



HAL
open science

Apprendre par la création de jeu vidéo : propositions pour la conception et la production de templates à visée pédagogique

Chloé Vigneau

► **To cite this version:**

Chloé Vigneau. Apprendre par la création de jeu vidéo : propositions pour la conception et la production de templates à visée pédagogique. Informatique [cs]. HESAM Université, 2024. Français. NNT : 2024HESAC013 . tel-04739570

HAL Id: tel-04739570

<https://theses.hal.science/tel-04739570v1>

Submitted on 16 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE METIERS DE L'INGENIEUR (SMI)
Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique et Communications (CEDRIC)

THÈSE

présentée par : **Chloé VIGNEAU**

soutenue le : **3 juillet 2024**

pour obtenir le grade de : **Docteur d'HESAM Université**

préparée au : **Conservatoire national des arts et métiers**

Discipline : **Informatique**

Spécialité : **Informatique**

Apprendre par la création de jeu vidéo : propositions pour la conception et la production de templates de jeux à visée pédagogique

THÈSE dirigée par :
Monsieur BUENDIA Axel Professeur, CNAM

et co-encadrée par :
Madame MADER Stéphanie Maître de conférences en informatique, CNAM
Madame ROLLAND Catherine Responsable de la Chaire Science et Jeu Vidéo, Ecole Polytechnique

Jury

M^{me} Domitile LOURDEAUX	Professeure des Universités, Heudiasyc, Université de technologie de Compiègne	Présidente
M^{me} Margarida ROMERO	Professeure des Universités, Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Education, Université Côte d'Azur	Rapportrice
M. Julien BROISIN	Associate professor, TALENT team, Université Toulouse 3	Rapporteur
M^{me}. Amel YESSAD	Maître de Conférences, Equipe MOCAH, Sorbonne Université - LIP6	Examinatrice
M. Vincent BERRY	Professeur des Universités, Laboratoire EXPERICE, Université Paris 13	Examinateur

**T
H
È
S
E**

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnée dans ce travail de recherche, à commencer par mes trois encadrants : Axel Buendia pour ses conseils avisés, toujours arrivés au bon moment pendant ce parcours, Stéphanie Mader, pour nos discussions toujours riches sur le design de jeux et la recherche en général, et Catherine Rolland, pour ses conseils sur la pédagogie, ses partages d'expérience, son suivi au quotidien.

Je remercie également Raphaël Granier de Cassagnac d'avoir accepté d'accueillir cette thèse au sein de la Chaire Science et Jeu Vidéo de l'Ecole Polytechnique, ainsi qu'Olivier Dauba d'Ubisoft, à qui j'aurais aimé présenter les résultats de ce travail.

Côté recherche, cette thèse a pu aussi bénéficier des recommandations précieuses de Vincent Berry et Amel Yessad, les membres de mon comité de suivi.

Le point de départ de ce sujet est une rencontre avec l'association Fusion Jeunesse, et particulièrement Marie-Cécile André qui m'a fait confiance pour mener des ateliers de création de jeu vidéo dans des classes. Je remercie toute l'équipe de Fusion Jeunesse, notamment Rim Abdelwahed pour sa coordination pédagogique des projets. Cette expérience d'animation d'ateliers en classe a été autant un terrain de recherche qu'un espace d'apprentissage personnel.

Grâce à ces ateliers, j'ai pu rencontrer des enseignants formidables qui essaient, chacun à leur manière, différentes méthodes pour aider les élèves à s'épanouir à l'école. Parmi eux, je remercie surtout Roselyne Griffon et Radoine Rami qui ont changé ma vision du métier d'enseignant et m'ont transmis des bases solides sur la pédagogie en classe.

D'autres enseignants ont accepté de tester mes templates en classe : Ludovic Cassuto, Jérôme Bailly, Claire Holleman, Stéphanie Ziller, Nour-Eddine Elyazgi, Wandrille Wurtz, Mayana Lebot, Karine Delavault, Alban Le Moigne, Leïla Salem et David Marie. Sans eux, pas d'expérimentations

REMERCIEMENTS

possibles. Je les remercie pour leur courage de se lancer dans cette nouvelle activité et leur bienveillance sur les templates proposés.

En quatre ans d'ateliers en classe, j'ai croisé plusieurs centaines d'élèves. Certains ont réalisé des jeux exceptionnels, d'autres se sont découragés. Certains ont progressé tout au long de l'année à travers le projet, d'autres ont attendu le dernier moment pour montrer leur motivation et leurs compétences. Les échanges que j'ai pu avoir avec eux ont donné un sens à ce sujet, au-delà de la thèse.

Cette recherche a pu s'étendre sur d'autres territoires, aller plus loin que prévu, grâce aux membres du groupe numérique de travail (GTnum) "Apprendre par la création de jeu vidéo", en particulier William Brou, Cyril Chartraire, Olivier Ménard et Pierre Lancien qui contribuent activement à faire reconnaître l'intérêt de cette activité de création de jeu vidéo. Ce GTnum a été mis en place grâce à la Direction du Numérique Educatif (DNE) du Ministère de l'Education Nationale donc au soutien d'Axel Jean et Elie Allouche.

Pour terminer, je remercie toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont fait progresser et ont donc contribué à l'aboutissement de ce travail : Camille, qui m'a suggéré de faire une thèse...en 2009 (mieux vaut tard que jamais), Christine pour m'avoir toujours incitée à concrétiser mes idées, mes camarades du Mastere IDE, en particulier Léonard et Benjamin, avec qui j'ai pu découvrir par la pratique la création de jeu vidéo, et, bien sûr, Antoine, dont la patience et le soutien sans égal ont permis à ce projet (et à bien d'autres) de se réaliser.

Abstract

This thesis focuses on learning through the creation of video games, or Game Development-Based Learning (GDBL), in second-grade classrooms in France. Through the creation of a video game, students develop disciplinary and cross-curricular skills. However, this activity is relatively complex to implement and evaluate. The teacher must successfully identify the skills involved, relate them to their discipline, while the students learn about game design and production tools. The aim of this research is to propose methodologies for designing and producing educational game templates to facilitate the technical and pedagogical implementation of video game creation workshops by teachers and students.

Keywords : game development based learning, video game creation, video game engine, template, skills framework, teaching.

Résumé

Cette thèse porte sur l'apprentissage par la création de jeu vidéo ou Game Development Based Learning (GDBL) en classe de seconde en France. A travers la création d'un jeu vidéo, les élèves travaillent des compétences disciplinaires et transversales. Mais cette activité est relativement complexe à mettre en place et à évaluer. L'enseignant doit réussir à identifier les compétences mobilisées, à faire le lien avec sa discipline, tandis que les élèves s'initient à la conception de jeu et aux outils de production. L'enjeu de cette recherche est de proposer des méthodologies de conception et de production de templates de jeu à visée pédagogique afin de faciliter la prise en main technique et pédagogique de l'atelier de création de jeu vidéo par les enseignants et les élèves.

Mots-clés : apprentissage, creation de jeu vidéo, moteur jeu vidéo, template, référentiel de compétences, pédagogie.

Table des matières

Remerciements	2
Abstract	4
Résumé	5
Liste des tableaux	14
Table des figures	16
 Chapitres	
1 Introduction	21
1.1 Contexte	22
1.2 Problématique	24
1.3 Cadres théoriques et contributions	26
1.4 Plan de la thèse	27
2 Etat de l'art	29
2.1 Le Game Development Based Learning (GDBL)	31
2.1.1 Définitions du GDBL	31
2.1.2 Modalités d'utilisation du jeu vidéo en classe	32
2.1.2.1 Définition du jeu vidéo	32
2.1.2.2 Game Based Learning (GBL)	33
2.1.2.2.1 Utilisation de jeux vidéo créés à des fins ludiques	33
2.1.2.2.2 Utilisation de jeux vidéo créés à des fins pédagogiques	34

TABLE DES MATIÈRES

2.1.2.3	Gamification	35
2.1.2.4	GDBL versus GBL	35
2.1.3	Synthèse	36
2.2	Cadres pédagogiques	37
2.2.1	La notion de compétences	37
2.2.1.1	Définitions de compétences	37
2.2.1.2	Compétences disciplinaires, connaissances et savoirs	38
2.2.1.3	Compétences transversales et compétences du XXI ^e siècle	39
2.2.1.4	Acquisition et évaluation des compétences	40
2.2.2	La notion d'apprentissage en sciences de l'éducation	41
2.2.2.1	Définition de l'apprentissage	41
2.2.2.2	Constructivisme	42
2.2.2.3	Socio-constructivisme et constructionnisme	43
2.2.2.4	Approche par objectifs et modèle 4C/ID	44
2.2.2.5	Creative pedagogy	46
2.2.3	La notion de motivation	47
2.2.4	GDBL et pédagogie	48
2.2.5	Synthèse	49
2.3	Utilisation des outils numériques pour l'apprentissage	50
2.3.1	Intégration des outils informatiques en classe	51
2.3.2	Apprentissage du numérique	53
2.3.3	Utilisation des outils numériques pour l'apprentissage	54
2.3.4	Cadre théorique des EIAH	55
2.3.5	Synthèse	58
2.4	Concevoir et produire un jeu en GDBL	58
2.4.1	Le Game Design	59
2.4.1.1	Mécaniques de jeu	59
2.4.1.2	Design patterns	60
2.4.1.3	Conception d'un jeu en GDBL	61
2.4.2	Les moteurs de jeu	62

TABLE DES MATIÈRES

2.4.2.1	Définitions des moteurs de jeu	62
2.4.2.2	Usages d'un moteur de création de jeu vidéo en GDBL	65
2.4.3	Utilisation de template de jeu vidéo dans une activité de GDBL	68
2.4.3.1	Microworlds, modding et template	68
2.4.3.2	Utilisation de template de jeu vidéo dans un cadre pédagogique	71
2.4.4	Synthèse	73
2.5	Etat de l'art de projets de GDBL	74
2.5.1	Etat de l'art dans le monde	74
2.5.1.1	Disciplines impliquées	75
2.5.1.2	Objectifs pédagogiques et compétences visées	76
2.5.1.3	Organisation de l'activité	76
2.5.1.4	Type de jeux créés et outils de création utilisés	78
2.5.1.5	Objectifs du projet et ressources utilisées	79
2.5.2	Retour d'expérience en France : le cas de l'association Fusion Jeunesse	80
2.5.2.1	Présentation de l'association Fusion Jeunesse	80
2.5.2.2	Présentation du cadre pédagogique du projet de création de jeu vidéo	82
2.5.2.3	Organisation de l'activité	82
2.5.2.4	Outils et ressources utilisées	83
2.5.2.5	Jeux produits	84
2.5.2.6	Présentation de notre terrain de recherche	85
2.5.3	Synthèse	86
2.6	Impacts du GDBL	87
2.6.1	Impacts sur les enseignants	87
2.6.2	Impacts sur les élèves	89
2.6.2.1	Sur la motivation et l'inclusion	89
2.6.2.2	Sur l'apprentissage	90
2.6.2.3	Sur l'acquisition et la mobilisation des compétences	92
2.6.3	Limites du GDBL et des méthodes d'évaluation et de recherche sur ces projets	94
2.6.3.1	Une activité complexe à mettre en place	94
2.6.3.2	L'enjeu de l'évaluation des projets GDBL	95

TABLE DES MATIÈRES

2.6.3.3	Méthodologies utilisées dans la démarche de recherche	96
2.6.4	Synthèse	98
3	Problématique	99
3.1	Identification des freins à l'activité de création de jeu vidéo en classe	100
3.1.1	Difficulté d'intégration dans le cadre scolaire	100
3.1.2	Méconnaissance du jeu vidéo	102
3.1.3	Prise en mains des outils de production	104
3.1.4	Synthèse	109
3.2	Problématique de recherche	110
4	Modèle général de l'activité de création de jeu vidéo en classe	113
4.1	Conception d'un modèle de référentiel de compétences	114
4.1.1	Référentiels existants en lien avec l'activité de création de jeu vidéo	115
4.1.2	Proposition d'un modèle et d'un référentiel pour l'activité de création de jeu vidéo	115
4.1.3	Synthèse	118
4.2	Proposition d'un système d'unités de production	118
4.2.1	Unités de conception	119
4.2.2	Système d'unités de production	120
4.2.3	Tâches de production et organisation de la production du jeu en classe	121
4.2.4	Synthèse	124
4.3	Modélisation de l'activité de création de jeu vidéo	124
4.3.1	Présentation du modèle de l'activité	124
4.3.2	Application dans le cadre de la classe de seconde	128
4.3.3	Synthèse	130
5	Conception et production de template à visée pédagogique	132
5.1	Conception des templates	133
5.1.1	Sélection des compétences, des tâches d'apprentissage et des tâches de production	133
5.1.2	Définition des traces d'activité	136
5.1.3	Synthèse	137
5.2	Choix de l'outil de production	138

TABLE DES MATIÈRES

5.2.1	Grille d'évaluation	138
5.2.2	Recensement	142
5.2.3	Résultats du comparatif	143
5.2.4	Sélection des outils de création de jeu pour expérimentation	145
5.2.5	Synthèse	149
5.3	Méthodologie de production de templates de jeux	150
5.3.1	Un jeu terminé à modifier	152
5.3.2	Un jeu créé par instanciation	155
5.3.3	Un jeu terminé paramétrable par l'enseignant	159
5.3.4	Synthèse	167
6	Expérimentations de templates de jeu à visée pédagogique	169
6.1	Conditions d'expérimentation	170
6.1.1	Définition des questions de recherche pour les expérimentations	170
6.1.2	Construction des outils d'expérimentation	171
6.1.3	Déroulé des expérimentations	174
6.1.4	Synthèse	175
6.2	Résultats d'expérimentation	175
6.2.1	Travail et évaluation de compétences	176
6.2.1.1	Observation des données	176
6.2.1.1.1	Données des questionnaires élèves	176
6.2.1.1.2	Données issues des observations jeux	177
6.2.1.1.3	Données des questionnaires enseignants	179
6.2.1.2	Analyse des données sur la mobilisation des compétences	181
6.2.1.2.1	Mobilisation des compétences	181
6.2.1.2.2	Évaluation des compétences	191
6.2.1.2.3	Type de template et tâches réalisées	195
6.2.2	Synthèse	197
6.2.3	Prise en main des outils de production	198
6.2.3.1	Observations des données	198
6.2.3.1.1	Description des groupes participant à l'expérience	198

TABLE DES MATIÈRES

6.2.3.1.2	Données questionnaire élèves	198
6.2.3.1.3	Données observation des jeux	199
6.2.3.1.4	Données questionnaire enseignants	199
6.2.3.2	Analyse des données sur la prise en mains des outils de production . .	200
6.2.3.2.1	Rapport des élèves aux templates	200
6.2.3.2.2	Rapport des enseignants à l'activité et au template paramétrable	200
6.2.3.2.3	Adaptation du template à différents contextes	203
6.2.3.3	Synthèse	204
6.2.4	Motivation et créativité dans un cadre contraint	205
6.2.4.1	Observation des données	205
6.2.4.2	Analyse des données sur la motivation et la créativité	206
6.2.4.2.1	Rapport à la création de jeux	206
6.2.4.2.2	Fierté	207
6.2.4.3	Synthèse	209
6.3	Discussions	210
6.3.1	Mobilisation et l'évaluation des compétences	210
6.3.2	Prise en mains du template	212
6.3.3	Motivation et la créativité dans un cadre contraint	213
6.3.4	Synthèse	214
7	Principes de conception et d'utilisation de templates pédagogiques	215
7.1	Conception du référentiel de compétences	216
7.1.1	Définition des compétences	216
7.1.2	Sélection des tâches	217
7.1.3	Synthèse	217
7.2	Conception et production du template	217
7.2.1	Conception du template	217
7.2.2	Développement du template dans l'outil de production	218
7.2.3	Synthèse	219
7.3	Intégration du template en classe dans une activité de GDBL	220
7.3.1	Préparation de la séance	220

TABLE DES MATIÈRES

7.3.2	Utilisation pendant la séance	220
7.3.3	Évaluation de l'activité	222
7.3.4	Synthèse	223
7.4	Synthèse des principes de conception et d'utilisation de templates pédagogiques	224
8	Conclusion	226
8.1	Problématique et solutions apportées	227
8.2	Perspectives	233
	Bibliographie	236
	Annexes	
A	Etat de l'art des projets de GDBL dans le monde	257
A.1	Creative and playful learning	258
A.2	GamiLearning	259
A.3	CODING4GIRLS (C4G)	260
A.4	Creative and Collaborative Learning Fostering STEAM Practices	261
A.5	Learning programming by creating games	262
A.6	Globaloria	263
A.7	MAGICAL (MAking Games In CollAoration for Learning)	264
A.8	NOLB (No One Left Behind)	265
A.9	P4games : Pixel programming play pedagogy	267
A.10	Computational Thinking Through Game Creation in STEM Classrooms	268
A.11	Game based learning, serious games and gamification of education	268
A.12	Building Digital Video Games at School	269
B	Référentiels de compétences et programmes scolaires	271
B.1	Référentiel de compétences	272
B.2	Programmes scolaires de la classe de seconde	274
C	Définitions des briques de conception en game design	280

TABLE DES MATIÈRES

C.1	Personnage	281
C.2	Organisation de la scène du jeu	282
C.3	Contrôles	282
C.4	Environnement / monde	283
C.5	Objets	284
C.6	Objectifs	285
C.7	Dispositifs d'information	286
C.8	Ressources	288
C.9	Histoire	289
C.10	Obstacles	290
D	Outils de création de jeu vidéo étudiés	293
D.1	Liste des outils	294
D.2	Comparatif des outils	298
E	Questionnaires et grille d'observation des jeux	299
E.1	Questionnaire enseignants	300
E.2	Questionnaire élèves	303
E.3	Grille d'observation des jeux	305

Liste des tableaux

4.1	Liste des tâches de production pour l'activité de Game Development Based Learning en classe de seconde	129
5.1	Liste des compétences mobilisées pour réaliser les tâches de production et tâches d'apprentissage visées par nos templates d'expérimentation	135
B.1	Comparatif des référentiels de compétences	273
B.2	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit"	274
B.3	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques"	274
B.4	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir coopérer pour réaliser un projet, travailler en équipe"	274
B.5	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer"	275
B.6	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir exprimer sa sensibilité et ses opinions, respecter les autres"	275
B.7	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Développer son sens des responsabilités, son sens de l'engagement et son esprit de l'initiative"	275
B.8	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Résoudre des problèmes"	276
B.9	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Développer sa rigueur"	276
B.10	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Concevoir et fabriquer des objets et des systèmes techniques"	277

LISTE DES TABLEAUX

B.11	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir comprendre des concepts, développer l'interdisciplinarité"	277
B.12	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Inventer, et réaliser des productions de natures diverses, y compris littéraires et artistiques"	278
B.13	Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir programmer"	279

Table des figures

2.1	RoboBlockly : un exemple d'activité pédagogique pour apprendre la programmation avec des robots	69
2.2	Exemple d'enseignants dans une classe Tactileo qui propose des outils numériques pédagogiques, Pascal Bringer © eveil	69
2.3	Processus <i>Use-Modify-Create</i> de Lee et al décrivant un modèle d'activité de création de jeu vidéo	71
2.4	Capture d'écran de l'application Pocket code utilisée dans le projet No One Left Behind	72
2.5	Méthode d'implémentation du Game Development Based Learning en six étapes par Wu et Wang	78
3.1	Capture d'écran issue du jeu <i>Gamer or Life</i> , lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2020-2021	106
3.2	Capture d'écran issue du jeu GP5, lycée Jean Perrin, Saint-Ouen l'Aumône, projet de l'année scolaire 2019-2020	106
3.3	Capture d'écran issue du jeu <i>Soccer game</i> , lycée Frédéric Bartholdi, Saint-Denis, projet de l'année scolaire 2021-2022	107
3.4	Capture d'écran issue du jeu <i>Kill Galaxy</i> , lycée Lucien Voilin, Puteaux, projet de l'année scolaire, 2022-2023	108
3.5	Capture d'écran issue du jeu <i>Energy World</i> , lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire, 2022-2023	108
4.1	Modèle du référentiel de compétences de l'activité de Game Development Based Learning proposé dans le cadre de nos recherches	116
4.2	Système d'unités de conception et de production décomposant la création d'un jeu en briques fonctionnelles accessibles à des élèves de lycée	122

TABLE DES FIGURES

4.3	Modèle du système de production d'un création de jeu vidéo, dans le cadre de l'activité de Game Development Based Learning	123
4.4	Lien entre les tâches de production et le modèle de référentiel de compétences de l'activité de Game Development Based Learning proposé dans le cadre de nos recherches	125
4.5	Modèle général de l'activité de création de jeu vidéo rassemblant le système de production d'un jeu et le référentiel de compétences	127
5.1	Vue du jeu <i>Awakening Against Deities</i> dans le moteur Construct3, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022	145
5.2	Vue du jeu <i>Awakening Against Deities</i> dans l'interface de jeu du moteur Construct3, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022	146
5.3	Exemple de l'interface de programmation de Construct3, capture d'écran issue du jeu <i>Awakening Against Deities</i> , lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022	146
5.4	Exemples du concept de noeuds dans le moteur de jeu Godot	148
5.5	Exemple du système de noeuds dans le moteur de jeu Godot pour un jeu de plateforme	149
5.6	Schéma du 1er template de jeu créé : un jeu complet modifiable par les élèves	152
5.7	Capture d'écran du template escape game créé avec le moteur Construct3	153
5.8	Feuille d'événements(ou "script") contenant le code du jeu et masquée par défaut dans le moteur Construct3	154
5.9	Extrait de la feuille d'événements accessible aux élèves pour modifier les variables dans le moteur Construct3	155
5.10	Vue du script comportant la ligne de programmation déclenchant le tool mode dans le moteur de jeu Godot	157
5.11	Exemple d'utilisation de la condition <code>Engine.is_editor_hint()</code> dans le moteur de jeu Godot	157
5.12	Schéma du 2ème template de jeu : un jeu composé par instanciation de briques fonctionnelles choisies par l'enseignant	158
5.13	Schéma du 3ème template de jeu créé : un jeu complet paramétrable par l'enseignant	163
5.14	Différentes versions du template de jeu développé dans le moteur Godot selon les paramètres sélectionnés	164
5.15	Modification d'une image dans le template développé sur le moteur de jeu Godot	165

TABLE DES FIGURES

5.16	Modification d'un texte dans le template développé dans le moteur Godot	166
5.17	Modification d'un son dans le template développé dans le moteur Godot	166
5.18	Modification du script du player dans le template développé dans le moteur Godot . .	167
6.1	Modification de texte dans un template	178
6.2	Modification d'images dans un template	178
6.3	Modification d'images dans le template de plateforme	179
6.4	Fréquence de réalisation de la tâche d'apprentissage de rédaction texte par rapport à la réalisation de la tâche de production relative au texte sur le template escape game . .	181
6.5	Tâches d'apprentissage déclarées comme réalisées pour les jeux n'ayant aucune modification d'image	182
6.6	Tâches d'apprentissage déclarées comme réalisées pour les jeux ayant des images modifiées	183
6.7	Fréquence de réalisation de la tâche d'apprentissage de rédaction texte par rapport à la réalisation de la tâche de production relative au texte sur le template de jeu de plateforme	184
6.8	Evaluation de la compétence créativité par rapport à la complétion de la tâche d'apprentissage "Rédiger texte"	186
6.10	Clusters de l'ACM relative à l'évaluation de la compétence "Créativité" par rapport à la réalisation des tâches d'images	186
6.9	ACM pour l'évaluation de la compétence "Créativité" et la réalisation des tâches d'apprentissage relatives aux images sur le template escape game	187
6.11	ACM pour l'évaluation de la compétence "Utilisation des outils numériques" et la réalisation des tâches d'apprentissage relatives aux images sur le template escape game	188
6.12	Clusters de l'ACM relative à l'évaluation de la compétence "Utilisation des outils numériques" par rapport à la réalisation des tâches d'images	188
6.13	Evaluation de la compétence "Honnêteté intellectuelle" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Trouver des sons libres de droit" sur le template escape game .	189
6.14	Evaluation de la compétence "Organisation" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Modifier des indices" (donc programmation) sur le template escape game .	190
6.15	Evaluation de la compétence "Organisation" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Identifier des formats de sons et d'images" sur le template escape game . .	190

TABLE DES FIGURES

6.16	Evaluation de la compétence "Expression écrite et orale" par rapport à la qualité de la tâche de rédaction de texte sur le template escape game	192
6.17	Fréquence du nombre de textes modifiés pour les élèves ayant suffisamment travaillé la compétence "Créativité" par rapport aux attendus	192
6.18	Fréquence du nombre de textes modifiés pour les élèves ayant travaillé et approfondi la compétence "Créativité"	193
6.19	Evaluation de la compétence "Créativité" par rapport à la qualité de la tâche de rédaction de texte sur le template escape game	193
6.20	Fréquence du nombre de sons modifiés pour les élèves ayant suffisamment travaillé la compétence "Créativité" par rapport aux attendus	194
6.21	Fréquence du nombre de sons modifiés pour les élèves ayant travaillé et approfondi la compétence "Créativité"	194
6.22	Nombre d'emplacements de textes disponibles et moyenne du nombre de textes complétés par template	196
6.23	Nombre de sons modifiables et moyenne du nombre de sons complétés par template . .	196
6.24	Nombre de variables ou de scripts modifiables et moyenne du nombre de variables ou de scripts modifiables complétés par template	197
6.25	Fréquence du nombre d'années d'expérience des enseignants n'ayant pas rencontré de difficultés	200
6.26	Fréquence du nombre d'années d'expérience des enseignants ayant rencontré des difficultés	201
6.27	Difficultés rencontrées en atelier et utilisation du support pédagogique par les enseignants	201
6.28	Difficultés rencontrées par l'enseignant par rapport au nombre d'heure de préparation	202
6.29	Nombre de tâches de production réalisées par rapport à la durée de l'atelier	203
6.30	Nombre de tâches de production relatives au son réalisées par rapport à la durée de l'atelier	204
6.31	Impression d'avoir créé un jeu par rapport à la réalisation de la tâche de production "Rédaction de texte" dans le template escape game	206
6.32	Fierté des élèves par rapport à la réalisation de la tâche d'apprentissage "Rédaction de texte" dans le template escape game	207

TABLE DES FIGURES

6.33 Fierté des élèves par rapport à la réalisation de la tâche d'apprentissage "Enregistrer des sons" dans le template escape game	208
6.34 Fierté des élèves par rapport à la tâche de production "Charger des images" dans le template jeu de plateformes	208
6.35 Fierté des élèves par rapport à la tâche de production "Rédiger texte" dans le template de jeu de plateformes	209
8.1 Modèle général de l'activité de création de jeu vidéo qui fait le lien entre le système de production d'un jeu et le référentiel de compétences	229

Chapitre 1

Introduction

Contents

1.1	Contexte	22
1.2	Problématique	24
1.3	Cadres théoriques et contributions	26
1.4	Plan de la thèse	27

1.1 Contexte

L'expérience du cadre scolaire et de l'apprentissage est commune à tous. Cependant, elle diffère très largement selon le parcours de chacun, son rapport à l'école et l'époque de sa scolarisation. Aujourd'hui, même si les savoirs fondamentaux, lecture, écriture, mathématiques, restent des priorités, de nouvelles compétences telles que la collaboration, la créativité ou la résolution de problèmes font leur apparition dans les référentiels. Ces compétences dites du "XXI^e siècle" deviennent un enjeu majeur pour l'insertion professionnelle comme pour la formation des futurs citoyens. L'intégration des outils numériques en classe transforme aussi les méthodes pédagogiques comme le rapport des enseignants à leurs élèves. Un exemple de cette transformation progressive de l'école est le lancement de projets de création de jeu vidéo en classe. Ces projets appelés Game Development Based Learning (GDBL) se distinguent du Game Based Learning (GBL), ou apprentissage par le jeu, au cours duquel les élèves apprennent en jouant à des jeux vidéo.

Le domaine du GBL a déjà très souvent été étudié en recherche. Les études sur ce sujet ont montré le potentiel des jeux pour accroître la motivation, l'engagement de l'élève dans l'apprentissage. En effet, le jeu vidéo est un médium particulièrement intéressant à intégrer dans les pratiques pédagogiques. Sa diffusion massive en fait un loisir très largement pratiqué par les jeunes. Son poids économique en tant que première industrie créative et culturelle en France montre que le dynamisme et l'attractivité du secteur.

