Mertens, D. M. (2014). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Sage publications.
- Class, B. (2009). [A blended socio-constructivist course with an activity-based, collaborative learning environment intended for trainers of conference interpreters](#). Université de Genève. Thèse
- Baehler, M. (2015). *Motifs d'engagement et dynamiques identitaires des étudiants en formation hybride : Cinq études de cas dans le cadre du master MALTT* Retrieved from <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:75078>

Méthodologie

Conception :

Entretien semi-structuré : obtenir des réponses à des questions précises et, en parallèle, permettre à l'interviewer de se sentir libre de s'exprimer (edutechwiki). Cela permettra également d'obtenir des précisions / explications sur les questionnaires qui ont été rempli en amont. Par conséquent les questions commenceront par une question ouverte puis on cherchera à faire préciser aux participants les éléments qui nous ont interpellés dans le questionnaire.

Les entretiens seront marqués par des probes (pour obtenir davantage d'informations ou d'explications) et des pauses (essentielle pour permettre à l'interviewé de réfléchir)

Concepts abordés :

Les concepts abordés sont les mêmes que le questionnaire et correspondent aux questions de recherche. L'ordre des thèmes abordés sera le même que pour le questionnaire : plus pratique pour l'interviewé et l'interviewer. De plus, cela suit une certaine logique (l'on commence par la satisfaction, on continue avec le dispositif avant d'aborder la question de l'accompagnement qui est un sujet un peu plus touchy et enfin celle de la perception de l'utilisation des technologies qui tient toute sa place en guise de conclusion et permet de rebondir sur l'avenir.

Temps prévu pour les entretiens :

- Entre 45 et 1 heure

Nombre de personnes :

- principe de saturation (quand plus d'infos nouvelles sur les éléments majeurs)

Questions d'entretien

Notes de conception

Les questions ont été formulées selon les différents types de questions existantes : McMillan & Schumacher, 2010 et traduite par nous

Type de questions (McMillan & Schumacher, 2010)	Questions	Indicateurs	Ce que l'on veut savoir
Dimension 1 : satisfaction générale (question de recherche 1)			
Expérience/Comportement Opinions/Valeurs	<p>Comment avez-vous vécu la formation ?</p> <p>Que pensez-vous de cette formation ? <i>Probes : quels éléments vous ont donné satisfaction ? quels éléments ne vous ont pas donné satisfaction ? Quels changements recommanderiez-vous pour améliorer la formation ?</i></p> <p>La formation a-t-elle répondu à vos attentes ? (reprendre les attentes formulées par le ou la participant.e)</p> <p>Cette formation est-elle utile pour votre quotidien d'enseignant.e ? <i>Probes : En quoi va-t-elle aider / modifier votre manière d'enseigner pour l'avenir ? Comptez-vous renouveler l'expérience (i.e fabriquer d'autres outils avec la même technologie ou une technologie différente) ?</i> (SEM) Dans ce cours, qu'avez-vous particulièrement aimé ?</p> <p>[[+ confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement par le ou la participant.e]]</p>	<p>Expression du niveau de satisfaction des participants vis-à-vis de la formation.</p> <p>Expression du niveau de réponses aux attentes des participant.e.s</p> <p>Utilité du dispositif par rapport à leur activité professionnelle d'enseignant.e.</p>	<p>Savoir si les enseignant.e.s sont satisfaits de la formation et si cette formation leur est utile dans leur quotidien d'enseignant.e.</p> <p>Déceler des axes d'amélioration du dispositif</p>
Dimension 2 : les connaissances et compétences (question de recherche 2)			
Connaissances	<p>Qu'avez-vous appris dans cette formation ? Quels apprentissages vous paraissent les plus importants ? pourquoi ? (permet de faire avec un lien avec dimension 1 : utilité)</p>	<p>Auto-évaluation des apprentissages en termes de connaissances et compétences acquises</p>	<p>Savoir si les enseignant.e.s ont acquis les objectifs d'apprentissage qui ont été définis dans le cahier des charges.</p>

	<p>Probes : <i>quelles connaissances avez-vous acquises ? quelles compétences avez-vous acquises ?</i></p> <p>Le niveau de connaissances et compétences que vous avez atteint répond t'il à vos attentes ? Probes : <i>Vous paraît-il suffisant ? Pensez-vous qu'il faille approfondir certaines connaissances (savoir), compétences (savoir-faire) ?</i></p> <p>Y a-t-il des apprentissages que vous ne vous attendiez pas à faire ? Probes : <i>En réalisant les activités (page personnelle, blogpost, modélisation dans un logiciel, discussion-débat ...) qu'avez-vous appris ? En utilisant les outils mis à disposition (forum, wiki...), qu'avez-vous appris ?</i></p> <p>Y a-t-il des apprentissages que vous auriez aimé faire et que vous n'avez pas fait ? Lesquels ?</p> <p>Quelles ont été vos principales difficultés ? Comment êtes-vous parvenu à surmonter ces difficultés ? Probes : <i>Quel processus avez-vous mis en œuvre ? quelles ressources avez-vous utilisées ?</i></p> <p>[[confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement par le ou la participant.e et interroger dans quelle mesure ce manquement est ou non important]]</p>	<p>Auto-évaluation du niveau d'acquisition de ces connaissances et compétences</p>	<p>Savoir à quel niveau de performance les apprentissages ont été réalisés.</p> <p>Savoir si les enseignant.e.s ont réalisés des apprentissages qui n'étaient pas prévu dans le cahier des charges</p>
<p>Dimension 3 : Le design pédagogique (question de recherche 3)</p>			
<p>Opinions/Valeurs Expérience/Comportement</p>	<p>Q3.a (opérationnalisation) Selon vous, quelles méthodes pédagogiques ont été mises en œuvre ? [[confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement i.e les choix théoriques qui n'ont pas été perçus par l'enseignant.e]]</p>	<p>Q3.a Expression de la perception des choix théoriques effectués</p> <p>Expression de l'efficacité des choix pédagogiques effectués.</p> <p>*****</p>	<p>Q3.a Savoir si les choix théoriques ont été correctement opérationnalisés</p> <p>Savoir si les choix théoriques ont favorisé l'apprentissage</p>

	<p>Pensez-vous que les méthodes choisies soient adaptées à ce type d'apprentissage ? Pourquoi ? Probes : <i>Préconiserez-vous d'autres méthodes ? lesquelles ? Pourquoi ?</i></p> <p>Q3.b (contenu, activités, ressources) Que pensez-vous de la scénarisation de cette formation ? Probes : <i>Que pensez-vous de la structure des présentielles ? de la structure des périodes distancielles ? Quelles activités ont particulièrement favorisé votre apprentissage ? Pourquoi ? Quelles activités n'ont pas favorisé votre apprentissage et vous semblent inutiles ? Pourquoi ?</i> Probes : <i>Dans quelles situations avez-vous le mieux appris ? Pourquoi ? Dans quelles situations avez-vous le moins bien appris ? Pourquoi ?</i></p> <p>Que pensez-vous des ressources mises à disposition ? Probes : <i>Etaient-elles en quantité suffisantes, insuffisantes ? Correspondaient-elles à vos besoins ? Etaient-elles de qualité, de faible qualité ? pourquoi ? que préconiserez-vous ?</i></p> <p>Q3.B (outils) Que pensez-vous des outils mis à disposition pendant la durée de la formation ? Probes : <i>quels sont ceux que vous avez appréciés ? quels sont ceux que vous n'avez pas appréciés ? pourquoi ?</i></p> <p>Quels sont les outils que vous avez le plus utilisé ? pourquoi ? Probes : <i>quels sont les outils que vous avez le moins utilisés ? pourquoi ?</i> [[confrontation au questionnaire => rubrique outils pour essayer de comprendre pourquoi certains outils ont plus été utilisés que d'autres. Est-ce le même type d'outils ?]]</p> <p>Quels outils vous ont particulièrement aidé lors de votre apprentissage ? Pourquoi ?</p>	<p>Q3.b Expression de la perception de la pertinence des méthodes, activités et contenu *****</p> <p>Q3.c Expression de l'appréciation des outils mis à disposition</p> <p>Expression de la fréquence d'utilisation des outils</p> <p>Expression de l'utilité et de l'importance des outils dans le parcours d'apprentissage</p> <p>Expression pertinence des outils proposés avec les besoins des participant.e.s ***</p> <p>Q3.d Expression de la perception de l'accompagnement proposé au cours du processus d'apprentissage</p> <p>Expression de l'importance de l'accompagnement dans le processus d'apprentissage</p> <p>Expression du degré d'importance des différents rôles de l'accompagnant</p>	<p>Dégager des principes de design pédagogiques</p> <p>Q3.b Savoir si les activités proposées ont favorisé l'apprentissage</p> <p>Savoir si les ressources proposées étaient pertinentes, suffisantes et de qualité et ont favorisé l'apprentissage</p> <p>Dégager des principes de design pédagogiques</p> <p>Q3.c Savoir si les outils proposés ont été appréciés et utilisés</p> <p>Savoir dans quelle mesure les outils proposés ont contribué à soutenir l'apprentissage</p> <p>Savoir si la palette d'outils proposés était suffisante ou si certains manquaient.</p> <p>Q3.d Savoir si l'accompagnement correspond à ce que les enseignant.e.s attendaient</p> <p>Savoir dans quelle mesure l'accompagnement proposé a</p>
--	---	---	---

	<p>Probes : <i>Quels outils vous ont moins aidé? pourquoi ? Y a-t-il des outils qui ne vous ont pas du tout aidé ? Y a-t-il des outils qui ont été contre-productif (ont augmenté la confusion) ?</i> [[confrontation au questionnaire => rubrique outils pour essayer de comprendre pourquoi certains outils ont favorisés l'apprentissage et d'autres pas]]</p> <p>Pensez-vous qu'il y a assez d'outils pour soutenir votre apprentissage ? Pensez-vous qu'il manque certains outils ?</p> <p>Q3.d (accompagnement) Que pensez-vous de l'accompagnement proposé dans cette formation ?</p> <p>Probes : <i>Ce suivi correspondait-il l'image que vous vous en étiez fait ? pourquoi ? Le cas échéant, que préconiseriez-vous pour améliorer cet accompagnement ?</i></p> <p>L'accompagnement a-t-il était un élément important dans votre processus d'apprentissage ? Quel type d'accompagnement (animateur, pédagogue, support, évaluateur) a-t-il particulièrement été utile pour vous ?</p> <p>Probes : <i>pouvez-vous me citer une ou deux situations où la présence du formateur-tuteur a été déterminante dans votre apprentissage ? A l'inverse, pouvez vous me citer une ou deux situations où la présence du formateur-tuteur n'était pas déterminante dans votre apprentissage ?</i></p> <p>[[confrontation au questionnaire => reprise des dimensions évaluées négativement]]</p>		<p>contribué au processus d'apprentissage</p> <p>Savoir quels rôles de l'accompagnant ont été plus ou moins déterminants dans le processus d'apprentissage</p>
Dimension 4 : perception des enseignants vis-à-vis de la technologie (question de recherche 4)			
Opinion/Valeurs	Entre le début et la fin de la formation, dans quelle mesure votre opinion sur l'utilisation des technologies de fabrication digitale a-t-elle évoluée ?	Expression de la perception de l'utilisation des technologies dans les enseignements	Savoir dans quelle mesure la perception de l'utilisation des technologies et plus particulièrement de la CFAO a

	<p>Probes : <i>quelle était votre opinion au début de la formation ? quelle est votre opinion maintenant ? comment a-t-elle évoluée au fil de la formation ?</i></p> <p>Envisagez-vous de réitérer cette expérience de construction d'outils pédagogiques ?</p> <p>Probes : <i>Pourquoi ? avec la même technologie ? avec des technologies différentes ? Voyez-vous des freins qui vous empêchez de réaliser ces projets ?</i></p> <p>Pensez-vous que ce type de formation devrait être plus récurrente ?</p> <p>Probes : <i>quelle rythme de formation serait approprié ?</i></p> <p>[[confrontation au questionnaire => reprise des items évalués négativement]]</p>	<p>Expression de l'intention de réitération de l'expérience</p>	<p>évolué entre le début et la fin de la formation</p> <p>Savoir dans quelle mesure les enseignant.e.s ont l'intention de réitérer cette expérience avec la même technologie ou une ou des technologies différentes.</p>
<p>Dimension 5 : accès aux machines (hors cadre)</p>			
<p>Opinion/Valeurs</p>	<p>Avez-vous d'autres projets en tête avec la gravure-découpe laser ?</p> <p>Imaginons que vous ayez un accès libre à une machine laser, quelle serait votre fréquence d'utilisation ?</p> <p>Connaissez-vous dans votre entourage professionnel des enseignant.e.s qui seraient intéressé.e.s par cette formation ? Intéressé.e.s par la réalisation d'objets d'apprentissages avec une graveuse-découpeuse laser ?</p> <p>Seriez-vous prêt à consacrer une partie de votre budget enseignant à l'achat de matériaux pour la laser ?</p> <p>Est-ce que la présence d'un support technique est nécessaire pour l'apprentissage des machines ?</p>		

Annexe F2. Protocole d'entretien

Protocole d'entretien

Préparation de l'interview

Salutation et remerciement d'avoir accepté l'entretien.

But de l'entretien

Suite à votre participation à la formation continue « Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale », j'ai souhaité vous rencontrer afin d'échanger sur votre expérience dans ce cours.

Un questionnaire vous a déjà été proposé lors de la 2^e présentielle. L'objectif ici est de vous proposer une parole plus libre sur les thématiques abordées dans celui-ci afin de vos avis et opinions sur cette formation.

Consignes

Vérifier la disponibilité de l'interviewé : 30 minutes +/- mais l'on peut faire des pauses si vous le souhaitez voire arrêter l'entretien.

Concernant les questions posées, vous avez le droit de ne pas répondre à une ou plusieurs questions.

Signature de la fiche de consentement

Enregistrement : demander si je peux enregistrer afin de faciliter les échanges ?

Je vous propose donc que l'on procède comme suit : réalisation de l'entretien puis, à l'issue de l'entretien discussion / compléments que vous souhaiteriez aborder.

Questions d'entretien

Dimension 1 : satisfaction générale

(question de recherche 1)

Comment avez-vous vécu la formation ? Que pensez-vous de cette formation ?

SEM Probes : quels éléments vous ont donné satisfaction ? quels éléments ne vous ont pas donné satisfaction ? Quels changements recommanderiez-vous pour améliorer la formation ?

La formation a-t-elle répondu à vos attentes ? (reprendre les attentes formulées par le ou la participant.e)

Cette formation est-elle utile pour votre quotidien d'enseignant.e ?

Probes : En quoi va-t-elle aider / modifier votre manière d'enseigner pour l'avenir ? Comptez-vous renouveler l'expérience (i.e fabriquer d'autres outils avec la même technologie ou une technologie différente) ?

(SEM) Dans ce cours, qu'avez-vous particulièrement aimé ?

[[+ confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement par le ou la participant.e]]

Dimension 2 : les connaissances et compétences

(question de recherche 2)

Qu'avez-vous appris dans cette formation ? Quels apprentissages vous paraissent les plus importants ? pourquoi ? (permet de faire avec un lien avec dimension 1 : utilité)

Probes : quelles connaissances avez-vous acquises ? quelles compétences avez-vous acquises ?

Le niveau de connaissances et compétences que vous avez atteint répond t'il à vos attentes ?

Probes : Vous paraît-il suffisant ? Pensez-vous qu'il faille approfondir certaines connaissances (savoir), compétences (savoir-faire) ?

Y a-t-il des apprentissages que vous ne vous attendiez pas à faire ?

Probes : En réalisant les activités (page personnelle, blogpost, modélisation dans un logiciel, discussion-débat ...) qu'avez-vous appris ? En utilisant les outils mis à disposition (forum, wiki...), qu'avez-vous appris ?

Y a-t-il des apprentissages que vous auriez aimé faire et que vous n'avez pas fait ? Lesquels ?

Quelles ont été vos principales difficultés ? Comment êtes-vous parvenu à surmonter ces difficultés ?

Probes : Quel processus avez-vous mis en œuvre ? quelles ressources avez-vous utilisées ?

[[confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement par le ou la participant.e et interroger dans quelle mesure ce manquement est ou non important]]

Dimension 3 : Le design pédagogique

(question de recherche 3)

Q3.a (opérationnalisation)

Selon vous, quelles méthodes pédagogiques ont été mises en œuvre ?

[[confrontation au questionnaire => reprise des éléments qui ont été évalués négativement i.e les choix théoriques qui n'ont pas été perçus par l'enseignant.e]]

Probes : Dans quelles situations avez-vous le mieux appris ? Pourquoi ?

Dans quelles situations avez-vous le moins bien appris ? Pourquoi ?

Pensez-vous que les méthodes choisies soient adaptées à ce type d'apprentissage ? Pourquoi ?

Probes : Préconiseriez-vous d'autres méthodes ? lesquelles ? Pourquoi ?

Q3.b (contenu, activités, ressources)

Que pensez-vous de la scénarisation de cette formation ?

Probes : Que pensez-vous de la structure des présentielles ? de la structure des périodes distancielles ?

Quelles activités ont particulièrement favorisé votre apprentissage ? Pourquoi ? Quelles activités n'ont pas favorisé votre apprentissage et vous semblent inutiles ? Pourquoi ?

Que pensez-vous des ressources mises à disposition ?

Probes : Etaient-elles en quantité suffisantes, insuffisantes ?

Correspondaient-elles à vos besoins ? Etaient-elles de qualité, de faible qualité ? pourquoi ? que préconiseriez-vous ?

Q3.B (outils)

Que pensez-vous des outils mis à disposition pendant la durée de la formation ?

Probes : quels sont ceux que vous avez appréciés ? quels sont ceux que vous n'avez pas appréciés ? pourquoi ?

Quels sont les outils que vous avez le plus utilisé ? pourquoi ?

Probes : quels sont les outils que vous avez le moins utilisés ? pourquoi ?

[[confrontation au questionnaire => rubrique outils pour essayer de comprendre pourquoi certains outils ont plus été utilisés que d'autres. Est-ce le même type d'outils ?]]

Quels outils vous ont particulièrement aidé lors de votre apprentissage ? Pourquoi ?

Probes : Quels outils vous ont moins aidé ? pourquoi ? Y a-t-il des outils qui ne vous ont pas du tout aidé ? Y a-t-il des outils qui ont été contre-productif (ont augmenté la confusion) ?

[[confrontation au questionnaire => rubrique outils pour essayer de comprendre pourquoi certains outils ont favorisés l'apprentissage et d'autres pas]]

Pensez-vous qu'il y a assez d'outils pour soutenir votre apprentissage ? Pensez-vous qu'il manque certains outils ?

Q3.d (accompagnement)

Que pensez-vous de l'accompagnement proposé dans cette formation ?

Probes : Ce suivi correspondait-il l'image que vous vous en étiez fait ? Le cas échéant, que préconiserez-vous pour améliorer cet accompagnement ?

L'accompagnement a-t-il été un élément important dans votre processus d'apprentissage ? Quel type d'accompagnement (animateur, pédagogue, support, évaluateur) a-t-il particulièrement été utile pour vous ?

Probes : pouvez-vous me citer une ou deux situations où la présence du formateur-tuteur a été déterminante dans votre apprentissage ? A l'inverse, pouvez vous me citer une ou deux situations où la présence du formateur-tuteur n'était pas déterminante dans votre apprentissage ?

[[confrontation au questionnaire => reprise des dimensions évaluées négativement]]

Dimension 4 : perception des enseignants vis-à-vis de la technologie

(question de recherche 4)

Entre le début et la fin de la formation, dans quelle mesure votre opinion sur l'utilisation des technologies de fabrication digitale a-t-elle évoluée ?