Mais le GDBL qui s'appuie sur des pédagogies constructivistes vient changer le rapport au jeu en proposant aux élèves d'être acteurs de leur propre création. Il est expérimenté en France depuis plusieurs années, notamment à travers les projets de l'association Fusion Jeunesse présente dans plusieurs établissements d'Ile-de-France et de Nouvelle-Aquitaine. L'objectif : travailler des compétences scolaires et transversales en utilisant l'"*apprentissage expérientiel*" inspiré des méthodologies constructivistes et de la pédagogie créative. Nous nous sommes engagés dès le début de l'arrivée de l'association en France dans l'animation d'ateliers en classe et avons ainsi pu observer la mise en place de cette activité.

Chacun, en tant qu'ancien élève de collège ou de lycée, peut mesurer les changements profonds induits par la mise en place de ce type de projets. L'activité de création de jeu vidéo n'est pas un cours magistral ni une succession de leçons et d'exercices. Pour créer leur jeu vidéo, les élèves mobilisent des connaissances issues de différentes disciplines scolaires, apprennent à travailler en groupe, en autonomie

1.1. CONTEXTE

ou encore développent leur maîtrise des outils numériques. Les élèves sont acteurs de leur projet, ils doivent s'organiser, aller eux-mêmes chercher les ressources qui vont les aider à atteindre leur but.

Les enseignants ne maîtrisent pas l'ensemble du projet qui implique des connaissances de différentes disciplines : français, mathématiques, musique, arts plastiques, physique ou encore technologies / sciences du numérique. Ces projets transforment aussi leurs pratiques pédagogiques. Auparavant perçus comme sachants, ils sont désormais adjouvants, disponibles aux côtés de leurs élèves pour les aider à acquérir les compétences nécessaires à la réalisation de leur jeu. Les premières expérimentations menées par Fusion Jeunesse et d'autres projets de création de jeu vidéo en classe qui se développe dans de nombreux pays dans le monde depuis le début des années 2000, ont montré de manière empirique que le GDBL a un impact positif sur les élèves, notamment ceux ayant des difficultés scolaires, qui trouvent ainsi un cadre pédagogique différent, qui valorisent l'apprentissage par essai-erreur.

Même si le Game Development Based Learning ou GDBL apparaît comme un cadre prometteur pour l'apprentissage, le déploiement de ces projets se heurtent à plusieurs freins. Tout d'abord, la création d'un jeu vidéo n'est pas à la portée de tous. Il faut connaître les méthodes, les outils de production et l'organisation de ce type de projet pour pouvoir le mettre en place. Ce savoir, lorsqu'il n'est pas apporté par un intervenant extérieur, doit être acquis au fur et à mesure par l'enseignant et ses élèves qui sont tous acteurs du projet. Les projets de GDBL réclament donc un investissement important, un apprentissage supplémentaire d'un médium et d'un secteur très éloigné du milieu scolaire.

De plus, il est souvent difficile de mener un projet interdisciplinaire à l'école. Or, la création de jeu vidéo fait appel à des connaissances et compétences très variées. L'enseignant doit donc être capable de définir des objectifs pédagogiques qui dépassent souvent le cadre de sa discipline. Ainsi, les référentiels de compétences issus des programmes scolaires ne suffisent pas, ils doivent être complétés par un travail de savoir-faire et savoir-être issus des compétences transversales citées précédemment.

Enfin, le cadre scolaire accorde une importance à l'évaluation qui vient valider les apprentissages. Dès lors, comment valider une activité interdisciplinaire qui aboutit à une production numérique ? Les enseignants peuvent donc être aussi mis en difficulté sur cette étape, notamment s'ils sont peu familiers avec l'univers du jeu vidéo. De nombreux défis techniques comme pédagogiques doivent donc être relevés pour mettre en place une activité de GDBL avant de bénéficier de l'apport de ce type de projet pour l'apprentissage.

1.2 Problématique

Notre travail de recherche a pour objectif d'aider à lever les freins de mise en place d'une activité de GDBL en classe de seconde. Nous avons choisi ce terrain en cohérence avec notre expérience de terrain au sein de l'association Fusion Jeunesse. De plus, ce niveau de classe constitue une étape essentielle dans le parcours de l'élève avant le choix d'options en classe de première.

Nous avons étudié attentivement différentes solutions proposées dans les autres projets de GDBL pour aider à prendre en mains les outils de création de jeu vidéo comme pour faciliter la constitution d'un référentiel de compétences adapté à l'activité et l'évaluation des projets. L'une des solutions expérimentées a retenu notre attention : il s'agit de proposer des templates, donc des modèles de jeux pré-codés, personnalisables par les élèves.

Ces templates présentent de nombreux avantages. Ils facilitent l'accès aux moteurs de jeu qui sont au cœur du processus de production. La programmation d'un jeu vidéo peut se révéler particulièrement complexe, surtout pour des élèves novices dans cette activité. Le template pose donc un cadre qui permet d'obtenir rapidement un jeu fonctionnel, diminuant ainsi les sources de frustration pour les élèves et les difficultés techniques pour les enseignants.

De plus, les templates proposent un cadre contraint dans lequel il apparaît plus simple d'identifier les tâches réalisées par les élèves, donc les compétences mises en œuvre lors de la production du jeu, que dans le cadre d'une création entièrement libre. L'enseignant qui souhaite évaluer l'activité peut ainsi comparer la réalisation d'une même tâche dans un environnement similaire pour tous les élèves.

Ces expériences montrent quatre avantages des templates pour le GDBL :

1. les templates contribuent à lever les barrières techniques, car ils rendent accessible à tous la création de jeu vidéo, même aux enseignants et élèves ayant peu d'expériences en programmation ;
2. ils donnent un objectif clair à l'activité en cadrant les tâches à réaliser pour compléter le jeu ;
3. ils décomposent la création de jeu vidéo en une série d'activités visant des objectifs précis, ce qui permet aux enseignants comme aux élèves de mieux organiser leur production dans le temps imparti ;
4. ils donnent un cadre commun à tous, contrairement à une création libre, et rendent donc l'évaluation plus aisée.

1.2. PROBLÉMATIQUE

Pour approfondir cette étude du développement et de l'impact des templates sur une activité de GDBL, nous avons donc formulé la problématique de recherche suivante :

Peut-on concevoir et produire des templates de jeu à visée pédagogique afin de faciliter le travail des compétences transversales et leur évaluation dans le cadre d'une activité de création de jeu vidéo en classe de seconde ?

Cette problématique nécessite de passer en revue plusieurs questions pour y répondre. La première concerne le lien entre des compétences transversales et l'activité de création de jeu vidéo. La multiplicité des référentiels relatifs à des compétences transversales constitue une difficulté pour l'enseignant qui souhaiterait faire travailler ces compétences dans le cadre d'une activité de création de jeu vidéo. Pourtant, le GDBL apparaît comme un cadre idéal pour apprendre aux élèves à collaborer, créer, résoudre des problèmes ou encore s'organiser. Il semble donc nécessaire d'apporter de la lisibilité sur le lien existant entre ces référentiels et l'activité.

Même après avoir clarifié les compétences travaillées, comment évaluer les productions des élèves une fois l'activité terminée ? Pour y répondre, nous proposons de nous inspirer du domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain qui proposent des méthodes pour faire le lien entre des référentiels de compétences et des traces d'activités des apprenants récoltées via des interfaces numériques.

Notre deuxième question de recherche porte sur l'adaptation des méthodes et outils de production de jeu vidéo au contexte pédagogique. La création de jeu vidéo, même amateur, s'appuie sur des moteurs de jeu et des outils de création graphiques et sonores qui peuvent être complexes pour des élèves de seconde comme pour des enseignants. La création de template à visée pédagogique doit permettre de répondre à ce problème. Mais ces templates doivent être créés eux-même dans des outils de production adaptés au cadre scolaire. Le choix des moteurs de jeux qui vont servir de base à la création de ces templates est donc une étape cruciale de ce processus.

Notre troisième question de recherche interroge la création dans un cadre contraint. Une activité de création de jeu vidéo en classe offre un environnement destiné à développer notamment la compétence de créativité. Le template qui est un cadre contraint doit donc quand même proposer un espace de liberté suffisant pour que les élèves puissent s'engager dans l'activité, rester motivés et développer une création personnelle.

1.3 Cadres théoriques et contributions

Notre sujet est lié à l'intégration de technologies numériques, plus spécifiquement les jeux vidéo, à l'école. Nous mobilisons donc autant les recherches en informatique, en game design qu'en sciences de l'éducation.

L'activité de création de jeu vidéo met en œuvre des méthodes pédagogiques issues du courant constructiviste qui postulent que l'élève est acteur de ses apprentissages. Nous avons porté une attention particulière à cette théorie et à celles qui se sont développées sur cette base : le socio-constructivisme qui montre l'importance des échanges sociaux ou encore la pédagogie créative qui met les outils numériques de création au service de l'enseignement. Tous ces courants théoriques apportent un éclairage sur les méthodologies pédagogiques et sur la notion même de compétences au cœur de notre sujet.

Sur le plan informatique, les templates de jeu que nous proposons de créer sont créés à l'aide d'outils de création de jeu vidéo existants, plus spécifiquement des moteurs de jeu. Dans le cadre d'une activité de GDBL, le choix du moteur de jeu est déterminant. Heureusement, aux côtés des outils professionnels, se sont développées depuis quelques années des plateformes destinées aux amateurs qui simplifient le développement. Nous nous sommes appuyés sur des ouvrages de référence dans ce domaine tels que Game Engine Architecture de Jason Gregory [1] et des articles de recherche proposant des analyses et comparatifs d'outils pour identifier, classer, et sélectionner des moteurs parmi des centaines de solutions existantes.

Mais le choix d'un outil ne suffit pas à créer un template de jeu, il faut ensuite appliquer des principes de game design communs à toute création de jeu vidéo. Pour cela, nous avons étudié des théories de chercheurs en game design et de concepteur de jeux professionnels afin d'en dégager des principes de création qui pourraient être appliqués dans le cadre d'un atelier de création de jeu vidéo en classe de seconde.

Sur la base de ces cadres théoriques et suite à notre travail de recherche, nous avons pour objectif principal la formalisation de principes de conception et de production pour le développement de templates de jeu à visée pédagogique. Pour cela, nous avons conçu un modèle général de l'activité de création de jeu vidéo qui vise à faire le lien entre le cadre pédagogique, c'est-à-dire les tâches d'apprentissage et les compétences mobilisées par les élèves, et le cadre de création de jeu vidéo, donc

les tâches de production réalisées pour compléter chacune des unités de jeu présentes dans le template. Ce modèle s'appuie sur deux productions issues de notre recherche : un référentiel de compétences adapté à l'activité et un système de game design décomposant un jeu en unités de production.

Nous avons ensuite conçu une grille d'évaluation et de comparaison de moteurs de jeu afin de sélectionner les plus adaptés à la production de templates dans le cadre de notre terrain de recherche, la classe de seconde en France. Cette grille est inédite par ses critères centrés sur les besoins du cadre scolaire qui sont aussi importants que la performance technique des outils. Après avoir choisi des moteurs adaptés, nous avons dû chercher des méthodologies pour développer ces jeux pré-codés en fonction des objectifs pédagogiques visés. Ces méthodologies questionnent les différents paradigmes de création d'un template de jeu et l'architecture des projets dans les moteurs.

Enfin, nous avons proposé une méthodologie d'évaluation des projets GDBL basée sur un triptyque de données : l'évaluation par l'enseignant, l'auto-évaluation des élèves et l'observation des jeux. Ce processus s'inscrit dans une démarche plus globale de réflexion sur l'analyse de l'impact d'une activité de GDBL sur l'apprentissage.

1.4 Plan de la thèse

Notre état de l'art (chapitre 2) débute par un questionnement sur la notion de compétences qui a fait l'objet de plusieurs définitions et de son rapport avec les autres concepts pédagogiques que sont les connaissances et les savoirs. Interroger la notion de compétences suppose de connaître les méthodes pédagogiques utilisées par les enseignants pour faire travailler différentes capacités à leurs élèves. Nous proposons un tour d'horizon des cadres théoriques qui favorisent l'apprentissage par la pratique de projets, l'expérience, la relation aux autres et le développement de la créativité, vecteur de motivation.

Nous poursuivons ensuite notre état de l'art par une vue globale sur le numérique et l'apprentissage, de l'intégration des premiers outils informatiques en classe à la mise en place d'Environnements Informatiques dédiés à l'Apprentissage Humain. L'utilisation du jeu vidéo en classe s'inscrit dans cette dynamique d'innovation pédagogique. Elle se décline sous plusieurs formats : le Game Based Learning, l'utilisation de jeu vidéo pour apprendre, la gamification, le recours à des techniques issues du jeu pour motiver les élèves, et, enfin, le Game Development Based Learning, l'apprentissage par la création de jeu vidéo.

1.4. PLAN DE LA THÈSE

C'est à cette dernière modalité que nous consacrons une majeure partie de notre état de l'art. Nous interrogeons les méthodologies de conception de jeu pour comprendre comment elles peuvent être adaptées à une initiation à la création de jeu vidéo en lycée. Nous cherchons à identifier les moteurs les plus adaptés à la création de template à visée pédagogique.

Cette approche théorique de la conception et de la production de jeu vidéo est complétée par une étude de différents projets de GDBL menés dans le monde entier. Nous analysons des recherches existantes dans ce domaine afin d'en tirer des enseignements sur les avantages et les freins de cette activité. Nous complétons ces lectures par notre retour d'expérience d'animatrice d'ateliers de création de jeu vidéo pendant trois ans au sein de l'association Fusion Jeunesse. Ce travail de terrain ainsi que nos recherches nous ont permis d'identifier des freins au développement de l'activité et de formaliser une problématique (chapitre 3) pour tenter de résoudre ces difficultés.

L'activité de GDBL étant relativement récente à l'échelle des expérimentations sur le jeu vidéo en classe, et moins pratiquée que le Game Based Learning, nous avons pu constater un manque de cadre théorique pour concevoir des ressources adaptées comme les templates que nous projetons de créer. Nous avons donc commencé par définir un modèle général de l'activité (chapitre 4) composé d'un système de game design simplifié et d'un référentiel de compétences adapté à l'activité en général et à son application en classe de seconde.

Ce modèle a ensuite servi de base pour la conception et la production de nos deux templates (chapitre 5). Cette phase de développement débute avec le choix d'un outil de production issu de notre sélection menée à l'aide de notre grille d'évaluation. Puis, elle se poursuit par plusieurs itérations afin de définir des méthodologies de production de templates adaptées en fonction des outils et du cadre visé : un atelier de création de jeu vidéo réalisable en une séance dans n'importe quelle discipline en classe de seconde. Ces templates ont fait l'objet de deux séries d'expérimentations au cours de l'année scolaire 2022 - 2023. Chaque expérience a été analysée (chapitre 6) sous le prisme de nos questions de recherches : le travail et l'évaluation des compétences, la prise en mains des outils de production, et la motivation dans un cadre de créativité contraint.

Enfin, nous avons pu déduire de ce travail des principes de conception et d'utilisation des templates à visée pédagogique (chapitre 7). Nos recommandations concernent la conception du référentiel de compétences, la production des templates en prenant en compte les contraintes des moteurs de jeu et l'intégration de ce type de ressource dans une activité de GDBL.

Chapitre 2

Etat de l'art

Contents

2.1	Le Game Development Based Learning (GDBL)	31
2.1.1	Définitions du GDBL	31
2.1.2	Modalités d'utilisation du jeu vidéo en classe	32
2.1.3	Synthèse	36
2.2	Cadres pédagogiques	37
2.2.1	La notion de compétences	37
2.2.2	La notion d'apprentissage en sciences de l'éducation	41
2.2.3	La notion de motivation	47
2.2.4	GDBL et pédagogie	48
2.2.5	Synthèse	49
2.3	Utilisation des outils numériques pour l'apprentissage	50
2.3.1	Intégration des outils informatiques en classe	51
2.3.2	Apprentissage du numérique	53
2.3.3	Utilisation des outils numériques pour l'apprentissage	54
2.3.4	Cadre théorique des EIAH	55
2.3.5	Synthèse	58
2.4	Concevoir et produire un jeu en GDBL	58
2.4.1	Le Game Design	59
2.4.2	Les moteurs de jeu	62
2.4.3	Utilisation de template de jeu vidéo dans une activité de GDBL	68
2.4.4	Synthèse	73
2.5	Etat de l'art de projets de GDBL	74
2.5.1	Etat de l'art dans le monde	74
2.5.2	Retour d'expérience en France : le cas de l'association Fusion Jeunesse	80
2.5.3	Synthèse	86
2.6	Impacts du GDBL	87
2.6.1	Impacts sur les enseignants	87
2.6.2	Impacts sur les élèves	89
2.6.3	Limites du GDBL et des méthodes d'évaluation et de recherche sur ces projets	94
2.6.4	Synthèse	98

Notre sujet de recherche porte sur l'intégration d'une activité de création de jeu vidéo menée en classe par les élèves en vue de travailler différents types de compétences. Il est à la croisée de trois domaines : l'informatique, le game design et les sciences de l'éducation.

Dans ce premier chapitre consacré à l'état de l'art, nous commençons par définir cette activité appelée Game Development Based Learning (GDBL) afin de la distinguer des autres modalités d'utilisation du jeu vidéo en classe comme le Game Based Learning (GBL).

Nous examinons ensuite les différents composants de ce cadre pédagogique, à commencer par les compétences, disciplinaires ou transversales, qu'un élève doit acquérir. La définition même de cette notion est complexe et impacte fortement les évaluations réalisées par les enseignants. Le second composante analysé est l'apprentissage, en lien avec les théories en sciences de l'éducation. Nous observons l'évolution des différents courants, du constructivisme à la creative pedagogy qui conditionne chacun une vision différente du processus d'acquisition de compétences. Mais l'apprentissage ne s'appuie pas seulement sur des théories pédagogiques, il nécessite aussi une implication de l'élève. Nous abordons donc également la notion de motivation qui conditionne fortement la réussite des activités pédagogiques.

L'activité de GDBL est aussi conditionnée par les outils numériques de création de jeu qui sont disponibles en classe. L'intégration de ces outils dans les établissements scolaires est le sujet de la troisième partie de notre état de l'art. Nous y analysons les politiques de développement de l'informatique en classe qui a induit une transformation des pratiques pédagogiques, et des usages variés couvrant un large prisme, de l'apprentissage du numérique à l'utilisation du numérique au service de l'apprentissage. De l'analyse de ces pratiques est né le domaine de recherche des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) qui offre de nouvelles perspectives sur le rôle de ces outils au service de l'acquisition de connaissances et compétences.

Mais les théories pédagogiques favorisant la créativité et les outils numériques ne suffisent pas à mettre en place une activité de GDBL. Il faut aussi, comme nous l'indiquons dans la quatrième partie de l'état de l'art, des connaissances sur le processus de création d'un jeu vidéo. Pour comprendre cet univers, nous passons en revue les théories de game design qui servent de bases à la conception et nous examinons les moteurs de jeu, outils au coeur de la production.

Ces méthodes et outils issus de l'industrie sont parfois difficiles à appliquer en classe. La dernière

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

partie de l'état de l'art est consacrée à l'étude de nombreux projets de GDBL menés à travers plusieurs pays depuis une vingtaine d'années dans le monde, et plus récemment en France. Nous réalisons une analyse détaillée de chacun d'entre eux afin de mieux caractériser cette activité. Ces observations sont suivies d'une présentation des impacts du GDBL, à la fois sur les enseignants et sur les élèves. Nous y découvrons aussi des limites et des freins que nous allons tenter de lever à travers cette recherche.

2.1 Le Game Development Based Learning (GDBL)

Dans cette section, nous commençons par définir l'apprentissage par la création de jeu vidéo appelé Game Development Based Learning dans la littérature scientifique. Nous distinguons cette activité des autres modalités d'utilisation du jeu vidéo en classe appelées Game Based Learning, dans le cas l'utilisation de jeu, ou gamification, lorsque l'enseignant a recours à des ressorts ludiques.

A travers ce panorama de l'intégration du jeu vidéo dans les classes, nous pouvons identifier des pistes qui montrent l'intérêt du Game Development Based Learning pour l'apprentissage.

2.1.1 Définitions du GDBL

"If you want to use television to teach somebody, you must first teach them how to use television". Cette citation d'Umberto Eco [2] montre l'importance de n'être pas qu'un consommateur de médias, mais de comprendre comment ceux-ci peuvent être utilisés et, au-delà, comment ils sont créés. L'apprentissage par la création de jeu vidéo ou Game Development Based Learning (GDBL) se rallie à cette vision et fait passer les jeux vidéo d'objets *"avec lesquels on pense"* à des objets *"avec lesquels on fait"* [3]. Cette activité consiste à mettre les élèves dans une position de créateurs pour faire travailler des compétences disciplinaires et transversales.

La création de jeu en tant que cadre d'apprentissage a été introduite par l'utilisation du Logo, un langage de programmation destiné à travailler la logique mathématique et la géométrie aux enfants [4]. Elle émerge en tant que sujet de recherche à partir des années 1980/1990 [5]. En 1994, Kafai met en pratique cet apprentissage par la conception et la création de jeux et montre ainsi le bénéfice de cette activité [6]. On note une augmentation significative du nombre d'articles sur ce sujet à partir de 2006 [7].

Le GDBL introduit un nouveau rapport au jeu vidéo. Certains éléments de compréhension comme

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

le système de règles, la gestion des ressources ou encore la narration ne sont pas toujours perçus et compris par les joueurs, mais doivent l'être pour les créateurs [8]. Pour les élèves, passer d'une pratique de consommation à une pratique de création suppose d'articuler plusieurs apprentissages :

- apprendre à voir : les apprentis créateurs doivent porter attention aux éléments qui composent le jeu (musique, visuels, textes) et identifier dans les jeux auxquels ils jouent des mécaniques de gameplay. Ils observent des détails techniques et graphiques qu'ils n'auraient pas vus auparavant, ils prennent conscience du temps de production. Ainsi, la production de leurs jeux les fait évoluer dans leurs propres pratiques de joueurs.
- apprendre à concevoir : ils doivent comprendre l'importance du game design dans la création de jeu, ils choisissent des mécaniques adaptées au jeu qu'ils souhaitent produire et ils les formalisent dans un document de conception.
- apprendre à produire : ils prennent en main les outils de production qui vont permettre de concrétiser les idées qui ont émergé lors de la phase de conception.
- apprendre à partager : la création de jeu vidéo aboutit à une production qui peut être montrée, testée par d'autres. Ils retrouvent alors leurs postures de joueurs en essayant les jeux créés par les autres élèves. Mais leur regard critique et leurs compétences techniques acquises au cours de l'atelier leur permettent de voir ces jeux amateurs d'un nouvel œil.

2.1.2 Modalités d'utilisation du jeu vidéo en classe

2.1.2.1 Définition du jeu vidéo

Le Game Development Based Learning s'inscrit dans l'utilisation plus globale des jeux vidéos en classe. L'introduction du jeu en classe introduit généralement une rupture par rapport à d'autres activités pédagogiques. Pour mieux comprendre où se situe le GDBL, ses caractéristiques et ses apports, nous allons étudier en détail les pratiques d'apprentissage s'appuyant sur le jeu vidéo.

Les jeux vidéo utilisés en classe sont avant tout des "jeux". En comparant quatre définitions du terme "jeu", nous retenons plusieurs caractéristiques :

- le jeu est une "*activité libre*" [9], accomplie volontairement [10], "*non exécutée sous contrainte*" [11];
- il consiste à atteindre des objectifs en respectant un ensemble de règles [10], [9], [11];

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

- il est fictif [9] car il *"utilise les éléments de la vie ordinaire dans un autre cadre"* [11] et parce qu'il provoque la *"conscience d'être autrement que dans la vie courante"* huizinga1952homo ;
- il est *"incertain"* [9][11] : son issue n'est jamais connue à l'avance ;
- il est *"improductif"* [9] : son résultat est *"sans conséquence"* [11]

Les game designers ou concepteurs de jeu ont enrichi ces définitions. Pour Salen et Zimmerman, *"un jeu est un système dans lequel les joueurs s'engagent dans un conflit artificiel, défini par des règles, qui aboutit à un résultat quantifiable."* [12]. Adams ajoute que le jeu se déroule *"dans un contexte fictif"* et que les participants *"tentent d'atteindre au moins un objectif arbitraire"* [13].

Juul explique que même si l'issue du jeu est quantifiable, elle est aussi *"variable"* donc le joueur *"fait des efforts pour influencer le résultat"* [14]. Enfin, Crawford complète avec un élément important : le jeu est *"complet et autosuffisant en tant que structure"*, c'est un *"système"*, un *"ensemble de parties qui interagissent les unes avec les autres, souvent de manière complexe"* [15].

Enfin, pour être en position de joueur, il faut atteindre un état appelé *"lusory attitude"* [16] qui consiste à viser un *"objectif illusoire"* en utilisant les moyens donnés par les règles du jeu. Cet état est celui des élèves dans une activité de Game Based Learning.

2.1.2.2 Game Based Learning (GBL)

Dans la littérature scientifique, l'appellation *"Game Based Learning"* ou *"Digital Game Based Learning"* [17] regroupe l'ensemble des usages du jeu à des fins d'apprentissage. Ces usages sont variés. On distingue, d'une part, les jeux créés à des fins majoritairement pédagogiques, souvent appelés *"serious game"* et, d'autre part, les jeux créés à des fins majoritairement ludiques mais qui sont aussi utilisés dans le cadre d'un apprentissage, dans un processus de *"serious gaming"*.

2.1.2.2.1 Utilisation de jeux vidéo créés à des fins ludiques

Dans sa thèse *"Littératie vidéoludique : éduquer aux jeux vidéo en contexte scolaire"*, Gilson distingue deux paradigmes : l'éducation au jeu vidéo et l'éducation par les jeux vidéo. Le premier paradigme conduit à enseigner la *"littératie vidéoludique"* qu'il définit comme *"un ensemble d'activités articulées et non figées qui éveillent chez les sujets-(non-)joueurs une conscience du jeu vidéo à même de les faire évoluer de façon critique et créative, autonome et socialisée, dans l'environnement vidéoludique"*

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

contemporain.” [18] Il s’agit de faire découvrir aux élèves les codes utilisés dans les jeux autant que de les sensibiliser à leurs pratiques en tant que joueurs.

Le second paradigme, l’éducation par les jeux vidéo, s’intéresse aux contenus mêmes du jeu qui sont en lien avec une discipline. Nous pouvons citer l’exemple de William Brou, enseignant d’histoire-géographie et créateur de la chaîne ”*Histoire en jeu*”, qui utilise des jeux comme *Battlefield 1* (développé par DICE, édité par Electronic Arts, 2016), par exemple, pour travailler des parties du programme d’histoire-géographie en demandant aux élèves une vérification des informations présentées comme ”historiques” dans les jeux. Ce travail de recontextualisation est nécessaire dès lors que le jeu vidéo utilisé n’a pas été conçu à des fins d’apprentissage.

En observant ces usages, les producteurs de jeux commerciaux ont perçu le potentiel d’intégration de leurs jeux en classe. Certains en ont alors produit des versions pédagogiques afin de faciliter leur utilisation dans un contexte scolaire. Citons par exemple *Assassin’s Creed Discovery Tour* produit par Ubisoft qui propose de découvrir trois périodes historiques (la Grèce antique, l’Égypte ancienne et l’ère viking) ou les versions éducation des jeux de construction / création tels que *Fortnite* et *Minecraft*.

2.1.2.2.2 Utilisation de jeux vidéo créés à des fins pédagogiques

Les jeux dont la ”*finalité n’est pas le simple divertissement*” [19] sont appelés ”jeux sérieux” ou ”serious game”. Un ”jeu sérieux” utilise ”*des principes et des technologies des jeux vidéo pour les applications qui n’ont pas de caractère strictement ludique*” [20]. Alvarez utilise le terme ”serious game” pour définir une ”*application informatique, dont l’intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux (serious) tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l’enseignement, l’apprentissage, la communication, ou encore l’information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (game)*”. [21]

Ces serious games peuvent être des jeux produits par des sociétés spécialisées ou être développés par des enseignants eux-mêmes, en s’appuyant sur des outils interactifs simples à prendre en mains comme Genially (cf interview Philippe Cosentino dans *Les petits cahiers ludens* n°7 [22]) ou en apprenant eux-mêmes à programmer avec des moteurs de jeu destinés aux amateurs comme RPG Maker (cf interview Manon Fouques dans *Les petits cahiers ludens* n°7 [22])).

Créer un jeu sérieux motivant et ludique peut donc s’avérer assez complexe pour les enseignants. Ce processus nécessite non seulement de connaître le contenu à transmettre, mais aussi de savoir comment faire apprendre ce contenu et de connaître des éléments de conception vidéoludiques adaptés

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

à la transmission des connaissances visées [23] [24]. Des outils d'aide à la création de ces jeux à des fins pédagogiques ont commencé à apparaître [25]. Mais, pour faciliter la prise en main, ils proposent souvent des fonctionnalités qui limitent l'implémentation de mécaniques ludiques. Une autre solution d'intégration du jeu en classe peut donc passer par la gamification.

2.1.2.3 Gamification

La "gamification" est définie comme *"l'usage (plutôt que l'extension) d'éléments (plutôt que de jeux à part entière) de design (plutôt que de technologies fondées sur le jeu ou d'autres pratiques liées au jeu) caractéristiques des games (plutôt que du play ou playfulness) dans des contextes non ludiques (quel que soit le but spécifique de leur utilisation, le contexte, ou le média qui les met en œuvre)." [26].* Ce processus facilite l'engagement des joueurs dans l'apprentissage ou la résolution de problèmes [27].

En français, le terme "ludicisation" enrichit ce concept en y apportant une réflexion sur les interactions qui se créent lorsqu'un individu accepte de jouer [28]. *"Il s'agit moins de "faire un jeu-game" (gamifier) que de "rendre possible qu'une situation soit perçue comme ludique" (ludiciser)" [29].* Lorsque les enseignants s'engagent dans une démarche de gamification de l'apprentissage, ils doivent donc s'interroger sur le rapport des élèves au travail et au plaisir [30] pour identifier les techniques issues du jeu qui peuvent être intégrées dans sa situation pédagogique. En effet, les impacts de la ludicisation sont fortement liés au contexte d'application [31].

2.1.2.4 GDBL versus GBL

Le Game Development Based Learning (GDBL) et le Game Based Learning (GBL) proposent deux approches différentes du jeu vidéo. Le GBL utilise des jeux existants produits à des fins ludiques ou pédagogiques, tandis que le GDBL propose de passer par la création de jeu pour favoriser l'apprentissage.

Le Game Based Learning ou apprentissage en jouant au jeu vidéo est encore majoritaire dans les pratiques pédagogiques par rapport au Game Development Based Learning. Cela s'explique par une perception du jeu comme interface ou support de contenu d'apprentissage plutôt que comme une création technique et artistique [32]. Le GDBL peut aussi être perçu comme une activité "récréative" plutôt qu'un véritable enseignement.

Pourtant, d'après Kafai, le GDBL présente un intérêt *"égal voir supérieur"* au GBL : *"Sans*

2.1. LE GAME DEVELOPMENT BASED LEARNING (GDBL)

vouloir nier la valeur des jeux pédagogiques, les constructionnistes ont orienté leurs efforts dans une direction très différente. Plutôt que d'intégrer des "leçons" directement dans les jeux, leur objectif a été d'offrir aux étudiants davantage d'opportunités de construire leurs propres jeux et d'établir de nouvelles relations avec les connaissances au cours de ce processus ;" [33] Vos et al ont confirmé ce potentiel en observant deux groupes d'élèves engagés dans des activités différentes [34]. Le premier devait jouer à un jeu de Memory et l'autre devait créer ce même type de jeu. Leurs résultats montrent que les élèves qui ont été impliqués dans le processus de création développent plus de motivation et utilisent des stratégies d'apprentissage plus approfondies. Cet effet peut s'expliquer par l'engagement personnel plus important dans le cadre d'une création.

La création de jeu donne le contrôle à l'élève sur son apprentissage à travers le choix du thème, des fonctionnalités et du contenu du jeu [35]. Les choix réalisés sont le reflet d'un processus de game design défini comme un *"processus d'apprentissage en soi"* [36]. En effet, même si la programmation apparaît parfois aux élèves et aux enseignants comme le challenge le plus difficile à réaliser, le véritable défi se situe dans la conception qui suppose de *"créer un système comportant une ou plusieurs mécaniques pour rendre le jeu amusant à jouer ;"* [37].

Le GDBL est donc une activité qui peut offrir des opportunités pour créer des situations d'apprentissage plus engageantes que le GBL, à condition, pour les élèves, d'être capables de passer du rôle de joueurs à celui de créateurs, et, pour les enseignants, de les guider pour acquérir les compétences nécessaires à la réalisation de leurs jeux.

2.1.3 Synthèse

Le Game Development Based Learning (GDBL) consiste à faire travailler des compétences disciplinaires et transversales aux élèves à travers une activité de création de jeu vidéo. Cette modalité d'utilisation du jeu vidéo en classe se distingue d'autres pratiques comme le Game Based Learning et la gamification.

Le Game-Based Learning (GBL) s'appuie sur des jeux vidéo créés à des fins ludiques ou pédagogiques pour transmettre un contenu pédagogique ou éduquer au média lui-même. La gamification s'appuie sur des mécaniques ludiques pour transformer une situation qui ne l'est pas. A première vue, le GDBL semble proposer un cadre plus engageant pour les élèves que le GBL.

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

Cependant, cette activité nécessite aussi un apprentissage des élèves comme des enseignants pour maîtriser la conception de jeu vidéo et, ainsi, pouvoir exploiter pleinement le potentiel de ce processus de création pour le travail des compétences. Avant d'observer concrètement la mise en place de cette activité en classe, nous allons définir de manière plus précise les notions de compétences, d'apprentissage et de motivation qui sont au coeur de toutes les situations d'apprentissage, GDBL compris.

2.2 Cadres pédagogiques

Le Game Development Based Learning (GDBL) est une activité que les enseignants peuvent réaliser en classe pour travailler différents types de compétences. Comme dans toute situation pédagogique, l'objectif est de motiver des élèves pour les engager dans un apprentissage qui va leur permettre d'acquérir et de mobiliser de nouvelles compétences. Nous commençons donc par définir ces notions de "compétence", d'"apprentissage" et de "motivation" avant d'observer comment elles sont mises en oeuvre concrètement dans une activité de GDBL.

2.2.1 La notion de compétences

2.2.1.1 Définitions de compétences

Parmi les multiples définitions de la notion de compétences, nous distinguons deux tendances : l'une porte sur l'acquisition de savoirs, l'autre insiste sur l'action en situation.

Selon d'Hainaut, une compétence est "*un ensemble de savoirs, savoir-faire et savoir-être qui permet d'exercer convenablement un rôle, une fonction ou une activité.*" [38] Meirieu conçoit également la compétence comme un "*savoir identifié mettant en jeu une ou plusieurs capacités dans un champ notionnel ou disciplinaire donné*" [39].

Cette définition de la compétence comme somme de savoirs disciplinaires est enrichie par une autre proposition qui insiste sur la dynamique entre l'individu et son environnement. Elle prend son sens dans la sélection des informations qu'une personne va opérer pour apporter une réponse à une question. Sur cette base se construit la notion d'"*un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation de et la combinaison d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations.*" [40]

Une compétence travaillée par une mise en situation n'est pas forcément acquise. Elle peut être

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

sans cesse travaillée via une mobilisation appropriée au contexte et au problème. Elle dépasse aussi le seul cadre scolaire comme l'expliquent Bissonnette et Richard : *"Une compétence constitue un savoir-agir résultant d'une compréhension adéquate des savoirs, savoir-faire et savoir-être intégrés et accessibles en mémoire, 'mobilisables' de façon efficiente parce qu'ils ont été utilisés régulièrement et avec succès dans une grande variété de contextes et de disciplines, et ce, autant à l'école que dans la vie quotidienne. La compétence ne représente pas un état, mais un processus, qui est d'ailleurs toujours perfectible parce qu'il résulte d'une démarche de construction."* [41]

Les institutions ont choisi de construire leurs définitions opérationnelles de la compétence sur cette mise en action. L'OCDE considère la compétence comme *"la capacité de faire quelque chose ;"*[42]. En France, selon le Socle commun des connaissances et compétences du Ministère de l'Education Nationale, la compétence est la capacité de *"mobiliser ses acquis dans des tâches et des situations complexes ;"* [43]

Dans le cadre de notre travail de recherche, nous retenons la définition suivante donnée par Perrenoud : la compétence est une *"capacité d'action efficace face à une famille de situations, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois des connaissances nécessaires et de la capacité de les mobiliser à bon escient, en temps opportun, pour identifier et résoudre de vrais problèmes."* [44] Les compétences sont organisées dans des référentiels, définis comme des *"ensembles hiérarchisés de connaissances, savoir-faire et compétences (Knowledge, Skills and Competences abrégé KSC) liés entre eux par des relations (telles que des relations de prérequis, de composition, etc.)"* [45], qui rassemblent en général des compétences de même type, disciplinaires ou transversales.

2.2.1.2 Compétences disciplinaires, connaissances et savoirs

Dans la salle de classe comme dans les programmes scolaires, les compétences dites "disciplinaires", comme par exemple, savoir rédiger un texte en français ou résoudre des équations en mathématiques, sont celles qui sont le plus travaillées. Elles se distinguent des "connaissances" et des "savoirs".

Selon Perrenoud, les compétences disciplinaires sont indissociables des connaissances : *"Il est évident, on l'a dit, qu'il n'y a pas de compétences sans connaissances, et ces dernières sont pour la plupart disciplinaires, dans la mesure où la production des savoirs savants, et notamment scientifiques, obéit à une division du travail correspondant aux découpages disciplinaires du réel."* [46] Les compétences disciplinaires sont donc essentiellement liées aux connaissances des différents domaines étudiés à l'école.

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

Dans ce sens, Meirieu définit les connaissances comme des *”savoirs essentiellement programmatiques, renvoyant à des disciplines précisément identifiées, mobilisables pour résoudre des problèmes qui se posent spécifiquement dans le champ épistémologique de ces disciplines.”* [47]

Dans le cadre pédagogique de la classe, les connaissances se construisent à partir de savoirs qui sont codifiés dans les programmes scolaires. Ils *”répondent à la logique de la discipline à laquelle ils appartiennent ou aux pratiques sociales qui les ont générés;”*[48] Le savoir est *”dépersonnalisé et décontextualisé”* tandis que la connaissance, personnelle, est le *”résultat intériorisé de l’[...] expérience”* du sujet [49].

L’articulation entre compétences, connaissances et savoirs montre la granularité de l’apprentissage : du texte de référence qu’est le programme scolaire, à l’appropriation par l’élève, jusqu’à la mobilisation de ces ressources dans un contexte donné. L’apprentissage est un processus dynamique qui doit servir aussi à la compréhension et l’action hors du cadre scolaire [50]. Dès lors, les compétences disciplinaires issues des savoirs et connaissances liés aux matières étudiées en classe sont-elles suffisantes pour un élève qui construit son avenir professionnel et son identité d’adulte ?

2.2.1.3 Compétences transversales et compétences du XXI^e siècle

L’acquisition des compétences disciplinaires ne suffit plus pour relever les enjeux de société actuels et futurs. Elle doit aujourd’hui être complétée par une formation aux compétences transversales et, plus spécifiquement, aux compétences du XXI^e siècle. Ces compétences de *”haut niveau”* [46] mobilisent des connaissances et des méthodes issues de plusieurs disciplines et sont utiles dans la gestion de problèmes complexes ou des situations incertaines [51].

Parmi les compétences transversales, les compétences du XXI^e siècle suscitent un intérêt croissant. En 2019, Andreas Schleicher, directeur de la Direction de l’Education et des compétences à l’OCDE, commentait : *”L’éducation ne consiste plus seulement à enseigner quelque chose aux élèves, mais à leur apprendre à développer une boussole fiable et les outils de navigation nécessaires pour trouver leur propre voie dans un monde de plus en plus complexe, volatil et incertain.”*[52] Conscients des enjeux liés à ces compétences, le Forum économique mondial, les institutions européennes ou encore l’UNESCO ont proposé leur liste de compétences. La Commission européenne a, par exemple, ciblé huit compétences clés parmi lesquelles on peut citer la pensée critique, la créativité, la prise d’initiative ou la résolution de problèmes [53].

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

Plusieurs chercheurs ont proposé des référentiels de compétences transversales. Voogt et Roblin ont recensé les termes communs dans 32 référentiels internationaux. La collaboration, la communication, la maîtrise des TIC, les compétences sociales et/ou culturelles, la citoyenneté sont mentionnées dans tous les textes, tandis que la créativité, la pensée critique, la résolution de problème et le développement de produits de qualité sont mentionnés dans une majorité de documents [54].

Margarida Romero a proposé le modèle "5c21" qui place en son centre la co-résolution créative de problèmes, les compétences de collaboration, créativité, résolution de problèmes et pensée informatique [55]. Ces compétences peuvent être classées en quatre catégories selon le modèle KSAVE [56] :

- Modes de pensée pour rassembler la créativité, la pensée critique ou encore la résolution de problèmes ;
- Modes de travail pour désigner la communication et la collaboration ;
- Outils pour travailler qui concerne la maîtrise des Technologies de l'Information et la Communication (TIC) ;
- Vie dans le monde contemporain pour ce qui relève de la citoyenneté et des enjeux de responsabilité sociale et personnelle.

Ces compétences pourtant décisives pour l'avenir sont encore insuffisamment travaillées à l'école, car les compétences disciplinaires prévalent encore. De plus, elles sont plus difficiles à évaluer [57] dans un cadre scolaire où l'appréciation de la progression de l'élève répond à une définition précise.

2.2.1.4 Acquisition et évaluation des compétences

Nous complétons ce tour d'horizon de la notion de compétences par un questionnement sur le processus d'apprentissage en soi et sur ses finalités : vérifier l'acquisition des compétences et comprendre les conditions de leur transférabilité dans d'autres contextes.

L'évaluation est par définition *"un jugement par lequel on se prononce sur une réalité donnée en articulant une certaine idée ou représentation de ce qui devrait être, et un ensemble de données factuelles concernant cette réalité."* [58] Dans le cadre scolaire français, l'évaluation suppose *"de mesurer le degré d'acquisition des connaissances et des compétences ainsi que la progression de l'élève"* selon la loi n°2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République.

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

L'objectif de l'évaluation est double : d'une part, mesurer l'appropriation des compétences par les élèves et, d'autre part, s'assurer qu'ils soient en capacité de transférer leurs compétences dans d'autres situations [46]. Le choix des modalités d'évaluation est au cœur de l'élaboration d'un programme par compétences [59].

Les enseignants ont à leur disposition deux modalités : l'évaluation sommative et l'évaluation formative. La première, la plus connue, vise à vérifier si l'élève a bien atteint les objectifs d'apprentissage fixés initialement [60]. Elle permet d'apprécier la progression de manière continue [48] et peut aussi prendre la forme d'un examen à valeur certifiante. A contrario, l'évaluation formative intervient tout au long du processus d'apprentissage. Elle ne s'accompagne pas forcément d'une notation [61]. Elle doit fournir des informations pertinentes à l'élève pour l'aider dans sa progression [62] autant qu'à l'enseignant pour l'aider à adapter son scénario pédagogique [63].

Pour proposer des situations de mise en œuvre des compétences et des évaluations appropriées, il est important de reconnaître les différents niveaux d'acquisition [64] :

1. L'élève apprend d'abord à répondre à une question précise pour construire des automatismes ;
2. Il est ensuite placé face à une situation-problème inconnue où il doit choisir la compétence adaptée à la résolution ;
3. Enfin, dans une autre situation nouvelle, il doit combiner plusieurs compétences pour répondre au problème posé.

L'évaluation comme l'apprentissage des compétences reste un enjeu majeur à l'école, car le cadre scolaire privilégie la répétition pour inciter les élèves à créer des automatismes, mais enseigne peu la mobilisation des compétences [65]. Pourtant, plusieurs théories en sciences de l'éducation ont montré l'importance d'un apprentissage par l'action.

2.2.2 La notion d'apprentissage en sciences de l'éducation

2.2.2.1 Définition de l'apprentissage

Philippe Meirieu désigne sous le terme "apprendre" une "*activité consistant, pour un sujet, à s'appropriier des savoirs, des connaissances ou des compétences et à pouvoir, ensuite, les réutiliser dans d'autres cadres que celui de leur apprentissage.*" [47] Nous distinguons l'apprentissage comme processus d'acquisition de connaissances, de la mobilisation des compétences qui résulte de ce processus.

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

L'apprentissage se construit sur la base de quatre piliers [66] : l'attention, l'engagement actif, le feedback et la consolidation.

Le premier pilier est l'attention qui implique la mise en place de conditions appropriées pour qu'un élève puisse se consacrer à sa tâche. L'apprentissage est d'ailleurs le résultat des interactions entre les élèves et leur environnement plutôt que le résultat d'un enseignement [67].

Deuxième pilier, l'engagement de l'élève est indispensable pour mémoriser des savoirs et connaissances, puis mobiliser les compétences requises dans chaque situation. C'est un point fondamental que nous traitons dans la section ci-dessous dédiée à la motivation.

Le troisième pilier, le feedback, dépend des méthodologies d'évaluation choisies. Dans un processus d'évaluation formative, l'erreur n'est plus pénalisée, elle devient même vecteur d'apprentissage, "*productive*." [68] La "*pédagogie de l'erreur*" permet de "*confronter ses idées à la réalité*" et offre un "*temps de rétroaction très court*" donc un cycle essai-erreur très rapide [69].

Enfin, la consolidation se matérialise par une progression adaptée au rythme et au niveau de chacun. La possibilité de consolider ses connaissances à son rythme est source de confiance, notamment pour les élèves en difficulté [70]. Cette définition de l'apprentissage est le fruit de l'évolution des théories pédagogiques au fil du temps, du constructivisme à la creative pedagogy.

2.2.2.2 Constructivisme

Le constructivisme introduit une rupture avec la perspective comportementaliste qui promeut une situation pédagogique où l'apprenant est passif et se contente de recevoir les connaissances transmises. Dans la perspective constructiviste, l'éducation est une passerelle entre l'individu et la société, l'école un "laboratoire" qui propose des activités incitant l'élève à "*participer activement à la construction personnalisée de ses propres problèmes et à concourir à la mise en œuvre des méthodes qui lui permettront de les résoudre*." [71]

Le constructivisme inaugure aussi une vision de l'apprentissage comme recherche de sens. La connaissance est construite par l'élève qui interagit avec son environnement, par la manipulation d'objets, par l'expérimentation. L'apprentissage est un processus dynamique qui passe par des phases d'"*assimilation*" pendant lesquelles l'élève se confronte à un problème qu'il cherche à résoudre et des phases d'"*accommodation*" où il construit de nouvelles connaissances [72].

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

La mise en pratique via une expérimentation se déroule en deux temps. En premier lieu, les connaissances doivent être utiles et utilisables. Bruner indique que l'utilité des connaissances doit être questionnée dès l'école primaire : *"Nous pourrions nous demander, comme critère pour tout sujet enseigné à l'école primaire, si, une fois pleinement développé, il vaut la peine d'être connu par un adulte, et si le fait de l'avoir connu en tant qu'enfant fait d'une personne un meilleur adulte. Si la réponse à ces deux questions est négative ou ambiguë, alors le sujet encombre le programme d'études."* [73]

Ensuite, les compétences doivent pouvoir être appliquées dans d'autres situations que celles de l'apprentissage initial. La question du transfert est centrale dans la théorie constructiviste qui définit l'acquisition de compétence par trois éléments :

- Une compétence repose sur la mobilisation en situation et la coordination d'une diversité de ressources : des ressources propres à la personne et des ressources spécifiques à la situation et son contexte.
- Une compétence ne se développe qu'en situation : *"il n'y a pas d'apprentissage sans transfert et il n'y a pas de transfert sans apprentissage du transfert"* [74].
- Une compétence n'est atteinte que dans le cas d'un traitement achevé de la situation : *"Si un étudiant vous dit qu'il a oublié, c'est qu'il n'a pas appris"* [75].

Dans ce contexte, l'enseignant doit proposer un cadre équilibré, entre accompagnement et liberté, et ajuster ses objectifs pédagogiques à la progression de ses élèves [76]. Mais il n'est pas le seul intervenant dans la situation d'apprentissage, comme va le démontrer le socio-constructivisme.

2.2.2.3 Socio-constructivisme et constructionnisme

Le socio-constructivisme met en avant le rôle fondamental des interactions sociales dans le développement cognitif. La construction des connaissances s'élabore à travers des échanges sociaux, l'apprentissage est le fruit d'interactions. L'enjeu est de trouver le point d'équilibre entre ce qu'un élève peut réaliser sans assistance et ce qu'il peut faire avec l'aide d'un adulte ou en collaboration avec ses pairs : c'est le sens du concept de *"Zone of Proximal Development"* (ZPD) élaboré par Vygotsky [77].

Prenant appui sur le constructivisme et le socio-constructivisme, le constructionnisme amène à considérer l'apprentissage comme *"une reconstruction plutôt que comme une transmission de connais-*

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

sances” qui est *”particulièrement efficace lorsqu’il est intégré dans une activité que l’apprenant vit comme la construction d’un produit significatif (par exemple, une œuvre d’art, une machine qui fonctionne, un rapport de recherche ou un programme d’ordinateur)”* [78]. Dans ce cadre pédagogique, le projet devient le point de départ de l’acquisition des compétences disciplinaires et transversales [79]. Les élèves procèdent par *”tâtonnement expérimental”*[80] pour construire leurs connaissances.

On parle alors d’apprentissage expérientiel, une méthode qui vise à engager l’élève. Cet apprentissage est *”important pour la personne et lourd de signification”*[81]. Selon Kolb [82], il se déroule en quatre temps :

1. L’expérience concrète : l’élève est confronté à une situation nouvelle pour lui ;
2. L’observation réfléchie : il analyse l’expérience vécue ;
3. La conceptualisation : il construit des concepts généraux à l’aide de son expérience ;
4. L’expérimentation active : il met en pratique ces apprentissages dans un nouveau cadre.

Ainsi, *”la connaissance résulte de la combinaison de la saisie de l’expérience et de sa transformation”* [82]. Par la suite, d’autres modèles d’acquisition et de mobilisation des compétences ont été proposés afin de décomposer encore plus finement le processus d’apprentissage.

2.2.2.4 Approche par objectifs et modèle 4C/ID

L’approche pédagogique dite *”par objectifs”* permet le passage de la connaissance à la mise en application par le recours à des *”habiletés cognitives”* [48] classées de la plus simple à la plus complexe selon la taxonomie de Bloom :

1. La connaissance : mémoriser des informations issues des savoirs enseignés ;
2. La compréhension : interpréter de l’information, la transposer dans un autre langage ;
3. L’application : sélectionner des données, utiliser des méthodes ;
4. L’analyse : mettre en relation des faits, analyser un ensemble complexe ;
5. La synthèse : synthétiser des idées pour élaborer une proposition ;
6. L’évaluation : estimer, critiquer sa propre production ou celle d’autrui.

Une telle approche relativement linéaire convient à l’acquisition de connaissances qui ne nécessitent pas forcément de liens entre elles, mais s’avère moins efficace pour l’enseignement de compétences complexes ou qui doivent être combinées [83]. Or, la formation des élèves nécessite l’acquisition de

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

savoir-faire parfois complexes et souvent décontextualisés. Pour permettre la maîtrise de ces techniques, il faut en *”décomposer l'apprentissage en sous-routines élémentaires.”* [84]

Un autre modèle d'apprentissage appelé 4C/ID (Four-Component for Instructional Design) [83], vient répondre à cette problématique. Il est constitué de quatre composantes [85] :

- Des *”tâches d'apprentissage”* de complexité croissante ;
- Des *”informations de support”* qui renseignent sur la manière d'aborder la tâche ;
- Des *”informations procédurales”* qui s'appliquent lors de la réalisation de tâches routinières ;
- Des *”exercices”* ou sous-tâches qui visent la mise en place d'automatismes.

Ce modèle correspond à celui appliqué en Game Development Based Learning où les tâches d'apprentissage telles que la création et l'intégration d'un personnage se complexifie au fur et à mesure de l'évolution de la production du jeu.

La tâche d'apprentissage est une notion utilisée en didactique : elle permet *”de lier l'activité de l'élève et les contenus tels qu'ils sont envisagés dans la programmation de l'enseignant. Elle permet d'envisager les apprentissages plus globalement que celle d'exercice”* [49]. Dans le domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), *”La notion de tâche renvoie à ce que les acteurs doivent faire, par exemple résoudre un problème.”* [86] C'est un *”but à atteindre dans un environnement donné, au moyen d'actions (physiques) ou d'opérations (mentales)”* [87].

Les tâches d'apprentissage visent l'intégration des compétences, des connaissances et des attitudes (récurrentes et non récurrentes), fournissent des expériences authentiques et complètes basées sur des tâches de la vie réelle, sont organisés dans un objectif de progression, et présentent une grande variabilité dans la pratique. Les tâches d'apprentissage peuvent être interdépendantes et être décomposées en sous-tâches [88].

L'apprentissage par tâches est une méthode couramment utilisée en informatique pour apprendre la programmation. Il est important de viser d'abord des tâches réduites et autonomes avant de passer sur des séries de tâches interdépendantes qui offrent à l'élève l'occasion de s'approprier le code et d'avoir le sentiment de construire son jeu. Les consignes données doivent être suffisamment explicites pour que l'élève réalise les exercices en autonomie. On met également en place un système qui reconnaît les erreurs et délivre des feedbacks. L'un des cadres particulièrement adapté à cette rétroaction continue est celui de la pédagogie créative.

2.2.2.5 Creative pedagogy

Brown et Atkins définissent l'enseignement en ces termes : *"On peut considérer que l'enseignement consiste à donner aux élèves la possibilité d'apprendre"* [89]. Ce changement de point de vue, qui induit la création d'un environnement favorable pour l'apprentissage, est à la base de la pédagogie créative. Celle-ci se définit comme *"l'utilisation de différentes modalités singulières, parfois inspirées par les arts, pour atteindre la personne dans son unicité, son individualité, dans ce qui la démarque. Elle favorise l'adaptation ou l'innovation pédagogique selon les besoins des élèves ou de la classe"* [90]. La pédagogie de la créativité consiste à *"concevoir des dispositifs qui puissent contribuer à tisser des passerelles entre l'apprenant, son histoire, l'objet de son savoir et le contexte."* [91]

Le cadre de la "pédagogie créative" proposé par Lin décline la créativité dans trois dimensions [92] :

- L'enseignement créatif : utiliser des approches imaginatives pour rendre l'apprentissage plus intéressant et plus efficace ;
- L'enseignement de la créativité : encourager et fournir des opportunités pour le développement de la créativité ;
- L'apprentissage créatif : jouer, collaborer, développer l'imagination et les capacités de réflexion.

Ces trois dimensions sont par exemple présentes dans la pédagogie développée autour du logiciel Scratch. Resnick, son créateur, a posé les bases d'un apprentissage créatif, la théorie des 4P (*Projects, Partnerships, Playing, Passion*), qui réunit une communauté de pairs autour de projets ayant une dimension ludique et susceptibles d'éveiller des passions [93].

Les outils numériques sont donc parties prenantes des activités dites "techno-créatives" qui offrent un cadre adapté à l'émergence de la créativité sous toutes ses formes. Elles *"engagent les participants dans un défi pouvant être résolu de manière créative par le biais de l'usage de technologies numériques ou analogiques"*. Les élèves deviennent des *"apprenants créatifs, car ils s'engagent dans une résolution du problème (ou du défi) seuls ou en équipe"*. L'enseignant est également créatif car *"il agit pour maintenir le processus au niveau qui permet aux apprenants d'agir en ayant le sentiment de développer des compétences personnelles"* [55].

La pédagogie créative est la source d'activités telles que le Game Development Based Learning. La création d'un jeu vidéo a pour objectif de créer un cadre d'apprentissage et de mobilisation de compétences suffisamment motivant pour engager tous les élèves dans l'activité.

2.2.3 La notion de motivation

Pour qu'un processus d'apprentissage atteigne son objectif, l'acquisition et la mobilisation de compétences, il doit conduire à motiver l'élève. La motivation est avant tout un état cognitif qui "*déclenche, stimule et maintient un comportement orienté vers un but*" [94]. Cet état favorise l'apprentissage et la réalisation d'une tâche et garantit la poursuite des efforts dans le temps [95].