Probes : quelle était votre opinion au début de la formation ? quelle est votre opinion maintenant ? comment a-t-elle évoluée au fil de la formation ?

Envisagez-vous de réitérer cette expérience de construction d'outils pédagogiques ?

Probes : Pourquoi ? avec la même technologie ? avec des technologies différentes ? Voyez-vous des freins qui vous empêcheront de réaliser ces projets ?

Pensez-vous que ce type de formation devrait être plus récurrent ?

Probes : quelle rythme de formation serait approprié ?

[[confrontation au questionnaire => reprise des items évalués négativement]]

Dimension 5 : accès aux machines

(hors cadre)

Avez-vous d'autres projets en tête avec la gravure-découpe laser ?

Imaginons que vous ayez un accès libre à une machine laser, quelle serait votre fréquence d'utilisation ?

Connaissez-vous dans votre entourage professionnel des enseignant.e.s qui seraient intéressé.e.s par cette formation ? Intéressé.e.s par la réalisation d'objets d'apprentissages avec une graveuse-découpeuse laser ?

Seriez-vous prêt à consacrer une partie de votre budget enseignant à l'achat de matériaux pour la laser ?

Conclusion

Avez-vous quelque chose à ajouter ?

Annexe F3. Fiche de consentement entretien

RECHERCHE		
CONCEPTION D'UN DISPOSITIF DE FORMATION A LA CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR A DESTINATION DES ENSEIGNANTS DANS LE CADRE DE LA FORMATION CONTINUE		
Responsable(s) du projet de recherche :	Lydie (lydie.boufflers@etu.unige.ch), Master MALTT Supervision : Prof. Daniel K. Schneider (daniel.schneider@unige.ch), TECFA, Université de Genève	Boufflers Etudiante Unité

(Dans ce texte, le masculin est utilisé au sens générique ; il comprend aussi bien les femmes que les hommes.)

INFORMATION AUX PARTICIPANTS ET CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Information aux participants

Nous vous invitons à participer à une étude menée dans le cadre d'un mémoire de recherche en vue de l'obtention du Master MALTT (Master en technologies de la formation et de l'apprentissage). Ce mémoire porte la conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'un dispositif de formation visant à former les enseignant.e.s à la conception et fabrication assistée par ordinateur.

Aussi, dans le but de collecter des informations permettant d'améliorer le dispositif pour l'avenir, nous réalisons une évaluation du dispositif auprès des enseignants ayant suivi cette formation.

Participants

La participation est ouverte à tous les enseignants qui ont suivi la formation « *Concevez vos outils pédagogiques avec la fabrication digitale : initiation à la gravure-découpe laser* » dans le cadre de formation continue.

La participation est fermée à toutes autres personnes et aux participants n'ayant pas suivi la formation jusqu'à son terme.

Objectif de l'étude

Le but de l'évaluation de ce dispositif est d'en mesurer son efficacité. Cette évaluation permettra de valider certains aspects et/ou de dégager des pistes d'amélioration du dispositif.

Par conséquent, le but de cette étude n'est pas de vous évaluer en tant que participant à cette formation mais bien d'évaluer le dispositif de formation qui vous a été proposé.

Procédure

Les entretiens seront menés par une étudiante de Master MALTT en charge du projet de recherche. Votre participation sera requise pour une rencontre d'environ 1 heure. Vous aurez à répondre à des questions abordant votre satisfaction, votre apprentissage, votre perception des technologies, l'environnement d'apprentissage et l'accompagnement proposé tout à long de cette formation.

Respect de la vie privée et conservation des données

Les données collectées sur les participants resteront strictement confidentielles. Seuls les renseignements nécessaires à la conduite de la recherche seront recueillis : genre, âge, cursus scolaire et académique, expérience professionnelle, spécialisation (le cas échéant) pourront faire l'objet d'une publication scientifique.

L'analyse de ces données pourra ensuite faire l'objet de publications scientifiques en respectant la confidentialité des données recueillies.

Chaque participant se voit attribuer une codification spécifique. Aucune information permettant d'identifier la personne ne sera attachée aux données qui seront publiées. Toutes les données seront conservées sur un serveur sécurisé de la faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation (unité TECFA) sous la responsabilité de Daniel Schneider.

Droits des participants

La participation à cette étude se fait de manière volontaire ; aucune pression ni aucune influence quelle qu'elle soit ne doit intervenir dans votre décision. Si vous choisissez de participer, vous pourrez à tout moment revenir sur cette décision sans avoir à justifier votre retrait de l'expérience.

La participation à l'étude peut être suspendue par le participant à tout moment et sans justification.

Bénéfices et risques pour les participants

La participation est bénévole ; aucune rétribution – pécuniaire ou d'autre nature – n'est prévue.

La participation à cette étude ne présente aucun risque pour les participants et aucun effet indésirable n'est attendu.

Conditions d'arrêt de l'expérience

L'expérience prend fin lorsque l'activité est terminée ou dans l'un des cas suivants :

- Le participant décide de mettre un terme à sa participation de sa propre volonté et ce, pour n'importe quelle raison, qu'il n'est pas tenu de justifier,
- L'expérimentateur prend la décision d'exclure le participant de l'étude. Il devra en préciser la raison au participant.

Accès aux résultats de l'expérience

Les résultats finaux de la recherche seront accessibles sur le site internet du Master MALTT à l'issue de la recherche (<http://tecfa.unige.ch/maltp>). A votre demande, ils pourront également vous être envoyés par e-mail.

Etant donné la nature des données recueillies (l'évaluation d'un dispositif de formation), il n'y a pas de résultats individuels à communiquer aux participants.

Consentement de participation à la recherche

→ **Supprimer/adapter ci-dessous** la/les phrase(s) relative(s) aux enregistrements vidéo et/ou audio en fonction de votre recherche.

Sur la base des informations qui précèdent, je confirme mon accord pour participer à la recherche « Former les enseignants à la conception et fabrication assistée par ordinateur », et j'autorise :

- l'utilisation des données à des fins scientifiques et la publication des résultats de la recherche dans des revues ou livres scientifiques, étant entendu que les données resteront anonymes et qu'aucune information ne sera donnée sur mon identité ; OUI NON
- l'utilisation des données à des fins pédagogiques (cours et séminaires de formation d'étudiants ou de professionnels soumis au secret professionnel). OUI NON

J'ai choisi volontairement de participer à cette recherche. J'ai été informé-e du fait que je peux me retirer en tout temps sans fournir de justifications et que je peux, le cas échéant, demander la destruction des données me concernant.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Prénom Nom

Signature

Date

ENGAGEMENT DU CHERCHEUR

L'information qui figure sur ce formulaire de consentement et les réponses que j'ai données au participant décrivent avec exactitude le projet.

Je m'engage à procéder à cette étude conformément aux normes éthiques concernant les projets de recherche impliquant des participants humains, en application du Code d'éthique concernant la recherche au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et des Directives relatives à l'intégrité dans le domaine de la recherche scientifique et à la procédure à suivre en cas de manquement à l'intégrité de l'Université de Genève.

Je m'engage à ce que le participant à la recherche reçoive un exemplaire de ce formulaire de consentement.

Lydie Boufflers

Signature

Genève, le (Décembre 2018- Décembre 2019)

Annexe G. Données qualitatives

Annexe G1. Manuel de codage

Accès également en ligne.

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltr/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Nom du fichier : [annexe-g1_manuel-codage.xlsx](#)

Cycle 1 : liste de codes de départ

le 01.03.19

CATEGORIE	ABBREVIATIONS	QUESTION DE RECHERCHE	COMMENTAIRE
SATISFACTION			
	S	1	
S: ORGANISATION	S-ORG	1.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé le niveau de satisfaction par rapport au concept (S+ = satisfait.e, S- = pas satisfait.e). Cette mention se situe à droite du code. Exemple : S-ORG S+
S: PEDAGOGIE	S-PED	1.1	
S: ACCOMPAGNEMENT	S-ACCO	1.1	
S: GENERALE	S-GEN	1.1	
S: REPONSE ATTENTES	S-REP/ATT	1.2	
S: UTILITE PROFESSIONNELLE	S-UTL/PRO	1.3	
APPRENTISSAGE			
	A	2	
A: DESSIN	A-DES	2.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque participant.e, sont précisés le niveau de performance de départ (NOV = novice de 1 à 4,99 inclus, CONF= confirmé de 5 à 10) et son évolution avant/après la formation (EVOL+ = importante, EVOL- = pas d'évolution ou évolution négligeable). Le niveau de départ est repris du questionnaire d'autoévaluation pré-formation mais les évolutions sont fonctions des dires des participant.e.s.
A: LASER	A-LAS	2.1	
A: FABRICATION DIGITALE	A-FAB/DIG	2.1	
A: AUTRES	A-AUT	2.2	
DISPOSITIF			
	D	3	
D: OPERATIONNALISATION CONCEPTS	D-OPE	3.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code est précisé le degré d'accord sur le concept (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et le degré d'importance de ce concept pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important). Ces mentions sont situées à droite et peuvent ou non être combinées. Exemple: D-OPE/CONS (ACC+, IMP-).
D-OPE : CONSTRUCTIVISME / CONSTRUCTIONNISME	D-OPE/CONS	3.1	
D-OPE : APPRENTISSAGE PAR PROJET	D-OPE/PROJ	3.1	
D-OPE: PRATIQUE REFLEXIVE	D-OPE/REFL	3.1	
D-OPE : APPRENTISSAGE PAR LA PRATIQUE	D-OPE/PRAT	3.1	
D-OPE : APPRENTISSAGE EN CONTEXTE AUTHENTIQUE	D-OPE/AUTH	3.1	
D-OPE : APPRENTISSAGE PERSONNALISE	D-OPE/PERS	3.1	
D-OPE : APPRENTISSAGE PAIRS	D-OPE/APP-PAI	3.1	
D-OPE : OUVERTURE DU DISPOSITIF	D-OPE/OUV	3.1	
D: MODALITES	D-MOD	3.2	
D-MOD : METHODES	D-MOD/METH	3.2	
D-MOD : ACTIVITES	D-MOD/ACT	3.2	
D-MOD: RESSOURCES	D-MOD/RESS	3.2	
D: OUTILS	D-OUT	3.3	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé la fréquence d'utilisation de l'outil (FREQ+ = fréquemment ou très fréquemment, FREQ- = jamais, pas ou peu fréquemment) et l'importance de cet outil dans l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important). Ces qualifications sont situées à droite du code et peuvent ou non être combinées.
D-OUT : DIFIFABWIKI FORUM	D-OUT/FOR	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI EXTENSION "QUI EST EN LIGNE?"	D-OUT/EXT	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI BLOGPOST PERSONNEL	D-OUT/BLO-PER	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI BLOGPOST DES AUTRES	D-OUT/BLO-AUT	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - SUIVI DES PAGES	D-OUT/NOT	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - PAGES DISCUSSION	D-OUT/DIS	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - DESCRIPTIF DE FORMATION	D-OUT/DES	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - CONSIGNES DES ACTIVITES	D-OUT/CONS	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - PAGES TRAVAUX	D-OUT/TVX	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI - RESSOURCES TUTORIELLES	D-OUT/RES	3.3	
D-OUT : DIGIFABWIKI	D-OUT/WIKI	3.3	
D-OUT: MAIL PERSONNEL	D-OUT/MAI	3.3	
D-OUT : LOGICIEL DE DESSIN	D-OUT/LOG	3.3	
D-OUT: GRAVEUSE-DECOUPEUSE LASER	D-OUT/GRA	3.3	
D-OUT: PERMANENCES TECHNIQUES	D-OUT/PER	3.3	
D: ACCOMPAGNEMENT	D-ACCO	3.4	
D-ACCO : ANIMATION	D-ACCO/ANI	3.4	
D-ACCO : PEDAGOGIE	D-ACCO/PED	3.4	
D-ACCO: SUPPORT TECHNIQUE	D-ACCO/SUPTec	3.4	
D-ACCO: SUPPORT MOTIVATIONNEL	D-ACCO/SUPMOT	3.4	
D-ACCO: SUPPORT ORGANISATIONNEL	D-ACCO/SUPORG	3.4	
D-ACCO : PERFORMANCE QUALITATIVE	D-ACCO/PERFQIL	3.4	
D-ACCO : PERFORMANCE QUANTITATIVE	D-ACCO/PERFQUT	3.4	
PERCEPTION DES TECHNOLOGIES			
	P	4	
P: ENTHOUSIASME / PLAISIR	P-ENT	4	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé le degré d'accord sur le concept (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord)
P : ANXIETE	P-ANX	4	
P: EVITEMENT	P-EVI	4	
P : PRODUCTIVITE	P-PRO	4	

Note importante concernant les évaluations pour chaque code

Ces évaluations peuvent également ne pas apparaître si le verbatim n'est pas assez explicite pour y apposer un code. Dans ce dernier cas, un sigle ?? apparaît.
Sauf mention contraire, les évaluations découlent des dires des participant.e.s sans prendre en compte le questionnaire post-formation. Ce sont donc des évaluations subjectives de la chercheur.e

Cycle 1 : Définition opérationnelle des codes

Le 01.03.19

CATEGORIE	DEFINITION
SATISFACTION : S	<i>Série de codes concernant la satisfaction vis-à-vis de la formation. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec le niveau de satisfaction (S+ = satisfait, S- = non satisfait).</i>
Satisfaction organisation : S-ORG	Expression de la satisfaction des participant.e.s concernant l'organisation (articulation présence-distance et durée de la formation) et la logistique (lieu de formation).
Satisfaction pédagogie : S-PED	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis des choix pédagogiques effectués (activités, charge de travail, ressources conceptuelles, matérielles et humaines)
Satisfaction accompagnement : S-ACC	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis de l'accompagnement proposé (animation pédagogique, compétences techniques des formateurs, communication avec les formateurs, investissement des formateurs).
Satisfaction générale : S-GEN	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis de la formation en générale. Il s'agit d'une évaluation de la satisfaction globale concernant l'organisation, la pédagogie et l'accompagnement.
Réponses aux attentes : S-REP/ATT	Forme d'expression de la satisfaction des participant.e.s par la réponse aux attentes formulées au début de la formation et l'atteinte des connaissances et compétences qu'ils/elles avaient envisagé.
Utilité professionnelle : S-UTL/PRO	Forme d'expression de la satisfaction des participant.e.s par l'évaluation de l'utilité perçue pour leur activité professionnelle d'enseignant.e.
APPRENTISSAGE : A	<i>Série de codes concernant l'évaluation du niveau de performance des participant.e.s et son évolution avant/après la formation. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec le niveau de performance de départ (NOV = novice, INI = initié, EXP = expert) et son évolution avant/après la formation (EVOL+ = importante, EVOL- = pas importante).</i>
Logiciel de dessin : A-DES	Niveau et évolution des performances concernant le logiciel de dessin.
Graveuse-découpeuse laser : A-LAS	Niveau et évolution des performances concernant la graveuse-découpeuse laser.
Fabrication digitale : A-FAB/DIG	Niveau et évolution des performances concernant les connaissances sur la fabrication digitale.
Autres apprentissages : A-AUT	Niveau et évolution des performances concernant d'autres domaines.
DISPOSITIF : D	<i>Série de codes concernant l'évaluation du dispositif de formation.</i>
OPERATIONNALISATION CONCEPTS : D-OPE	<i>Série de codes concernant l'opérationnalisation du dispositif de formation et son importance dans l'apprentissage. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec un degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et d'importance pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Constructivisme/Contructionnisme : D-OPE/CONS	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif livre une vision de l'apprentissage comme un processus de construction des connaissances
Apprentissage par projet : D-OPE/PROJ	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s de générer des apprentissages à travers la réalisation concrète d'un projet.
Pratique réflexive : D-OPE/REFL	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s de propension du dispositif à proposer aux participant.e.s des moyens pour réfléchir sur leurs actions.
Apprentissage par la pratique : D-OPE/PRAT	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif propose un apprentissage par l'expérience,
Apprentissage en contexte authentique : D-OPE/AUTH	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif propose un apprentissage contextualisé
Apprentissage personnalisé : D-OPE/PERS	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif fournit à chaque participant.e un suivi personnalisé.
Apprentissage par les pairs : D-OPE/APP-PAI	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s d'apprendre les uns des autres
Degré d'ouverture du dispositif : D-OPE/OUV	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif offre un degré de liberté aux participant.e.s au niveau pédagogique et organisationnel.
MODALITES : D-MOD	<i>Série de codes concernant l'influence des modalités pédagogiques choisies sur l'apprentissage. Ces codes sont précisés avec un degré d'influence (INF+ = influence positive, INF- = pas d'influence ou influence négative)</i>
Méthodes : D-MOD/METH	Influence des méthodes pédagogiques choisies sur l'apprentissage
Activités : D-MOD/ACT	Influence des activités choisies sur l'apprentissage
Ressources : D-MOD/RESS	Influence des ressources proposées sur l'apprentissage
OUTILS : D-OUT	<i>Série de codes concernant l'utilisation des outils proposés. Ces codes sont précisés avec la fréquence d'utilisation (FREQ+ = fréquemment, FREQ- = pas fréquemment) et l'importance dans l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Digifabwiki - Forum : D-OUT/FOR	Utilisation du forum sur Digifabwiki
Digifabwiki - Extension "qui est en ligne?": D-OUT/EXT	utilisation de l'extension "qui est en ligne?"
Digifabwiki - Blogpost personnel : D-OUT/BLO-PER	Utilisation du Blogpost personnel sur Digifabwiki
Digifabwiki - Blogpost des autres : D-OUT/BLO-AUT	Utilisation du Blogpost des autres sur Digifabwiki
Digifabwiki - Suivi des pages (notifications) : D-OUT/NOT	Utilisation des notifications sur Digifabwiki
Digifabwiki - Pages discussions : D-OUT/DIS	Utilisation des notifications sur Digifabwiki
Digifabwiki - Descriptif de formation : D-OUT/DES	Utilisation des pages discussion sur Digifabwiki
Digifabwiki - Consignes des activités : D-OUT/CONS	Utilisation des consignes des activités sur Digifabwiki
Digifabwiki - Pages travaux : D-OUT/TVX	Utilisation des pages travaux sur Digifabwiki
Digifabwiki - Ressources tutorielles : D-OUT/RES	Utilisation des ressources tutorielles sur Digifabwiki
Digifabwiki - D-OUT/WIKI	Utilisation du wiki dans son entier
Mail personnel : D-OUT/MAI	Utilisation du mail personnel
Logiciel de dessin : D-OUT/LOG	Utilisation du logiciel de dessin
Graveuse - découpeuse laser : D-OUT/GRA	Utilisation de la graveuse-découpeuse laser
Permanences techniques : D-OUT/PER	Utilisation des permanences techniques
ACCOMPAGNEMENT : D-ACCO	<i>Série de codes concernant l'accompagnement proposé. Ces codes sont précisés avec le degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et le degré d'importance pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Animation : D-ACCO/ANI	Opinions des participant.e.s sur les qualités d'animation de l'intervenant.e
Pédagogie : D-ACCO/PED	Opinions des participant.e.s sur les qualités pédagogiques de l'intervenant.e
Support technique : D-ACCO/SUPTEC	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support technique
Support motivationnel : D-ACCO/SUPMOT	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support motivationnel
Support organisationnel : D-ACCO/SUPORG	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support organisationnel
Performance qualitative : D-ACCO/PERFQL	Opinions des participant.e.s sur les performances qualitatives de l'intervenant.e (pertinence des réponses apportées, intérêt pour les projets développés).
Performance quantitative : D-ACCO/PERFQU	Opinions des participant.e.s sur les performances quantitatives de l'intervenant.e (facilité de contact de l'intervenant.e, rapidité des réponses, disponibilité).
PERCEPTION DES TECHNOLOGIES : P	<i>Série de codes concernant la perception des technologies selon plusieurs critères. Ces codes sont précisés avec le degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord).</i>
Enthousiasme/plaisir : P-ENT	Perception des technologies comme étant vecteur d'enthousiasme et de plaisir.
Anxiété : P-ANX	Perception des technologies comme étant vecteur d'anxiété.
Évitement : P-EVI	Perception des technologies comme étant des technologies à éviter.
Productivité : P-PRO	Perception des technologies comme étant vecteur de productivité.