Le jeu vidéo, par les défis et les situations d'apprentissage qu'il offre, peut être une source de motivation en soi [96]. La motivation induite par le jeu est confirmée par la méta-analyse de Dondlinger portant sur 35 articles qui interrogent le lien entre jeu vidéo et motivation. [97]

Les leviers de la motivation sont détaillés dans la Self-Determination Theory (SDT) de Ryan et Deci [98] qui distingue motivation extrinsèque et intrinsèque. La motivation extrinsèque consiste à "*faire quelque chose pour atteindre un but détaché de l'action*" [99]. A contrario, la motivation intrinsèque est le résultat d'une volonté individuelle [100], d'un choix qu'une personne réalise pour elle-même sans tenir compte d'éléments extérieurs [98]. Malone et Lepper ont montré que, même si le jeu est utilisé en contexte d'apprentissage, les élèves s'y engagent par motivation intrinsèque, envie de jouer. [101]

Être motivé permet donc d'accroître les performances de l'apprentissage, notamment l'acquisition de nouvelles compétences [102]. Plus spécifiquement, "*la motivation entraîne l'activation de stratégies cognitives efficaces pour les problèmes de mémoire à long terme, comme le suivi, l'élaboration ou l'organisation des informations*"[100]. Dans la théorie du flow de Csikszentmihali, plus un individu peut identifier ses progrès et a le sentiment de développer de nouvelles compétences, plus forte sera sa motivation [103]. La motivation est donc un critère essentiel pour juger de l'impact positif éventuel de l'intégration d'activités liées aux jeux vidéo en classe.

En contexte scolaire, une tâche est définie comme motivante si elle rassemble les critères suivants [104] :

- le choix : la liberté de choix d'une tâche ou de la manière de la réaliser fait appel à la motivation intrinsèque des élèves et les conduit à s'engager. La tâche choisie est toujours plus signifiante que la tâche imposée.
- le défi : la tâche doit être ni trop facile pour éviter l'ennui, ni trop difficile pour ne pas démotiver.
- le contrôle : la tâche doit mettre en avant un objectif clair et réalisable par l'élève en autonomie.

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

L'élève doit connaître les attentes liées à la tâche afin d'évaluer les moyens qu'il doit mettre en œuvre pour la réaliser.

— la coopération : la tâche doit encourager le travail coopératif et les interactions sociales.

Le GDBL semble réunir toutes les conditions d'un cadre d'apprentissage motivant pour les élèves car il propose des tâches de création plus ou moins libre, qui nécessitent d'acquérir et de mobiliser des compétences diverses.

2.2.4 GDBL et pédagogie

Pour rappel, les théories constructivites postulent que les individus "*construisent des connaissances et des significations à partir de leurs expériences et de leurs connaissances antérieures.*" [36] Papert, créateur du langage Logo qui constitue l'une des premières mises en pratique du GDBL en classe, déclare se situer dans la continuité des travaux de Piaget. Selon lui, l'apprentissage suppose de former une construction mentale "*qui se produit avec les expériences du monde*" mais aussi "*lorsque les gens s'engagent dans la construction de produits qui ont une signification personnelle*" [78].

La création de jeu vidéo, par le choix des règles, de la narration et des interactions, met les élèves dans une position de "*producteurs de connaissances*" qui construisent "*leurs propres représentations*" [6]. Le GDBL met donc en évidence "*les dimensions personnelles, sociales et culturelles de l'apprentissage constructionniste*" [105].

Mais la réalisation d'une production personnelle ne se réalise pas sans effort. Elle fait appel à la théorie de la double stimulation de Vygotsky, ce qui signifie que la création d'un jeu vidéo nécessite de se confronter à des problèmes ou défis complexes et de trouver des solutions en mobilisant des moyens internes ou des ressources externes pour transformer cette situation.

C'est le sens de la démarche de résolution de problèmes reconnue à la fois comme une compétence et comme démarche pédagogique appelée "*problem based learning*" (PBL) "*qui met l'accent sur le rôle d'un problème de la vie réelle et d'un processus de découverte en collaboration dans l'apprentissage.*"[106] Le "*problem based learning*" permet d'apprendre les méthodes de résolution de problèmes et de travailler l'attitude à avoir face à ce type de situations [107].

Un problème est "*une situation où l'objectif est d'atteindre un état désiré à partir d'un état donné, mais où il n'existe pas de méthode évidente pour y parvenir*" [108]. Les tâches de conception de jeu

2.2. CADRES PÉDAGOGIQUES

peuvent être considérées comme des moyens de résoudre un "problème" : les élèves partent d'un état de départ, leur idée initiale du jeu, et vont chercher à atteindre un objectif, la production d'un jeu, en utilisant plusieurs méthodes [109]. Si cette démarche aboutit, ils auront expérimenté ce que Papert nomme "*hard fun*", "*des activités qui sont amusantes en raison de leur difficulté.*" [110]

Un autre élément important dans les théories socio-constructivistes est l'interaction sociale. Dans l'activité de GBDL, les interactions sont réalisées à plusieurs niveaux. La création d'un jeu vidéo étant la plupart du temps un projet de groupe, le travail en collaboration est un élément incontournable. Le jeu permet aussi d'intégrer l'ensemble des matières, donc de fédérer l'équipe pédagogique autour d'un projet commun. Du graphisme à la programmation, de la narration au sound design, tous les enseignants peuvent participer aux côtés des élèves en intégrant leur matière à l'activité. Ils jouent alors le "*rôle de facilitateur plutôt que d'instructeur*" [111].

2.2.5 Synthèse

Dans cette section consacrée aux cadres pédagogiques, nous avons exploré trois notions fondamentales à la mise en place d'une activité scolaire : les compétences, l'apprentissage et la motivation.

Après un examen des différentes théories autour de la notion de compétence, nous avons choisi de retenir la définition suivante de Perrenoud : la compétence est une "*capacité d'action efficace face à une famille de situations, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois des connaissances nécessaires et de la capacité de les mobiliser à bon escient, en temps opportun, pour identifier et résoudre de vrais problèmes*" [44]. Pour vérifier qu'une compétence est bien acquise, on procède à une évaluation, soit sommative pour vérifier que l'élève a bien atteint les objectifs fixés, soit formative pour servir de feedback tout au long de la progression.

À l'école, les compétences les plus couramment travaillées sont celles liées aux disciplines. Elles sont construites sur la base des "savoirs" inscrits dans les programmes scolaires que les élèves assimilent comme "connaissances". Mais chercheurs et institutions insistent sur la nécessité d'ouvrir l'apprentissage aux compétences transversales, c'est-à-dire de "haut niveau" comme les compétences du XXI^e siècle. Les référentiels sur ce sujet sont multiples, mais des analyses synthétiques ont permis d'identifier les compétences communément partagées : la collaboration, la maîtrise des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), la créativité, la pensée critique et la résolution de problème.

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

Deuxième notion fondamentale, l'apprentissage est un processus d'acquisition de connaissances, de la mobilisation des compétences. Il est conduit de manière différente selon les théories pédagogiques mises en oeuvre. Parmi ces théories, le constructivisme a inauguré une nouvelle étape dans la conception de la pédagogie en donnant un rôle d'acteur à l'élève. Les expériences, devenues centrales dans la pédagogie, prennent une nouvelle dimension avec la théorie socio-constructiviste. L'élève n'est plus le seul en jeu, il interagit avec ses pairs et avec l'enseignant. Les compétences s'acquièrent via des expérimentations actives et doivent pouvoir être appliquées donc transférées dans d'autres situations. Le constructionnisme, puis la pédagogie créative, ajoutent enfin une dimension créative avec la réalisation de projets signifiants pour tous les acteurs.

Troisième et dernière notion, la motivation est l'une des conditions majeures pour atteindre l'objectif du processus d'apprentissage : l'acquisition et la mobilisation de compétence. La motivation est un état qui *"déclenche, stimule et maintient un comportement orienté vers un but"* [94]. Elle peut être extrinsèque, lorsque l'action est motivée par des objectifs externes et non pas uniquement liée à la tâche effectuée, ou intrinsèque, quand l'action est le résultat d'une volonté individuelle.

Le Game Development Based Learning réunit plusieurs éléments issus des théories pédagogiques précédemment citées qui conduisent a priori à la mise en place d'un cadre d'apprentissage motivant. La création d'un jeu vidéo est décomposée en une série de tâches qui vont nécessiter de mobiliser des compétences de créativité, de résolution de problèmes ou encore de collaboration. Sur le plan pédagogique, l'activité de GDBL semble donc propice au travail de compétences interdisciplinaires ou transversales. Mais elle réclame aussi des moyens techniques, des outils de création numérique qui doivent pouvoir être intégrés dans le cadre scolaire.

2.3 Utilisation des outils numériques pour l'apprentissage

La définition de la notion de compétences et l'observation des courants théoriques en sciences de l'éducation ont permis de comprendre les processus d'apprentissage mis en oeuvre à l'école. Les outils numériques utilisés notamment dans le cadre de la pédagogie créative bouleversent les pratiques pédagogiques et posent une double question : celle de l'équipement et celle des usages.

En France, l'intégration des outils informatique en classe, réalisée progressivement depuis les années 1960, a conduit les enseignants et les élèves à apprendre l'utilisation de ces nouvelles technologies

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

afin de s'en servir à des fins pédagogiques. Ce mouvement d'intégration des technologies numériques a conduit à la création d'un champ de recherche dédié, les EIAH ou études des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Les EIAH s'intéressent aux possibilités et impacts de ces environnements numériques dans les pratiques pédagogiques.

En tant qu'activité pédagogique utilisant des outils informatiques, le Game Development Based Learning s'intègre dans ce processus d'intégration des outils numériques en classe. Il est donc confronté aux mêmes enjeux et difficultés que les autres activités de ce type que nous allons étudier dans cette section.

2.3.1 Intégration des outils informatiques en classe

Avant d'étudier l'intégration progressive de ces outils dans les salles de classe en France, nous devons clairement distinguer les termes "informatique" et "numérique" qui recouvrent des notions différentes. Legrenzi précise que l'informatique est "*la science du traitement de l'information*" tandis que le numérique désigne le "*traitement numérique*" [112] en référence à la théorie de l'information de Shannon.

Le terme "numérique" "*met l'accent sur le fait que la plupart des informations à notre disposition ont une forme dématérialisée, qu'elles ont été "numérisées" et peuvent donc être facilement manipulées et échangées*" [113]. Le numérique en éducation comprend l'ensemble des logiciels et algorithmes utilisés dans les processus d'apprentissage [69]. Intégrer des outils en classe conduit à mener un processus en deux temps : il faut commencer par apprendre et comprendre le numérique pour pouvoir ensuite l'utiliser à des fins d'apprentissage.

Commençons par une plongée dans l'histoire de l'intégration de l'informatique dans les classes. 1970 marque le lancement de la première expérience nationale d'introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire (15 - 18 ans) avec l'opération des "58 lycées", où une initiation à ces outils avec deux types d'ordinateurs, le Mitra 15 de CII, et le T1600 de Télémécanique⁴, est proposée aux élèves et aux enseignants. Le bilan est positif : "*plus de 45 000 élèves, soit un élève sur deux, et plus de 1000 enseignants, soit un enseignant sur six, ont chaque année utilisé l'ordinateur*" [114].

Les auteurs de l'évaluation retiennent que ce programme a permis aux enseignants de travailler de manière pluridisciplinaire et de renouveler les pratiques pédagogiques. Les élèves ont aussi trouvé dans

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

l'usage de l'ordinateur une source de motivation nouvelle. Mais, ils soulignent aussi que *"L'utilisation de l'informatique n'a pu se faire d'une manière égale dans toutes les disciplines"* et que *"l'ordinateur n'est pas la panacée pédagogique. Il ne permet pas de résoudre tous les problèmes qui se posent au système éducatif."*[114]

En 1985, le plan "Informatique pour tous" est déployé. Il consiste à équiper des établissements volontaires d'un réseau informatique de taille modeste (jusqu'à 32 postes, à 500 kbit/s), de machines Thomson (MO5, TO7/70 ou MO5NR) et d'un serveur compatible PC. En deux ans, 250 lycées publics sont dotés de matériel : 20 000 élèves et 500 professeurs découvrent l'ordinateur et s'initient à l'informatique [115]. Deux visions s'affrontent : d'une part, l'informatique considérée comme une aide pédagogique avec l'émergence de L'Enseignement Assisté par Ordinateur, d'autre part, l'informatique vue comme objet d'enseignement à part entière.

Dès 1981, année de lancement d'un enseignement optionnel d'informatique en classe de seconde, le rapport Pair-Le Corre insiste sur l'importance de l'informatique pour la formation professionnelle [116]. Puis le rapport Nivat publié en 1983 appuie ce postulat : *"L'informatique n'est ni une excroissance de la mathématique, ni une excroissance de l'électronique : elle a ses propres problèmes."* [117]

Malgré un débat organisé à l'Académie des sciences en 2005 sur le thème "L'enseignement de l'informatique de la maternelle à la terminale", et le rapport "L'enseignement de l'informatique en France – Il est urgent de ne plus attendre" en 2013, il faut attendre 2019 pour voir apparaître un enseignement informatique au lycée à travers la matière Sciences Numériques et Technologie (SNT) en seconde et la spécialité Numérique et Sciences Informatique (NSI) en première [118]. La SNT, enseignement obligatoire d'une durée hebdomadaire d'une heure et demie, s'adresse à tous les élèves de seconde des formations générales et technologiques en lycée. Le programme de SNT¹ repose sur quatre concepts : les données, les algorithmes, les langages informatiques, les machines et leurs systèmes d'exploitation.

Le déploiement rapide de cette nouvelle matière pose la question de la formation des enseignants. Tandis qu'un Capes (Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré) d'informatique est lancé en 2020 pour former les enseignants à la spécialité NSI, la SNT reste un enseignement non disciplinaire qui ne fait l'objet d'aucun diplôme et peut donc être, en théorie, pris en charge par n'importe quel enseignant.

1. Source : <https://eduscol.education.fr/1670/programmes-et-ressources-en-sciences-numeriques-et-technologie-voie-gt>

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

On distingue trois types d'apprentissage de l'informatique : l'utilisation d'un ordinateur à travers des applications quotidiennes, l'écriture d'un programme, et la connaissance des théories informatiques. Dowek insiste sur l'objectif suivant : *"l'enseignement en informatique au lycée doit avoir comme objectif premier que les lycéens sachent écrire un programme au moment de passer leur baccalauréat."* [119] Or, il ne suffit pas d'équiper les classes et de former les enseignants et élèves pour atteindre cet objectif. La prise en mains des outils numériques par les enseignants comme par les élèves est un enjeu majeur pour viser une utilisation efficace de ces technologies.

2.3.2 Apprentissage du numérique

Il est courant d'entendre l'expression *"digital natives"* à propos des jeunes actuellement lycéens très à l'aise avec les smartphones et le traitement rapide de l'information. Mais l'apprentissage du numérique ne se limite pas aux enjeux de prise en main technique. Une grande partie de ces usagers savent collecter de l'information et communiquer avec leurs proches, mais n'a pas une utilisation approfondie de la création et du partage de contenus [120]. L'usage récréatif doit aussi être distingué de l'usage académique : *"Les jeunes acquièrent certaines compétences par immersion, mais elles sont peu conceptualisées et donc peu transférables, et plus orientées vers des usages de consommation (de musique, de jeu, de contenus divertissants) que de réflexion critique ou d'ouverture vers de nouveaux domaines."* [121]

Face à ce constat, l'école est mobilisée pour transmettre une "littéracie numérique". Le concept de "littéracie" renvoie *"aux connaissances et aux compétences requises pour la maîtrise de la lecture et de l'écriture"* [122]. Dans le cas des médias, il s'agit d'être capable de décoder, d'évaluer, d'analyser et de produire.

Parmi les différents savoirs liés au concept de littéracie numérique, deux éléments sont particulièrement importants dans le cadre d'une activité de Game Development Based Learning. Il s'agit :

- d'être conscient des enjeux de droit d'auteur en tant que consommateurs et producteurs de contenus numériques ;
- d'utiliser les outils de manière créative qui suppose la mise en œuvre d'une *"pensée computationnelle"* [123], un processus visant à reformuler un problème pour le résoudre en utilisant des capacités d'abstraction.

Les enseignants aussi sont concernés par cet apprentissage décrit dans le modèle *"Technological*

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

Pedagogical Content Knowledge” ou TPACK [124]. L’enseignant doit combiner trois types de connaissances : la connaissance du contenu de sa matière, les connaissances pédagogiques sur les méthodes pédagogiques et aussi les compétences technologiques sur les outils qui peuvent être pertinents à utiliser dans l’enseignement. La combinaison de ces trois facettes est indispensable pour permettre une bonne utilisation du numérique dans l’apprentissage.

2.3.3 Utilisation des outils numériques pour l’apprentissage

Le numérique étant par essence transdisciplinaire, il faut l’aborder : *”non comme une discipline spécifique mais comme un environnement de travail global qui imprègne en conséquence chaque domaine du socle commun”* [125]. Les projets d’utilisation du numérique pour améliorer les apprentissages se sont en effet multipliés dans tous les domaines.

Selon les quatre critères de Fullan, les technologies doivent être bien intégrées pour produire des situations pédagogiques (1) engageantes pour les enseignants et les élèves, (2) efficaces et faciles à utiliser, (3) disponibles en permanence et (4) en lien avec des problèmes de la vie réelle [126]. Les processus d’adoption soulèvent donc des enjeux décisifs.

Le modèle ASPID (Adoption, Substitution, Progrès, Innovation et Détérioration) proposé par Karsenti et Bugmann [127] a pour objectif de modéliser le processus d’adoption et d’intégration pédagogique des technologies en contexte éducatif sous la forme de trois phases. L’*”adoption”* constitue une phase de familiarisation. Ensuite, la phase de *”progrès”* est celle de l’amélioration, l’enseignement devient plus efficace. Enfin, la dernière phase est celle de l’*”innovation”*, les outils numériques conduisent à une évolution complète des pratiques pédagogiques. La conception et l’utilisation de Scratch en classe illustre parfaitement cette théorie. Resnick indique que l’intention initiale était de proposer un outil permettant aux élèves de créer leurs propres histoires, seuls ou à plusieurs, la programmation n’étant qu’un moyen pour y arriver.

Le SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redéfinition), un autre modèle d’appropriation, montre que les technologies numériques peuvent redéfinir les activités en permettant la création de nouvelles tâches qui n’auraient pas pu être réalisées autrement [128]. Les outils deviennent alors des *”environnements capacitants”* [129] qui fournissent aux individus l’occasion de développer de nouveaux savoir-faire et de nouvelles compétences, d’élargir leurs possibilités d’action et de gagner en autonomie.

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

Au-delà de l'appropriation de ces outils numériques, leur efficacité est aujourd'hui très largement questionnée. D'après Bernard et al qui ont passé en revue 76 méta-analyses publiées entre le milieu des années 1970 et le début des années 2000, le numérique peut rendre service en classe, mais qu'il ne provoque pas une "vraie avancée" pour la réussite des élèves. Les facteurs impactants sont plutôt l'enseignant, sa méthode pédagogique ou encore la liste des tâches à accomplir sur ces outils [130].

Pour utiliser pleinement les capacités de ces outils, il faut analyser précisément dans quelles conditions le numérique peut améliorer les apprentissages scolaires. Selon Tricot, "*Les technologies numériques participent à des innovations quand elles modifient les tâches que les enseignants conçoivent et que les élèves réalisent*" [131]. Cela peut être le cas d'une activité comme le Game Development Based Learning qui va proposer de travailler différentes compétences d'une autre manière que celle d'un exercice scolaire.

Enfin, entre l'acquisition d'une littéracie numérique et l'utilisation pédagogique d'outils numériques, une troisième voie apparaît : "apprendre à apprendre avec le numérique", c'est-à-dire "*apprendre à choisir et suivre un tutoriel, à chercher sur les forums, à formuler une question sur un moteur de recherche ou demander de l'aide en y incluant tous les éléments nécessaires*" [69] et pour les enseignants, apprendre à lire les traces d'activités qu'un nombre croissant d'outils numériques appelés "environnement pour l'apprentissage humain" collectent afin de faciliter le suivi et l'évaluation de la progression des élèves.

2.3.4 Cadre théorique des EIAH

Lorsqu'une situation d'apprentissage s'appuie sur des outils numériques, elle peut être qualifiée de "*situations d'apprentissage informatisée*" (SAI) [132]. L'objet de recherche du champ disciplinaire des EIAH est l'étude de ces situations pédagogiques informatisées et des logiciels qui sont au cœur de ces scénarios pédagogiques [86]. Ce domaine est par essence pluridisciplinaire : il regroupe, entre autres, l'informatique, les sciences de l'éducation, la didactique ou encore la psychologie cognitive.

Le terme "Environnements informatiques pour l'Apprentissage Humain" est aussi utilisé pour désigner les programmes informatiques "*destinés à être utilisés par les apprenants impliqués dans une situation d'enseignement et à accompagner ou susciter leur apprentissage*" [86]. La conception d'un EIAH implique d'associer une démarche pédagogique, basée sur les théories en sciences de l'éducation, et une production informatique pour proposer des interactions qui vont impacter les apprentissages.

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

La production d'un outil informatique débute avec la définition d'un "point d'entrée" [86]. Cela peut être une technologie faisant émerger de "nouveaux possibles", des processus d'ingénierie, des modèles pédagogiques, de nouveaux référentiels de connaissances, ou encore une démarche de co-conception avec des enseignants.

L'étape suivante est la définition de la fonction de l'EIAH dans la situation pédagogique. Selon le framework proposé par Taylor, l'environnement informatique peut jouer trois rôles [133] :

- "tuteur" : programmé par des experts pour faire apprendre un sujet à des élèves, il propose des contenus pédagogiques et des questionnaires d'évaluation de connaissances, puis donne les réponses et évalue l'apprentissage ;
- "outil" : doté d'une capacité de calcul ou de traitement de texte, il est utilisé dans différentes matières pour réaliser des exercices ;
- "élève" : pour activer ce rôle, l'enseignant ou l'élève doit apprendre à "communiquer" avec l'ordinateur, donc à le programmer.

Le rôle d'"élève" induit de nombreux avantages dans le cadre d'une situation d'apprentissage. Tout d'abord, *"on ne peut pas enseigner ce qu'on ne connaît pas ou ce qu'on ne comprend pas"* [133]. La programmation agit donc comme une situation favorisant l'apprentissage du contenu à transmettre comme celui du fonctionnement d'un ordinateur.

De plus, l'ordinateur est un bon "élève" en raison de *"sa stupidité, de sa patience, de sa rigidité et de sa capacité à apprendre, et de sa capacité à être réinitialisé"*[133]. Le choix d'un rôle impacte les traces numériques récoltées qui constituent la base de l'évaluation des compétences mises en œuvre dans les situations d'apprentissage informatisées.

En effet, l'intérêt d'utiliser un EIAH est la récolte de traces numériques qui peuvent être traitées comme des traces d'apprentissage. Une trace numérique est définie comme *"inscription volontaire dans l'environnement informatique d'empreintes d'interactions entre un utilisateur et l'environnement informatique qu'il utilise pour son activité"* [134].

Une trace numérique devient trace d'apprentissage lorsqu'elle est *"produite d'une part via l'enregistrement des interactions réalisées par un apprenant dans le cadre d'une activité pédagogique, et d'autre part, via l'interprétation que le système fait de ces interactions utilisateur"* [135]. Ces traces peuvent être classées en trois catégories :

2.3. UTILISATION DES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'APPRENTISSAGE

1. les actions réalisées par les apprenants dans les EIAH [136] qui peuvent être notamment récoltées à travers les fichiers de logs[137];
2. les traces issues de la collecte d'information, par exemple via des questionnaires [138];
3. les données concernant l'EIAH lui-même. [139]

La récolte de données sert de base à l'évaluation dans différents contextes comme par exemple l'apprentissage de la programmation qui constitue l'une des activités des projets de GDBL. Ainsi, il est possible de comparer des états de différents codes sources afin de comparer la distance entre ces deux codes, et ainsi mieux accompagner l'apprenant dans son apprentissage [140]. Sur la base des traces récoltées, le chercheur en EIAH choisit des "indicateurs" en fonction d'un objectif d'observation et d'un objectif pédagogique. Un indicateur est un "*observable signifiant sur le plan pédagogique, calculé ou établi à l'aide d'observés, et témoignant de la qualité de l'interaction, de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH*"[141].

Dans un contexte d'apprentissage impliquant un EIAH, l'évaluation est donc réalisée avec l'aide d'"analytique des apprentissages numériques" [142], autrement dit les *learning analytics*. Les *learnings analytics* traitent de toutes les opérations de mesure et d'analyse des données pertinentes en vue d'améliorer le processus d'apprentissage réalisé avec l'EIAH [143]. Par exemple, pour réaliser l'évaluation des compétences mises en œuvre par un élève dans une situation d'apprentissage comportant un EIAH, quatre éléments sont nécessaires [88] :

- un référentiel de connaissances ou compétences ;
- une liste de tâches qui mobilisent ces données ;
- des critères d'évaluation qui peuvent être absolus ou relatifs à des attentes ;
- un modèle de diagnostic dépendant de la situation observée et de la capacité d'un élève à transférer ses apprentissages.

Du point de vue des EIAH, le Game Development Based Learning peut être considéré comme une "*situation d'apprentissage informatisée*". L'environnement informatique y joue un rôle d'"outil" car les tâches successives de production sont réalisées à l'aide de plusieurs logiciels et d'"élèves". Dans une activité de GDBL, les créateurs du jeu doivent donner les instructions appropriées à l'ordinateur afin de créer les éléments souhaités. Enfin, selon le type d'outils de production utilisés, il est possible de récolter des traces d'activité, mais celles-ci devront être triées et analysées pour être considérées comme "traces d'apprentissage".

2.3.5 Synthèse

Dans cette section, un détour par l'histoire nous a éclairé sur les vagues de déploiement des ordinateurs dans les lycées comme sur l'intégration des connaissances liées à l'informatique dans les programmes scolaires. Certaines évolutions très récentes telles que l'apparition de la matière Sciences Numériques et Technologie (SNT) en seconde en 2019 impactent directement notre recherche.

Nous avons également pu identifier deux dynamiques liées à l'intégration des outils numériques en classe. La première consiste en une phrase nécessaire de l'apprentissage du numérique qui renvoie au concept de littéracie numérique. Elèves comme enseignants doivent disposer d'un socle de compétences minimales pour être capables de prendre en mains ces outils et de s'en servir à bon escient.

La seconde dynamique relève d'une intégration plus poussée des outils numérique en classe afin de favoriser les apprentissages. L'intégration de ces outils se réalise par étapes, selon différents processus d'appropriation. Mais leur impact est parfois très réduit si cette intégration ne s'accompagne pas d'une redéfinition des tâches proposées.

Le champ disciplinaire des Environnements Informatisés pour l'Apprentissage Humain (EIAH), centré sur l'étude des situations d'apprentissage informatisées, propose justement des méthodologies pour concevoir des outils informatiques adaptés à chaque situation pédagogique et mettre en place des traces relatives à l'activité des apprenants.

Notre recherche sur le Game Development Based Learning s'appuie, entre autre, sur des méthodologies de conception issues du domaine des EIAH afin de faciliter l'intégration des outils de conception et de production de jeu vidéo dans le cadre de la classe.

2.4 Concevoir et produire un jeu en GDBL

La création d'un jeu vidéo dans le cadre d'une activité de Game Development Based Learning s'appuie sur des principes de conception similaire à la production de tout jeu vidéo et sur des outils de production appelés moteurs de jeu. Ainsi, une connaissance basique des principes de game design est essentielle pour mettre en place cette activité. Dans cette section, nous explorons justement les mécaniques de jeu et design patterns qui peuvent être employés dans un projet de GDBL.

Nous observons ensuite les conditions dans lesquelles les moteurs de création de jeux peuvent

être utilisés dans le cadre scolaire. Une des pistes pour faciliter la prise en mains de ces outils est de s'appuyer sur des templates, donc des jeux "pré-codés" qui peuvent être adaptés à divers degrés par les élèves. Ce concept de template qui constitue le coeur de notre recherche fait l'objet d'un examen détaillé dans cette partie.

2.4.1 Le Game Design

Le game design consiste à "*élaborer les règles qui donnent vie aux pièces du jeu*" [144]. Ces règles sont celles que le joueur doit suivre "*lorsqu'il prend des décisions significatives dans la poursuite de ces objectifs*" [145].

D'après Fullerton, "*de la même manière qu'un architecte dessine le plan d'un bâtiment ou qu'un scénariste produit le script d'un film, le concepteur de jeux planifie les éléments structurels d'un système qui, lorsqu'il est mis en mouvement par les joueurs, crée l'expérience interactive.*" [146] Pour faciliter la conception d'un système de jeu, il est fréquent de s'inspirer de types de jeux déjà créés qui conditionnent en soi des systèmes de règles propres. Les taxonomies de types de jeu existent, mais ne font pas l'unanimité, car elles sont souvent restrictives. Les game designers se tournent alors vers les mécaniques de jeu et leurs articulations à travers des design patterns.

2.4.1.1 Mécaniques de jeu

La décomposition d'un jeu en unités semble difficile à réaliser, car le jeu est par essence un "*texte multimodal*" [147], une imbrication de plusieurs arts, donc plusieurs langages : le son, le visuel, la programmation et le texte. Les game designers qui se chargent de la conception de jeu réfléchissent aux composantes, en unités abstraites appelées mécaniques qui, articulées entre elles, forment les règles du jeu.

Les mécaniques de jeu sont des "*règles qui régissent le fonctionnement du jeu*" [144]. En interagissant avec ces mécaniques, les joueurs déclenchent des situations / problèmes intéressants. Les game designers conçoivent donc les systèmes qui permettent de générer des événements. Les mécaniques sont parfois difficiles à appréhender pour des élèves, designers novices, car elles sont "cachées" au sein du jeu, contrairement aux "règles de jeu" explicites que le joueur connaît [148].

Le terme "ludème" en tant qu'"*élément conceptuel de jeu*" [149] ou "*élément primaire*" [150] est utilisé pour désigner ces mécaniques. C'est la "*plus petite unité de gameplay ou encore élément ludique*

de base” [151]. Le ludème peut être un ”verbe” d’action [15][150] ou une unité comportant plusieurs composantes [152]. L’approche par verbe d’action a été choisie par Djaouti et al qui appliquent la méthodologie structuraliste de Propp pour décrire des ”*briques de gameplay*” [153]. Après une analyse de 588 jeux et plusieurs révisions de leur modèle, ils obtiennent 11 verbes répartis en quatre catégories :

- les objectifs : atteindre, éviter
- les résultats : créer, détruire
- les conditions : gérer
- les moyens : choisir, déplacer, écrire, randomiser, shooter, vocaliser

Bratwaite et Schreiber optent une vision plutôt tournée vers les ”*dynamiques cœurs*” du jeu, les ”*expériences*” que peuvent vivre les joueurs comme survivre, construire, détruire, échanger, etc. [145]

L’approche par unité est plus couramment employée dans la littérature de game design en utilisant des concepts comme le temps, l’espace [154] [155] ou encore l’information, la ressource [156]. Mais avoir une connaissance théorique des composantes d’un jeu vidéo ne suffit pas pour savoir créer un jeu [157]. L’articulation de ces verbes ou unités est essentielle dans le processus de design.

2.4.1.2 Design patterns

Les termes ”mécaniques de jeu” et ”design pattern” sont souvent utilisés indifféremment, mais désignent pourtant des notions différentes [158]. Dans ce travail de recherche, nous distinguons les mécaniques de jeu, qui peuvent être considérées comme le ”vocabulaire”, des systèmes qui permettent l’articulation de ces mécaniques, les ”design patterns”, qui font office de ”grammaire”.

Le terme ”design patterns” vient de l’architecte Christopher Alexander qui décrit un système d’éléments architecturaux. Chaque pattern représente une solution à un problème de conception. Il est décrit de manière générique. Il peut être en relation avec d’autres patterns et former ainsi un ”pattern language”. Ce modèle est ensuite repris dans la théorie de programmation orientée objet en conservant le principe de réutilisation des patterns [159].

Les design patterns sont utiles pour les joueurs qui développent, au fur et à mesure de leurs expériences de jeux, des ”heuristiques” concernant des principes de jeux. Ainsi, ils peuvent identifier plus facilement les actions à réaliser, par la reconnaissance de motifs récurrents d’un jeu à l’autre [160]. En effet, comme le montre l’ouvrage *Patterns in Game Design*, les design patterns dépendent

souvent de situations rencontrées dans les jeux, comme par exemple la gestion de ressources, l'évolution d'une narration ou encore les interactions sociales [156]. Les design patterns doivent donc répondre à problèmes de conception. Barney a proposé 15 règles pour créer un design pattern dont une règle formelle importante : le pattern est "*une mécanique simple à utiliser et à comprendre, qui sert un objectif clair et crée un gameplay de manière intentionnelle et lisible*" [161].

Pour les concepteurs, la combinaison de signes entre eux rappelle le principe de "grammaire", terme aussi utilisé en jeu vidéo pour décrire la combinaison des ludèmes [150]. L'intérêt d'une "grammaire" est de s'abstraire du type de jeu pour pouvoir concevoir et produire un jeu combinant, dans l'absolu, n'importe quelle mécanique. Ainsi, les patterns de game design ont une visée utilitaire : ils doivent permettre la conception de systèmes, l'idéation et l'équilibrage [162], la communication des professionnels entre eux et la documentation des unités utilisées [163].

Selon Salen et Zimmerman, les design patterns sont des structures formelles "logiques et mathématiques" [12]. Ils se prêtent donc à la formalisation via des modèles UML, des réseaux de Petri ou des systèmes de diagrammes conçus à cet effet comme le Ludocore [164] ou le système Machinations d'Adams et Dormans qui ont pour objectif de rendre visibles les structures de rétroaction qui peuvent exister dans le système de jeu [148].

2.4.1.3 Conception d'un jeu en GDBL

Les mécaniques de jeux et design patterns sont issus de travaux théoriques et de la pratique de game designers professionnels. Ils sont donc complexes à appréhender pour des élèves dans le cadre d'une activité de GDBL. Pour rendre le game design accessible à ce type de publics, il manque des modèles graphiques qui facilitent "*la compréhension des modèles*" et permettent "*la visualisation de la hiérarchie et des relations entre les modèles et les jeux.*" [157]

Certains game designers ont tenté de proposer des modélisations pédagogiques de ces éléments. Ainsi, Terrell a proposé, dans sa Design Oriented Wheel², une visualisation des unités de jeux qu'il a identifiées [165]. Cependant, sa liste d'éléments visant l'exhaustivité, elle se révèle peu applicables à une activité de GDBL dans notre cadre de recherche, la classe de seconde en France.

Peu d'articles portant sur l'activité de GDBL s'intéressent spécifiquement à ce processus de conception pourtant fondamental dans la réalisation du jeu. Selon l'âge des élèves, différentes méthodologies

2. <https://www.designoriented.net/wheel>

2.4. CONCEVOIR ET PRODUIRE UN JEU EN GDBL

sont proposées : de la schématisation pour les plus petits (7-14 ans) [166], à la création de prototypes interactifs avec des outils comme Powerpoint pour les plus grands (14-16 ans) [167].

Pour faciliter ce processus de conception pour les élèves, des chercheurs ont créé une stratégie appelée "*Scalable Game Design*" composée de quatre éléments [168] :

- l'"*exposition*" qui consiste à élaborer un programme d'enseignement des TIC dans les cours d'informatique et de sciences existants pour toucher un large public ;
- la "*motivation*" qui se développe grâce à un ensemble évolutif d'activités de conception de jeux accessible au niveau débutant jusqu'au niveau expert ;
- l'"*éducation*" qui propose de concevoir des outils informatiques pour analyser les créations afin de mesurer objectivement les résultats de l'apprentissage ;
- la "*pédagogie*" qui se base sur une étude des approches pédagogiques mises en place et leur impact sur la motivation des élèves.

Au vu de cet état de l'art de méthode de game design, il manque donc un référentiel de mécaniques de jeu et des propositions de design patterns adaptées au cadre du GDBL, et plus spécifiquement au cadre de notre recherche, la classe de seconde dans les lycées français.

2.4.2 Les moteurs de jeu

2.4.2.1 Définitions des moteurs de jeu

En complément des méthodes de conception, les élèves participant à un projet de GDBL doivent aussi avoir à disposition des outils de production. En effet, la création de jeu est un processus qui consiste à mettre en relation des éléments dans un environnement virtuel, la programmation du code n'est donc qu'une partie de la création [169]. Il faut donc pouvoir centraliser dans un outil des besoins techniques et créatifs [170].

C'est le but des moteurs de jeu qui ont pour objectif de simplifier la création de jeu vidéo en encourageant la réutilisation de composants et en facilitant la communication entre les systèmes techniques [171]. Un moteur de jeu est défini comme un "*logiciel extensible qui peut être utilisé comme base pour de nombreux jeux différents sans modification majeure*"[1].

Le terme "game engine" (moteur de jeu) est né au milieu des années 1990 avec le jeu de tir à la première personne (First Person Shooter ou FPS) Doom. Doom est le premier jeu à avoir été bâti sur un

outil proposant un nouveau paradigme : *”Doom a été conçu avec une séparation raisonnablement bien définie entre ses principaux composants logiciels (tels que le système de rendu graphique tridimensionnel, le système de détection des collisions ou le système audio) et les ressources artistiques, les mondes de jeu et les règles de jeu qui constituent l’expérience de jeu du joueur. La valeur de cette séparation est devenue évidente lorsque les développeurs ont commencé à acquérir des licences de jeux et à les transformer en nouveaux produits en créant de nouvelles illustrations, de nouveaux agencements du monde, de nouvelles armes, de nouveaux personnages, de nouveaux véhicules et de nouvelles règles de jeu en n’apportant que des changements minimales au ”moteur” logiciel.”*[1]

Les moteurs de jeu appartiennent à un ensemble plus large, les *”Game Development Frameworks”* (GDF) parmi lesquels on peut citer : les bibliothèques, des bibliothèques qui contiennent des sous-programmes de différents types réutilisables par d’autres programmeurs [172], les éditeurs qui permettent de modifier des jeux, ou encore les environnements de développement [7].

Le moteur de jeu se distingue des autres solutions techniques de GDF car il met à disposition des composants réutilisables, du jeu lui-même, qui contiennent tout ce que le joueur voit et avec lequel il peut interagir [173] [174]. Ainsi, le moteur de jeu sépare les concepts de jeu des assets (éléments visuels, textuels et sonores) [175].

Un moteur se compose d’une partie *”centrale”*, le cœur, utilisé pour compiler des jeux à exécuter sur des plates-formes cibles, et d’outils qui facilitent la création de jeu [170]. Les moteurs de jeu sont basés sur des composants qui, associés ensemble, *”constituent un cadre sur lequel les règles, les objectifs et les éléments dynamiques du monde d’un jeu peuvent être construits”*[1]. Ce système de composants utilisé dans la construction de nombreux logiciels permet le réemploi de fonctionnalités d’un projet à l’autre [176].

La liste des composants varient selon les moteurs choisis et les analyses réalisées sur les outils. Nous en proposons ici une synthèse. Les moteurs de jeux sont organisés en plusieurs niveaux ou couches [177] [1] :

- les mondes virtuels dans lesquels les joueurs interagissent et qu’ils peuvent éventuellement modifier si des outils d’édition leur sont proposés [177] ;
- une interface dédiée permettant de coder, de créer des objets, de mettre en place le level design [178] ;

- des composants pour gérer les contenus des jeux [178] [179] [180], dont le code principal, qui permet de mettre en place les mécaniques de jeu [177]. Parmi ces composants, on peut citer des outils graphiques [181] comme un moteur dédié au mesh rendering [1] ou des outils d'animation, des outils pour la GUI, pour l'audio [179], pour la gestion du temps [180] de la caméra [1] ou encore la création d'IA [181] [179] [1];
- un moteur physique pour la gestion des collisions [1] [181][180];
- le moteur de rendu [179] qui permet de gérer l'environnement de jeu [177] et les effets visuels [1];
- un système de gestion de ressources pour stocker l'ensemble des assets [1];
- d'autres couches pour la mise en réseau [181] [179], les pilotes graphiques [177], la persistance des données ou encore la gestion des comptes de connexion si le jeu en réclame. [178]

Le moteur de jeu est indissociable du processus de production, car il doit centraliser le travail de plusieurs métiers qui utilisent eux-mêmes d'autres logiciels de création graphiques, sonores, de design, etc. Pour faciliter la mise en commun de ces éléments produits dans d'autres environnements, certains moteurs ont des outils dédiés, d'autres ne proposent aucune interface et laisse à l'équipe de production le soin de réaliser cette intégration par elle-même.

La question de la prise en mains est à la source même du développement des moteurs de jeu. La diversité des profils amenés à intervenir sur le moteur (notamment les profils non codeurs comme les graphistes, les sound designers ou les games designers), et les plannings de production dans les studios professionnels très resserrés ont conduit l'industrie à privilégier les architectures basées sur les données (data-driven architecture). L'avantage de ce type d'architecture est la liberté offerte aux concepteurs pour modifier, itérer sur le jeu sans impliquer les programmeurs [182]. Mais ce système a aussi un coût élevé en développement pour fournir des outils faciles à prendre en mains et exécutant rapidement les modifications souhaitées sur le jeu [1].

Les designers interviennent le plus souvent sur les objets présents dans l'éditeur de jeu. Un *"game object"* *"est essentiellement une collection d'attributs (l'état actuel de l'objet)"* ou propriétés, *"et de comportements (le changement de l'état dans le temps et en réponse à des événements)." [1]. Les "game objets" sont classés par type. Toutes les instances d'un même type partagent les mêmes attributs et comportements mais les valeurs de leurs propriétés peuvent varier d'une instance à l'autre. Par exemple, dans un jeu, les ennemis pourront être construits sur la base d'un même game object d'ennemi qui gère l'IA, les graphiques, la détection des collisions, la santé, etc. Mais selon le type d'ennemi, chaque*

2.4. CONCEVOIR ET PRODUIRE UN JEU EN GDBL

instance ou "version" de l'ennemi disposera de propriétés spécifiques comme un type d'armes ou un pouvoir qui lui est propre.

Les comportements de l'objet sont contrôlables directement dans l'éditeur de jeu ou via scripting donc programmation dans l'éditeur de code. La modification d'un comportement est en général basée sur un système d'événements, un objet reçoit et/ou envoie un message qui a pour conséquence un changement d'état sur lui-même et/ou sur un autre objet. Lors de l'exécution du jeu, le rendu donne à voir le système d'objets implémenté. Tous ces principes sont majoritairement partagés entre les moteurs de jeu professionnels et les outils de création à visée pédagogique.

Enfin, le moteur de jeu peut être générique, donc peut permettre de créer une large palette de jeux différents, ou spécifiques, ne permet de créer qu'un seul type de jeu [170]. Le choix d'un outil de production est stratégique, car il va conditionner une dépendance forte aux fonctionnalités du moteur [183] et, dans le cadre du GDBL, il peut même impacter certains apprentissages comme celui du langage de programmation.

2.4.2.2 Usages d'un moteur de création de jeu vidéo en GDBL

Dans une activité de GDBL, le moteur de jeu utilisé peut impacter l'organisation de la production et les apprentissages des élèves. Ainsi, le choix d'un moteur de jeu doit être guidé aussi bien par le programme scolaire, qui peut indiquer des recommandations sur les langages de programmation, que par des choix créatifs, ou de gestion de projet.

Au niveau de la programmation, on peut distinguer trois grands types de moteurs [184] :

1. Les outils dits "no code" où les élèves manipulent des éléments graphiques et utilisent un système d'événements pré-programmés en langage naturel. Ces outils n'enseignent aucun langage de programmation, mais servent de base pour acquérir une logique utile pour le futur apprentissage du code [185].
2. Les outils dits de "programmation visuelle" qui se composent de blocs à associer les uns aux autres pour créer un programme. Comme les outils "no-code", ils suppriment les erreurs de syntaxe et rendent accessible la programmation à tous [186].
3. Les outils utilisant des langages de programmation textuels où les élèves doivent non seulement connaître les bases de logique de programmation, mais aussi apprendre le langage utilisé. Ils

2.4. CONCEVOIR ET PRODUIRE UN JEU EN GDBL

sont donc plus susceptibles de commettre des erreurs de syntaxe, de prendre du temps pour implémenter les fonctions ou pour lire la documentation.

Parmi les outils de cette troisième catégorie, Hurel, qui travaille sur la pratique de jeux amateurs [187], propose un classement des moteurs similaire à celui des langages de programmation qui distinguent langages de "*bas niveau*" et langages "*de haut niveau*". Les langages de bas niveau sont appelés ainsi car ils sont proches du code de base utilisé pour communiquer avec l'ordinateur, comme par exemple "*l'assembleur qui traduit sous forme de mots les instructions du langage machine*". Ces langages nécessitent un apprentissage plus long mais permettent une grande liberté de création.

A contrario, les langages de *haut niveau* "*s'émancipe des caractéristiques techniques et matérielles*". Ils sont plus proches du langage courant donc plus faciles de compréhension et de prise en mains, mais offrent moins de liberté d'expression : "*Plus le niveau proposé est de haut niveau, c'est-à-dire plus le logiciel propose des ludèmes prêts à l'emploi, qui doivent uniquement être utilisés sans être remis en question, et plus la pratique est contrainte.*" Il est difficile de trouver un outil qui rassemble plusieurs niveaux à la fois.

Au niveau de la gestion de projet, une activité de GDBL reproduit, au moins partiellement, l'organisation d'une production de jeu industrielle où chaque élève se voit affecter un rôle. Chacun doit pouvoir appréhender l'outil de création dans sa globalité pour comprendre son fonctionnement, l'impact qu'il aura sur ces tâches de production et les problématiques qui peuvent se poser au moment de l'intégration des *assets* (ou éléments) graphiques, sonores et textuels.

De plus, il faut organiser le projet pour faire avancer en parallèle le travail scolaire et la création. La production du jeu prend parfois le pas sur la mobilisation de connaissances pourtant nécessaires à la production finale. Il s'agit donc de créer des liens plus forts en créant une "double boucle d'apprentissage" : les élèves vont commencer par prendre en main le moteur de jeu pour maîtriser le cadre de production du jeu avant de travailler sur les parties du programme scolaire nécessaires à la réalisation du jeu. Une fois les compétences scolaires acquises, elles vont être utilisées pour avancer sur la production du jeu, qui va elle-même permettre de continuer à progresser dans la maîtrise du moteur. Ce cycle itératif entre création dans le moteur de jeu et travail du programme scolaire doit être mis en place tout au long du projet.

Une telle organisation est impossible sans l'implication des enseignants. Ces derniers, selon leurs

disciplines, initient déjà les élèves à la programmation, ils peuvent donc accompagner les élèves dans la prise en main de ces moteurs. Mais d'autres qui souhaiteraient participer au projet peuvent ne pas trouver leur place dans l'activité faute de connaître le fonctionnement de ces environnements informatiques. L'enjeu de prise en main est donc double : il s'agit autant d'accompagner les enseignants que les élèves dans la prise en main des moteurs de jeu.

L'émergence des moteurs de jeu a permis d'ouvrir la création à des non-professionnels [1]. Ainsi, on peut voir que de nombreuses solutions existent pour créer des jeux en amateur. Une analyse des moteurs utilisés par les créateurs qui publient sur le site itch.io a été réalisée en 2018. 47.3% des jeux publiés ont été créés avec Unity, 12.3% avec Construct, 11.0% avec Game maker. Les autres moteurs cités sont : Twine, RPG Maker, Bitsy, Unreal, Godot, Ren'Py [170].

Comme le précisent Christopoulou et Xinogalos, "*Il n'existe pas de cadre commun pour l'analyse des moteurs de jeu, ce qui rend difficile pour le lecteur de savoir si les caractéristiques analysées sont seulement les plus importantes, certains ou tous les facteurs qui devraient être pris en compte lors de la sélection d'un moteur de jeu pour un objectif spécifique.*" [188] Anderson et al soulignent d'ailleurs que l'identification d'éléments communs à tous les types de jeux permettent de définir une référence indépendante de l'architecture. Elle peut être complétée par l'observation des meilleures pratiques en matière de développement de jeux pour choisir le bon moteur de jeu [189].

De plus de nombreuses études ont déjà été menées pour comparer les moteurs de jeu [175] [190] [181] mais elles se limitent à l'examen de moins de dix moteurs différents, ou à l'analyse en vue de la création d'un type de jeu spécifique comme le jeu sérieux [191], ou encore à la simulation d'environnements virtuels à la première personne [[192] par exemple. Aucune étude à notre connaissance ne propose de comparatif de moteurs de jeu en vue d'une utilisation dans le cadre d'une activité de GDBL au lycée.

Toutefois, Mitchel Resnick, créateur de Scratch, a défini trois principes vers lesquels un outil de création de jeu à visée pédagogique doit tendre [193] :

- "*Lower the floors*" ou simplifier la programmation en offrant des outils qui se concentrent sur les fonctionnalités de jeu et ne sanctionnent pas les erreurs de syntaxe ;
- "*Widen the walls*" ou ouvrir la possibilité à la collaboration d'enseignants de différentes disciplines qui veulent pratiquer la pédagogie créative ;
- "*Raise the ceilings*" ou permettre le passage à un langage de programmation plus avancé lorsque

les élèves sont prêts ou lorsque les programmes scolaires le requièrent.

Quand le moteur choisi ne répond pas à ces principes ou se révèle plus complexe que prévu à utiliser, il risque de nuire au travail des compétences qui reste la finalité principale de l'activité. Il faut alors trouver d'autres solutions qui permettent de lever les freins techniques.

2.4.3 Utilisation de template de jeu vidéo dans une activité de GDBL

2.4.3.1 Microworlds, modding et template

Parmi les environnements qui facilitent la création de jeux, on peut citer les microworlds, les interfaces de modding et les templates. Ces interfaces numériques, comme les templates, font partie des solutions orientées "développement pour l'utilisateur final" (End-user development (EUD)). L'EUD est "défini comme un ensemble de méthodes, de techniques et d'outils qui permettent aux utilisateurs de systèmes logiciels, qui agissent en tant que développeurs de logiciels non professionnels, de créer, de modifier ou d'étendre un artefact logiciel à un moment ou à un autre." [194]. Elles participent donc de la démocratisation de la création de jeu vidéo pour les amateurs.

Parmi les outils développés pour faciliter l'apprentissage de la programmation, et plus largement la création numérique, les microworlds ont fait leurs preuves dans des environnements scolaires. Ils sont définis comme "des environnements restreints et interactifs, dans lesquels l'apprenant apprend au moyen d'entités visuelles tangibles, qui sont sémantiquement liées à des concepts de programmation formels" [195].

Les microworlds sont donc composés d'objets virtuels avec lesquels l'utilisateur peut interagir [196] pour découvrir le fonctionnement d'"objets réels" [197]. Les objets mis à disposition dans cet environnement virtuel sont qualifiés de transitionnels [198] car ils servent, en théorie, à développer des compétences transférables dans d'autres contextes. C'est le cas par exemple de RoboBlockly qui permet d'apprendre à coder en programmant des robots (cf Figure 2.1).

Les microworlds entrent dans la catégorie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, car ils sont suffisamment modulables pour créer des supports d'apprentissage en fonction d'objectifs pédagogiques. Par exemple, dans le microworld de la classe Tactileo, un espace ouvert et collaboratif, les enseignants peuvent organiser des séances de cours en classe inversée à l'aide d'outils numériques [195].

2.4. CONCEVOIR ET PRODUIRE UN JEU EN GDBL

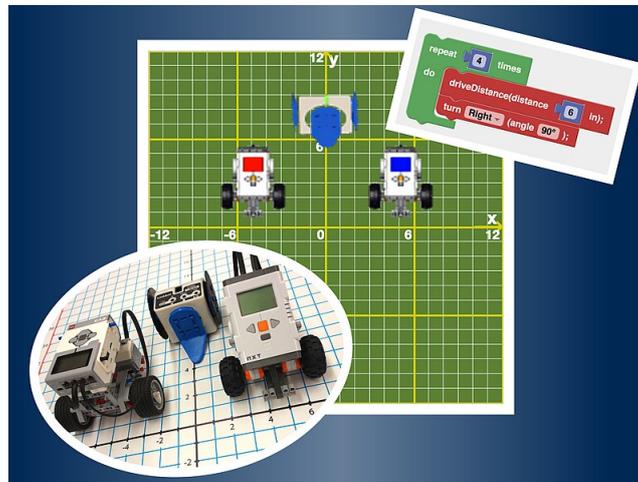


FIGURE 2.1 – RoboBlockly : un exemple d'activité pédagogique pour apprendre la programmation avec des robots

Les microworlds entrent dans la catégorie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, car ils sont suffisamment modulables pour créer des supports d'apprentissage en fonction d'objectifs pédagogiques. Par exemple, dans le microworld de la classe Tactileo³, un espace ouvert et collaboratif (cf Figure 2.2), les enseignants peuvent organiser des séances de cours en classe inversée à l'aide d'outils numériques [195]. De plus, ils facilitent le suivi des actions réalisées par les élèves, car ils récoltent en général des traces d'activité.



FIGURE 2.2 – Exemple d'enseignants dans une classe Tactileo qui propose des outils numériques pédagogiques, Pascal Bringer © eveil

Tchounikine et Tricot considèrent que ces micromondes favorisent *"l'immersion de l'apprenant dans*

3. <https://www.reseau-canope.fr/notice/plateforme-tactileo>

un monde virtuel présentant des propriétés conçues pour favoriser l'atteinte d'objectifs pédagogiques donnés" [86]. Le microworld se distingue du moteur de jeu, car il a pour but de soutenir l'apprentissage *"par la découverte et l'exploration"* [199]. Mais la transférabilité des compétences acquises dans ces environnements est aujourd'hui questionnée, notamment pour l'apprentissage de la programmation, tant la simplification des interfaces visuelles peut rendre difficile le passage à un autre langage ou un autre logiciel [200].

Le second type d'outil qui facilite l'accès à la création du jeu est le modding ou modification de jeux existants. Le modding recouvre des pratiques diverses, de la simple modification de niveaux existants [201] à la transformation de règles fondamentales du jeu appelée *"total conversion modding"* [202].

Pratique de loisir souvent initiée par les amateurs ou véritable travail de co-création par des utilisateurs avertis, le modding s'est développé grâce aux outils d'édition proposés au sein même des jeux ou développés par des communautés pour enrichir certaines fonctionnalités. Cette pratique de modification de jeux a des résultats positifs sur la motivation et l'apprentissage des élèves [201].

Dans le prolongement du modding, le remix de jeux existants est aussi une méthode efficace pour apprendre un outil. C'est l'un des concepts de base de l'environnement Scratch où les utilisateurs partagent sur la plateforme leurs créations qui peuvent être reprises et modifiées par d'autres. En 2021, plus de 30% de tous les projets partagés étaient justement des remix [203]. Mais la réutilisation d'une création trouvée sur internet suppose une bonne connaissance des droits d'auteurs, notamment des conditions de diffusion de la nouvelle production réalisée sur cette base.

Enfin, nous avons recensé un troisième type d'environnement destiné à aider à accompagner la production de jeu dans un moteur : les templates. Les templates sont des modèles pré-codés que les utilisateurs peuvent compléter et/ou modifier. Ils sont souvent fournis comme ressources complémentaires au moteur de jeu [204]. Dans le cadre de cours de programmation, les *"templates"* de code sont utilisés pour réduire le cycle d'apprentissage, car ils s'adaptent au fur et à mesure à la progression de l'élève [205]. Les templates associent facilité de prise en main des microworlds et popularité des pratiques de remix. Ils apparaissent donc comme une solution pour lever les freins de prises en main des moteurs de jeu. Reste à voir comment ils peuvent être utilisés dans le cadre d'une activité de GDBL.

2.4.3.2 Utilisation de template de jeu vidéo dans un cadre pédagogique

L'utilisation de template dans le cadre d'une activité de GDBL n'est pas aussi simple qu'il paraît. Les templates proposés par les éditeurs de logiciels sont en général inadaptés à l'utilisation en contexte pédagogique pour plusieurs raisons : ils servent avant tout de démonstration technique des possibilités d'un moteur, ils sont peu ou mal documentés et, surtout, les tâches de production proposées dans le modèle ne sont pas en lien avec des compétences pédagogiques d'une activité de GDBL.

Les projets de création de jeu vidéo en classe s'appuient donc sur des templates développés spécialement pour ce cadre. Ils constituent une étape intermédiaire entre la pratique de jeu et la création libre. C'est le processus "Use-Modify-Create" décrit par Lee et al [206] et modélisé dans la Figure 2.3.

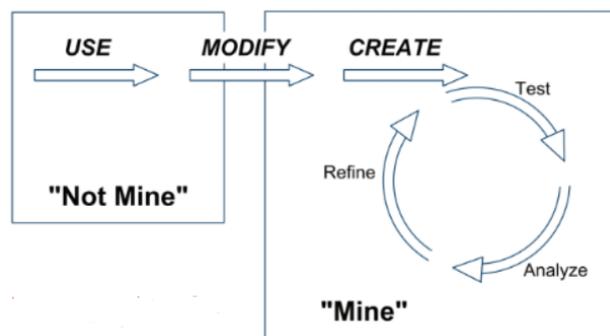


FIGURE 2.3 – Processus *Use-Modify-Create* de Lee et al décrivant un modèle d'activité de création de jeu vidéo

Les élèves commencent par jouer au jeu "modèle" pour s'approprier les fonctionnalités. Ensuite ils modifient quelques visuels, puis, au fur et à mesure de leur compréhension du template et de l'acquisition de connaissances, ils changent les comportements des objets. Finalement, les modifications réalisées changent complètement le jeu qui devient en soi une nouvelle création. Les élèves entrent alors dans un nouveau cycle de création où ils vont pouvoir faire tester leurs jeux et analyser les retours pour l'améliorer.