Cycle 1 : liste de codes de départ

le 01.03.19

Les codes ajoutés entre les codes de départ et cette version ont été soulignés

CATEGORIE	ABBREVIATIONS	QUESTION DE RECHERCHE	COMMENTAIRE
SATISFACTION			
	S	1	
S: ORGANISATION	S-ORG	1.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé le niveau de satisfaction par rapport au concept (S+ = satisfait.e, S- = pas satisfait.e). Cette mention se situe à droite du code. Exemple : S-ORG S+
S: PEDAGOGIE	S-PED	1.1	
S: ACCOMPAGNEMENT	S-ACCO	1.1	
S: GENERALE	S-GEN	1.1	
S: REPONSE ATTENTES	S-REP/ATT	1.2	
S: UTILITE PROFESSIONNELLE	S-UTL/PRO	1.3	
S: AUTRES	S-AUT	1	
APPRENTISSAGE			
	A	2	
A: DESSIN	A-DES	2.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque participant.e, sont précisés le niveau de performance de départ (NOV = novice de 1 à 4,99 inclus, CONF= confirmé de 5 à 10) et son évolution avant/après la formation (EVOL+ = importante, EVOL- = pas d'évolution ou évolution négligeable). Le niveau de départ est repris du questionnaire d'autoévaluation pré-formation mais les évolutions sont fonctions des dires des participant.e.s. Dans le tableau d'analyse, le niveau de difficulté est évalué selon son importance (IMP+ = important, IMP- = pas important).
A: LASER	A-LAS	2.1	
A: FABRICATION DIGITALE	A-FAB/DIG	2.1	
A: AUTRES	A-AUT	2.2	
A: DIFFICULTES	A-DIFF	2.2	
DISPOSITIF			
	D	3	
D: OPERATIONNALISATION CONCEPTS	D-OPE	3.1	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code est précisé le degré d'accord sur le concept (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et le degré d'importance de ce concept pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important). Ces mentions sont situées à droite et peuvent ou non être combinées. Exemple: D-OPE/CONS (ACC+, IMP-).
D-OPE: CONSTRUCTIVISME / CONSTRUCTIONNISME	D-OPE/CONS	3.1	
D-OPE: APPRENTISSAGE PAR PROJET	D-OPE/PROJ	3.1	
D-OPE: PRATIQUE REFLEXIVE	D-OPE/REFL	3.1	
D-OPE: APPRENTISSAGE PAR LA PRATIQUE	D-OPE/PRAT	3.1	
D-OPE: APPRENTISSAGE EN CONTEXTE AUTHENTIQUE	D-OPE/AUTH	3.1	
D-OPE: APPRENTISSAGE PERSONNALISE	D-OPE/PERS	3.1	
D-OPE: APPRENTISSAGE PAIRS	D-OPE/APP-PAI	3.1	
D-OPE: OUVERTURE DU DISPOSITIF	D-OPE/OUV	3.1	
D: MODALITES	D-MOD	3.2	
D-MOD: METHODES	D-MOD/METH	3.2	
D-MOD: ACTIVITES	D-MOD/ACT	3.2	
D-MOD: RESSOURCES	D-MOD/RESS	3.2	
D: OUTILS	D-OUT	3.3	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé la fréquence d'utilisation de l'outil (FREQ+ = fréquemment ou très fréquemment, FREQ- = jamais, pas ou peu fréquemment) et l'importance de cet outil dans l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important). Ces qualifications sont situées à droite du code et peuvent ou non être combinées.
D-OUT: DIGIFABWIKI FORUM	D-OUT/FOR	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI EXTENSION "QUI EST EN LIGNE?"	D-OUT/EXT	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI BLOGPOST PERSONNEL	D-OUT/BLO-PER	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI BLOGPOST DES AUTRES	D-OUT/BLO-AUT	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - SUIVI DES PAGES	D-OUT/NOT	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - PAGES DISCUSSION	D-OUT/DIS	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - DESCRIPTIF DE FORMATION	D-OUT/DES	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - CONSIGNES DES ACTIVITES	D-OUT/CONS	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - PAGES TRAVAUX	D-OUT/TVX	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI - RESSOURCES TUTORIELLES	D-OUT/RES	3.3	
D-OUT: DIGIFABWIKI	D-OUT/WIKI	3.3	
D-OUT: MAIL PERSONNEL	D-OUT/MAI	3.3	
D-OUT: LOGICIEL DE DESSIN	D-OUT/LOG	3.3	
D-OUT: GRAVEUSE-DECOUPEUSE LASER	D-OUT/GRA	3.3	
D-OUT: PERMANENCES TECHNIQUES	D-OUT/PER	3.3	
D-OUT: INTERNET	D-OUT/INT	3.3	
D-OUT: TIERS	D-OUT/TIERS	3.3	
D: ACCOMPAGNEMENT	D-ACCO	3.4	
D-ACCO: ANIMATION	D-ACCO/ANI	3.4	
D-ACCO: PEDAGOGIE	D-ACCO/PED	3.4	
D-ACCO: SUPPORT TECHNIQUE	D-ACCO/SUPTEC	3.4	
D-ACCO: SUPPORT MOTIVATIONNEL	D-ACCO/SUPMOT	3.4	
D-ACCO: SUPPORT ORGANISATIONNEL	D-ACCO/SUPORG	3.4	
D-ACCO: PERFORMANCE QUALITATIVE	D-ACCO/PERFQUL	3.4	
D-ACCO: PERFORMANCE QUANTITATIVE	D-ACCO/PERFQUT	3.4	
D: SUGGESTIONS AMELIORATION	D-SUGG	3	Aucune précision prévue pour ce code
PERCEPTION DES TECHNOLOGIES			
	P	4	
P: ENTHOUSIASME / PLAISIR	P-ENT	4	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé le degré d'accord sur le concept (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord)
P: ANXIETE	P-ANX	4	
P: EVITEMENT	P-EVI	4	
P: PRODUCTIVITE	P-PRO	4	Dans le tableau d'analyse, pour chaque code, est précisé le degré d'accord sur le concept (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord)
P: AUTRES PERCEPTIONS	P-AUT	4	

Note importante concernant les évaluations pour chaque code

- Ces évaluations peuvent également ne pas apparaître si le verbatim n'est pas assez explicite pour y apposer un code. Dans ce dernier cas, un sigle ?? apparaît.
- Sauf mention contraire, les évaluations découlent des dires des participant.e.s sans prendre en compte le questionnaire post-formation. Ce sont donc des évaluations subjectives de la chercheur.e

Les définitions ajoutées entre les définitions de départ et cette version correspondent aux définitions des codes soulignés de la feuille "cycle1_listedDepart-post)

CATEGORIE	DEFINITION
SATISFACTION : S	<i>Série de codes concernant la satisfaction vis-à-vis de la formation. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec le niveau de satisfaction (S+ = satisfait, S- = non satisfait).</i>
Satisfaction organisation: S-ORG	Expression de la satisfaction des participant.e.s concernant l'organisation (articulation présence-distance et durée de la formation) et la logistique (lieu de formation).
Satisfaction pédagogie : S-PED	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis des choix pédagogiques effectués (activités, charge de travail, ressources conceptuelles, matérielles et humaines)
Satisfaction accompagnement : S-ACC	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis de l'accompagnement proposé (animation pédagogique, compétences techniques des formateurs, communication avec les formateurs, investissement des formateurs).
Satisfaction générale: S-GEN	Expression de la satisfaction des participant.e.s vis-à-vis de la formation en générale. Il s'agit d'une évaluation de la satisfaction globale concernant l'organisation, la pédagogie et l'accompagnement.
Réponses aux attentes : S-REP/ATT	Forme d'expression de la satisfaction des participant.e.s par la réponse aux attentes formulées au début de la formation et l'atteinte des connaissances et compétences qu'ils/elles avaient envisagé.
Utilité professionnelle : S-UTL/PRO	Forme d'expression de la satisfaction des participant.e.s par l'évaluation de l'utilité perçue pour leur activité professionnelle d'enseignant.e.
<u>Autres: S: AUT - accès machine</u>	<u>Toute autre forme de satisfaction ou insatisfaction des participant.e.s n'ayant pas pour objet les catégories pré-définies. Au fil du codage, cette section à été consacrée à l'accès aux machines.</u>
APPRENTISSAGE: A	<i>Série de codes concernant l'évaluation du niveau de performance des participant.e.s et son évolution avant/après la formation. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec le niveau de performance de départ (NOV = novice, INI = initié, EXP = expert) et son évolution avant/après la formation (EVOL+ = importante, EVOL- = pas importante).</i>
Logiciel de dessin : A-DES	Niveau et évolution des performances concernant le logiciel de dessin.
Graveuse-découpeuse laser : A-LAS	Niveau et évolution des performances concernant la graveuse-découpeuse laser.
Fabrication digitale : A-FAB/DIG	Niveau et évolution des performances concernant les connaissances sur la fabrication digitale.
Autres apprentissages : A-AUT	Niveau et évolution des performances concernant d'autres domaines.
Difficultés d'apprentissage : A-DIFF	Recense les difficultés de tous ordres rencontrés par les participant.e.s
DISPOSITIF : D	<i>Série de codes concernant l'évaluation du dispositif de formation.,</i>
OPERATIONALISATION CONCEPTS : D-OPE	<i>Série de codes concernant l'opérationnalisation du dispositif de formation et son importance dans l'apprentissage. Ces codes sont précisés dans le tableau d'analyse avec un degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et d'importance pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Contructivisme/Construccionisme : D-OPE/CONS	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif livre une vision de l'apprentissage comme un processus de construction des connaissances
Apprentissage par projet: D-OPE/PROJ	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s de générer des apprentissages à travers la réalisation concrète d'un projet.
Pratique réflexive: D-OPE/REFL	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s propension du dispositif à proposer aux participant.e.s des moyens pour réfléchir sur leurs actions.
Apprentissage par la pratique : D-OPE/PRAT	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif propose un apprentissage par l'expérience,
Apprentissage en contexte authentique: D-OPE/AUTH	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif propose un apprentissage contextualisé
Apprentissage personnalisé : D-OPE/PER	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif fournit à chaque participant.e un suivi personnalisé.
Apprentissage par les pairs : D-OPE/APP-PAI	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif permet aux participant.e.s d'apprendre les uns des autres
Degré d'ouverture du dispositif: D-OPE/OUV	Opérationnalisation du concept selon lequel le dispositif offre un degré de liberté aux participant.e.s au niveau pédagogique et organisationnel.
MODALITES: D-MOD	<i>Série de codes concernant l'influence des modalités pédagogiques choisies sur l'apprentissage. Ces codes sont précisés avec un degré d'influence (INF+ = influence positive, INF- = pas d'influence ou influence négative)</i>
Méthodes : D-MOD/METH	Influence des méthodes pédagogiques choisies sur l'apprentissage
Activités : D-MOD/ACT	Influence des activités choisies sur l'apprentissage
Ressources : D-MOD/RESS	Influence des ressources proposées sur l'apprentissage
OUTILS: D-OUT	<i>Série de codes concernant l'utilisation des outils proposés. Ces codes sont précisés avec la fréquence d'utilisation (FREQ+ = fréquemment, FREQ- = pas fréquemment) et l'importance dans l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Digifabwiki - Forum: D-OUT/FOR	Utilisation du forum sur Digifabwiki
Digifabwiki - Extension "qui est en ligne?" :D-OUT/EXT	utilisation de l'extension "qui est en ligne?"
Digifabwiki - Blogpost personnel: D-OUT/BLO-PER	Utilisation du Blogpost personnel sur Digifabwiki
Digifabwiki - Blogpost des autres: D-OUT/BLO-AUT	Utilisation du Blogpost des autres sur Digifabwiki
Digifabwiki - Suivi des pages (notifications): D-OUT/NOT	Utilisation des notifications sur Digifabwiki
Digifabwiki - Pages discussions: D-OUT/DIS	Utilisation des notifications sur Digifabwiki
Digifabwiki - Descriptif de formation: D-OUT/DES	Utilisation des pages discussion sur Digifabwiki
Digifabwiki - Consignes des activités: D-OUT/CONS	Utilisation des consignes des activités sur Digifabwiki
Digifabwiki - Pages travaux: D-OUT/TVX	Utilisation des pages travaux sur Digifabwiki
Digifabwiki - Ressources tutorielles: D-OUT/RES	Utilisation des ressources tutorielles sur Digifabwiki
Digifabwiki - D-OUT/WIKI	Utilisation du wiki dans son entier
Mail personnel: D-OUT/MAI	Utilisation du mail personnel
Logiciel de dessin: D-OUT/LOG	Utilisation du logiciel de dessin
Graveuse - découpeuse laser: D-OUT/GRA	Utilisation de la graveuse-découpeuse laser
Permanences techniques: D-OUT/PER	Utilisation des permanences techniques
Internet: D-OUT/INT	<u>Utilisation d'Internet</u>
Tiers: D-OUT/TIERS	<u>Consultation de tierce personne pour surmonter certaines difficultés</u>
ACCOMPAGNEMENT : D-ACCO	<i>Série de codes concernant l'accompagnement proposé. Ces codes sont précisés avec le degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord) et le degré d'importance pour l'apprentissage (IMP+ = important, IMP- = pas important).</i>
Animation: D-ACCO/ANI	Opinions des participant.e.s sur les qualités d'animation de l'intervenant.e
Pédagogie: D-ACCO/PED	Opinions des participant.e.s sur les qualités pédagogiques de l'intervenant.e
Support technique: D-ACCO/SUPTEC	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support technique
Support motivationnel: D-ACCO/SUPMOT	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support motivationnel
Support organisationnel: D-ACCO/SUPORG	Opinions des participant.e.s sur la qualité du support organisationnel
Performance qualitative: D-ACCO/PERFQUL	Opinions des participant.e.s sur les performances qualitatives de l'intervenant.e (pertinence des réponses apportées, intérêt pour les projets développés).
Performance quantitative: D-ACCO/PERFQUT	Opinions des participant.e.s sur les performances quantitatives de l'intervenant.e (facilité de contact de l'intervenant.e, rapidité des réponses, disponibilité).
SUGGESTION AMELIORATION : D-SUGG	<u>Recensement des idées / suggestions de la formation exprimées par les participant.e.s</u>
PERCEPTION DES TECHNOLOGIES : P	<i>Série de codes concernant la perception des technologies selon plusieurs critères. Ces codes sont précisés avec le degré d'accord (ACC+ = d'accord, ACC- = pas d'accord).</i>
Enthousiasme/plaisir: P-ENT	Perception des technologies comme étant vecteur d'enthousiasme et de plaisir.
Anxiété : P-ANX	Perception des technologies comme étant vecteur d'anxiété.
Evitement: P-EVI	Perception des technologies comme étant des technologies à éviter.
Productivité: P-PRO	Perception des technologies comme étant vecteur de productivité.
<u>Autres perceptions : P-AUT</u>	<u>Recensement d'autres perceptions des technologies. Ce code correspond plus à un état présent plutôt qu'à une évolution.</u>

Annexe G2. Matrices de codage des données

Les matrices étant trop larges, nous proposons un accès direct au fichier Excel en ligne.

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Nom du fichier : [annexe-g2_matrices-codage.xlsx](#)

Annexe G3. Journal de bord

Etant donné la longueur du document, nous proposons un accès en ligne.

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltr/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Nom du fichier : [annexe-g3-journal-de-bord.pdf](#)

Annexe G4. Arbres thématiques

Accès en ligne :

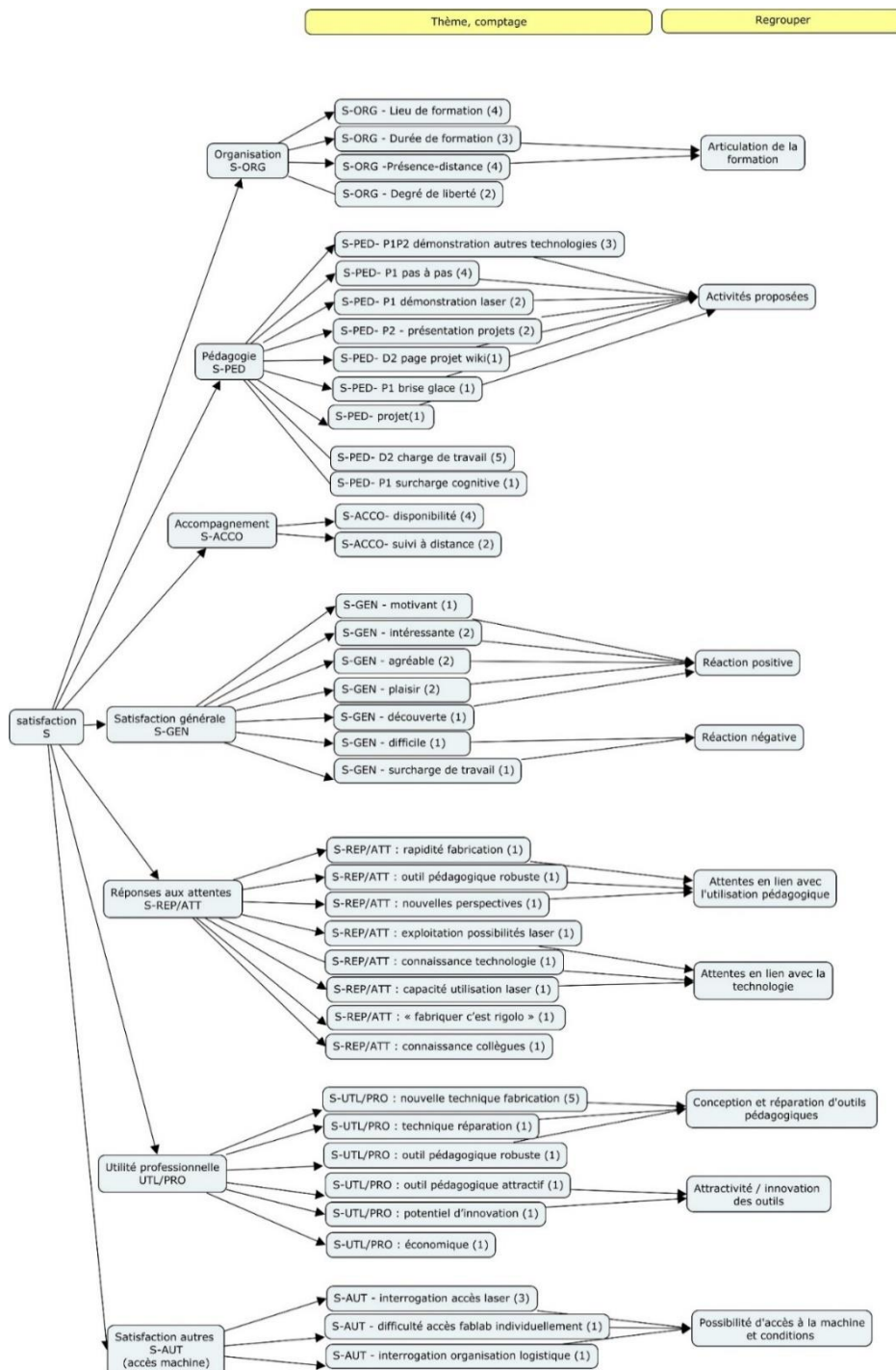
Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltr/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Fichiers mentionné ci-dessous pour chaque question.