Ainsi, les templates sont utilisés dans différents projets de création de jeu vidéo, comme, par exemple, le projet Magical [207] destiné à travailler les compétences du XXI^e siècle ou l'initiative No One Left Behind [186] qui a spécifiquement travaillé l'intégration des programmes scolaires dans les modèles de jeux proposés (cf Figure 2.4).

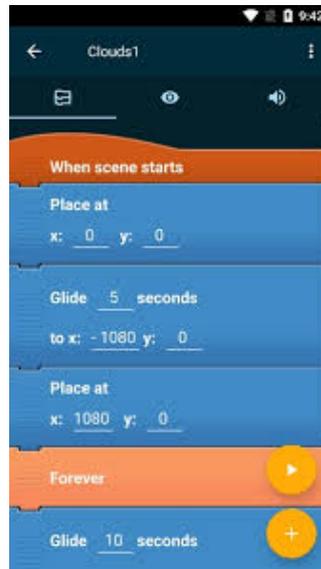


FIGURE 2.4 – Capture d'écran de l'application Pocket code utilisée dans le projet No One Left Behind

Ces expériences montrent quatre avantages des templates pour le GDBL :

1. les templates contribuent à lever les barrières techniques, car ils rendent accessible à tous la création de jeu vidéo, même aux enseignants et élèves ayant peu d'expériences en programmation ;
2. ils donnent un objectif clair à l'activité en cadrant les tâches à réaliser pour compléter le jeu ;
3. ils décomposent la création de jeu vidéo en une série d'activités visant des objectifs précis, ce qui permet aux enseignants comme aux élèves de mieux organiser leur production dans le temps imparti ;
4. ils donnent un cadre commun à tous, contrairement à une création libre, et rendent donc l'évaluation plus aisée.

Les templates semblent répondre à plusieurs enjeux pédagogiques importants pour conserver la motivation de l'élève : fournir des objectifs d'apprentissages clairs, guider les élèves étape par étape [101]. Comme les microworlds, les templates laissent l'enseignant poser un cadre d'apprentissage tout en autorisant l'exploration [208] dans un cadre immersif et ludique qui donne à l'élève la possibilité de réaliser une création personnelle et signifiante pour lui [209].

L'enjeu est donc de trouver le bon équilibre entre la création libre qui motive l'élève et permet la création personnelle et le cadre d'apprentissage qui donne des tâches précises pour atteindre des objectifs pédagogiques déterminés par l'enseignant. *"Il est important qu'au sein de structures préconçues, les*

étudiants disposent d'une liberté suffisante pour mettre en place des processus d'apprentissage créatifs. Les logiciels de développement de jeux doivent offrir aux enseignants la possibilité de créer un équilibre entre la conception préalable et l'improvisation des activités d'apprentissage." [210]

2.4.4 Synthèse

Produire un jeu dans une activité de GDBL suppose de connaître des principes fondamentaux de game design et de s'approprier des moteurs de jeu. Les game designers s'appuient sur des mécaniques, des "règles qui régissent le fonctionnement du jeu" [144], construites grâce à l'articulation d'éléments conceptuels de jeu. Ces combinaisons d'unités sont appelées designs patterns. Elles constituent une grammaire qui facilite la conception de jeu. Mais ces concepts sont difficiles à mettre en application dans le cadre de projets de GDBL. Le manque de visualisation et l'absence de système de game design simplifié, accessible à des élèves de lycée, rend le processus de conception de jeu en classe particulièrement complexe.

D'autre part, les moteurs de jeu, outils de production utilisés dans l'industrie comme dans les projets de création amateurs, sont des logiciels qui nécessitent un temps de prise en mains important. Ils sont structurés en plusieurs couches de composants qui servent à développer tous les aspects du jeu et à gérer l'ensemble des objets qui possèdent chacun leurs propres propriétés.

Grâce à l'arrivée de nouveaux outils, la création de jeu s'est démocratisée sur le plan technique. Même sans savoir programmer, il est désormais possible de créer un jeu relativement simple. Mais la simplification va de pair avec des limites créatives imposées par ces moteurs. Le choix d'un moteur de jeu est donc une étape décisive dans le projet de GDBL. Il doit être réalisé en prenant en compte les capacités des élèves à s'approprier ou non un langage de programmation et l'organisation du projet. En effet, le moteur de jeu est destiné à rassembler l'ensemble des éléments produits pour le jeu. Il manque donc à ce jour un guide pour aider les enseignants à choisir l'outil le plus approprié à leur contexte.

Une autre solution de contournement des problématiques thématiques peut être le recours à des environnements facilitateurs tels que le microworld ou le modding. Mais ils comportent chacun leurs limites, car ils visent soit l'apprentissage à la programmation, soit la modification d'un jeu à des fins ludiques. Les retours d'expérience positifs de l'usage des templates nous incitent à explorer cette voie et à vérifier si cette solution a été fréquemment appliquée dans les projets de GDBL.

2.5 Etat de l'art de projets de GDBL

Depuis une vingtaine d'années, les projets de GDBL se sont multipliés ainsi que les recherches associées. Nous avons réalisé un état de l'art du Game Development Based Learning à travers 12 projets menés entre 2006 et 2020 dans le monde entier. Cette étude comparative donne une vue globale des disciplines impliquées, des objectifs pédagogiques ou encore des outils de création utilisés.

Nous avons complété cet état de l'art par un retour d'expérience de notre activité sur le terrain avec l'association Fusion Jeunesse. Cette association franco-québécoise a introduit des projets de GDBL dans les classes en France depuis 2019. L'activité proposée repose sur une collaboration forte entre un coordonateur de projet et l'enseignant pour faire le lien entre la création de jeu vidéo et les compétences disciplinaires. Cette expérience nous a permis de définir notre terrain de recherche : la classe de seconde dans des lycées en France.

2.5.1 Etat de l'art dans le monde

Pour cet état de l'art des projets de GDBL réalisés dans le monde, nous nous sommes appuyés sur la méthodologie PICO [211] qui propose un cadre d'analyse de ces expériences basé notamment sur la population touché, le type d'atelier (initiation au game design , modification de jeu, développement complet de jeu) et les résultats observés.

À partir de cette base, nous avons détaillé ces critères en plusieurs sous-critères :

- La "population" a été décomposée en trois sous-critères :
 - Pays ;
 - Niveau de classe ;
 - Nombre d'élèves.
- L'"intervention" : décrivant à la fois l'objectif de l'atelier et la méthodologie utilisée est décrite avec les éléments suivants :
- "Les résultats" ont été détaillés en trois sous-critères :
 - Points négatifs de l'atelier ;
 - Points positifs de l'atelier ;
 - Résultats de l'étude menée sur cette expérience ;

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

- "Le cadre" a été détaillé en deux sous-critères :
 - Disciplines impliquées et/ou compétences visées ;
 - Année du projet.

Nous avons également ajouté trois autres critères :

- "Outil de création utilisé" pour identifier les outils de production utilisés en classe ;
- "Autres ressources" pour savoir si le projet bénéficie de ressources externes ou connaître la démarche des enseignants qui ont mis en place cet atelier ;
- "Méthodologie de recherche" pour comprendre les démarches de recherche menées autour du GDBL.

Le tableau complet est consultable annexe (Annexe A - Etat de l'art des projets de GDBL dans le monde).

Nous complétons cet état de l'art par la synthèse de méta-analyses qui regroupent de nombreux cas d'étude et donnent ainsi une vision complète des projets de GDBL.

2.5.1.1 Disciplines impliquées

Nous avons classé les projets par disciplines impliquées. Un projet peut être classé dans plusieurs disciplines. Sur les 12 projets analysés, 8 projets sont associés aux disciplines appelées STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) avec une dominante des mathématiques et de l'informatique, 2 visent l'apprentissage des compétences du XXIème siècle et 2 concernent l'éducation au média et humanités numériques.

Cette tendance confirme la méta-analyse de Wu et Wang portant sur 34 études : le GDBL est majoritairement intégré dans des cours en lien avec la programmation [7].

Cependant, la nouvelle classification des STEAM, à laquelle certains projets GDBL se rattachent, tend à rompre cette distinction entre les disciplines vues comme "créatives" et celles considérées comme logiques ou faisant appel à la rigueur mathématique. Comme le GDBL les STEAM sont interdisciplinaires. Elles font appel à divers champs de compétences (art, design, science), permettent de développer aussi bien l'imagination, la créativité que la pensée critique, la collaboration ou encore la communication [212] [213]. Toutes les matières peuvent donc intégrer une activité de GDBL [214].

Un exemple de cette application, la méthodologie du "*Scalable Game Design*" décrite ci-dessus

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

était initialement prévue pour être déployée auprès de 1300 étudiants. Une vague d'enthousiasme a permis de toucher finalement plus de 200 enseignants et 10000 étudiants et d'intégrer l'activité dans les cours de technologie, de mathématiques, de science comme en Anglais, arts, sciences sociales et langues étrangères [168].

2.5.1.2 Objectifs pédagogiques et compétences visées

Parmi les 12 projets étudiés, 2 d'entre eux visent explicitement l'apprentissage des compétences du 21^e siècle, parmi lesquelles la créativité, l'esprit critique, la collaboration et la pensée critique. Les autres projets utilisent le travail sur les compétences transversales pour atteindre leurs objectifs pédagogiques. Ils mobilisent notamment les compétences transversales indispensables dans le domaine STEAM comme le raisonnement et la logique [169]. Enfin, 2 utilisent le GDBL comme moyen d'inclure des populations éloignées du numérique.

On peut noter que les projets étudiés dans cet état de l'art divergent de la méta-analyse d'Earp réalisée sur 494 études [5]. La recherche d'Earp montre que les objectifs des projets GDBL sont majoritairement tournés vers l'acquisition des compétences scolaires et des compétences numériques avant la pédagogie, l'inclusion et le travail des compétences transversales.

2.5.1.3 Organisation de l'activité

Dans notre état de l'art, les projets étudiés proposent plusieurs méthodologies pédagogiques et organisation. Dans les projets en lien avec l'apprentissage de la programmation, comme CODING4Girls [215] par exemple, l'enseignant s'appuie alors sur un scénario pédagogique qui décrit pas à pas les objectifs d'apprentissage de chaque activité, les résultats attendus, l'état de développement du jeu et les méthodologies d'évaluation.

Romero et Lambropoulos ont proposé une autre méthodologie dédiée à la création de serious game avec des élèves [216], l'"*HEXA-GBL*", qui se déploie en six phases :

1. L'identification des objectifs d'apprentissage en termes de connaissances et compétences ;
2. L'analyse du public cible pour s'assurer que le jeu conçu soit bien adapté au public cible ;
3. La définition des modalités du jeu (jeu coopératif ou compétitif, pour combien de joueurs, etc.) ;
4. La conception des règles et mécaniques qui doivent être claires et engageantes pour le joueur ;

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

5. L'évaluation des serious games produits pour vérifier qu'ils atteignent bien leurs objectifs d'apprentissage ;
6. L'observation de la phase de jeu et de l'expérience d'apprentissage.

L'"*HEXA GBL*" est proche de la méthode *Game Making Pedagogy* de Cheng qui envisage la création de jeu vidéo comme une série d'exercices tels que l'exploration et l'acquisition de connaissances sur le sujet à traiter dans le jeu, la création de contenus et de composants pour le jeu ou encore l'évaluation entre pairs [217].

Un autre projet, Globaloria, visant le travail des compétences STEAM et l'inclusion, propose une approche itérative proche du processus de production industriel : "*Jouer, Planifier, Prototyper, Programmer et Publier*"[218]. Cette approche est celle utilisée dans 30 des 68 articles étudiés par la méta-analyse de Denner [219]. Globaloria met aussi en pratique la méthode de l'apprentissage par les pairs ou une démarche de "co-apprentissage" dans laquelle enseignants et élèves apprennent ensemble.

Comme dans le projet Globaloria, dans la méthodologie "*Use-Modify-Create*" [206] , les élèves commencent par jouer à un jeu déjà programmé. Ils s'initient ensuite à l'outil de création et travaillent leurs compétences disciplinaires et transversales en modifiant certains éléments de ce jeu. Ils s'approprient ensuite entièrement la création via un cycle d'itération de test - analyse - modification pour qu'elle leur devienne suffisamment personnelle. Cette méthodologie est couramment utilisée dans le cas de l'usage de template de jeux.

Enfin, après synthèse de plusieurs dizaines de projets, Wu et Wang proposent une méthodologie d'implémentation du GDBL en six étapes [7]. Comme le montre la Figure 2.5, le projet commence par une leçon de game design puis une mise en pratique par les étudiants dans le cadre d'un exercice qui permet aussi de sélectionner l'outil de production qui va être utilisé. L'apprentissage se poursuit par de nouvelles leçons, des tutoriels, et des exercices. Enfin, une phase d'évaluation basée sur les données récoltées permet d'analyser l'impact de l'exercice et de proposer des améliorations.

On peut constater que sur ce schéma apparaissent des éléments extérieurs relatifs aux outils de production appelés Game Development Framework ou GDF. Ces outils sont au cœur des challenges et des possibilités de création du jeu dans une activité de GDBL.

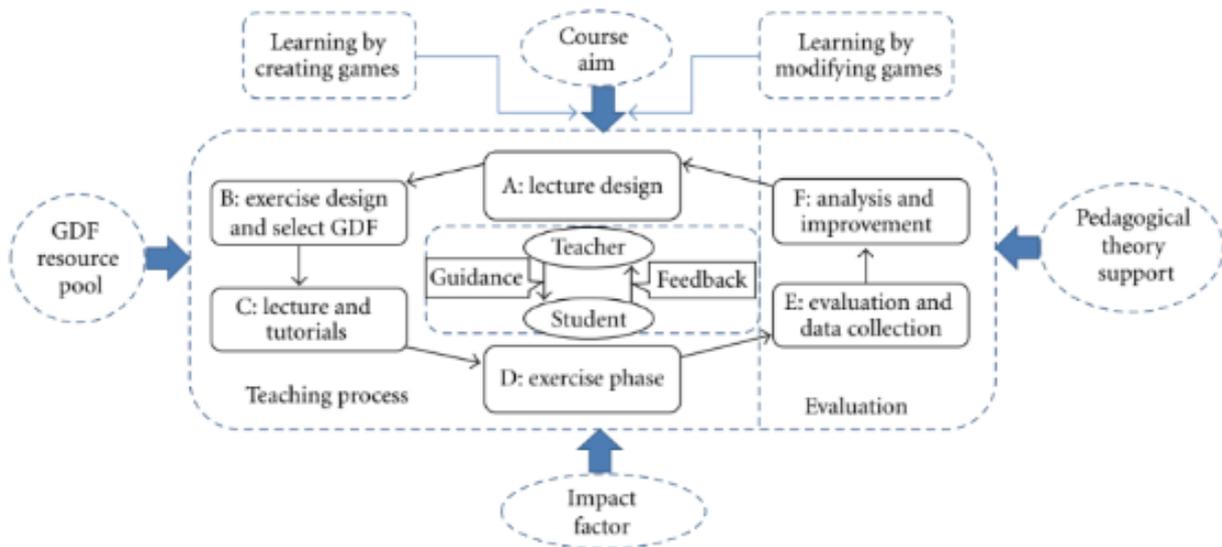


FIGURE 2.5 – Méthode d’implémentation du Game Development Based Learning en six étapes par Wu et Wang

2.5.1.4 Type de jeux créés et outils de création utilisés

Depuis l’expérimentation à grande échelle de Kafai [6], une partie des projets de GDBL porte sur le développement de serious games. Dans notre corpus, c’est le cas des projets CODING4Girls [215], No One Left Behind [[220] [221] et ”Game based learning, serious games and gamification of education” [216]. Cette tendance s’explique par la plus grande facilité d’évaluer les connaissances scolaires mobilisées sur un jeu à visée éducative, car le contenu du programme est la matière même du jeu.

Quel que soit le type de jeu produit, les participants à une activité de GDBL doivent se familiariser avec un outil de création numérique. Dans notre état de l’art, parmi les huit projets qui ont indiqué les outils utilisés, trois ont choisi un langage de programmation (Snap!, Actionscript, Flash) et cinq ont opté pour un outil de création.

Parmi les outils de création utilisés, trois projets ont choisi Scratch, un projet Pocket Code et un autre l’outil auteur MAGICAL. Pocket code et MAGICAL peuvent être qualifiés d’outil auteur selon la définition de Keynejad et al : *”un programme qui vous aide à écrire en utilisant des applications hypertexte ou multimédia et qui vous permet de créer une application finale en reliant simplement des objets, tels qu’un paragraphe de texte, une illustration ou une chanson”* [222]

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

Scratch, en revanche, répond à la définition des *"usines à jeux"* qui *"réunissent toutes les fonctionnalités nécessaires à la création de jeux vidéo"* et permettent de créer de *"manière autonome"* [23]. Le recours à ces outils est justifié par la nécessité de créer rapidement et sans connaissance de programmation, en cohérence avec la théorie du *"Rapid Game Creation"* : *"La création rapide de jeux informatiques désigne le processus de construction rapide et facile de jeux informatiques, à l'aide d'un logiciel de création de jeux qui ne nécessite que peu ou pas de connaissances en programmation."* [223]

Choisir le bon outil apparaît donc comme un enjeu majeur de l'activité de GDBL. Ce choix peut conditionner des possibilités de mécaniques de jeu, de caméra (2D ou 3D), de facilité d'accès à la programmation et à l'intégration des éléments graphiques et sonores, et, même parfois, de support à des méthodologies pédagogiques. Par exemple, l'outil MAGICAL propose une gamification de l'activité de GDBL en intégrant une dynamique de jeu de rôle selon les responsabilités de chaque élève (créer les sons, les visuels, programmer ou écrire l'histoire) pour appuyer la dynamique de collaboration [207].

La méta-analyse de Wu et Wang porte justement sur l'intégration des Game Development Framework (GDF) en classe [7]. Les auteurs indiquent que le choix de l'outil de création doit être déterminé par le contenu de l'activité. C'est donc l'enseignant qui devrait sélectionner cet outil. Mais il n'a pas toujours une vue globale et une bonne connaissance des options existantes.

2.5.1.5 Objectifs du projet et ressources utilisées

Selon l'expérience de l'enseignant et des élèves en création numérique, le temps accordé à l'activité et les méthodologies pédagogiques appliquées, l'objectif d'un projet GDBL peut varier, de la création complète d'un jeu [215] [212] [218] à la modification de template [224].

Lorsque les élèves créent leur propre jeu vidéo à partir de zéro, ils sont confrontés à des difficultés techniques et le temps consacré à l'apprentissage de la programmation peut se faire au détriment d'autres compétences. Selon l'étude sur le projet Globaloria, cette situation peut engendrer de la frustration et un sentiment de manque de temps [218]. Avec un template, ils peuvent mettre en pratique quelques concepts de programmation et conserver du temps pour d'autres tâches comme la conception ou la création sonore et visuelle [225].

Le retour d'expérience sur l'usage des templates dans le projet No One Left Behind démontre leur intérêt. 66% qui ont utilisé un template ont atteint l'objectif d'apprentissage tandis que 48% des

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

étudiants qui ont développé entièrement leurs jeux ont atteint l'objectif. *”Les résultats ont montré que les templates développés encouragent l'apprentissage par la pratique, permettent d'exprimer ses propres idées et fournissent un langage de programmation visuel facile à comprendre et à apprendre.”*[224]

L'impact sur les enseignants est aussi important à observer : ceux qui ont choisi d'utiliser les templates dans leur activité de GDBL ont dû les adapter à leur matière, donc ont eu besoin de plus de temps de préparation et de l'aide d'experts. Mais ils ont indiqué que l'organisation du cours était facilitée, car ils pouvaient se concentrer sur leur sujet plutôt que sur les challenges techniques de programmation.

Les templates ont réduit le temps de programmation des jeux tout en laissant de la liberté aux élèves dans la conception des mécaniques et la personnalisation des éléments sonores et visuels [221] et en offrant un cadre pour l'apprentissage [El-Nasr et Smith 06]. De même, 68% des étudiants ayant créé un jeu grâce à la méthode Game Making Pedagogy de Cheng ont d'ailleurs choisi de partir d'un projet existant pour créer le leur [217]

Un projet de GDBL ne se limite pas à un outil de création et à ses ressources associées comme les templates. Élèves et enseignants s'appuient sur d'autres ressources : par exemple des méthodologies de production de jeu dans les projets ”Building Digital Video Games at School” [226] ou MAGICAL [207], des supports pour développer la littéracie des jeux vidéo [8] ou encore un tableau de bord récoltant des traces d'activité dans l'outil de création Pocket Code pour le projet ”No One Left Behind” [227]. Ce dernier exemple montre que le GDBL peut aussi s'appuyer sur des environnements informatiques pour l'apprentissage (EIAH) pour fournir des données qui vont permettre d'évaluer l'impact de l'activité.

2.5.2 Retour d'expérience en France : le cas de l'association Fusion Jeunesse

Notre travail de recherche s'appuie sur une analyse de l'état de l'art et une expérience de terrain avec l'association Fusion Jeunesse. Ce retour d'expérience montre l'organisation d'une activité de création de jeu vidéo en classe en France, les outils et ressources utilisés, les résultats obtenus et les impacts sur les élèves et enseignants.

2.5.2.1 Présentation de l'association Fusion Jeunesse

De 2020 à 2023 nous avons animé des ateliers de création de jeu vidéo dans des classes de lycée au sein de l'association Fusion Jeunesse. Fondée au Québec en 2009 par Gabriel Bran Lopez, Fusion

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

Jeunesse propose des programmes variés (IA, robotique, design de mode, création de jeu vidéo, etc.) pour contribuer à la persévérance scolaire. L'association accompagne chaque année plus de 13 000 jeunes dans plus de 200 établissements scolaires en milieu rural, urbain et autochtone, au Canada et en France. Elle cible donc en priorité des classes où les enseignants repèrent des élèves ayant des difficultés scolaires, des problèmes de motivation. Elle intervient aussi dans d'autres cadres variés : public en reconversion (Ecole de la 2ème chance), élèves en situation de handicap ou en cours d'apprentissage du français.

Fusion Jeunesse a construit un projet pédagogique autour de trois buts :

1. Changer le rapport à l'apprentissage et à l'école ;
2. Permettre l'acquisition de nouvelles compétences scolaires et transversales ;
3. Aider l'élève à trouver sa place dans la société (par un engagement civique, par une découverte des métiers).

L'organisation est présente en France depuis la rentrée 2019 dans des collèges et lycées d'Ile-de-France et de Nouvelle-Aquitaine. Elle travaille étroitement avec les directions académiques de ces territoires. En 2020, l'équipe compte quatre personnes dédiées au projet de création de jeux vidéo qui interviennent dans une dizaine de classes de l'enseignement secondaire dans des filières générales, technologiques ou professionnelles. En 2023, l'équipe s'est élargie à une dizaine de personnes, signe de l'intérêt croissant que suscite cette activité.

Les ateliers sont montés sur la base du volontariat. Les établissements scolaires font une demande auprès de Fusion Jeunesse qui l'examine au regard du projet pédagogique et des moyens dont dispose l'organisation pour assurer les ateliers. Le financement est majoritairement issu de subventions régionales, départementales et internationales ; s'ajoutent une participation modeste des écoles, collèges et lycées et des dons de partenaires.

Le modèle pédagogique s'appuie sur un apprentissage expérientiel. Les projets permettent aux élèves de travailler des compétences scolaires transversales, de découvrir des métiers et d'explorer de nouveaux espaces de créativité. La spécificité des projets proposés par Fusion Jeunesse est l'organisation tripartite entre :

- une équipe pédagogique qui gère le cadre général du projet et vient apporter les compétences scolaires nécessaires ;

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

- un animateur appelé “coordonnateur”, qui apporte des compétences à la fois techniques (nécessaires à la réalisation des jeux) et pédagogiques pour transmettre en s’adaptant à des profils d’élèves variés ;
- un mentor, salarié d’une entreprise en lien avec le domaine dans lequel s’inscrit le projet, qui suit les créations et vient rendre visite aux élèves pour leur présenter son métier, donner des conseils, etc.

2.5.2.2 Présentation du cadre pédagogique du projet de création de jeu vidéo

Les ateliers de création de jeux vidéo visent l’approfondissement de la culture générale du jeu vidéo, la découverte des métiers de ce secteur et le développement des compétences et capacités suivantes des élèves. L’objectif pour le coordonnateur de projet est de développer chez les élèves la confiance en soi, la motivation envers l’école, le sentiment de fierté et d’accomplissement, et les compétences relatives aux technologies et à la créativité.

L’atelier de création de jeux vidéo s’appuie sur un cadre pédagogique fourni par l’organisation, mais qui laisse une marge de manœuvre dans la réalisation des activités. Pour chaque contexte, le coordonnateur est libre de mener les séances comme il le souhaite pour s’adapter au mieux au type de public présent et aux spécificités des jeux créés par les élèves.

Dans le document officiel du cadre pédagogique, on retrouve également des compétences transversales comme celles indiquées dans les référentiels de compétences du XXI^e siècle : la collaboration, l’organisation, la résolution de problème et la créativité.

2.5.2.3 Organisation de l’activité

Dans le cadre de Fusion Jeunesse, le coordinateur de projet co-anime des séances dédiées à ce projet avec un enseignant. Les coordonnateurs viennent d’horizons variés. Souvent étudiants ou en fin d’études, ils n’ont pas tous une expérience dans la création de jeu vidéo, mais tous ont déjà mené des activités pédagogiques dans des cadres scolaires ou extra-scolaires ou viennent d’études en sciences de l’éducation ou en psychologie. Le coordonnateur travaille en collaboration avec l’enseignant pour faire le lien entre la production du jeu et les programmes scolaires.

Les ateliers sont organisés sur une année scolaire entre les mois de novembre et de juin. Les séances durent en général deux heures au lycée et trois heures au collège. Elles se déroulent de manière

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

hebdomadaire (hors périodes de vacances scolaires et de stages). On compte entre 15 et 22 séances en moyenne pour mener à bien la réalisation du projet de création de jeux vidéo.

L'équipe pédagogique se charge de planifier ses séances et de proposer une salle équipée de matériel informatique connecté à internet. Fusion Jeunesse fournit à chaque établissement participant au projet des équipements utiles pour la création et les tests de jeux (casque, micro, manettes, licences de logiciels, tablettes graphiques).

Toutes les classes qui participent au projet ne partagent pas les mêmes objectifs pédagogiques et le même agenda. Certains établissements sont des lycées technologiques ou professionnels qui proposent des formations professionnalisantes ou centrées sur l'apprentissage d'un métier. Les élèves de ces formations ayant déjà effectué des premiers choix d'orientation, ils sont souvent moins demandeurs d'approfondissements sur les métiers du jeu vidéo. Ils réalisent aussi une partie de leur parcours scolaire en entreprise. Les périodes de stages interrompent la production du jeu vidéo, le planning et le contenu des ateliers sont donc aménagés pour cette cible spécifique.

Les enseignants et le coordonnateur doivent organiser la production du jeu en choisissant une méthodologie. Celle appliquée dans le cadre du projet Fusion Jeunesse est inspirée du modèle de production professionnel d'un jeu vidéo, c'est-à-dire une répartition des tâches par profil selon un planning de production en phases ponctué par des livrables. En début de projet, le coordonnateur et l'enseignant forment des groupes. Au sein des groupes, les élèves choisissent chacun un rôle : game designer, programmeur, graphiste, sound designer, narrative designer. L'équipe de Fusion Jeunesse utilise le terme "*ligne du temps*" pour désigner le planning du projet de création de jeux vidéo composé de plusieurs phases, dont un temps de présentation, une phase de conception et de prototypage, puis le lancement de la production pour aboutir à la préparation de la présentation du jeu à l'événement de fin d'année.