Arbres thématiques réalisés à partir de 7 entretiens semi-dirigés. Le décompte correspond au nombre de personnes ayant cité le thème mais non au nombre de fois où le thème a été cité.

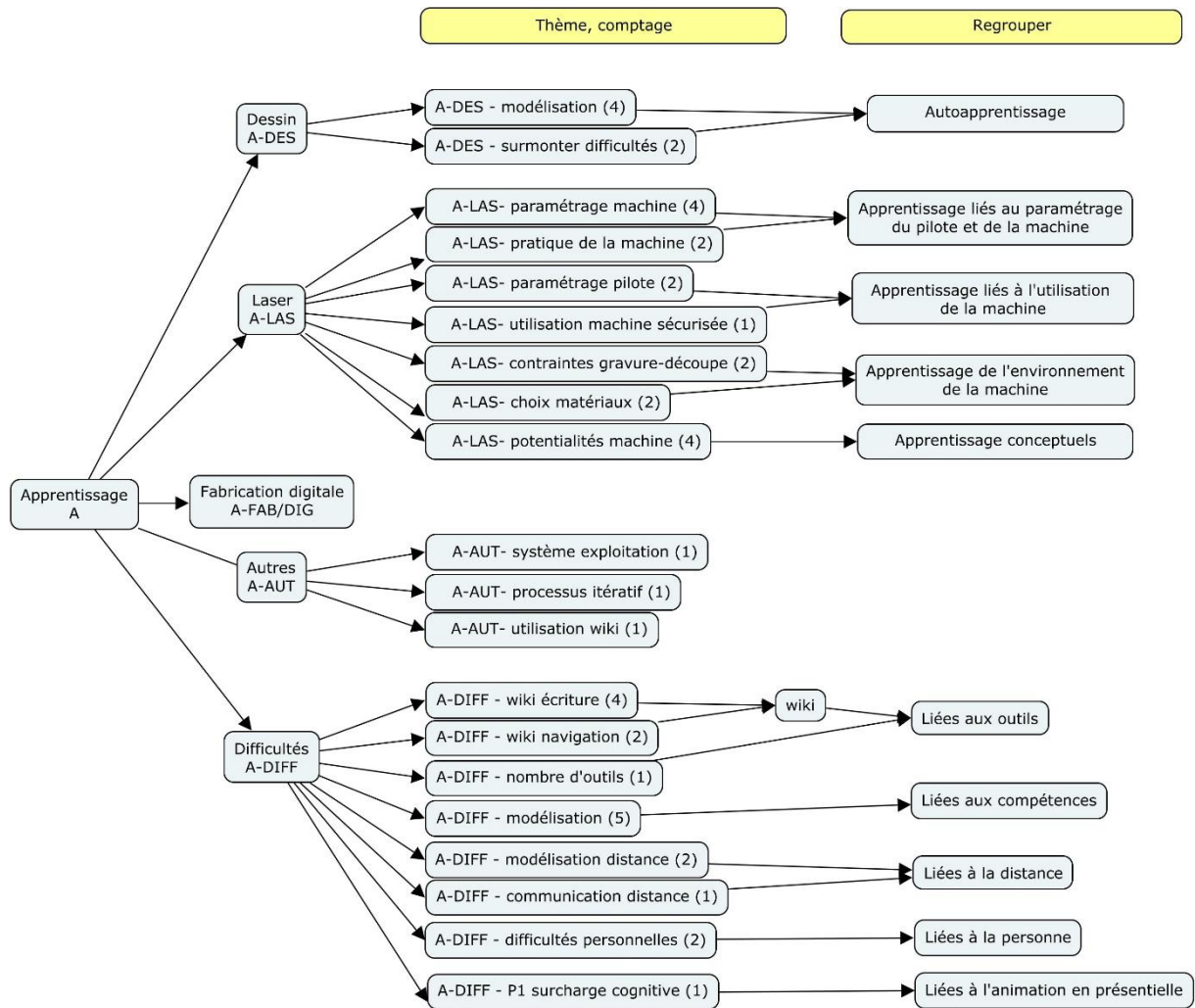
Carte thématique relative à la satisfaction (question de recherche 1)

Accès en ligne sous : « [annexe-g4 carte-thematique-question1.jpg](#) »



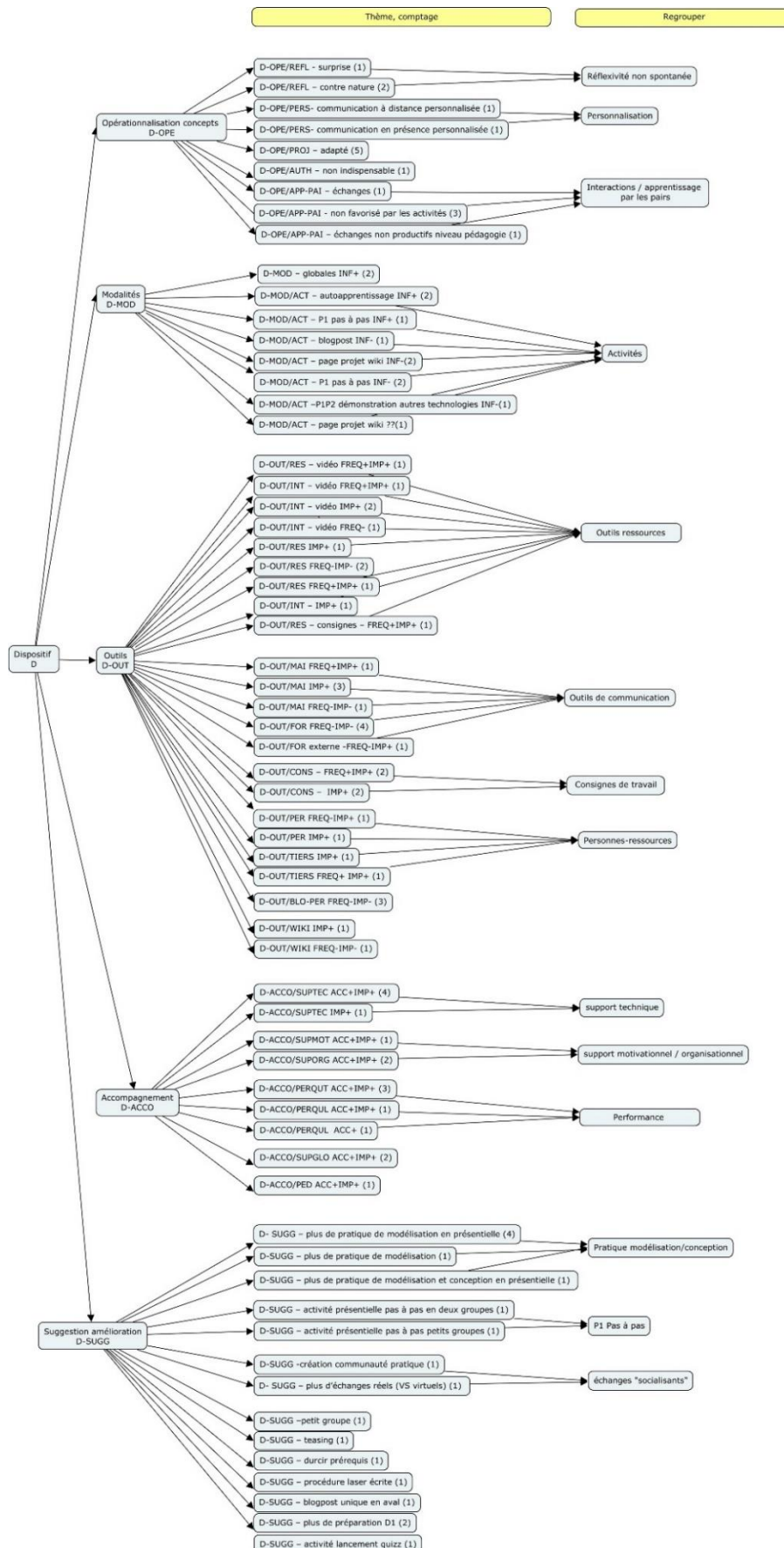
Carte thématique relative aux apprentissages (question de recherche 2)

Accès en ligne sous : « [annexe-g4 carte-thematique-question2.jpg](#) »



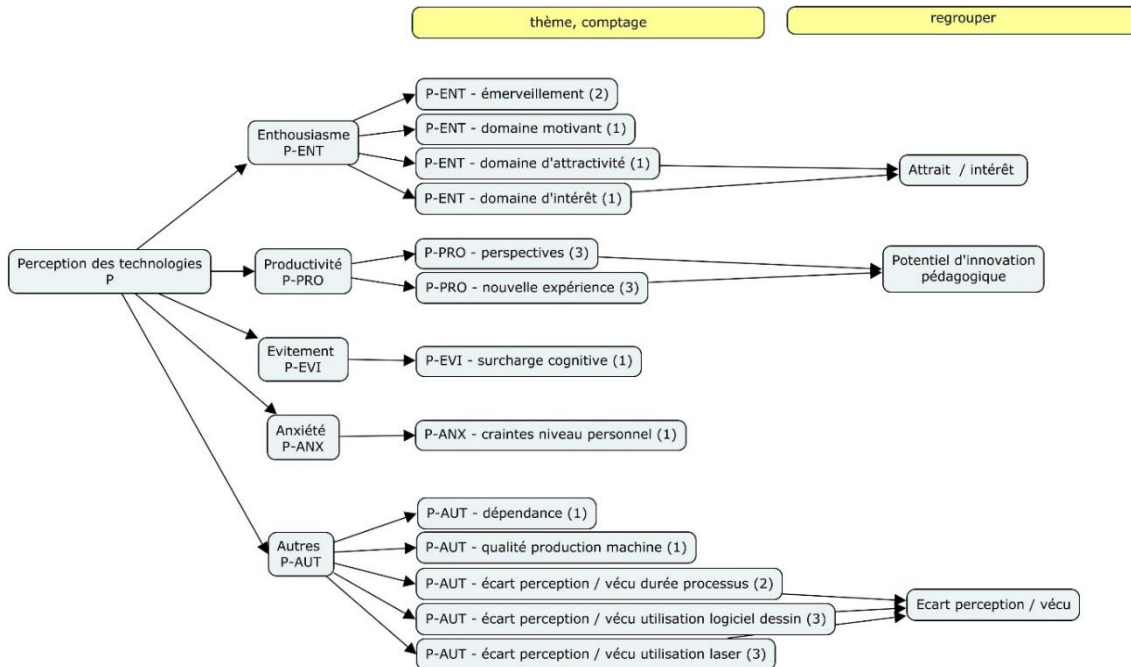
Carte thématique relative au dispositif (question de recherche 3)

Accès en ligne sous : « [annexe-g4 carte-thematique-question3.jpg](#) »



Carte thématique relative à la perception des technologies (question de recherche 4)

Accès en ligne sous : « [annexe-g4 carte-thematique-question4.jpg](#) »



Annexe G5. Décompte des occurrences

Accès en ligne :

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Fichiers : [annexe-g5_decompte-occurrences.xlsx](#) (une feuille Excel par page)

Exemple de la question 3

Question3

ELEMENTS de la question	D: OPERATIONNALISATION CONCEPTS (ACC+, ACC-) - (IMP+, IMP-)	D: MODALITES (INF+, INF-)	D: OUTILS (FREQ+, FREQ-) - (IMP+, IMP-)	D: ACCOMPAGNEMENT (ACC+, ACC-) - (IMP+, IMP-)	D: Suggestion amélioration de la formation
REPONDANTS					
P11 - Régine	D:OPE/RELI - surprise ACC+ IMP- D:OPE/APP-PAL - non favorisé par les activités ?? IMP- D:OPE/PERC - communication en présence personnalisée ACC+ IMP+	D:MOD - globales INF- D:MOD/ACT - autoapprentissage INF+	D:OUT/RES - vidéo FREQ+ IMP+ D:OUT/CONS FREQ+ IMP+ D:OUT/INT - vidéo FREQ+ IMP+ D:OUT/MAI FREQ+ IMP+ D:OUT/CONS FREQ+ IMP+ D:OUT/FOR FREQ+ IMP+ D:OUT/PER FREQ+ IMP+ D:OUT/TIERS ?? IMP+	D:ACCO/SUITEC ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPORG ACC+ IMP+ D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPGLO ACC+ IMP+	D:SUUG - plus de pratique modélisation et conception en présentielle D:SUUG - petit groupe
P5 - Lionel	D:OPE/PROJ - adapté ACC+ IMP+ D:OPE/RELI - contre-nature ACC- IMP-	D:MOD - globales INF+	D:OUT/FOR externe FREQ+ IMP+ D:OUT/MAI ?? IMP+ D:OUT/FOR FREQ+ IMP- D:OUT/PER FREQ+ IMP- D:OUT/BLD-PER FREQ+ IMP-	D:ACCO/SUITEC ACC+ IMP+ D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPORG ACC+ IMP+ D:ACCO/PERD ACC+ IMP+ D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+	S:SUUG - blogpost unique en aval D:SUUG - création communautaire de pratique
P6 - Victor	D:OPE/APP-PAL - non favorisé par les activités ACC- IMP+ D:OPE/RELI échanges ACC+ IMP+	D:MOD/ACT - P1 pas à pas INF+	D:OUT/RES FREQ+ IMP- D:OUT/MAI FREQ+ IMP- D:OUT/INT - vidéo FREQ+ IMP- D:OUT/INT - vidéo FREQ+ IMP- D:OUT/BLD-PER FREQ+ IMP- D:OUT/FOR FREQ+ IMP- D:OUT/CONS ?? IMP+ D:OUT/TIERS ?? IMP+	D:ACCO/SUPORG ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPMOT ACC+ IMP+	D:SUUG - plus d'échanges réels (VS virtuels) D:SUUG - plus de pratique modélisation en présentielle D:SUUG - plus d'échanges réels (VS virtuels) D:SUUG - plus d'échanges réels (VS virtuels)
P9 - Emmanuel	D:OPE/PROJ - adapté ACC+ IMP+ D:OPE/PERB - communication à distance personnalisée ACC+ IMP+	D:MOD/ACT - P1 pas à pas INF- D:MOD/ACT - blogpost INF-	D:OUT/RES FREQ+ IMP- D:OUT/MAI FREQ+ IMP- D:OUT/INT - vidéo ?? IMP+ D:OUT/WIKI FREQ+ IMP- D:OUT/FOR FREQ+ IMP- D:OUT/CONS FREQ+ IMP+ D:OUT/PER ?? IMP+ D:OUT/MAI ?? IMP+ D:OUT/BLD-PER FREQ+ IMP- D:OUT/INT - vidéo ?? IMP+	D:ACCO/SUITEC ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPMOT ACC+ IMP+	D:SUUG - activité présentielle pas à pas en petits groupes D:SUUG - activité présentielle pas à pas en petits groupes D:SUUG - plus de préparation D1
P4 - Elsa	D:OPE/PROJ - adapté ACC+ IMP+ D:OPE/RELI - contre nature ?? IMP-	D:MOD/ACT - page projet wiki INF- D:MOD/ACT - P1 pas à pas INF- D:MOD/ACT - P1 pas à pas INF-	D:OUT/WIKI FREQ+ IMP- D:OUT/CONS FREQ+ IMP+ D:OUT/PER ?? IMP+ D:OUT/MAI ?? IMP+ D:OUT/BLD-PER FREQ+ IMP- D:OUT/INT - vidéo ?? IMP+	D:ACCO/SUITEC ACC+ IMP+ D:ACCO/SUPMOT ACC+ IMP+	D:SUUG - plus de pratique de modélisation D:SUUG - teasing D:SUUG - plus de pratique de modélisation en présentielle
P7 - Irène	D:OPE/PROJ - adapté ACC+ IMP+ D:OPE/APP-PAL - non favorisé par les activités ACC- IMP+ D:OPE/APP-PAL - échanges non productifs niveau pédagogie ACC- IMP-	D:MOD/ACT - page projet wiki INF- D:MOD/ACT - P1P2 démonstration autres technologies INF- D:MOD/ACT - page projet wiki INF-	D:OUT/CONS ?? IMP+ D:OUT/FOR FREQ+ IMP- D:OUT/TIERS FREQ+ IMP+	D:ACCO/SUITEC ?? IMP+ D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+	D:SUUG - plus de pratique de modélisation en présentielle D:SUUG - durcir prérequis D:SUUG - procédure lavé écrite D:SUUG - activité présentielle pas à pas en deux groupes D:SUUG - plus de préparation D1
P3 - Léa	D:OPE/PROJ - adapté ACC+ IMP+ D:OPE/AUTH - non indispensable ACC+ IMP-	D:MOD/ACT - page projet wiki ?? D:MOD/ACT - autoapprentissage INF+*	D:OUT/WIKI ?? IMP+ D:OUT/RES - consignes FREQ+ IMP+ D:OUT/RES FREQ+ IMP+ D:OUT/MAI ?? IMP+ D:OUT/INT ?? IMP+	D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+ D:ACCO/SUITEC ACC+ IMP+ D:ACCO/PERGLO ACC+ IMP+	D:SUUG - activité linéairement quiz
	Occurrences négatives (accord) = 3 Occurrences positives (accord) = 10	Occurrences négatives = 7 Occurrences positives = 5	Occurrences négatives = 11 Occurrences positives = 23	Occurrences négatives = 0 Occurrences positives = 17	

Annexe G6. Classification des attentes

Ces attentes ont été formulées dans le questionnaire pré-formation. On peut distinguer cinq catégories :

Attentes techniques

- Savoir utiliser la machine
- Exploiter les possibilités de la machine
- Amélioration de mes connaissances avec Inkscape
- Découvrir la découpeuse laser,
- Être formée à l'utilisation de la découpeuse laser et autres machines « *make* »
- Apprendre une nouvelle technique de découpe
- Trouver le moyen de construire plus rapidement du matériel scolaire

Attentes pédagogiques

- Concevoir un outil utile pour la classe
- Concrétiser des concepts difficiles à visualiser pour les étudiants

Attentes conceptuelles

- Découvrir la fabrication digitale
- Connaître le fonctionnement d'un fablab

Attentes logistiques

- Apprendre à utiliser du matériel difficilement accessible
- Pouvoir utiliser la technologie en aval
- Être autonome pour suivre la réalisation de mes futurs projets personnels et pédagogiques
- Connaître les possibilités pour créer d'autres outils par la suite

Attentes sociales

- Faire la connaissance de collègues intéressé·e·s

Annexe G7. Typologies qualitatives (regroupement de participant-e-s)

Accès en ligne :

Répertoire : <http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/t/volt/bouffle0/memoire/archives/>

Fichiers : « [annexe-g7 typologies.xlsx](#) » ou « [annexe-g7 typologies.pdf](#) »