2.5.2.4 Outils et ressources utilisées

Le choix des outils de production, guidé par des contraintes techniques et financières, a un impact important sur la réalisation des jeux. Le système informatique des établissements ne permet pas, en général, l'installation d'un nouveau logiciel, il est donc plus facile d'utiliser des outils disponibles sur le web. De plus, les lycées n'ont pas forcément de budget dédié à l'acquisition de licences pour des logiciels propriétaires. Il faut donc se tourner vers des outils gratuits ou open source ou fournir des

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

licences.

Pour la production du jeu, Fusion Jeunesse fournit des licences temporaires de Construct3, un moteur de jeu en ligne, donc accessible avec une connexion internet. Le moteur est au cœur de la production du jeu, car il doit permettre aux élèves de réaliser leur projet tout en restant suffisamment facile à prendre en main. Construct3 est un moteur qui répond en grande partie à ces besoins.

Ces ateliers proposent une modalité d'enseignement de l'informatique qui va au-delà de la programmation. La création d'un jeu englobe des aspects graphiques, sonores, et même de la rédaction de textes. Les ateliers ont vocation à faire travailler les élèves sur leur rapport aux outils numériques au sens large. L'équipe utilise en général le site Piskel pour la création d'éléments graphiques et Beepbox pour le sound design. Par la diversité des tâches proposées, l'activité de création de jeu vidéo utilise donc l'informatique comme un moyen pour réaliser un travail interdisciplinaire qui va mobiliser des compétences issues de plusieurs matières.

2.5.2.5 Jeux produits

Observer les productions issues de ces ateliers est un bon indicateur de l'impact des outils et des méthodologies employées. Nous avons joué à l'ensemble des jeux produits par les classes participant au programme Fusion Jeunesse sur l'année scolaire 2019 - 2020 pour réaliser cette synthèse.

En 2019 - 2020, 19 établissements ont participé au projet en Ile-de-France et en Nouvelle-Aquitaine : dix collèges, huit lycées et une école primaire. 82 jeux ont été produits, répartis en sept types. Une grande majorité des jeux produits, 61%, sont de type "plateforme", ou de type "action/aventure", 27%.

Nous avons observé également les mécaniques de gameplay implémentées dans chacun des jeux pour identifier celles qui étaient le plus souvent développées (la plupart des jeux implémentent plusieurs mécaniques). Les mécaniques les plus utilisées sont le déplacement (par 97% des jeux), la gestion de la vie (34%) et du score (23%), la collecte d'objets (30%) ou encore l'esquive d'ennemis (25%). La narration n'est utilisée que dans 7% des jeux et les énigmes que dans 2% des jeux.

L'observation des productions finales montre donc une faible diversité des jeux produits, tant au niveau du type de jeu produit que des mécaniques implémentées. Ce constat peut être expliqué par plusieurs facteurs :

- la conception des jeux par les élèves parfois peu approfondie par manque de temps ;

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

- les possibilités du moteur : certaines mécaniques comme le déplacement sont par exemple induites par les comportements prévus dans le moteur Construct3 qui sont appliqués aux objets ;
- l'accompagnement pédagogique du coordonnateur : ceux ayant le moins d'expérience dans la création de jeu vidéo vont se concentrer sur l'explication de mécaniques de gameplay les plus simples à maîtriser dans l'outil de production ;
- les connaissances scolaires que les élèves doivent mobiliser pour développer leur jeu, qui sont plus ou moins bien maîtrisées selon les groupes.

De plus, la majorité des jeux sont relativement difficiles à prendre en main, ce qui s'explique par le manque de temps pour réaliser des tests de jeux par les différents élèves et pour les équilibrer.

2.5.2.6 Présentation de notre terrain de recherche

Au cours des quatre années de participation au projet Fusion Jeunesse, nous avons pu intervenir dans différents cadres, en classes de seconde et de terminale de lycée général, technologique ou professionnel ainsi qu'en classe de troisième prépa métiers, aux côtés de plusieurs enseignants. Avec certains, que nous avons côtoyés pendant plusieurs années, nous avons aussi pu tester diverses approches du projet, tout en restant dans le cadre pédagogique fixé par l'association.

Ce recul et l'expérience de ces années nous a permis d'identifier les possibilités et les freins à la mise en place de ce projet. Nous avons aussi pu cibler plus précisément notre terrain de recherche, la classe de seconde. En effet, depuis la dernière réforme du lycée en France, ce niveau est le dernier qui rassemble l'ensemble des élèves avant que chacun ne choisisse ses options et commence donc à se "spécialiser". Cette classe devient par conséquent une étape de transition entre le collège et une projection vers un avenir professionnel.

En classe de seconde, le projet se déroule le plus souvent sur les heures de cours de sciences numériques et technologie (SNT) car ce sont ces enseignants qui sollicitent l'association pour lancer une activité de création de jeu vidéo. Nous avons constaté qu'il était difficile d'associer les autres membres de l'équipe pédagogique qui ne voyaient pas de lien entre le projet et leurs disciplines.

La SNT est enseignée deux heures par semaine en classe de seconde. Elle donne une base de culture générale sur les outils numériques. L'intégration du projet varie selon le nombre d'heures disponibles : l'enseignant choisit d'accorder tout ou partie des heures prévues dans cette matière à la création du

2.5. ETAT DE L'ART DE PROJETS DE GDBL

jeu vidéo. Dans le cas où l'ensemble des heures sont occupées par le projet, la nécessité de faire un lien avec le programme devient indispensable et la question de l'évaluation pour donner des notes aux élèves est soulevée.

2.5.3 Synthèse

A travers l'état de l'art des activités de GDBL dans le monde, nous avons pu observer qu'une majorité de projet étaient associés aux disciplines STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) car la création de jeu vidéo fait appel à des compétences issues de ces différentes disciplines.

La plupart des méthodologies utilisées dans ces projets de GDBL proposent un cycle itératif composé de phases de jeu, de production et de diffusion / analyse des résultats. Les élèves peuvent produire un jeu entier ou s'appuyer sur des templates, donc des jeux pré-existants qu'ils modifient. Cette dernière modalité semble particulièrement efficace pour atteindre les objectifs pédagogiques visées.

Nous avons également analysé des projets de GDBL en France, à travers notre retour d'expérience au sein de l'association Fusion Jeunesse. Même si ces projets sont portés par un partenaire extérieur à l'Education nationale, une connexion, un lien est toujours établi avec les programmes scolaires et les compétences transversales, car l'activité se déroule sur les heures de cours normalement occupées par une discipline.

Au niveau de la création des jeux, ce retour d'expérience nous a montré que le game design des productions était relativement standard, parfois contraint par les fonctionnalités des outils de création choisis ou par les compétences de l'intervenant appelé coordonnateur.

Nous avons tenu ce rôle de coordonnateur dans les classes, aux côtés des enseignants, pendant trois ans en classe de seconde. Nous avons ainsi pu développer une connaissance approfondie de ce niveau scolaire que nous avons choisi comme terrain de recherche. Cette observation factuelle de l'organisation des projets de GDBL en classe doit maintenant être complétée par une analyse de leurs impacts exposés à travers les recherches menées sur ce sujet.

2.6 Impacts du GDBL

Une activité de Game Development Based Learning modifie la situation pédagogique, tant pour les enseignants que pour les élèves. Cette section est dédiée à l'analyse des résultats de recherche portant sur ces projets afin de comprendre les impacts, potentiels et limites de cette activité.

Nous commençons cet examen par l'observation des impacts sur les enseignants qui sont impliqués dans ces projets. Ils sont confrontés à de nouvelles dynamiques pédagogiques et font parfois face à des contraintes techniques. Les efforts conséquents à réaliser pour intégrer cette activité doivent donc, si possible, être compensés par des bénéfices.

Ces bénéfices sont souvent visibles à travers l'impact du projet sur les élèves, souvent plus documenté que l'impact sur les enseignants. Les recherches menées sur le GDBL s'intéressent autant aux conséquences de l'activité de création de jeu vidéo sur la motivation, sur l'apprentissage que sur l'acquisition de compétences. A travers ces études, nous pouvons aussi observer les limites de ces projets et comprendre l'importance des méthodologies de recherche utilisées pour documenter les projets de GDBL.

2.6.1 Impacts sur les enseignants

L'impact des projets de GDBL sur les enseignants peut être analysé à travers plusieurs axes : le changement de leur rôle dans la situation pédagogique, les contraintes et difficultés qu'ils rencontrent, et enfin, leur appréciation générale sur les bénéfices de l'activité.

Les projets de GDBL induisent un nouveau rapport entre les élèves et l'enseignant. Ce dernier est souvent perçu comme un "sachant" dans sa discipline, qui doit transmettre ses savoirs à ses élèves. C'est oublier l'importance du travail pédagogique que de le réduire aux connaissances qu'il doit enseigner. En effet, *"ce qui permet à l'ensemble des élèves de s'appropriier des connaissances, de construire des concepts, de partager une culture commune, c'est la compétence professionnelle de l'enseignant à concevoir des situations d'enseignement et à les mettre en œuvre"* [228]. L'enseignant a donc pour rôle de créer, de *"faciliter l'émergence d'écosystèmes d'apprentissage, laissant une large place aux apprenants."* [229].

L'utilisation du jeu vidéo en classe *"reconfigure ainsi la médiation de l'enseignant entre le savoir et l'apprenant, structurante dans la perception de l'enseignant quant à son propre rôle professionnel"* [30].

2.6. IMPACTS DU GDBL

Dans un projet de GDBL, le rôle de l'enseignant ne se réduit plus à la transmission d'informations ou à la construction d'une séquence pédagogique. Il s'enrichit de la capacité à intégrer un médium interactif dans une situation d'apprentissage. Cette intégration est plus ou moins facile à réaliser selon les programmes scolaires ou les compétences visées.

L'enseignant apporte autant les connaissances nécessaires à la création du jeu que l'aide méthodologique pour trouver les ressources pertinentes ou savoir poser les bonnes questions pour résoudre les problèmes techniques. Dans cette nouvelle stratégie pédagogique, les enseignants cèdent leur position de "sachant" afin de favoriser l'apprentissage collaboratif : "*L'enseignant a rapidement compris que cet outil permettait de passer à un modèle pédagogique basé sur la construction collaborative des connaissances.*" [230].

Les enseignants déclarent donc observer un changement dans le déroulé de la séance car le GDBL suppose un certain lâcher-prise de la part des enseignants pour laisser une part d'autonomie aux élèves. Comme le déclare Roselyne Griffon, enseignante de SNT au lycée Jean Perrin qui participe au projet proposé par l'association Fusion Jeunesse : "*comme en natation, ce sont les élèves qui sont dans le bassin pour apprendre à nager, l'enseignant est sur le bord*". Ce changement porte ses fruits : 60% ont rapporté que la plupart des élèves n'avaient pas rencontré de difficultés, et 98% indiquent qu'ils ont montré beaucoup d'intérêt pour cette activité [231].

La redéfinition des rôles dans la situation pédagogique n'est pas le seul impact des projets de GDBL dans la classe. Ces projets soulèvent aussi des problématiques variées telles que l'accès à des équipements techniques adaptés ou l'intégration dans le cadre scolaire avec ces contraintes de temps et de collaboration au sein de l'équipe pédagogique. Parmi les autres types de difficultés rencontrées par les enseignants, la prise en main des outils de création est un enjeu majeur. Pour certains, c'est un premier contact avec le monde de la programmation. Le choix de l'outil de création doit donc se porter vers un environnement facile à prendre en main. Scratch est communément utilisé dans ce type de projet car il semble être suffisamment convivial pour les enseignants novices en création de jeu [232].

Une autre difficulté fréquemment rencontrée par les enseignants est celle de l'évaluation des compétences travaillées. Les projets de GDBL étant par essence interdisciplinaire, il peut être compliqué pour un enseignant seul d'identifier, de tracer et d'évaluer les outils informatiques à disposition. En réponse à cette problématique, le projet No One Left Behind a mis en place un framework composé de deux outils [221] : un moteur de création de jeu vidéo sur mobile, Pocket code, et un Project

2.6. IMPACTS DU GDBL

Management Dashboard qui leur permet d'avoir une vision sur des événements tels que le temps passé sur le projet, ou les briques de codes utilisés. Cette collecte de données est un premier pas qui, malheureusement, n'est pas suffisant dans les cas où l'enseignant ne parvient pas à faire le lien entre les tâches réalisées par les élèves pour produire le jeu vidéo et les connaissances scolaires liées à son domaine.

Malgré ces difficultés, l'appréciation des enseignants sur les projets d'apprentissage expérientiel tel que le GDBL est globalement positive. Ceux ayant participé au programme de Fusion Jeunesse confirment l'impact positif. Le rapport d'impact mené suite aux projets de l'année scolaire 2022 - 2023 montre le résultat d'une enquête auprès de 15 enseignants : 80% d'entre eux indiquent que ces programmes permettent aux élèves d'avoir confiance en eux et 53,3% indiquent que ces projets ont changé leur méthodologie pédagogique.

Dans un autre projet de GDBL mené dans trois pays (la Grèce, l'Italie et le Portugal), 47 enseignants ont répondu à une enquête sur leur perception du projet. 81% ont déclaré qu'ils avaient bien atteint leurs objectifs pédagogiques et 77% d'entre eux que l'activité était adaptée aux besoins des élèves[231]. L'étude portant sur le projet CODING4Girls expose aussi le point de vue des enseignants [215]. Selon eux, la motivation suscitée par la création de jeu incite les élèves à persévérer pour atteindre leurs objectifs. Enfin, le GDBL est aussi un vecteur de développement de la créativité. Les enseignants peuvent donc s'appuyer sur cette activité pour développer de nouvelles compétences transversales, en plus de celles relatives à leurs disciplines.

2.6.2 Impacts sur les élèves

Les études menées sur le GDBL s'attardent principalement sur l'effet de ces projets sur les élèves. A l'aide de ces recherches, nous pouvons observer la motivation des élèves, sur l'apprentissage des connaissances et sur l'acquisition et la mobilisation de compétences.

2.6.2.1 Sur la motivation et l'inclusion

La création de jeu vidéo est une source de motivation, comme le prouvent plusieurs recherches [230]. La motivation dans les projets GDBL est en grande partie due au sentiment d'accomplir une création personnelle. Ainsi, 88% des étudiants ayant participé à un projet de création de jeu vidéo basé sur la méthode Game Making Pedagogy de Cheng déclarent que *"la création de leur propre jeu*

2.6. IMPACTS DU GDBL

est une idée intéressante” et 84% parlent du *”plaisir de développer leurs propres créations”* [217].

Dans les activités d’apprentissage expérientiel, même lorsque l’enseignant structure l’activité, il peut laisser aux élèves le choix dans la réalisation des tâches pour leur donner le sentiment de contrôler leur progression et d’accomplir un projet par eux-mêmes [233]. Ainsi, les élèves sont motivés par l’espace de liberté créative qu’offre la création de jeu vidéo. Ils ont aussi conscience que leur jeu va être partagé, montré, testé par d’autres : c’est d’ailleurs cette phase de diffusion qui cristallise souvent l’intérêt des élèves.

Le GBDL a un impact fort sur les élèves au départ désintéressés par l’informatique [234]. Les enjeux d’inclusion sont d’ailleurs au cœur de nombreux projets. Le programme CODING4Girls déployé auprès de 569 élèves en Croatie confirme que la création de jeu vidéo est un bon moyen d’attirer les filles vers le numérique. Les retours des participantes sont positifs. Elles déclarent qu’elles ont apprécié ce mode d’apprentissage et qu’elles ont pu *”se sentir comme de vrais développeurs, car elles ont créé leurs jeux”*[215].

L’étude sur l’application de la méthodologie de Scalable Game Design approfondit la dimension d’inclusion en cherchant à mesurer la différence de motivation entre les garçons et les filles dans un projet GBDL. À la fin du projet, 74% des garçons et 64% des filles ont déclaré souhaiter poursuivre un cours similaire à celui de la création de jeu vidéo. Leurs résultats indiquent qu’au-delà de l’usage des outils numériques, l’écart se creuse en fonction des méthodologies pédagogiques employées. Garçons et filles sont également engagées sur les phases de découverte autonome et sur celles de découverte guidée, mais les filles semblent moins motivées lorsque l’enseignant donne des consignes précises ou demande de suivre des tutoriels pas à pas [168].

Enfin, nous avons aussi pu observer d’autres leviers de motivation lors de notre expérience de terrain au sein de l’association Fusion Jeunesse. Certains sont joueurs et/ou passionnés par le jeu vidéo, ils appréhendent ce projet comme un prolongement de leur loisir. Certains envisagent même d’en faire leur métier, car ils savent que ce secteur constitue une voie d’orientation professionnelle.

2.6.2.2 Sur l’apprentissage

Dans cette section, nous souhaitons savoir si le GBDL offre un cadre satisfaisant pour l’apprentissage et quels apprentissages cette activité peut favoriser. La méta-analyse de Wu et Wang souligne que, de

2.6. IMPACTS DU GDBL

manière générale, la création de jeu vidéo *”s’inscrit parfaitement dans un processus de construction de connaissances et peut être intégrée aux supports de théories pédagogiques, comme le double stimulus ou l’approche par résolution de problèmes, afin d’améliorer le processus et les résultats de l’apprentissage.”* [7]

Les projets GDBL ont en réalité un triple enjeu d’apprentissage. Les élèves doivent apprendre à s’exprimer à l’aide d’outils numériques, acquérir des connaissances disciplinaires qui leur serviront pour créer leur jeu et apprendre à apprendre dans un cadre où l’enseignant n’est plus le seul instructeur [105]. Pour cela, ils peuvent s’appuyer sur les feedbacks de leurs pairs et de l’enseignant qui interviennent tout au long du processus de conception itératif [201]. La collaboration est une part essentielle du GDBL, particulièrement dans les projets qui attribuent des rôles aux élèves (narrative designer, artistes, game designers, sound designers, programmeurs). Lambert compare cette dynamique à un *”processus de prise de décision du gouvernement”*, démontrant ainsi que le GDBL sert aussi à forger son identité de citoyen [226].

Ce cadre d’apprentissage semble donner des résultats favorables sur les apprentissages. Ainsi, le projet Globaloria a fait l’objet d’une étude analysant les résultats obtenus sur 7000 élèves entre 2007 et 2011 [218] : les élèves participant au projet ont obtenu de meilleurs résultats scolaires (basés sur trois évaluations unitaires, la moyenne du cours et la note du cours) que ceux qui n’étaient pas intégrés dans le projet. Mêmes retours positifs sur 52 élèves dans un projet en Grèce [232] : 42,5% des élèves disent avoir aimé créer un jeu sur Scratch et 53,8% estiment avoir bien compris les connaissances transmises dans l’activité

Mais ces connaissances dépendent des disciplines mobilisées autour de cette activité de création de jeu vidéo. Comme nous l’avons montré dans l’état de l’art, la plupart des projets GDBL et, en conséquence, les études qui les concernent, portent sur le travail des connaissances relatives aux disciplines intégrées dans le domaine STEAM avec une dominante des mathématiques et de l’informatique.

Les STEAM désignent non seulement les connaissances relatives aux Sciences, Technologies, Méthodes de l’Ingénieur, Arts et mathématiques, mais aussi les méthodes et les pratiques utilisées dans ces champs qui sont exploitées dans le GDBL [235] [212]. *”La création de jeu vidéo permet à l’élève d’aborder un sujet de manière active, de construire une représentation personnelle de la connaissance à l’aide d’artefacts physique”* [236], mais aussi de mieux appréhender les disciplines intégrées dans les

STEAM, et de faire le lien avec les expériences quotidiennes, surtout lorsque les élèves créent des serious game centrés sur les mathématiques [237].

La programmation est aussi au cœur des projets GDBL et cet apprentissage est essentiel, car aujourd'hui, *"lire le code c'est lire le monde"* [238]. La création de jeu vidéo qui s'appuie beaucoup sur des tâches de création de jeu vidéo est un moyen efficace pour apprendre à coder [232] [239]. La programmation est appliquée dans un cadre *"créatif"*, *"dans le processus de conception et de développement d'une œuvre originale"* [240].

L'outil choisi est déterminant, car il constitue un environnement d'apprentissage autant que de création. Par exemple, l'usage d'un moteur comme Scratch donne de meilleurs résultats que celui d'un éditeur de code : *"65% des étudiants qui ont fait l'expérience de l'environnement Scratch envisagent de poursuivre leurs études en programmation, alors que seulement 10,3% des étudiants qui ont utilisé un environnement de programmation standard ont manifesté un certain intérêt"* [241].

Mais au-delà des connaissances acquises en mathématiques, en programmation et plus largement en STEAM, les élèves travaillent-ils vraiment les compétences ? Sont-ils capables de mobiliser leurs acquis disciplinaires et d'acquérir des méthodes de résolution de problèmes, de travail en collaboration ou encore de pensée réflexive ?

2.6.2.3 Sur l'acquisition et la mobilisation des compétences

En dehors de l'apprentissage des connaissances relatives aux disciplines, l'un des enjeux du Game Development Based Learning est le développement de compétences transversales comme la résolution de problèmes, la collaboration ou l'usage des outils numériques. L'activité de GDBL vise à développer la *"pensée computationnelle"* qui *"implique de résoudre des problèmes, de concevoir des systèmes et de comprendre le comportement humain, en s'appuyant sur les concepts fondamentaux de l'informatique"* [123]. L'acquisition de ces compétences grâce au projet GDBL a été confirmée [242] et peut même être directement mesurée par des méthodes comme le *"Computational Thinking Pattern Analysis"* [168]. La résolution de problèmes implique souvent une démarche réflexive pour identifier l'erreur, poser la bonne question afin de trouver la solution adéquate. La création de jeu est l'une de ces occasions pour les élèves de mener une telle démarche réflexive [243]. Cette compétence de résolution de problèmes est travaillée pendant toute la conception et la production du jeu qui impliquent la mise en œuvre d'une pensée analytique [12].

2.6. IMPACTS DU GDBL

Le game design apparaît comme une méthode efficace pour travailler cette compétence [109], notamment quand il est pratiqué dans le cadre de la création de serious game [244]. Les environnements visuels de programmation sont une nouvelle fois plébiscités pour faciliter l'acquisition de ces méthodes, car ils empêchent les erreurs de syntaxe inhérentes à la programmation pour laisser les élèves se concentrer sur la logique même du problème [232]. De même, le travail de modification d'un template ou de le remix de projets créés par d'autres sont des solutions qui ont fait leurs preuves pour la pratique des compétences de pensée computationnelle [203]. Parmi les autres compétences travaillées, la collaboration est essentielle comme le démontre le projet Globaloria dans lequel une large majorité des jeux ont été créés en groupe [218]. La collaboration est un des aspects appréciés par les élèves [213] et l'un des facteurs de réussite pour l'acquisition de compétences relevant du domaine des STEAM [212].

Tout au long du projet et lors de la livraison finale, l'évaluation collaborative, entre pairs, est gage d'efficacité dans l'acquisition de compétences. Hwang et al ont constaté que les élèves qui ont appliqué cette modalité d'évaluation ont amélioré leur connaissance ainsi que leur perception de leurs capacités d'apprentissage et de résolution de problèmes par rapport à un groupe d'élèves soumis à une évaluation "classique". Les élèves acteurs de l'évaluation entre pairs rapportent une "*réflexion approfondie*", un développement de leur "*créativité*" et une plus grande "*motivation pour apprendre*". [244]

La création de jeu vidéo suppose de maîtriser aussi les outils numériques. Le projet Globaloria déployé auprès de 291 élèves aux Etats-Unis [218] détaille un peu plus les sources d'intérêt des participants. Parmi les activités auxquelles les élèves accordent de l'importance dans le GDBL, on retrouve l'utilisation d'un logiciel pour créer un jeu (42%), l'apprentissage de la programmation (23%) la collaboration (19%) et la gestion de projet / gestion du temps (19%). Pourtant, ils expliquent aussi avoir rencontré des difficultés en programmation (37%), création de jeu / création d'éléments visuels (24%) et gestion de projet / gestion du temps (10%). Si une activité offre des tâches à la fois intéressantes et difficiles, nous pouvons conclure qu'elle illustre parfaitement le concept de "*hard fun*" de Papert, qui favorise la motivation, et par conséquent, l'acquisition et la mobilisation des compétences. [110]

Toutefois, ces résultats positifs doivent être confirmés dans le temps. En effet, certains chercheurs ont mis en garde contre "*l'effet de nouveauté*" [69] que peut constituer l'introduction de technologies numériques et ludiques [245] dans un contexte pédagogique.

2.6.3 Limites du GDBL et des méthodes d'évaluation et de recherche sur ces projets

Nous allons maintenant examiner les limites du Game Development Based Learning dans le cadre de la classe afin de comprendre les difficultés que peuvent rencontrer les élèves et les enseignants lors la mise en place d'une telle activité. Ces freins sont rarement explicités dans les études menées sur le GDBL. Nous nous interrogeons donc également sur les critères et les méthodologies employées par la recherche pour évaluer ces projets.

2.6.3.1 Une activité complexe à mettre en place

Le Game Development Based Learning est beaucoup moins pratiqué que le Game Based Learning, car il est *"plus complexe et cognitivement très exigeant"* : *"pour créer un système complet et fonctionnel"*, les élèves doivent accomplir *"de nombreuses tâches de conception interdépendantes"* [246]. Du point de vue des élèves comme ceux du projet Globaloria, le GDBL peut être *"difficile, frustrant, confus"* (24%) . Ils ont parfois le sentiment de *"manquer de temps"* ou d'*"être engagés dans un projet trop long"*(20% [218]).

Cette difficulté est peut-être due à une gestion de projet complexe à réaliser pour les enseignants qui doivent à la fois transmettre des connaissances, aider les élèves à créer et trouver des grilles d'évaluation adaptées à cette activité [105]. Cela peut nécessiter pour l'enseignant un travail sur ses propres compétences en littéracie vidéoludique. *"Si l'enseignant lambda peut percevoir dans un jeu vidéo (ou dans un logiciel de création de jeux) un certain potentiel pédagogique à exploiter, il n'a pas pour autant toujours les ressources nécessaires (par manque de formation ou de familiarité avec le jeu vidéo, par manque de temps, etc.) pour aborder ce même objet sous l'angle culturel, au niveau de ses spécificités artistiques, esthétiques et communicationnelles."* [18]

Le recours à des outils de création de jeu qui facilitent la programmation peut d'ailleurs occulter le *"potentiel expressif"* de l'activité de GDBL en le réduisant *"à un exercice d'assemblage si l'utilisateur ne possède pas des ressources en esthétique, en design, en narratologie, en histoire de l'art, etc."* [18]

Les outils de création sont souvent aussi souvent reconnus comme facilitateurs que comme freins à la mise en place de l'activité. Ainsi, parmi les difficultés identifiées, les élèves participant à l'expérience Globaloria ont principalement cité : la prise en main des outils de création de jeux (42%) et la programmation (23%) [218].

Comprendre et pratiquer un moteur de jeu ne suffit pas à réaliser une production complète, il faut aussi pouvoir y intégrer facilement les contenus visuels, textuels et sonores [207]. C'est cette dimension de travail collaboratif que les concepteurs d'outils de créations devraient intégrer pour répondre aux besoins d'organisation [105].

2.6.3.2 L'enjeu de l'évaluation des projets GDBL

L'évaluation d'un système informatique se définit comme *la réalisation d'un ensemble de mesures, relatives à un artefact ou à un phénomène qui s'y rattache, à l'aide d'un modèle empirique d'investigation* [247]. Dans le cadre des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, les processus d'évaluation se basent sur deux dimensions : celle de l'utilité du système proposé, autrement dit son adéquation avec les objectifs d'apprentissage, et celle de son utilisabilité, sa capacité à permettre à l'utilisateur d'atteindre les objectifs [248].

Tricot et al ont défini une troisième dimension, celle de l'acceptabilité, qu'ils définissent par la représentation mentale qu'ont les apprenants de l'EIAH proposé [249]. Dans le cadre des projets de GDBL, l'évaluation se concentre essentiellement sur l'impact de l'activité et peu sur l'analyse des systèmes informatiques utilisées. Il serait donc intéressant de prendre en compte cet aspect pour les prochaines évaluations de projet.

La plupart des articles étudiés mettent majoritairement en avant les aspects positifs de cette activité [184]. Leur périmètre d'observation et d'évaluation étant relativement restreint, elles se concentrent surtout sur l'évaluation du rapport aux outils informatiques [219], montrent des impacts positifs sur l'apprentissage de la programmation et le travail des contenus disciplinaires, mais évaluent rarement les compétences transversales [105].

En tant qu'objet d'étude relativement nouveau, le GDBL pose un certain nombre de défis aux chercheurs et "*après deux décennies de recherche*", "*il existe encore un besoin de preuves empiriques*" [184] pour démontrer son efficacité. Kafai et Burke partagent justement plusieurs préoccupations concernant les recherches menées sur ce sujet, dont celles de l'absence de résultats négatifs ou de la collecte de données, "*enjeu majeur pour les futures recherches*"[105].