	Participant.e.s	Régine	Lionel	Victor	Emmanuel	Elsa	Irène	Léa
Question de recherche 1								
	Thèmes							
Organisation	Lieu de formation (4)	non satisfaite	satisfait	non satisfait			satisfaite	
	Durée de formation (3)	satisfaite			non satisfaite		non satisfaite	
	Articulation présence-distance (3)			non satisfait			non satisfaite	satisfaite
Pédagogie	Degré de liberté (2)			non satisfait			satisfaite	
	P1 pas à pas (4)			satisfait	non satisfait	non satisfaite	non satisfaite	
	P1 démonstration laser (2)	non satisfaite					non satisfaite	
	D2 charge de travail (5)	non satisfaite	non satisfait	non satisfait			non satisfaite	satisfaite (*)
Accompagnement	P1P2 démonstration autres technologies (3)					non satisfaite	non satisfaite	satisfaite
	P2 Présentation projet (2)					satisfaite		satisfaite
Satisfaction générale	Disponibilité (4)		satisfait	satisfait	satisfait			satisfaite
	Suivi à distance (2)	satisfaite			satisfait			
Utilité professionnelle	Intéressante (2)	satisfaite			satisfait			
	Agréable (2)		satisfait		satisfait			
Autres	Plaisir (2)					satisfaite		satisfaite
	Nouvelle technique de fabrication (5)	satisfaite	satisfait		satisfait	satisfaite	satisfaite	
	Interrogation accès laser (5)	non satisfaite			non satisfaite		non satisfaite	
Question de recherche 2								
Dessin	Modélisation (4)	evolution +			evolution -	evolution +		evolution +
	Surmonter difficultés (2)			evolution -		evolution +	evolution +	evolution +
	Paramétrage machine (4)			evolution -		evolution +	evolution +	evolution +
	Paramétrage pilote (2)	evolution -						evolution +
	Potentialités machine (4)	evolution +		evolution +		evolution +		evolution +
	Contraintes gravure - découpe (2)					evolution +	evolution +	evolution +
Difficultés	Pratique de la machine (2)				evolution -		evolution -	
	Wiki écriture (4)	difficultés (**)	difficultés	difficultés		difficultés	difficultés	
	Wiki navigation (2)				difficultés	difficultés	difficultés	
	Modélisation (4)	difficultés	difficultés	difficultés		difficultés	difficultés	
	Modélisation distance (2)	difficultés					difficultés	
	Difficultés personnelles (2)	difficultés					difficultés	
Question de recherche 3								
Opérationnalisation	APP-PAIR - non favorisé par les activités (3)	accord -		accord -			accord -	
	PROJ - adapté		accord +		accord +		accord +	accord +
Modalités	REFL - contre nature		accord -			accord -		
	Autoapprentissage (2)	influence +						influence +
	P1 pas à pas (3)			influence +	influence -	influence -		
	Page projet wiki (2)						influence -	influence + (*)
Outils	Modalités en général (2)	influence+	influence+					
	Vidéo (3)	importance +			importance +	importance +		
	Page ressources (3)	importance -		importance -	importance -	importance -		importance +
	Mail (4)	importance +	importance +	importance -				importance +
	Forum (4)	importance -	importance -		importance -		importance -	
	Page consignes (5)	importance +			importance +	importance +	importance +	importance +
	Permanences techniques (2)	importance +			importance +	importance +	importance +	importance +
	Aide de tiers (2)	importance +					importance +	
Accompagnement	Blogpost (3)		importance -		importance -	importance -		
	Support technique (4)	importance +	importance +			importance +		importance +
	Support organisationnel (2)	importance +			importance +	importance +		
	Support quantitatif (2)			importance +				importance +
Suggestion	support global (2)	importance +	importance +					
	Plus de pratique modélisation en présentielle (3)	suggestion		suggestion			suggestion	
	Plus de préparation D1 (2)				suggestion		suggestion	
Question de recherche 4								
Enthousiasme	Emerveillement (2)	accord +			accord +			
	Perspectives (3)	accord +				accord +		accord +
Productivité	Nouvelle expérience (3)	accord +	accord +			accord +		
	Ecart perception / vécu durée processus (3)	ecart					ecart	
Autres	Ecart perception / vécu utilisation laser (3)			ecart	ecart			ecart
	Ecart perception / vécu utilisation logiciel dessin (3)					ecart	ecart	ecart
	Nombre de thèmes : 55							
(*) pour cet item, la mention a été faite mais non noté négativement. De plus, elle a dit qu'elle trouvait "chouette" d'avoir passé du temps sur le projet (dans satisfaction générale)								
(**) ajout de l'item difficultés car cette participante a envoyé à la formatrice sa page a poster								
Note:								
1. Ont été consignés uniquement les thèmes cités par deux répondant.e.s ou plus								
2. Le chiffre entre parenthèses de la colonne thèmes correspond au nombre de répondants								
3. Le tableau a été rempli avec les évaluations les plus pertinentes. Par exemple, pour les outils, dans ce contexte, il est préférable d'en connaître l'importance plutôt que la fréquence d'utilisation								
Groupe 1		Lionel	Régine	9 thèmes	16,36%	Les stratèges : ont rencontré des difficultés techniques mais ont su les surmonter en utilisant les outils adéquats		
Groupe 2		Léa	Elsa	10 thèmes	18,18%	Les explorateurs : venus pour découvrir la technologie et ses possibilités		
Groupe 3		Lionel	Emmanuel	6 thèmes	10,91%	Les techniciens : intéressés plus par la technologie que par la pédagogie et les interactions.		
Groupe 4		Victor	Irène	6 thèmes	10,91%	Les traditionnels : ont éprouvé la distance et auraient préféré plus de séances présentielles avec davantage d'interactions		
Groupe 5		Emmanuel	Irène	6 thèmes	10,91%	Les insaisissables : auraient préféré une formation plus longue avec plus de pratique. Ils souhaitent profiter au maximum des outils et reloger les activités non "rentables" à distance		

Annexe G8. Journal de bord de l'intervenante au cours de la formation

Accès en ligne sur la plateforme TECFA Mahara

Blogpost <http://tecfalms.unige.ch/mahara/view/view.php?id=2208>

Annexe H. Données quantitatives

Annexe H1 Test de Shapiro-Wilk

Dans les tableaux ci-dessous, les distributions ne suivant pas une loi normale ont été encadrées en rouge.

Tableau 1.

Test de Shapiro-Wilk concernant les indices composites relatifs aux connaissances et compétences en dessin vectoriel, gravure-découpe laser et fabrication digitale

Tests de normalité

	Shapiro-Wilk		
Connaissances et compétences en dessin AVANT la formation	,984	11	,986
Connaissances et compétences en dessin APRES la formation	,928	11	,391
Connaissances et compétences en gravure-découpe laser AVANT la formation	,628	11	,000
Connaissances et compétences en gravure-découpe laser APRES la formation	,959	11	,756
Connaissances et compétences en fabrication digitale AVANT la formation	,895	11	,163
Connaissances et compétences en fabrication digitale APRES la formation	,943	11	,560

Tableau 2.

Test de Shapiro-Wilk concernant les indices relatifs à la perception des technologies de fabrication digitale.

	Tests de normalité					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistiques	ddl	Sig.	Statistiques	ddl	Sig.
Plaisant et stimulant AVANT	,300	11	,007	,793	11	,008
Outils nécessaires pour le contexte éducatif AVANT	,310	11	,004	,866	11	,069
Perception Claire de la contribution de la CFAO AVANT	,332	11	,001	,756	11	,002
Nervosité AVANT	,385	11	,000	,724	11	,001
Apprendre avec la CFAO est stimulant AVANT	,492	11	,000	,486	11	,000
Tension et inconfort AVANT	,435	11	,000	,596	11	,000
Utilisation rare des technologies AVANT	,275	11	,020	,898	11	,174
Amélioration enseignement AVANT	,300	11	,007	,793	11	,008
Plaisant et stimulant APRES	,353	11	,000	,649	11	,000
Outils nécessaires pour le contexte éducatif APRES	,209	11	,195	,906	11	,217
Perception Claire de la contribution de la CFAO AVANTE	,287	11	,012	,754	11	,002
Nervosité APRES	,391	11	,000	,729	11	,001
Apprendre avec la CFAO est stimulant APRES	,330	11	,001	,754	11	,002
Tension et inconfort APRES	,280	11	,016	,826	11	,021
Utilisation rare des technologies APRES	,266	11	,028	,878	11	,099
Amélioration enseignement APRES	,274	11	,021	,828	11	,022

a. Correction de signification de Lilliefors

Annexe H2. Indice de satisfaction concernant l'organisation, la pédagogie et l'accompagnement.

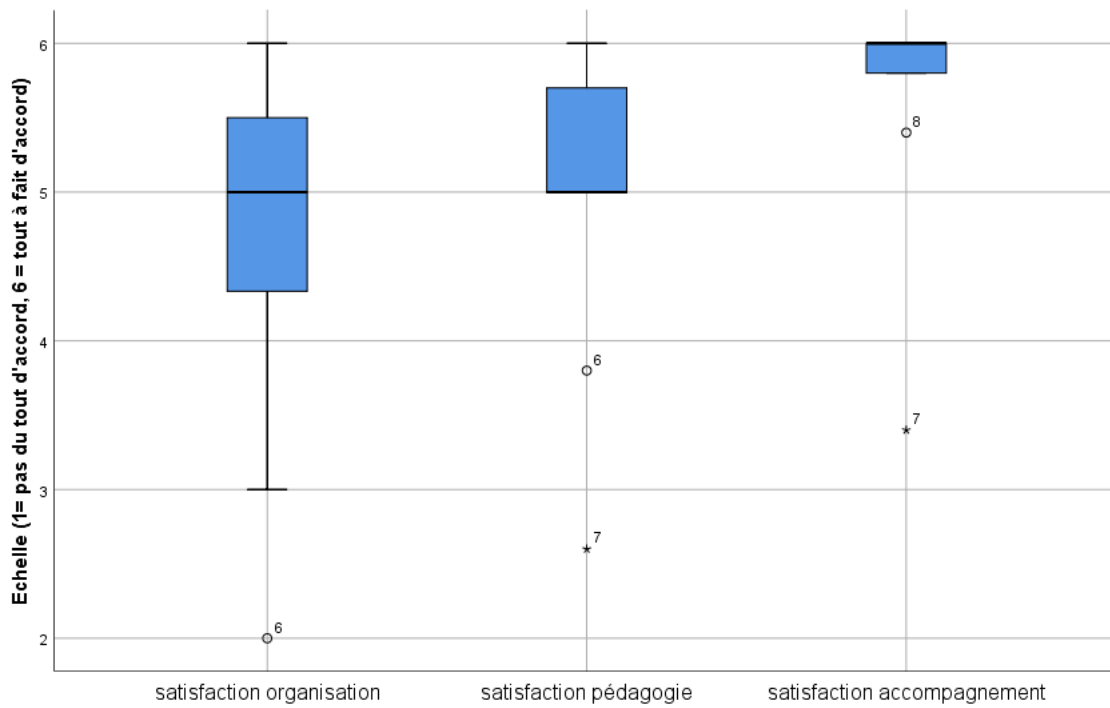


Figure 1. Opinions des participant·e·s sur l'organisation, la pédagogie et l'accompagnement.

Annexe H3. Analyse des variables composant les indices de satisfaction pour l'organisation et la pédagogie

Etape 1 : Sélection des variables ayant les écarts-types les plus importants (SD >1)

Tableau 1.

Fréquences des variables composant l'indice de satisfaction concernant l'organisation (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

		Satisfaction organisation		
		Présence-distance	Lieu de formation	Durée totale de la formation
N	Valide	11	11	11
	Manquant	0	0	0
Moyenne		4,64	5,00	4,45
Médiane		5,00	6,00	5,00
Ecart type		1,286	1,549	1,293
Minimum		2	2	2
Maximum		6	6	6
Percentiles	25	4,00	5,00	3,00
	50	5,00	6,00	5,00
	75	6,00	6,00	5,00

Tableau 2.

Fréquences des variables composant l'indice de satisfaction concernant la pédagogie (1 = pas du tout d'accord, 6 = tout à fait d'accord).

		Satisfaction pédagogie				
		Activités pédagogiques	Charge de travail	Ressources conceptuelles sur DigiFabWiki	Ressources matérielles	Ressources humaines
N	Valide	11	11	11	10	11
	Manquant	0	0	0	1	0
Moyenne		4,64	4,64	4,64	5,40	5,64
Médiane		5,00	5,00	5,00	6,00	6,00
Ecart type		1,362	1,362	1,690	,843	,674
Minimum		2	2	1	4	4
Maximum		6	6	6	6	6
Percentiles	25	5,00	3,00	4,00	4,75	5,00
	50	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00
	75	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00

Etape 2 : Observation des boîtes à moustache

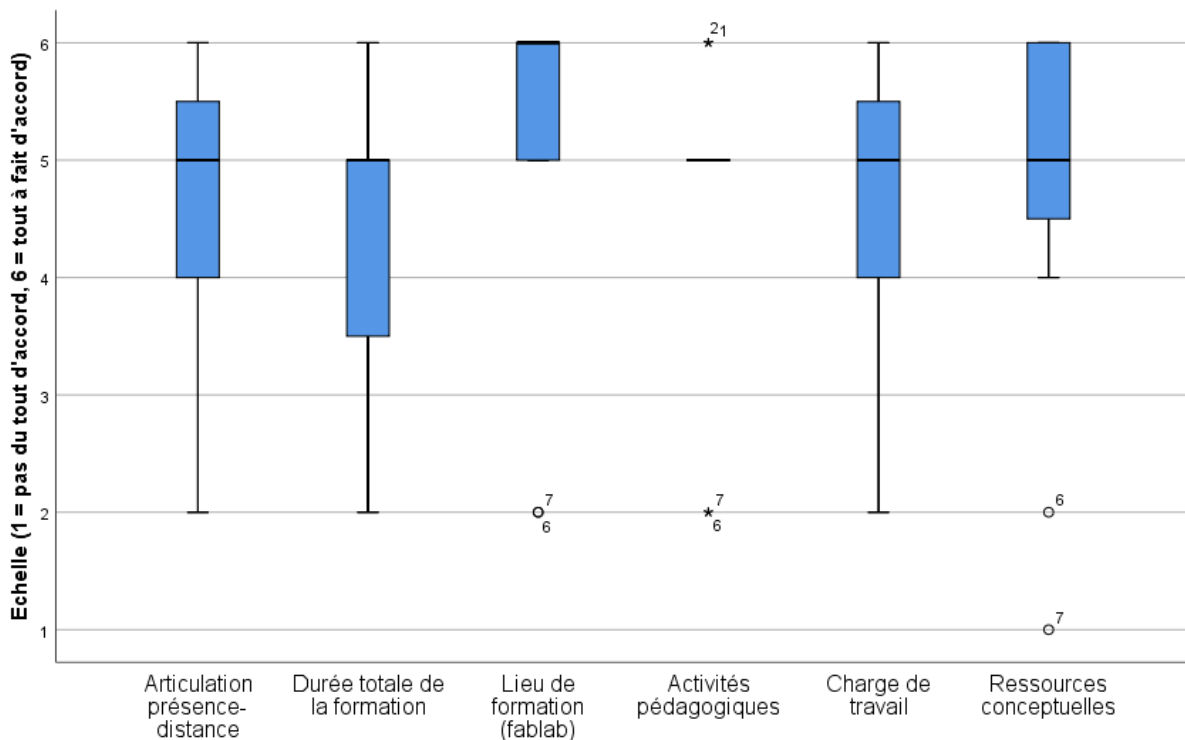


Figure 1. Opinions des participant·e·s sur 6 des 8 variables composant les indices organisation et pédagogie.

Les plus grandes disparités sont :

- Articulation présence-distance
- Durée de la formation
- Activités pédagogiques
- Charge de travail

Etape 3 : Analyse des différentes variables quantitatives et mise en perspective avec les données qualitatives

- Charge de travail => **variable retenue pour une étude plus approfondie**
 - Questionnaire (SPSS) : opinions très divergentes mais pas de valeurs extrêmes
 - Entretiens : 5 personnes => 3 non satisfaites, 1 personne la mentionne et 1 personne avait des craintes.
- Activités pédagogiques => **variable retenue pour une étude plus approfondie**
 - Questionnaire (SPSS) : opinions très divergentes avec 4 valeurs extrêmes.

- Entretiens : 7 mentions dans les entretiens => 4 personnes pour le pas à pas de la présentielle 1 et 3 personnes pour la présentation des autres technologies des présentielles 1 et 2.
- Lieu de formation => **variable retenue pour une étude plus approfondie**
 - Questionnaire (SPSS) : écart type dû aux deux valeurs atypiques.
 - Entretiens : 4 personnes dont 3 non satisfaites, 1 satisfaite, 1 opinion neutre. En comparaison avec les données SPSS, certaines personnes ont changé d'avis
- Présence-distance => **variable retenue pour une étude plus approfondie** car
 - Questionnaire (SPSS) : opinions divergentes mais pas de valeurs extrêmes.
 - Entretiens : 4 personnes sur 7 l'ont mentionné dont 3 non-satisfaites, 1 satisfaite => difficulté avec la distance en général, difficultés à réaliser les travaux à distance, trop de travail à distance, bénéfice de l'autoapprentissage
- Durée de la formation => **variable NON retenue pour une étude approfondie**
 - Questionnaire (SPSS) : opinions divergentes mais pas de valeurs extrêmes.
 - Entretiens : 3 personnes dont 1 satisfaite, 2 non satisfaites : les deux non satisfaits ont trouvé la formation trop courtes pour des raisons très différentes. Pour l'une des personnes, cela rejoint le lieu de formation (manque de temps pour exploiter les possibilités de la machine et accès futur non garanti) .
- Ressources conceptuelles sur *Digifabwiki* (= page ressources) : **variable NON retenue pour une étude approfondie**
 - Questionnaire (SPSS) : hormis les deux valeurs atypiques, le reste du groupe est plutôt homogène dans ses réponses.
 - Entretiens : 1 personne l'utilisation fréquemment et trouve que c'est important pour l'apprentissage, 2 personnes répondent l'inverse. Question à étudier dans la question 3 car peut être est ce du aux outils et non aux contenus.

Annexe H4. Réponses aux attentes

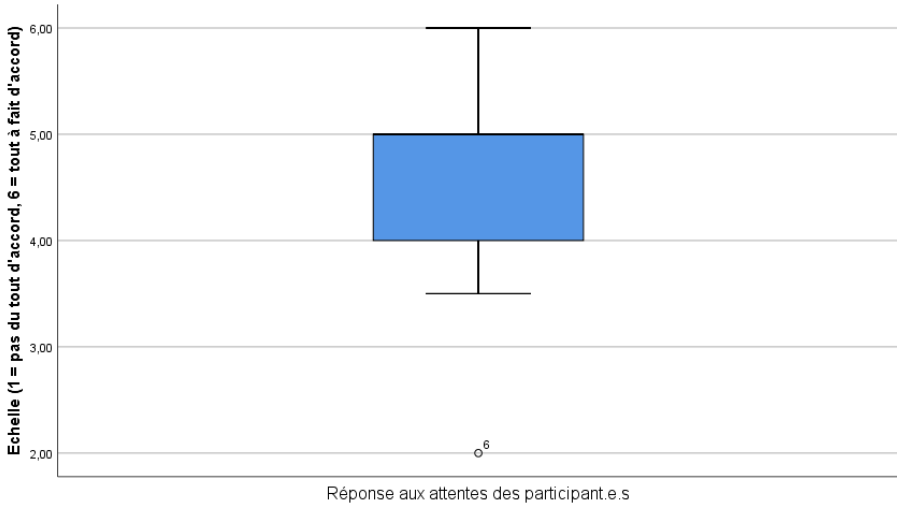


Figure 1. Opinions des participant.e-s concernant la réponse apportée par la formation à leurs attentes

Annexe H5. Utilité professionnelle

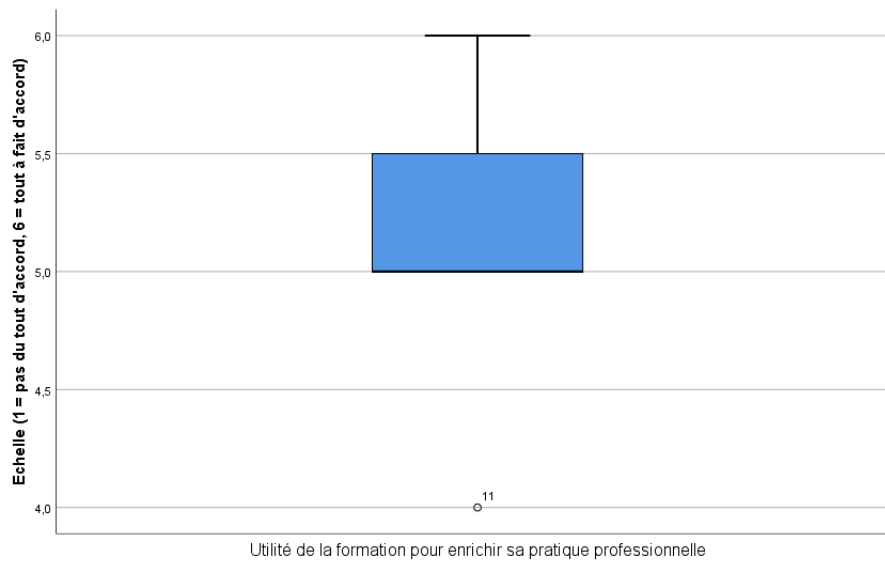


Figure 1. Expression de l'utilité de la formation des participant.e.s pour enrichir leur pratique professionnelle.

Annexe H6. Test T pour échantillons appariés (apprentissages)

Tableau 1.

Résultats des tests T pour échantillons appariés concernant les connaissances et compétences en dessin vectoriel, en gravure-découpe laser et en fabrication digitale.

		Moyenne	Ecart type	Différences appariées		t	ddl	Sig. (bilatéral)
				Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 % Inférieur Supérieur			
Paire 1	Moyenne connaissances/compétences sur le logiciel de dessin AVANT - APRES	1,12121	1,14768	,34604	,35019 1,89223	3,240	10	,009
Paire 2	Moyenne connaissances/compétences sur la graveuse-découpeuse laser AVANT - APRES	3,45455	1,83541	,55340	2,22150 4,68759	6,242	10	,000
Paire 3	Moyenne connaissances/compétences sur la fabrication digitale AVANT - APRES	2,33333	,93095	,28069	1,70791 2,95875	8,313	10	,000

Annexe H7. Comparatif de l'évolution d'apprentissage en dessin (groupe novice-groupe initié)

Tableau 1.

Evolution des connaissances / compétences en dessin vectoriel pour le groupe débutant et pour le groupe initié

Dessin vectoriel			
	avant	après	différence
Yves	9,00	10,00	1,00 initié
L'houssine	6,67	8,00	1,33 initié
Nicolas	7,00	7,33	0,33 initié
Sébastien	7,00	8,00	1,00 initié
Alain	5,00	6,67	1,67 initié
	Evolution moyenne		1,07
	avant	après	différence
Fanny	4,00	7,00	3,00 novice
Stéphanie	2,67	4,00	1,33 novice
Ivan	3,67	5,00	1,33 novice
Magali	6,00	7,00	1,00 novice
David	4,67	3,00	-1,67 novice
Martine	1,00	3,00	2,00 novice
	Evolution moyenne		1,17

Annexe H8. Connaissances en fabrication digitale

Tableau 1.

Fréquences des items composant les indices connaissances en fabrication digitale avant et après la formation (1 = débutant·e, 10= expert·e).

		Terminologie (avant) ³	Terminologie (après)	Principes de la fabrication digitale (avant)	Principes de la fabrication digitale (après)	Scénario pédagogique avec des outils créés avec CFAO (avant)	Scénario pédagogique avec des outils créés avec CFAO (après)
N	Valide	11	11	11	11	11	11
	Manquant	0	0	0	0	0	0
Moyenne		2,45	4,55	2,45	4,91	3,64	6,09
Médiane		2,00	4,00	2,00	5,00	2,00	6,00
Ecart type		1,69	2,46	2,02	2,02	3,11	2,47
Percentiles	25	1,00	2,00	1,00	4,00	1,00	4,00
	50	2,00	4,00	2,00	5,00	2,00	6,00
	75	3,00	7,00	4,00	7,00	7,00	8,00

Note. Arrondi au centième près

³ « Avant » et « Après » correspondent respectivement à « avant la formation » et « après la formation »

Annexe H9. Opérationnalisation des concepts

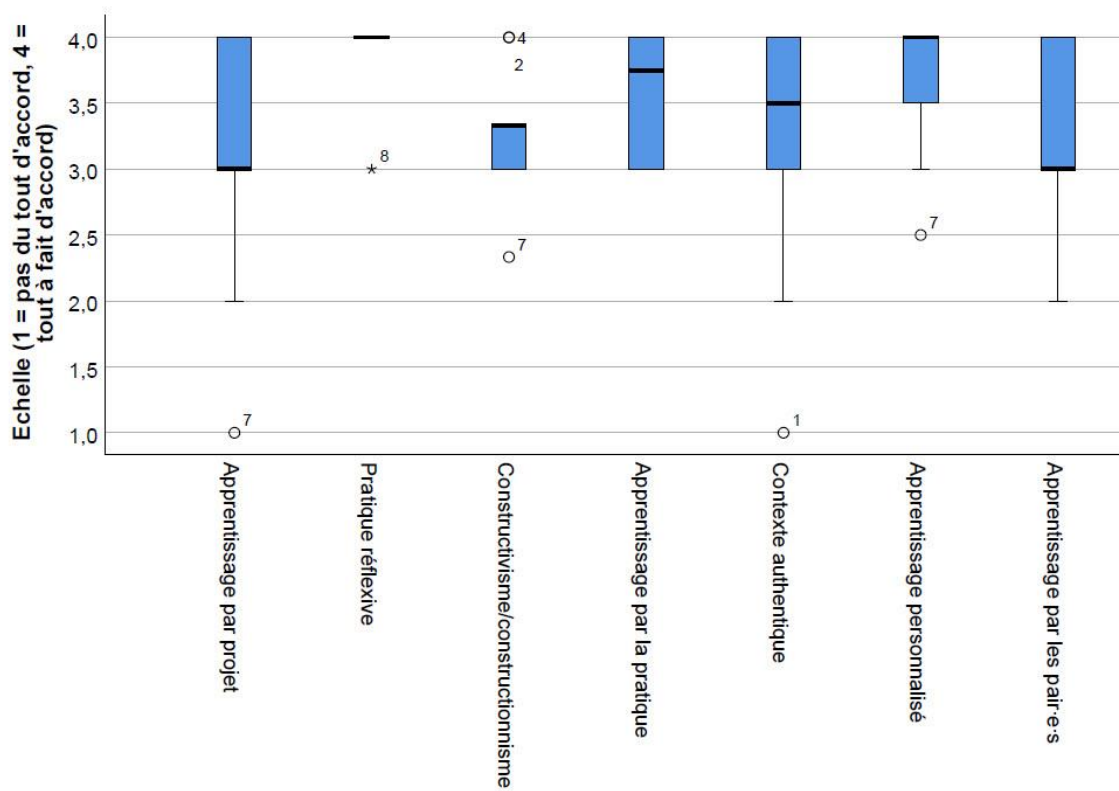


Figure 1. Opinions des participant-e-s concernant l'accord sur l'opérationnalisation des concepts théoriques

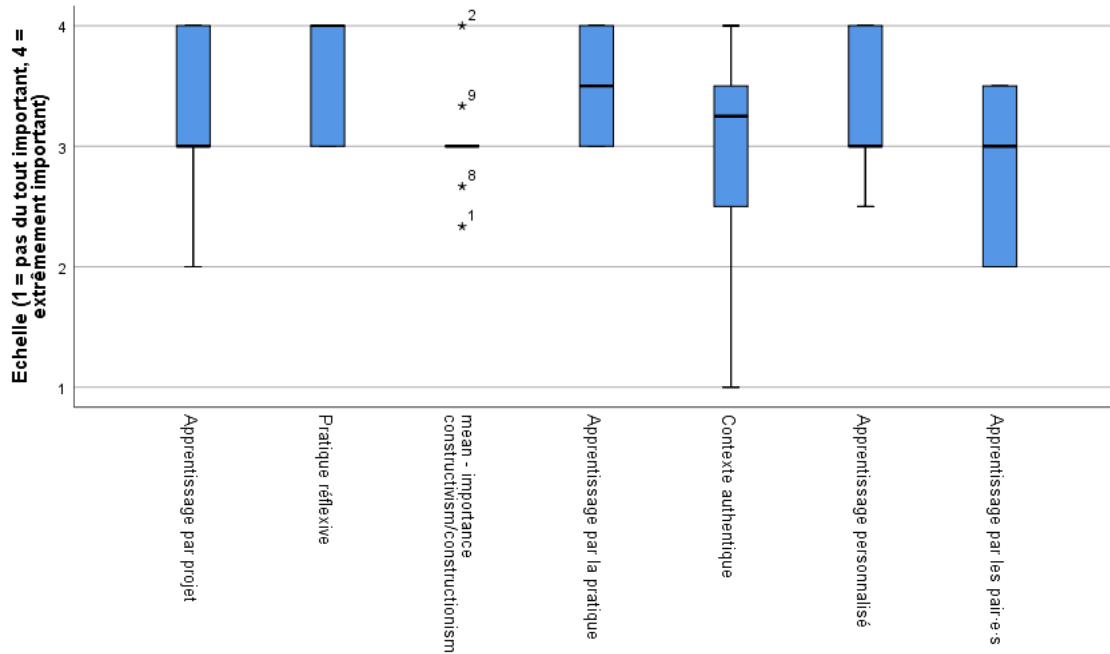


Figure 2. Opinions des participant-e-s concernant l'importance sur l'opérationnalisation des concepts théoriques

Annexe H10. Outils

Tableau 1.

Fréquences des variables relatives aux outils relatives à leur fréquence d'utilisation (1 = jamais, 4 = à chaque fois).

		Logiciel de dessin	Graveuse-découpeuse laser	Descriptif formation	Consigne activités	Pages travaux	Ressources tutorielles	Forum	Outil « qui est en ligne ? »	Blogpost	Blogpost autres participants	Suivi des pages notifications	page discussion	Mail	Permanences techniques
N	Valide	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Manquant	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moyenne		3,40	2,30	2,70	2,80	2,70	2,60	1,40	1,30	1,30	1,30	1,40	1,20	3,00	3,00
Médiane		4,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Ecart type		,84	1,16	,67	,79	,67	,70	,52	,48	,48	,48	,52	,42	1,05	1,05
Percentiles	25	2,75	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00
	50	4,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
	75	4,00	3,25	3,00	3,25	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,25	4,00	4,00

Note. Arrondi au centième près

Tableau 2.

Fréquences des variables relatives aux outils relatives à leur importance dans l'apprentissage (1 = pas du tout important, 4 = extrêmement important).

		Logiciel de dessin	Graveuse-découpeuse laser	Descriptif formation	Consigne activités	Pages travaux	Ressources tutorielles	Forum	Outil « qui est en ligne ? »	Blogpost	Blogpost autres participants	Suivi des pages notifications	page discussion	Mail	Permanences techniques
N	Valide	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Manquant	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moyenne		3,40	3,40	2,80	3,10	3,10	3,10	2,10	1,80	1,90	1,90	2,00	1,60	3,20	3,50
Médiane		3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00
Ecart type		,52	,84	,42	,74	,57	,88	,74	,63	,74	,88	,82	,52	,63	,71
Minimum		3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
Maximum		4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	2	4	4
Percentiles 25		3,00	2,75	2,75	2,75	3,00	2,00	1,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
50		3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00
75		4,00	4,00	3,00	4,00	3,25	4,00	3,00	2,00	2,25	3,00	3,00	2,00	4,00	4,00

Note. Arrondi au centième près

Annexe H11. Accompagnement

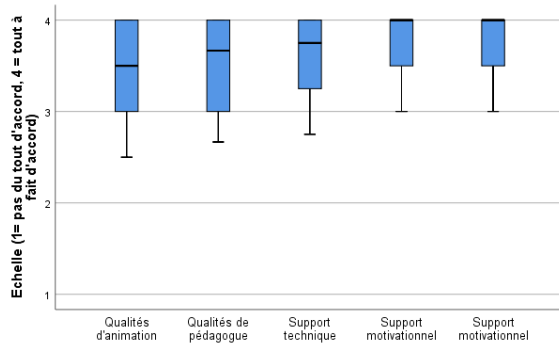


Figure 1. Degré d'accord des participant·e·s sur les différentes qualités de l'intervenante

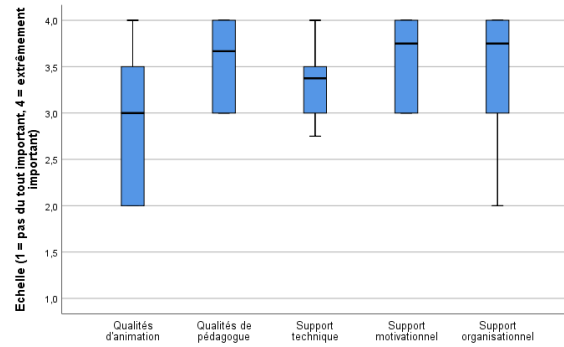


Figure 2. Opinions des participant·e·s sur l'importance des qualités de l'intervenante pour l'apprentissage

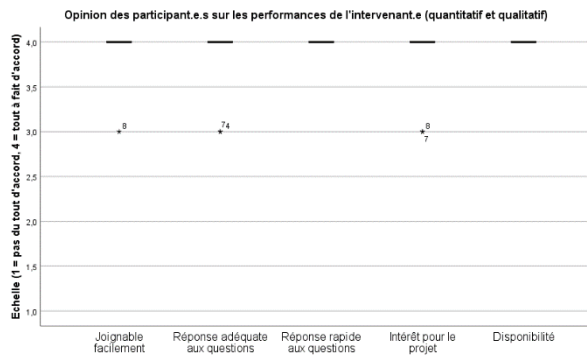


Figure 3. Degré d'accord des participant·e·s sur les différentes qualités de l'intervenante

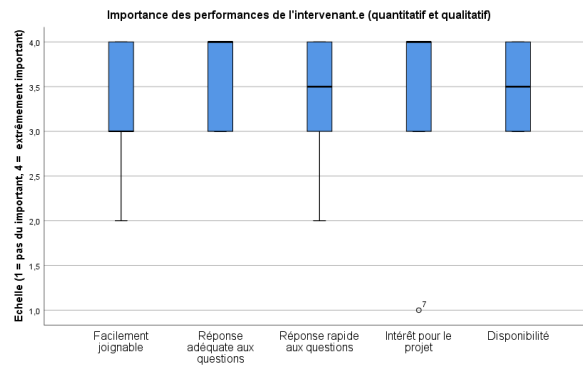


Figure 4. Opinions des participant·e·s sur l'importance des qualités de l'intervenante pour l'apprentissage

Annexe H12. Test T pour échantillons appariés (perception des technologies)

Tableau 1.

Résultats des tests T pour échantillons appariés concernant le facteur F1 – enthousiasme & plaisir

Test des échantillons appariés facteur F1 : enthousiasme / plaisir

		Moyenne	Ecart type	Différences appariées		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
				Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
					Inférieur				Supérieur
Paire 1	Apprendre la fabrication digitale est passionnant AVANT & APRES	-,455	,934	,282	-1,082	,173	-1,614	10	,138
Paire 2	Fabrication digitale dans l'éducation – agréable et stimulant AVANT & APRES	,182	,874	,263	-,405	,769	,690	10	,506

Tableau 2.

Résultats des tests T pour échantillons appariés concernant le facteur F2 – anxiété

Test des échantillons appariés facteur F2 – anxiété

		Moyenne	Ecart type	Différences appariées		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
				Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
					Inférieur				Supérieur
Paire 1	Nervosité lors du travail avec les technologies de fabrication digitale (AVANT & APRES)	-,091	,831	,251	-,649	,468	-,363	10	,724
Paire 2	Tension et mal à l'aise lors du travail avec les technologies de fabrication digitale – AVANT & APRES	,182	,982	,296	-,478	,841	,614	10	,553

Tableau 3.

Résultats des tests T pour échantillons appariés concernant le facteur F3 – évitement

Test des échantillons appariés F3 – évitement

		Différences appariées							
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)
					Inférieur	Supérieur			
Paire 1	Utilisation rare des technologies de fabrication digitale AVANT & APRES	,273	1,489	,449	-,728	1,273	,607	10	,557

Tableau 4.

Résultats des tests T pour échantillons appariés concernant le facteur F6 – productivité

Test des échantillons appariés F6 – productivité

		Différences appariées							
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)
					Inférieur	Supérieur			
Paire 1	Apport de la fabrication digitale dans l'enseignement AVANT & APRES	,364	1,027	,310	-,326	1,054	1,174	10	,267
Paire 2	Outils nécessaires dans le contexte éducatif AVANT & APRES	,000	1,000	,302	-,672	,672	,000	10	1,000
Paire 3	La fabrication digitale aide à améliorer l'enseignement AVANT & APRES	,273	1,489	,449	-,728	1,273	,607	10	,557

Annexe H13. Analyse de corrélations

Tableau 1.

Coefficient de corrélations de Spearman entre l'accord sur le cadre pédagogique (construits théoriques) et les effets sur l'apprentissage concernant le dessin vectoriel, la gravure-découpe laser, la fabrication digitale.

Corrélations Rho de Spearman

		Moyenne - accord constructivisme /constructionnisme	Moyenne - accord apprentissage par la pratique	Moyenne - accord apprentissage en contexte authentique	Moyenne - accord apprentissage personnalisé	Moyenne - accord apprentissage par les pairs	Moyenne - accord degré de liberté	Variable seule - Apprentissage par projet	Variable seule - pratique réflexive	Différence pré/post compétence s dessin	Différence pré/post compétence s laser	Différence pré/post connaissances fabrication digitale
Moyenne accord constructivisme / constructionnisme	- Coeff	1,000	,404	,066	,705*	,404	,846**	,325	,304	,524	,401	,726*
	Sig. (bilatéral)	.	,247	,855	,023	,247	,002	,359	,393	,098	,221	,011
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Moyenne accord apprentissage par la pratique	- Coeff	,404	1,000	,330	,104	-,189	,107	,028	,441	,434	,713*	,627
	Sig. (bilatéral)	,247	.	,352	,775	,600	,769	,939	,202	,210	,021	,052
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne accord apprentissage en contexte authentique	- Coeff	,066	,330	1,000	,376	,327	-,130	-,139	,303	,048	-,381	,381
	Sig. (bilatéral)	,855	,352	.	,284	,357	,720	,703	,394	,895	,277	,277
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne accord apprentissage personnalisé	- Coeff	,705*	,104	,376	1,000	,357	,556	,592	,459	,459	-,296	,364
	Sig. (bilatéral)	,023	,775	,284	.	,311	,095	,071	,182	,182	,407	,301
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne accord apprentissage par les pairs	- Coeff	,404	-,189	,327	,357	1,000	,313	-,239	,063	-,401	-,442	,307
	Sig. (bilatéral)	,247	,600	,357	,311	.	,378	,507	,863	,251	,201	,388
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Moyenne accord degré de liberté	- Coeff	,846**	,107	-,130	,556	,313	1,000	,385	,188	,379	-,013	,329
	Sig. (bilatéral)	,002	,769	,720	,095	,378	.	,272	,602	,279	,971	,354
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Variable seule - Apprentissage par projet	- Coeff	,325	,028	-,139	,592	-,239	,385	1,000	,433	,867**	-,045	-,123
	Sig. (bilatéral)	,359	,939	,703	,071	,507	,272	.	,211	,001	,901	,735
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Variable seule - pratique réflexive	- Coeff	,304	,441	,303	,459	,063	,188	,433	1,000	,530	,175	,058
	Sig. (bilatéral)	,393	,202	,394	,182	,863	,602	,211	.	,115	,629	,873
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Différence pré/post compétences dessin	- Coeff	,524	,434	,048	,459	-,401	,379	,867**	,530	1,000	,410	,256
	Sig. (bilatéral)	,098	,210	,895	,182	,251	,279	,001	,115	.	,210	,447
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Différence pré/post compétences laser	- Coeff	,401	,713*	-,381	-,296	-,442	-,013	-,045	,175	,410	1,000	,419
	Sig. (bilatéral)	,221	,021	,277	,407	,201	,971	,901	,629	,210	.	,200
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Différence pré/post connaissances fabrication digitale	- Coeff	,726*	,627	,381	,364	,307	,329	-,123	,058	,256	,419	1,000
	Sig. (bilatéral)	,011	,052	,277	,301	,388	,354	,735	,873	,447	,200	.
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

**.. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Note. Coeff = coefficient de corrélations

Tableau 2.

Coefficient de corrélations de Spearman entre l'importance sur le cadre pédagogique (construits théoriques) et les effets sur l'apprentissage concernant le dessin vectoriel, la gravure-découpe laser, la fabrication digitale.⁴

		Moyenne - accord constructivisme /constructionnisme	Moyenne - accord apprentissage par la pratique	Moyenne - accord apprentissage en contexte authentique	Moyenne - accord apprentissage personnalisé	Moyenne - accord apprentissage par les pairs	Moyenne - accord degré de liberté	Variable seule - Apprentissage par projet	Variable seule - pratique réflexive	Différence pré/post compétences dessin	Différence pré/post compétences laser	Différence pré/post connaissances fabrication digitale
Moyenne importance constructivisme / constructionnisme	- Coeff	1,000	,405	,449	,332	,404	,426	,191	,641*	,192	,090	,592
	Sig. bilatéral	.	,246	,193	,348	,247	,220	,596	,046	,572	,793	,055
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Moyenne importance apprentissage par la pratique	- Coeff	,405	1,000	,412	,194	,093	,623	,411	,527	,091	,631	,068
	Sig. bilatéral	,246	.	,237	,590	,798	,054	,237	,117	,802	,050	,853
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne importance apprentissage en contexte authentique	- Coeff	,449	,412	1,000	,367	,051	,267	,251	,833**	,210	-,087	,173
	Sig. bilatéral	,193	,237	.	,296	,888	,456	,485	,003	,560	,812	,632
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne importance apprentissage personnalisé	- Coeff	,332	,194	,367	1,000	,238	,147	,450	,461	,506	,085	,303
	Sig. bilatéral	,348	,590	,296	.	,507	,686	,192	,180	,136	,814	,396
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne importance	- Coeff	,404	,093	,051	,238	1,000	,483	,007	,443	,000	,341	,909**
	Sig. bilatéral	,247	,798	,888	,507	.	,157	,984	,200	1,000	,335	,000

⁴ *La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral), **. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

apprentissage par les pairs	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Moyenne importance de liberté	- Coeff	,426	,623	,267	,147	,483	1,000	-,237	,493	-,443	,425	,454
	Sig. bilatéral	,220	,054	,456	,686	,157	.	,510	,148	,200	,221	,188
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Variable seule Apprentissage par projet	- Coeff	,191	,411	,251	,450	,007	-,237	1,000	,244	,887**	,323	-,007
	Sig. bilatéral	,596	,237	,485	,192	,984	,510	.	,497	,001	,362	,985
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Variable seule pratique réflexive	- Coeff	,641*	,527	,833**	,461	,443	,493	,244	1,000	,108	,071	,535
	Sig. bilatéral	,046	,117	,003	,180	,200	,148	,497	.	,766	,845	,111
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Différence pré/post compétences dessin	Coeff	,192	,091	,210	,506	,000	-,443	,887**	,108	1,000	,410	,256
	Sig. bilatéral	,572	,802	,560	,136	1,000	,200	,001	,766	.	,210	,447
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Différence pré/post compétences laser	Coeff	,090	,631	-,087	,085	,341	,425	,323	,071	,410	1,000	,419
	Sig. bilatéral	,793	,050	,812	,814	,335	,221	,362	,845	,210	.	,200
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Différence pré/post connaissances fabrication digitale	Coeff	,592	,068	,173	,303	,909**	,454	-,007	,535	,256	,419	1,000
	Sig. bilatéral	,055	,853	,632	,396	,000	,188	,985	,111	,447	,200	.
	N	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11

Tableau 4.

Coefficient de corrélations de Spearman entre l'importance sur l'accompagnement et les effets sur l'apprentissage concernant le dessin vectoriel, la gravure-découpe laser, la fabrication digitale.

Corrélations Rho de Spearman

			Différence pré/post compétences dessin	Différence pré/post compétences laser	Différence pré/post connaissances fabrication digitale
Moyenne animateur	– accord	Corrélation de Pearson	-,034	,319	,465
		Sig. (bilatérale)	,920	,340	,150
		N	11	11	11
Moyenne animateur	– importance	Corrélation de Pearson	,142	,260	,087
		Sig. (bilatérale)	,695	,468	,810
		N	10	10	10
Moyenne pédagogue	– accord	Corrélation de Pearson	,659	,329	,556
		Sig. (bilatérale)	,027	,323	,076
		N	11	11	11
Moyenne pédagogue	– importance	Corrélation de Pearson	,371	,292	-,063
		Sig. (bilatérale)	,291	,412	,862
		N	10	10	10
Moyenne support technique	– accord	Corrélation de Pearson	,860	,375	,429
		Sig. (bilatérale)	,001	,255	,188
		N	11	11	11
Moyenne support technique	– importance	Corrélation de Pearson	,471	-,025	,155
		Sig. (bilatérale)	,169	,946	,670
		N	10	10	10
Moyenne support motivationnel	– accord	Corrélation de Pearson	,608	-,049	,024
		Sig. (bilatérale)	,062	,894	,948
		N	10	10	10
Moyenne support motivationnel	– importance	Corrélation de Pearson	,709	,021	,062
		Sig. (bilatérale)	,022	,954	,866
		N	10	10	10
Moyenne support organisationnel	– accord	Corrélation de Pearson	,708	,129	,465
		Sig. (bilatérale)	,015	,706	,150
		N	11	11	11
Moyenne support organisationnel	– importance	Corrélation de Pearson	,573	-,203	,245
		Sig. (bilatérale)	,083	,574	,496
		N	10	10	10

Annexe H14. Analyse Two Step cluster sur SPSS 25.

Récapitulatif du modèle

Algorithme	TwoStep
Entrées	3
Clusters	2

Qualité des clusters

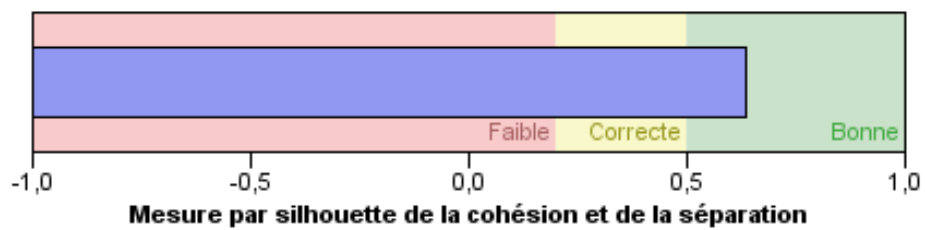


Figure 1. Analyse Two step cluster sur les variables hobbies, niveau initial en dessin et fréquentation des permanences techniques

Annexe I. Dispositif de formation

Annexe I1. Page d'accueil et descriptif de la plateforme DigiFabWiki (session d'automne 2018).

The screenshot shows the DigiFabWiki homepage. At the top, there is a navigation bar with 'Page Discussion', 'Lire', 'Voir le texte source', 'Afficher l'historique', and a search bar. Below this is the DigiFabWiki logo and a red box containing a '3' and a list of navigation links. The main content area is divided into several sections:

- A propos de ce wiki**: A blue header box containing text about the platform's accessibility and content.
- Description de la formation**: A section with a blue header and text describing the course structure, including phases like 'initiation à la technologie' and 'phase de découverte'.
- Activités et productions des participants**: A section with a blue header and a list of activities, including 'Bac à sable' and 'Phase de préparation'.
- Outils et supports à l'apprentissage**: A section with a blue header and a list of tools and resources, including 'Le Forum', 'Le mail personnel', 'S'organiser et travailler', and 'Suivre les autres participants'.

A red arrow on the left side of the page points to the 'Outils et supports à l'apprentissage' section. The page also includes a sidebar on the left with various navigation links and a footer with legal information and logos.

Figure 1. Page d'accueil de la plateforme DigiFabWiki

Descriptif de la plateforme :

- (1) Les pages consignes et les pages travaux ont été classées et numérotées dans la page d'accueil selon les phases du dispositif de formation: phase de préparation, phase de découverte et phase d'approfondissement afin de faciliter le repérage et la navigation des participant·e·s.

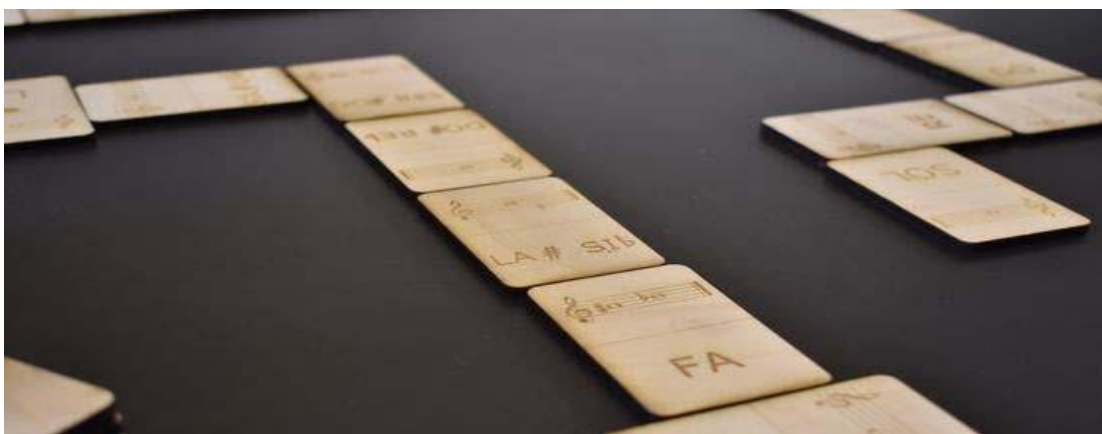
- (2) Les outils mis à disposition sont un outil de communication, des outils pour s'organiser et travailler et des outils pour suivre les autres participant·e·s. L'outil de communication entre les participant·e·s et entre les participant·e·s et l'intervenante destiné à recueillir tous les échanges était le WikiForum (<http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Sp%C3%A9cial:WikiForum>). Pour organiser les venues au *fablab* et obtenir un support technique pour la modélisation ou la réalisation de l'objet, un calendrier des permanences techniques était proposé ([http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Calendrier des permanences techniques](http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Calendrier_des_permanences_techniques)). Pour travailler, une page ressources était disponible ([http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Page ressources](http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Page_ressources)) et un blogpost (<http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Sp%C3%A9cial:CreateBlogPost>) était proposé pour permettre aux participant·e·s d'adopter une démarche réflexive vis-à-vis de leurs apprentissages. L'ensemble de ces pages ainsi que toutes les autres pages pouvaient faire l'objet d'un suivi via un système de notifications ou de commentaires via les pages discussion disponible pour chaque page wiki. Enfin, pour suivre les autres participant·e·s, un outil de présence sociale était proposé « *Qui en ligne ?* » ([http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Spécial:Qui est en ligne](http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Spécial:Qui_est_en_ligne)) ainsi qu'un outil permettant la lecture des blogposts par les autres participant·e·s (<http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Sp%C3%A9cial:ArticlesHome>). Enfin, des outils externes à *DigiFabWiki* étaient également proposés. Il s'agissait d'un outil de communication, d'outils de production et d'outils de support. L'outil de communication proposé aux participant·e·s était le mail personnel à l'intervenante pour lequel aucune restriction d'usage n'a été formulée. Les outils de production, étaient essentiellement composés du logiciel de dessin *Inkscape* sous licence libre et de la graveuse-découpeuse laser dont l'accès se faisait sur réservation dans le calendrier des permanences techniques. Les permanences techniques au SDG Solution Space offraient enfin l'opportunité de bénéficier de séances individuelles de modélisation ou de fabrication des objets. L'ensemble de ces outils ont fait l'objet d'une classification plus fonctionnelle et conceptuelle dans le cahier des charges consultable dans le cahier des charges (Annexe D) en utilisant la typologie selon sept fonctions formulés par Gauthier (2004).

- (3) Le menu de navigation a été personnalisé pour la formation.

Annexe I2. Communication SEM formation

Info SEM
SERVICE ÉCOLES-MÉDIAS

Se former à la gravure-découpe laser pour créer des objets pédagogiques en 2D.



Un peu de design et de créativité permettent, à l'aide de la fabrication digitale, de concevoir des outils pédagogiques personnalisés. Avec la 2D, on peut, par exemple, créer un puzzle de géographie, un jeu de lettres ou d'association mot-image, modéliser des concepts abstraits comme l'informatique. Les possibilités sont infinies.

Le SEM et TECFA s'associent pour proposer aux enseignant·e·s du DIP de les initier à cette technique pour réaliser des supports pédagogiques.

Cette formation hybride, qui combine période présentielle et distancielle, se déploiera du 1er octobre au 28 novembre 2018.

Cette formation se déroulera en deux phases. La première proposera une initiation à la technologie à travers la réalisation d'un premier objet, la seconde offrira la possibilité de réaliser projet à travers la réalisation d'un outil pédagogique personnalisé.

Les enseignant·e·s participant à cette formation pourront en outre emmener leur progéniture pour un atelier ad hoc destiné aux enfants âgés de 6 à 12 ans et qui se déroulera lors des deux présentielles: le 31 octobre et le 28 novembre.

Les inscriptions – obligatoires – à la formation se font via le SEM à l'adresse: sem.formation@edu.ge.ch

Les inscriptions – obligatoires également – à l'atelier enfants se font directement auprès de Lydie Boufflers à l'adresse: lydie.boufflers@etu.unige.ch

En savoir plus:

- [Descriptif complet de la formation](#)
- [Catalogue de la formation continue pour les enseignant·e·s](#)

Annexe I3. Analyse, explication et proposition de remédiation du scénario pédagogique

Tableau 1.

Grille d'analyse et d'explication des problèmes du scénario pédagogiques et proposition de remédiations

	Problème concerné	Explication	Remédiation
Activités	Présentielle 1 – activité d'éveil : exercice de modélisation individuelle que chacun-e réalise en simultanée en suivant les manipulations de l'intervenant-e.	Le principe de formation est très behavioriste. L'activité ne convient ni aux novices car la démonstration est trop rapide, ni aux initiés car la démonstration est trop lente.	La forme de l'exercice a été modifiée : constitution de groupes de niveaux hétérogènes et réalisation de l'activité en autonomie. Objectif théorique: réintroduire le constructionnisme et l'apprentissage par les pair-e-s.
	Présentielle 1 et 2 – présentation d'autres technologies : ces activités ont été jugées trop longue (1 heure était prévue pour l'activité broderie numérique par exemple) la broderie en présentielle	Les participant-e-s sont ouvert-e-s à la présentation d'autres technologies mais cela doit être rapide.	Présentielle 1 : la présentation de la découpeuse vinyle est facultative. Les participant-e-s ont l'opportunité de réaliser une série d'activités ⁵ .
	Blogpost – personne ou presque n'a réalisé de blogpost	Les participant-e-s trouvent cette activité « contre naturelle » alors que tou-te-s déclarent faire preuve de réflexivité.	L'activité a été intégrée à la page projet dans une partie autoscopique . Elle sera menée sous l'impulsion de l'intervenant-e et le participant-e sera ensuite invité à consigner les réflexions par écrits.

⁵ Ces activités ont été prévues pour pouvoir organiser 2 sous-groupes pour la gravure-découpe laser. Des groupes de 6 personnes maximum ont été constitués afin que 1) chacun-e puisse observer la machine et 2) chacun-e puisse poser des questions.

Annexe I4. Scénario pédagogique 2^e version

Tableau 1.

Scénario pédagogique revu (accès en ligne sous http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/bouffle0/memoire/archives/annexe-i4_scenario-revu.pdf)

Agenda & Durée	Objectifs de la séquence	Contenu pédagogique	Méthodes, moyens pédagogiques & Rôles sociaux	Evaluation
PHASE 1 : DECOUVERTE				
Distance J1 (60')	<p>Susciter l'intérêt</p> <p>Expliquer ce qu'est la CFAO et présenter les principales technologies de fabrication digitale</p> <p>Expliquer les principes de base de la gravure-découpe laser</p> <p>Découvrir le vocabulaire inhérent à la fabrication digitale</p> <p>Appréhender le potentiel de la CFAO pour l'éducation avec des exemples concrets</p>	<p>10' - Capsule vidéo (1) Présentation de la CFAO et revue générique des technologies. (2) Zoom sur la gravure-découpe laser et ses principes de base. (3) Présentation du travail à distance : choix d'une image et rédaction d'une idée de projet ou, a minima identification d'un problème pédagogique (concept difficile à appréhender par les élèves par exemple)</p> <p>50' _ Travail à distance : Choix d'une image et rédaction d'une idée de projet</p> <p>Délai : Mercredi 1^{er} Mai minuit Modalités de restitution : page travaux préparation 2019 ou par mail à lydie.bouffiers@etu.unige.ch</p>	<p>Méthode : méthode transmissive, méthode active</p> <p>Modalités de travail : A distance, en individuel</p> <p>Supports de formation : capsule vidéo, DigiFabwiki (consignes), banques d'images et compléments théoriques.</p> <p>Outils : ordinateur, connexion Internet, messagerie électronique, DigiFabWiki.</p> <p>Rôles sociaux : - apprenant.e : mandataire - formateur : support technique</p>	Réalisation du travail à distance (choix d'une image et rédaction d'une idée de projet)
Présence J31 210' (3:30) Pause 10'	<p>Construire un sentiment d'appartenance au groupe</p> <p>Découvrir le vocabulaire inhérent à la fabrication digitale</p> <p>Réaliser un dessin et l'adapter aux contraintes de la gravure-découpe laser</p> <p>Expérimenter la gravure-découpe laser en utilisant la machine en toute sécurité</p> <p>Appréhender le potentiel de la CFAO pour l'éducation à travers des exemples concrets</p> <p>Expliquer ses difficultés, s'entraider et partager les bonnes pratiques</p> <p>Ecrire pour apprendre et comprendre les concepts de la CFAO</p>	<p>5' - Présentation de la formation et des partenaires de la formation</p> <p>15' - Questionnaire pré-formation</p> <p>150' Activité brise-glace (1) Préparation : les idées de projets sont écrites sur de petits papiers qui sont ensuite froissés et déposés dans une urne. (2) Activité jour : chaque participant.e tire au sort un papier, le lit et doit deviner à qui appartient le projet.</p> <p>110' - Activité d'éveil à la technologie Tout au long de l'activité : réalisation des photos des objets et dépôt sur la page « <i>Activité d'éveil à la technologie</i> » et/ou souvenirs de la formation (étape qui peut être faite par le formateur)</p> <p>(1) 5' Préambule à l'activité => Explication de l'activité : modélisation puis fabrication. Rappeler que CFAO veut dire CONCEPTION et FABRICATION assistée par ordinateur. Par conséquent, la réalisation du dessin est une étape importante et incontournable du processus. => Expliquer que lors de la fabrication, tout le monde repartira avec un objet mais la contrepartie, c'est que cela va prendre du temps (env. 1 heure) avec 15-20 mn à la machine par groupe. Nous proposons 45 minutes d'activité au choix (cf. Ci-dessous).</p> <p>(2) 37' - Etape 1 : conception 5' Constitution des groupes et déplacement vers les îlots de table - Constitution de groupes hétérogènes : une personne non initiée se déplace vers chaque îlot, puis une personne initiée (ou presque) et ainsi de suite jusqu'à constitution de groupes de 4 personnes. - Attribution de rôle : 1 personne « maître du temps ». Changement de rôles possible lors du passage à la 2^e partie de l'activité (image)</p> <p>2' Explication de l'organisation de l'activité : - Principe : chaque groupe travaille en autonomie, les formateurs sont présents pour aider les groupes dans les tâches de modélisation.</p> <p>30' Réalisation d'une conception comportant - Images monochrome : import en *.png ou *.jpg, vectorisation, adaptation aux contraintes de la machine (fond blanc et contour rouge 0.01 mm) - DECOUPE</p>	<p>Méthode : Méthode transmissive (présentation), méthode démonstrative (modélisation et fabrication, syntaxe wiki) et méthode active (activité de modélisation et fabrication, discussion)</p> <p>Modalités de travail En présence, en groupe - Plénum (avec une salle en U) - Groupe de 3 à 4 personnes (en îlots)</p> <p>Support de formation : - DigiFabWiki, pages présentielles</p> <p>Outils : ordinateur, connexion Internet, matériel de projection, logiciel de dessin Inkscape, graveuse-découpeuse laser avec ordinateur et driver Trotec, 3 ou 4 clés USB</p> <p>Rôles sociaux : - formateur « constructeur de groupe », pédagogue, animateur (discussion), support, évaluateur - apprenant.e : participant, mandataire et collaborateur/collaboratrice - Fab/ab manager : support technique</p>	Réalisation de l'activité d'éveil à la technologie Participation aux échanges de groupe

	<ul style="list-style-type: none"> - Lettres du prénom : écrire son prénom dans le logiciel de dessin, adaptation aux contraintes de la machine (fond noir et contour rouge 0.01 mm), petite taille - GRAVURE (à positionner dans l'image) - Dépôt des dessins sur « <i>Activité d'éveil à la technologie</i> » (nécessaire pour les récupérer pour graver-découper) ou une clé UBS commune au sous-groupe. <p>(3) 60' (15'-20'*3 groupes) - Etape 2 : Réalisation de l'objet à la gravure-découpe laser 20'/groupe - Réalisation des objets à partir des modélisations réalisées par les participants.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe : le premier groupe ayant terminé la modélisation se rend à la machine. Pour cette phase, tous les objets des membres du groupe sont réalisés en même temps (une seule découpe gravure) mais tous les participants vont avoir un rôle selon ce dont ils se souviennent du podcast ; c'est aussi une manière discrète de vérifier l'acquisition de connaissances de la phase de préparation de manière sommative. Cette étape est aussi l'occasion d'expliquer le mode de fonctionnement de la laser et les principes de la fabrication digitale. - A la machine : une personne place la planche, une autre la brucelle, une autre règle la hauteur, une autre se place devant Inkscape, c'est elle qui lancera le pilote via l'impression de son dessin. <p><i>Le reste du groupe réalise des activités à choix</i> Visiter le Fablab avec le fablab manager</p> <ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la vinyle (dès que tous ont terminé les dessins) - Tester les outils pédagogiques en démonstration - Commencer son projet personnel - Regarder les autres découpe-gravure des autres groupes. - Réaliser l'activité annexe <p><i>Activité « fil rouge » pour chaque sous-groupe suite à la découpe-gravure des objets :</i> Chaque groupe doit travailler à l'élaboration écrite d'une procédure de paramétrage du pilote et de la machine laser dans le wiki en fonction de ce dont ils se souviennent. Le groupe suivra ajoute ou corrige les éléments du premier groupe et ainsi de suite. = co-construction des connaissances</p> <p>A l'issue du passage de tous les groupes, relecture de la procédure et finalisation en commun dans les grandes lignes. Cette procédure sera corrigée par le formateur après la présenteielle, envoyée aux participant.e.s et imprimée pour la fabrication.</p> <p>Buffer time : 15 minutes</p> <p>15' Pause Des outils pédagogiques amenées par les formateurs sont à disposition des participants.</p> <p>5' - Etape 3 : Retour sur expérience et discussion autour de l'intérêt de la CFAO pour l'éducation Production par le groupe d'un paragraphe « <i>retour sur expérience</i> » (rédigée par le formateur) dans la page « <i>Activité d'éveil à la technologie</i> » sur les thèmes suivant : principes de la CFAO (pour que tou.te.s aient conscience de la partie modélisation et conception), apprentissages réalisés, difficultés rencontrées, intérêt de la CFAO pour créer des outils pédagogiques, lister quelques bonnes pratiques pour la gravure-découpe laser.</p> <p>40' - Conclusion de la journée et discussion prochaines étapes</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 10' Présentation de la phase d'approfondissement : étapes de la période distancielle, présentation des outils, présentation et IMPORTANT des ateliers et permanences techniques. (2) 3' besoin en matériel (PC pour les ateliers / estimation bois) (3) 15' wiki : explication rapide notamment pour la navigation (le tout est accessible via la page d'accueil et notamment par le menu de gauche) mais bien préciser que ce n'est pas le cœur de la formation. En cas de difficulté : possibilité d'envoyer les éléments au formateur, possibilité aussi de remplir la page lors des ateliers du mercredi après-midi et lors de la venue pour la gravure-découpe en binôme avec le formateur. (4) 5' Questions / réponses (6) Proposer aux personnes qui le souhaite de faire un point projet pour avoir des conseils notamment et pour être au clair ce soir. Possibilité aussi de le faire lors des ateliers du mercredi 		
--	--	--	--

PHASE 2 : APPROFONDISSEMENT				
<p>Distance J32 à J38</p> <p>120' (2:00)</p>	<p>Elaborer une idée d'outil pédagogique utilisant la fabrication digitale</p> <p>S'organiser pour terminer le projet dans le temps imparti</p> <p>Préparer la phase de modélisation de l'outil pédagogique</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer et critiquer son idée de projet</p>	<p>Etape 1]- Elaboration du projet d'outil pédagogique</p> <p><i>Etape 1.1 : Déterminer l'idée du projet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Détermination du projet original ou possibilité de reprendre un projet existant et de l'adapter. (facultatif) Réalisation d'un calendrier de réalisation du projet <p><i>Etape 1.2 : Rédaction de la page projet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Rédaction de l'idée de projet selon le modèle de page personnelle proposée dans DigiFabwiki (facultatif) Réalisation d'un prototype : dessin au crayon ou prototype papier ou carton, prendre une photo et l'insérer dans la page projet personnelle <p><i>Etape 1.3 : Préparation à la modélisation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Sélection de tutoriels personnalisés par le formateur et l'apprenant.e (en fonction des besoins du projet) <p>Support : « atelier du mercredi »</p> <p>Atelier proposé chaque mercredi après-midi pendant la formation à raison de 3 ateliers de 1h30, sur inscription dans une page dédiée de DigiFabWiki</p> <p>Objectif principal : atelier d'aide à la définition et modélisation du projet.</p> <p>Selon les besoins de chacune des activités complémentaires pourront être réalisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> Wiki : rédaction, navigation (possibilité de rédiger sa page projet sur place) Explication des principes de la gravure-découpe laser Faire le point bilan sur le projet : où on est ? où on va ? ne pas hésiter à faire modéliser un dessin avec papier – crayon. <p>Délai : Jeudi 16 Mai 2019 à minuit</p> <p>Modalités de restitution : DigiFabWiki, page projet personnelle</p>	<p>Méthode : Méthode active</p> <p>Modalités de travail : A distance, en individuel En présence, en petits groupes de 3 ou 4 personnes</p> <p>Supports de formation : DigiFabWiki</p> <p>Outils : ordinateur, connexion Internet, logiciel de dessin, mail formateur, ressources tutorielles sur DigiFabwiki ou ailleurs, atelier du mercredi</p> <p>Rôles sociaux : - formateur : support conceptuel et technique, animateur (rappel dates butoirs), évaluateur (idée de projet) - apprenant.e : mandataire, collaborateur, participant</p>	<p>Rédaction d'une idée de projet dans la page projet personnelle</p>
<p>Distance J39 à J44</p> <p>300' (8:00)</p>	<p>Réaliser un dessin et l'adapter aux contraintes de la gravure-découpe laser</p> <p>S'entraider et partager les bonnes pratiques</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p>	<p>Etape 2 - Modélisation du projet dans le logiciel de dessin</p> <p><i>Etape 2.1 : Réalisation du dessin</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Réalisation d'un dessin sur un logiciel de dessin (Inkscape est proposé) Adaptation du dessin aux contraintes de la graveuse-découpeuse laser <p><i>Etape 2.2 : Page projet personnelle</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Insertion du fichier contenant le dessin dans la page projet personnelle (option à cette étape) Débuter la rédaction de la page projet personnelle <p>Support : « atelier du mercredi »</p> <p>Délai : Dimanche 26 mai à minuit (au plus tard, possibilité de faire avant)</p> <p>Modalités de rendu : DigiFabWiki, page projet personnelle</p>	<p>Méthode : Méthode active</p> <p>Modalités de travail : A distance, en individuel En présence, en petits groupes de 3 ou 4 personnes</p> <p>Supports de formation : DigiFabwiki, tutoriels dans DigiFabwiki ou ailleurs.</p> <p>Outils : ordinateur avec logiciel de dessin, connexion Internet, mail, atelier du mercredi</p> <p>Rôles sociaux : - formateur : animateur (rappel dates butoirs et blogposts), pédagogue, support technique, évaluateur - apprenant.e : participant, mandataire, collaborateur</p>	<p>Réalisation du dessin dans le logiciel de dessin</p> <p>Insertion du fichier dans la page projet.</p> <p>Début de rédaction de la page projet</p>
<p>Distance J45 à J58</p> <p>150' (1:00) (estimation)</p>	<p>Expérimenter la gravure-découpe laser en l'utilisant en toute sécurité</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p>	<p>Etape 3 : Fabrication des objets avec la graveuse-découpeuse laser</p> <p><i>Etape 3.1 : Réalisation des objets avec la graveuse-découpeuse laser</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Au SDG Solution Space (avec le formateur et/ou fablab manager) Lors de ces sessions, en profiter pour réexpliquer et détailler plus le fonctionnement de la laser (cf. page wiki : https://edutechwiki.unige.ch/fr/D%C3%A9coupe_et_gravure_laser) <p><i>Etape 3.2 : Page projet personnelle</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Rédaction de la page projet personnelle avec photo de l'outil pédagogique Rédaction d'un petit paragraphe réflexif 	<p>Méthode : Méthode active</p> <p>Modalités de travail : A distance, en individuel En présence, en petits groupes de 3 ou 4 personnes</p> <p>Supports de formation : DigiFabWiki</p> <p>Outils : ordinateur avec driver Trotec, graveuse-découpeuse laser, mail</p>	<p>Réalisation des objets</p> <p>Rédaction de la page projet personnelle</p>

		<p>Réalisation des projets : des rendez-vous seront pris avec les participant.e.s afin qu'ils viennent</p> <p>Délai : Dimanche 2 Juin 2019. Modalités de rendu : DigiFabWiki, page projet personnelle</p> <p>NB : Les projets peuvent être finalisés lors la dernière présentielle. A minima, l'on demande un prototype papier/carton ou que l'objet soit en cours en gravure-découpe (i.e. faire en sorte qu'il puisse être présenté au groupe).</p>	<p>Rôles sociaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - formateur : animateur (rappel dates butoirs / rédactions), pédagogue, support technique, évaluateur - apprenant.e : mandataire, collaborateur - fablab manager : support technique 	
<p>Présentielle J59</p> <p>210' (3:30) Pause 20'</p>	<p>Développer le sens du collectif, partager son expérience et ses ressources</p> <p>Défendre son projet</p> <p>Evaluer et critiquer constructivement les projets présentés par les pair.e-s</p> <p>Evaluer ses apprentissages</p> <p>Evaluer, critiquer son projet</p>	<p>1h45' (buffer 5') - Présentation des projets Chaque participant dispose de 8'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3' présentation du projet et de l'outil pédagogique réalisé (ou son prototype) et sa page projet. • 5' questions – questions-réponses / critiques / commentaires (environ 2 ou 3 interventions par projet) <p>Les projets sont ensuite déposés sur une table au fond de la salle pour permettre à chacun de pouvoir échanger à la pause (prévoir une table au fond de la salle avec des chevalets)</p> <p>15' - Pause Discussions informelles autour des projets réalisés par les apprenantes</p> <p>25' Questionnaire post-formation (buffer 5')</p> <p>50' Broderie numérique ATTN : Tout le monde ne pourra pas broder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Broderie machine : présentation de la technologie et intérêt pour l'éducation - 6' • Étapes de conception d'un objet (parallèle avec la 2D) - 4' • Considérations techniques : type de points et contraintes physiques - 5' • Hands-on - 20' • Démonstration (+ discuter des contraintes)- 15' (2 ou 3 broderies rapides) <p>15' - Conclusion de la formation et continuation des projets 15' - Mot de la fin par chacun + formateur.</p> <p>Voir également :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Finalisation des projets pour les participant.e.s concerné.e.s (ceux qui n'ont pas terminés ou ceux qui veulent améliorer leurs projets suite aux critiques) ou prise de rendez-vous pour finaliser (après mi-juin) - Certification machine SDG mais être au clair sur l'accord SDG / SEM 	<p>Méthode : Méthode active</p> <p>Modalités de travail :</p> <p>En présence en plénum</p> <p>Supports : page projet des apprenants</p> <p>Outils : ordinateur, beamer et écran de projection, connexion Internet, chronomètre.</p> <p>Rôles sociaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - formateur animateur, pédagogue, évaluateur - apprenant.e : mandataire, collaborateur, participant 	<p>Réalisation de la présentation de l'outil</p> <p>Participation aux discussions de groupe</p>

Annexe J. Traces

Annexe J1. Apprentissages gravure-découpe laser et fréquence de venue aux permanences techniques (phase de fabrication)

Selon le calendrier des permanences consultable sous : http://tecfaetu.unige.ch/digifabwiki/index.php/Calendrier_des_permanences_techniques, 22 heures de permanences techniques sur 7 plages horaires ont été planifiées et 16h45 ont été réellement utilisées par les participant·e·s.

Tableau 1.

Tableau récapitulatif des heures et fréquences des venues aux permanences techniques, de l'évolution des connaissances et compétences en gravure-découpe laser, du niveau initial en dessin vectoriel, de la réalisation ou non de formation digitale en amont.

	Durée (*)	Fréquence de venue aux permanences	Evolution des connaissances et compétences en gravure-découpe	Niveau initial en dessin vectoriel	Formation fabrication digitale précédente
René	30 mn	1	4,40	Initié	Oui
Robert	1H	1	5,20	Initié	Oui
Léa	2H (1H+ 1H)	2	5,40	Novice	Oui
Elsa	45mn	1 ⁽¹⁾	3,80	Novice	Non
Lionel	2H (30mn + 1H + 30mn)	3	5,20	Initié	Oui ⁽²⁾
Victor	2H (30 mn + 30 mn + 1H)	3	0,40	Novice	Non
Irène	1H	1	4,80	Novice	Oui
Octave	1H	1	3,60	Initié	Oui
Emmanuel	1H30 mn (30 mn + 1H)	2	2,60	Initié	Oui
Stéphan	0	0	0	Novice	Non
Régine	5H (1H + 2H+ 2H)	3	2,20	Novice	Non

(*) les « + » matérialisent des plages différentes, les « H » correspondent aux heures et les « mn », aux minutes

Mesures de tendance centrale concernant l'évolution des connaissances et compétences

- Médiane : 3,80
- Moyenne : 3,45

¹ Prototypage réalisé avant donc 2 paramétrages de machine

² Co-fondateur de Kidimake qui est une entreprise qui proposent des goûters making aux enfants. Il a aussi mentionné faire de l'impression 3D avec un membre de sa famille (Annexe 11D)

Annexe J2. Analyse des interactions dans le forum

Fils de discussion

- Nombre de fils de discussion total : 10
- Fils de discussion créés par l'intervenante : 5
- Nombre de participants ayant ouvert un fil: 4 personnes (2 novices et 2 confirmés ont créé un fil)
- Nombre de participant·e·s ayant répondu au fil de discussion : aucune

Nombre de messages

- Nombre de messages total : 16 messages
- Nombre de messages créés par les participant·e·s : 5 messages
- Nombre de messages créés par l'intervenante : 11

Participant·e·s ayant posté un message

- Irène
- René
- Léa
- Lionel

Type de messages postés par les participants

- 3 messages concernant la modélisation
- 1 message concernant la fabrication
- 1 message concernant le Blogpost

Type de messages postés par l'intervenante

- 5 réponses aux messages des participant·e·s
- 6 messages concernant l'aspect organisationnel (rappel des étapes etc.)

Annexe J3. Analyse du nombre de mots dans les pages projets

Tableau 1.

Nombre de mots dans les pages projets personnelles des participant-e-s

	Nombre de mots (page projet)
Emmanuel	320
René	346
Robert	188
Léa	1156
Elsa	231
Lionel	439
Victor	153
Irène	138
Octave	222
Régine	391
Moyenne	358,4
Médiane	275,5

Annexe J4. Fréquence de venues aux permanences techniques

Tableau 1.

Tableau récapitulatif des fréquences des venues aux permanences techniques

	Fréquence de venue aux permanences techniques
René	1
Robert	1
Léa	2
Elsa	1
Lionel	3
Victor	3
Irène	1
Octave	1
Emmanuel	2
Stéphan	0
Régine	3
Moyenne	1,64
Médiane	1

Annexe J5. Analyse des échanges de mails participant-e-s et intervenante

Tableau 1.

Tableau récapitulatif des échanges de mails entre les participant-e-s et l'intervenante.

Type de mail	Nombres de mail
Technique	Login sur le wiki : 7 mails Problème écriture wiki : 8 mails Problème installation Inkscape : 4 mails Modélisation : 29 mails <u>Total mails techniques : 48 mails</u>
Logistique	Accès à la machine après la formation : 1 Inscription atelier enfant : 4 mails Inscription à la formation : 3 mails Prêt d'ordinateurs: 13 mails Organisation matériaux ⁶ (renseignements): 7 mails Organisation des RDV au SDG Solution Space : 20 mails Renseignements autres machines : 4 mails <u>Total mails logistiques : 52 mails</u>
Conventions sociales	Suite mail de bienvenue : 2 mails <u>Total mails conventions sociales : 2 mails</u>
Organisationnel	Echange sur le travail de préparation : 8 mails Echange sur le travail projet : 6 mails Présentielle 2 : 2 mails <u>Total mails organisationnels : 16 mails</u>
TOTAL	118 mails dont <ul style="list-style-type: none"> - 41% de mails de techniques - 44% de mails logistique - 2% de mails de conventions sociales - 13% de mails organisationnels Soit près de 12 mails par personne

⁶ bois