D'autre part, comme pour les pratiques de Game Based Learning, les recherches parviennent rarement à évaluer la capacité des élèves à transférer les compétences acquises lors de la création de jeu

vidéo dans d'autres contextes [235]. Le manque de données par le fait d'un échantillon de participants trop réduit est régulièrement cité par les chercheurs eux-mêmes comme l'une des limites à leurs études [217] et est également relevé dans les méta-analyses [7]. Cette problématique concerne de nombreuses études menées en général sur le domaine de l'apprentissage en classe.

Face à ce manque de méthodes de recherche éprouvées pour évaluer correctement les impacts des projets de GDBL, une première solution proposée est de créer une grille d'évaluation des jeux pour observer le travail des compétences à travers les productions des élèves. Ainsi, la méthode du "*Fairy Assessment*" [250] mesure la capacité d'abstraction des élèves à travers l'usage d'algorithmes tandis que le Game Computational Sophistication estiment le niveau de maîtrise de la pensée computationnelle sur la base de la programmation et des mécaniques implémentées dans le jeu [37].

Or, les productions finales réalisées par les élèves ne sont pas toujours représentatives de l'entièreté du travail accompli et de leurs capacités, car des facteurs externes au projet comme des absences, des difficultés dans la collaboration [219] ou internes comme le temps de recherche et de création des contenus du jeu peuvent influencer. Les consignes données par les enseignants peuvent aussi modifier les tâches réalisées par les élèves [203].

Une autre méthodologie se base sur la collecte de deux sources de données, les jeux produits et des entretiens semi-dirigés avec les élèves [203]. Ces données sont qualifiées à l'aide d'une grille de mesures qui attribue des points à chaque réponse des élèves, et d'un outil, Dr Scratch, qui analyse les projets réalisés sur l'outil de création du même nom. Ces deux sources donnent une vision plus objective, mais n'incluent pas l'un des intervenants principaux de l'activité, l'enseignant.

Il serait donc plus pertinent d'utiliser une "*triangulation de sources et de types de données*" [226] à savoir, l'analyse des jeux et des questionnaires auprès des élèves comme des enseignants, afin "*d'accroître l'objectivité des résultats, de contribuer à améliorer la fiabilité des résultats, de corriger les biais possibles et d'ajouter de la profondeur et de la rigueur au processus de recherche*"[226].

2.6.3.3 Méthodologies utilisées dans la démarche de recherche

Notre travail se situant à la croisée de l'informatique, des sciences de l'éducation et du game design, nous avons cherché des méthodologies de recherche adaptées à la conception de systèmes et d'outils qui puissent être appliquées dans un cadre scolaire. Les deux méthodologies présentées ici, la

recherche-action et le Design-Based Research, accordent une importance particulière au terrain de recherche, à l'ancrage dans une situation sociale, tout en proposant une démarche épistémologique de production de connaissances scientifiques destinées à transformer le réel.

La recherche-action est définie comme *"une méthode visant à l'élaboration de connaissances scientifiques sur et par l'action"* pour répondre à *"un problème pratique* [251]. Kurt Lewin est à l'origine de cette démarche scientifique qui croise intention de recherche et projet de transformation du réel [252]. La démarche a un double objectif : *"transformer la réalité et produire des connaissances concernant ces transformations"* [253]. C'est le cas de notre recherche qui s'intéresse au déploiement des projets de GDBL dans des classes.

La recherche-action peut se pratiquer dans des formes variées qui reposent sans cesse la question du rapport entre les connaissances et la réalité : *"s'agit-il avant tout de changer la réalité sociale pour produire des connaissances sur celle-ci ? Ou bien de produire des connaissances en vue de changer cette réalité ?"* [251]. Dans notre cas, nous appliquons les deux dimensions. Nous partons d'une *"observation participante"* en tant que coordonnatrice de projet pour l'association Fusion Jeunesse. Cette observation est définie comme *"une période d'interactions sociales intenses entre le chercheur et les sujets, dans le milieu de ces derniers. Au cours de cette période, des données sont systématiquement collectées [...] Les observateurs s'immergent personnellement dans la vie des gens. Ils partagent leurs expériences"* [254]. L'observation participante nous a permis de compléter notre état de l'art théorique par un retour d'expérience analytique.

Si la recherche-action constitue la méthodologie générale de notre recherche, le Design Based Research est celle qui a conduit notre travail de conception et de production des modèles et outils proposés. Les sciences de conception (Design Science) identifient plusieurs cycles : l'utilisation de connaissances et technologies pour construire un artefact, la mise en lien des problèmes constatés avec les besoins des utilisateurs et la formalisation des connaissances nouvelles [255].

Plus spécifiquement, le Design Based Research appliqué à l'éducation est une recherche basée sur la conception, avec une méthodologie de recherche visant à améliorer les pratiques éducatives [256]. La méthode DBR est justement utilisée en EIAH pour faire le lien entre la recherche et les acteurs terrain. Elle commence par un état de l'art et une analyse de la situation terrain, ce que nous avons réalisé dans cette section et la précédente, pour définir des hypothèses. Des analyses du terrain émergent un cadre théorique et des hypothèses qui sont ensuite confirmées ou infirmées à travers *"des cycles*

de développement successifs et d'évaluations avec les acteurs du terrain pour arriver au dispositif le plus adapté à la situation d'apprentissage" [256]. Ces deux méthodologies impliquant des phases importantes d'observations de terrains et des cycles itératifs de développement pour proposer des outils adaptés au cadre pédagogique choisies nous semblent donc appropriées pour l'étude des projets de GDBL.

2.6.4 Synthèse

Dans cette partie, nous avons réalisé un état de l'art des projets de GDBL pour étudier leurs impacts et leurs limites. Nous avons pu observer que cette activité est pratiquée dans le monde entier depuis les années 1980 et fait l'objet de recherches depuis les années 2000. Nous avons aussi noté que le GDBL est encore souvent associé aux disciplines dites "scientifiques" ou "techniques". Mais un nouveau domaine, le STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) exploite aussi ce type de projet pour favoriser l'interdisciplinarité et l'inclusion. À l'origine utilisés pour faire acquérir des connaissances disciplinaires, les projets GDBL sont de plus en plus considérés comme de bons vecteurs pour travailler les compétences transverses.

Le Game Development Based Learning a des impacts forts sur les enseignants comme sur les élèves. Les premiers passent du rôle de sachant à celui d'adjuvant. Ils sont parfois eux-mêmes obligés de se former sur ces nouveaux outils et de trouver des méthodes d'évaluation pour vérifier que leurs objectifs pédagogiques sont bien atteints. Leurs retours sont en général positifs, car cette activité constitue un levier de motivation fort pour engager tous les élèves. Ce pendant, le GDBL est une activité qui se révèle être difficile à prendre en main, car elle suppose un apprentissage du game design et la mise en place de stratégies pédagogiques adaptées. Parmi les difficultés relevées par les participants, la prise en main des outils de production ressort régulièrement. L'une des solutions proposées est le recours à des jeux déjà programmés, des templates, qui lèvent les freins techniques et permettent de se concentrer sur le travail des compétences transversales.

Enfin, la recherche relativement récente sur le GDBL souffre de quelques limites. La plupart des études ne disposent pas de données suffisantes ou méthodologies adaptées pour apporter les preuves des impacts positifs supposés. L'une des pistes est de croiser les observations des jeux produits avec des questionnaires auprès des élèves et des enseignants. Les potentiels et limites de cette activité de GDBL nous ont conduits à définir une problématique de recherche afin de lever ces freins.

Chapitre 3

Problématique

Contents

3.1	Identification des freins à l'activité de création de jeu vidéo en classe	100
3.1.1	Difficulté d'intégration dans le cadre scolaire	100
3.1.2	Méconnaissance du jeu vidéo	102
3.1.3	Prise en mains des outils de production	104
3.1.4	Synthèse	109
3.2	Problématique de recherche	110

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

Dans la partie précédente consacrée à l'état de l'art, nous avons pu voir que les projets de GDBL ont des impacts globalement positifs sur les enseignants et sur les élèves, notamment sur la motivation et l'apprentissage pour ces derniers. Ces projets innovants transforment le rôle de chaque acteur de la situation pédagogique et sont parfois complexes à mettre en place. Ils sont aussi particulièrement difficiles à évaluer, d'après les recherches déjà menées dans le domaine de GDBL.

Notre travail de recherche vise à approfondir l'étude de ce domaine en vérifiant les impacts de ces projets à travers une méthodologie d'évaluation adaptée au contexte. Mais la mise en place d'une activité de création de jeu vidéo en classe ne va pas de soi, comme l'a démontré notre retour d'expérience terrain lors de notre travail en tant qu'intervenante de l'association Fusion Jeunesse.

A travers ces recherches et activités préliminaires nous avons pu identifier des freins à la mise en place de l'activité de création de jeu vidéo en classe. Nous détaillons ici les trois principaux, d'après l'état de l'art, et nos observations de terrain :

- difficulté d'intégration de l'activité dans le cadre scolaire qui s'appuie sur des référentiel de compétence et d'évaluation codifiés ;
- double méconnaissance du jeu vidéo, en tant que médium et en tant que création numérique ;
- prise en main complexe des outils de production qui sont souvent peu adaptés à un usage par des élèves en classe.

Dans cette partie, nous passons en revue ces freins qui servent de base à la définition de notre problématique de recherche qui concerne les projets de Game Development Based Learning menés dans les lycées français, en classe de seconde.

3.1 Identification des freins à l'activité de création de jeu vidéo en classe

3.1.1 Difficulté d'intégration dans le cadre scolaire

L'intégration du projet de création de jeu vidéo dans le cadre scolaire est un enjeu majeur et difficile à réaliser. Comme nous l'avons vu dans l'état de l'art, l'école est organisée en disciplines qui s'appuient sur chacune sur des référentiels de compétences disciplinaires.

Or la création de jeu vidéo fait appel à une diversité de référentiels de compétences (référentiels scolaires, compétences du XXI^{ème} siècle) et il n'existe à ce jour aucun référentiel qui associe les deux types de compétences, disciplinaires et transversales, et qui correspondrait donc aux apprentissages

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

réalisés lors des projets de GDBL.

De plus, l'activité étant relativement innovante par rapport au cadre scolaire, les équipes pédagogiques ne parviennent pas toujours à se coordonner pour en faire un vrai projet interdisciplinaire. La production du jeu et son évaluation sont donc souvent réalisées sous le prisme d'une seule discipline, celle de l'enseignant qui prend en charge ce projet, ce qui ne reflète pas les potentiels pédagogiques de ce type d'activité.

Contrairement à un exercice scolaire, les enseignants doivent évaluer ce que les élèves ont décidé de produire et non ce qu'ils leur ont demandé de produire. Il faut donc adapter les méthodologies et les critères d'attribution de notes. Les enseignants qui doivent évaluer (ou le jury de Fusion Jeunesse qui attribue chaque année des prix aux meilleurs jeux lors d'un événement national) bâtissent une grille qui ne prend en compte que le résultat final, donc les fonctionnalités du jeu développées, les ressources produites et intégrées.

Mais, pendant l'atelier, l'apprentissage n'obéit plus à un modèle linéaire où l'élève apprend, comprend, s'entraîne puis se fait évaluer. Si le jeu vidéo produit donne effectivement une indication sur les compétences mobilisées, il ne suffit pas à évaluer l'ensemble du travail effectué. En effet, pour réaliser une tâche dans le cadre du développement d'un jeu, les élèves doivent passer par diverses sous-tâches de nature différente : par exemple, pour personnaliser des images ou des sons dans le jeu, ils commencent par trouver ou créer un nouvel élément (image et son) puis ils l'intègrent dans le moteur.

Lors de cette phase d'intégration ou pendant la programmation du jeu, les bugs sont fréquents. Mais en création de jeu vidéo les bugs peuvent être considérés comme des feedbacks qui appellent une correction et non une sanction telle que peut être perçue l'évaluation scolaire. La recherche de la résolution du bug est un moment d'apprentissage important, presque plus pertinent que le développement d'une nouvelle fonctionnalité dans le parcours de l'élève. Les grilles d'évaluation conçues par les enseignants qui se basent sur la version finale du jeu n'offrent donc qu'une vision très limitée des apprentissages réalisés pendant la conception et la production du jeu.

De plus, ce type d'évaluation peut avoir un impact négatif sur les élèves en difficulté qui participent à l'activité. Dans le cadre de Fusion Jeunesse, par exemple, le public visé est très large. Même si ces élèves ne sont pas intégrés dans un parcours dédié aux décrocheurs, ils rencontrent des difficultés

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

d'apprentissage et de rapport au cadre scolaire. Certains élèves ont des problèmes de maîtrise de la langue au niveau de l'expression orale ou de la lecture et de l'écriture. D'autres ont des troubles du déficit de l'attention, ou sont confrontés à des difficultés sociales. Une évaluation réalisée uniquement sur la production réalisée négligerait de valoriser tous les obstacles que les élèves ont réussi à franchir pour aboutir à cette réalisation.

Au-delà des critères utilisés, l'évaluation soulève un autre questionnement, celui du transfert de compétences. La difficulté du projet de création de jeu vidéo est l'ancrage des apprentissages réalisés pendant cette activité. En effet, le projet consiste à produire un jeu sans s'être entraîné au préalable. Il existe peu de temps pour les répétitions qui permettent pourtant d'ancrer les connaissances. Seuls certains élèves atteignent une compréhension suffisante des tâches à réaliser pour être en capacité de les reproduire, de les expliquer, de les appliquer dans d'autres contextes que la production de jeu vidéo, et donc d'entrer dans une démarche réflexive sur ce qu'ils ont produit.

L'évaluation de l'activité de création de jeu vidéo pose donc des questions tant sur sa conception que sur la temporalité dans laquelle elle est effectuée. Le temps de l'évaluation est aussi un élément important, car les élèves sont confrontés à un nouveau type d'activité qui réclame l'acquisition de compétences techniques, comme de savoir-être pendant le processus de production.

De manière générale, l'activité de création de jeu vidéo est en tension entre l'objectif de production, la pédagogie autour des tâches à effectuer et les apprentissages que l'élève doit mobiliser pour réaliser ces tâches. Il s'agit donc de trouver un lien entre les connaissances/compétences que l'élève peut travailler lors de cette activité et les différentes tâches à réaliser pour produire le jeu vidéo.

3.1.2 Méconnaissance du jeu vidéo

Dans l'état de l'art, nous avons pu constater que le GDBL se décline en deux types de projets : la création de serious game, donc un jeu où les élèves mettent en scène les connaissances qu'ils doivent acquérir, ou la création de jeu libre où ils peuvent concevoir le type de jeu de leur choix. Dans le premier cas, la conception est guidée par les connaissances à intégrer, tandis que dans le second, les élèves doivent imaginer à la fois le contenu et les mécaniques de jeu. Ce travail suppose une connaissance de ces mécaniques et des méthodologies de conception d'un jeu vidéo.

Au début du projet, les élèves comme les enseignants ont en tête les modèles de jeux qu'ils

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

connaissent en tant que joueurs et qui sont produits par des studios professionnels. Or, jouer n'est pas créer, comme on peut le constater dans les productions de jeux amateurs. La méconnaissance du jeu vidéo se manifeste à deux niveaux. Le premier concerne le médium lui-même. Les élèves ne parviennent pas toujours à distinguer les différents types de jeux existants. Il est donc nécessaire de commencer par poser les bases d'une littéracie vidéoludique qui sert autant pour le projet que pour leur propre vision de joueurs.

Ce travail est réalisé via des tests de jeux donnant à voir une variété de gameplay. Il constitue aussi les bases d'une initiation au game design, indispensable avant de se lancer dans la conception de leurs propres jeux, comme l'indiquent Madill et Sanford : *"En l'espace de deux heures d'enseignement consacrées à la création de jeux vidéo, les étudiants et les instructeurs se sont engagés dans de nombreuses pratiques de littératie opérationnelle à la fois engageantes et stimulantes. Lire les instructions et apprendre à reconnaître la sémiotique du logiciel ont été essentiels pour pouvoir continuer à concevoir le jeu. Les instructeurs ont également utilisé un langage technologique pour décrire des aspects de l'écran que les étudiants reconnaissaient habituellement"* [111].

Malgré ces exercices de littéracie vidéoludique, nous avons vu dans l'état de l'art que les méthodologies de conception de jeu peuvent rester difficile à appréhender pour des élèves. Elles sont issues de travaux de concepteurs professionnels et sont donc destinées à être utilisées dans le cadre de production industrielle. Par conséquent, il manque un système de mécaniques de jeu facile à comprendre et à mettre en oeuvre pour des lycéens en classe de seconde.

Après la conception, vient le temps de l'organisation de la production du jeu. Dans le cadre du projet Fusion Jeunesse par exemple, ce processus est inspiré du modèle de production professionnel d'un jeu vidéo, c'est-à-dire d'une répartition des tâches par profils (game designer, programmeur, narrative designer, sound designer, graphiste) selon un planning de production en phases ponctuées par des livrables. Après quatre ans de pratique de ce mode d'organisation, nous avons pu constater que les élèves sont particulièrement investis dans leur rôle/ profil métier, car ils en découvrent les contraintes tout au long du projet. Les tâches sont aussi plus faciles à visualiser pour ceux qui ont des difficultés à avoir une vue globale du projet.

En revanche, avec cette organisation, ils ne développent qu'un type de compétences / connaissances précises, liées à leur profil métier. Ils ont également une vision très restreinte du processus de production, sont moins dynamiques lors des phases de tests, car ils ne disposent pas du temps et de la capacité de

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

concentration nécessaires pour porter un regard critique sur les autres profils métiers. De plus, il est parfois difficile pour l'enseignant ou le coordonnateur de créer des groupes équilibrés dans la répartition des profils métiers comme des compétences pour garantir l'aboutissement de tous les projets.

Enfin, cette méthodologie de production qui s'appuie sur une organisation de projet avec des livraisons par phase peut amener l'équipe pédagogique à confondre processus de production et processus d'apprentissage. Le processus de production choisi est celui utilisé dans le cadre professionnel. Il n'est donc pas forcément adapté à une cible d'élèves de l'enseignement secondaire. Le temps d'acquisition des compétences techniques et/ou de mobilisation des connaissances scolaires pour produire un livrable n'est pas toujours en adéquation avec le planning prévu pour les différents livrables. Il est important de prendre conscience de cette tension entre les deux temporalités pour adapter les ateliers en fonction de l'objectif pédagogique.

3.1.3 Prise en mains des outils de production

L'activité de création de jeu vidéo réclame des moyens techniques importants. Elle nécessite des salles informatiques équipées d'au moins un poste connecté à internet pour deux à trois élèves et d'autres équipements pour la production sonore et graphique (casque, micro, tablette graphique ou même parfois instrument de musique). Ces prérequis techniques constituent parfois un frein au bon déroulement du projet. Le passage de la phase de conception, où les élèves définissent les mécaniques de leurs jeux, à la production, où ils vont les implémenter, est aussi difficile, car le manque de maîtrise technique peut limiter la réalisation. Le choix des outils de création qui doivent faciliter ce travail est donc déterminant.

Or, nous avons vu dans l'état de l'art que de nombreux moteurs de jeu qui sont au centre de la production ont été créés pour des besoins de productions professionnels. Il existe bien de plus en plus d'outils destinés aux amateurs mais ils sont souvent peu adaptés au cadre scolaire ou offrent moins de liberté créative pour faciliter l'accessibilité à la programmation. Face à la multiplicité des solutions techniques offertes, il est difficile pour un enseignant de choisir l'outil de production adapté à son contexte. D'après notre état de l'art, il n'existe pas à ce jour d'analyse comparative des moteurs de jeux pour un usage dans des classes de lycée.

Pourtant ce rapport au moteur de jeu ne doit pas être négligé. Les difficultés liées à la prise en main des outils de production ont un impact fort sur l'engagement des élèves. Nous avons noté une

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

baisse de motivation lors du passage à la production lorsque les élèves observent un décalage entre les jeux auxquels ils jouent et ceux qu'ils vont créer. Leurs connaissances techniques limitées et les moyens de production mobilisés ne permettent pas de créer des jeux aussi ambitieux qu'ils le souhaiteraient. Cette phase de prise de conscience, souvent décevante, est un tournant du projet : les élèves risquent de décrocher s'ils ne parviennent pas à implémenter dans l'outil de production les premières idées qu'ils ont conçues. L'équipe pédagogique doit alors accompagner les élèves dans la prise en main de l'outil pour lever les freins techniques rencontrés et redéfinir des objectifs atteignables au regard des outils disponibles et des compétences des élèves.

Dans son rapport Numérique et apprentissage scolaire, Tricot et Chesné indiquent que *"les humains s'approprient un nouvel outil en fonction de la façon dont ils accomplissaient la tâche préalablement, avec éventuellement un outil plus ancien"* [257]. Les élèves n'ayant jamais produit de jeu, ils n'ont donc pas d'expérience antérieure de logiciel comparable. Ils sont donc souvent confrontés à de nombreux bugs lorsqu'ils programment dans le moteur de jeu.

Sur la base de notre retour d'expérience au sein de l'association Fusion Jeunesse et de l'analyse des jeux produits pendant trois ans par les élèves, nous avons pu identifier cinq types de bugs les plus fréquemment rencontrés par les élèves sur le moteur utilisé, Construct3 :

- les layers ou calques servent à gérer différents plans d'affichage : le problème le plus fréquemment rencontré est la difficulté de compréhension de ce concept de calque et de placement des éléments sur ces différents niveaux. Sur la Figure 3.2 on peut voir que les élèves ont utilisé trois calques : le calque0 pour le jeu, le calque d'interface et le calque de décor. Mais ils se sont trompés de calque en intégrant les éléments d'interface et les ont placés sur le calque0. Cela peut occasionner des problèmes d'affichage, notamment dans le cas d'utilisation d'effets de parallaxe sur le calque interface.

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE



FIGURE 3.1 – Capture d’écran issue du jeu *Gamer or Life*, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l’année scolaire 2020-2021

— les variables : difficulté d’appréhension du concept et organisation/nommage des variables. Dans la Figure 3.2, l’élève a écrit un programme destiné à définir les animations et attaques du personnage joueur. Il a créé une variable d’instance nommée vie ”hero”. Mais aucun événement ne fait perdre de vie au personnage, la ligne 2 du programme ne s’exécutera donc jamais.

1	f Sprite	L'animation "hero death anim" est en train d'être jouée	f Sprite	Définir Plateforme comme Désactivé
2	f Sprite	vie_hero = 0	f Sprite	Définir l'animation à jouer "hero death anim" (jouer depuis le début)
3	→ f Sprite	Lorsque Plateforme se déplace	f Sprite	Définir l'animation à jouer "hero walk anim" (jouer depuis le début)
4	→ f Sprite	Lorsque Plateforme s'arrête	f Sprite	Stopper l'animation
5	→ Clavier	Lors de la pression de la touche Espace	f Sprite	Définir l'animation à jouer "hero attack anim" (jouer depuis le début)
6	f Sprite	L'animation "hero attack anim" est en train d'être jouée	f Sprite	Définir attaque à Vrai
7	→ f Sprite	Lorsque l'animation "hero attack anim" est finie	f Sprite	Définir attaque à Faux
8	Clavier	La touche [←] est enfoncée	f Sprite	Définir comme pas symétrique horizontalement
9	Clavier	La touche [→] est enfoncée	f Sprite	Définir comme symétrique horizontalement
10	→ f Sprite	Lorsque Plateforme s'arrête	f Sprite	Définir l'animation à jouer "hero hidle anim" (jouer depuis le début)
11	→ f Sprite	Lorsque l'animation "hero attack anim" est finie	f Sprite	Définir l'animation à jouer "hero hidle anim" (jouer depuis le début)

FIGURE 3.2 – Capture d’écran issue du jeu GP5, lycée Jean Perrin, Saint-Ouen l’Aumône, projet de l’année scolaire 2019-2020

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE



FIGURE 3.3 – Capture d'écran issue du jeu *Soccer game*, lycée Frédéric Bartholdi, Saint-Denis, projet de l'année scolaire 2021-2022

- la gestion des comportements : Construct3 propose différents types de comportements qui conditionnent les inputs et les mouvements de l'élément sur lequel est appliqué le comportement. Les élèves doivent parvenir à comprendre chaque comportement et à trouver celui qui est le plus adapté pour leur mécanique de gameplay. La Figure 3.3 montre un jeu de football créé avec beaucoup de difficultés par des élèves car les comportements proposés par le moteur ne permettaient pas de retranscrire exactement la physique d'un ballon.
- la gestion des collisions : mise en place de la zone de collision pour chaque asset et impact du comportement choisi sur la zone de collision. La Figure 3.4 illustre un jeu de plateforme dans lequel le joueur incarne un robot, situé en haut à gauche de l'écran. L'un des ennemis en forme d'ampoule lance des éclairs. Ces éclairs devaient rebondir lors de la collision avec une plateforme. Or, comme nous pouvons le voir en bas de l'écran, l'éclair passe sous la plateforme.

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE



FIGURE 3.4 – Capture d'écran issue du jeu *Kill Galaxy*, lycée Lucien Voilin, Puteaux, projet de l'année scolaire, 2022-2023

- l'organisation générale du projet : la création des dossiers, le nommage des sprites, la recherche d'un élément dans le projet. Dans le projet la Figure 3.5, les assets (visuels, textes, sons) ont été classés en vrac dans le dossier de projet. Ils ne sont pas nommés explicitement et sont donc difficiles à retrouver.

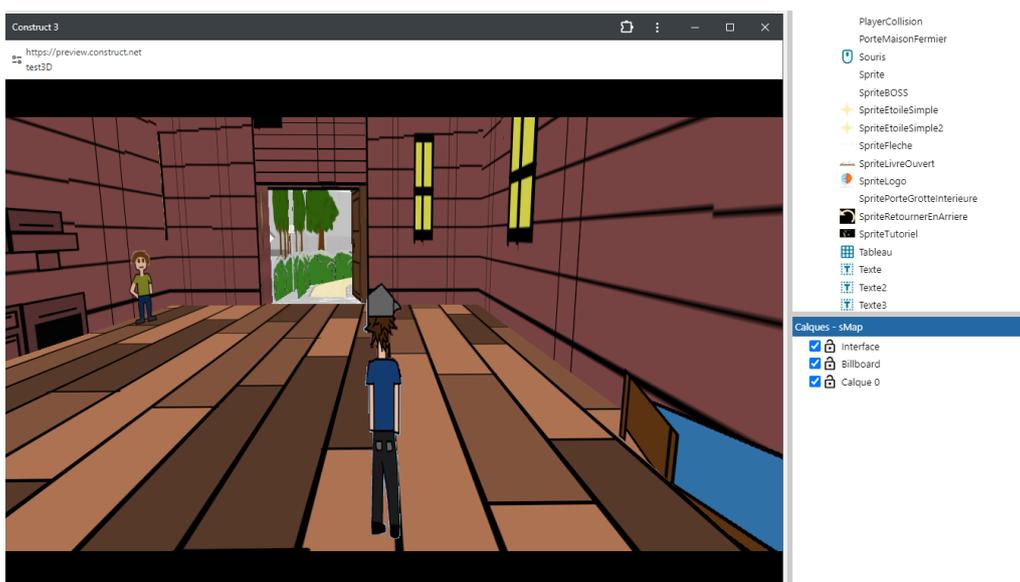


FIGURE 3.5 – Capture d'écran issue du jeu *Energy World*, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire, 2022-2023

3.1. IDENTIFICATION DES FREINS À L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO EN CLASSE

Ce recensement de bugs interroge sur les difficultés d'apprentissage rencontrées par les élèves sur le moteur. Dès lors, comment former les élèves au moteur de jeu, quel contenu additionnel prévoir (vidéos, tutoriels, support écrit)? La majorité des élèves qui rencontrent des difficultés techniques préfère se tourner vers l'équipe pédagogique que de chercher par eux-mêmes des ressources. La consultation de documents ressources est un apprentissage en soi pour certains.

Toutes ces difficultés relatives à la prise en main de l'outil de production interroge sur les solutions possibles pour éviter la démotivation des élèves et permettre le travail de compétences pas uniquement liées à la programmation. L'une des pistes mises en oeuvre par certains des projets de GDBL analysés dans l'état de l'art est le recours à des templates ou jeux pré-codés sur lesquels les élèves peuvent s'appuyer, soit pour s'en servir en tant que modèle, soit pour les compléter afin de réaliser un jeu complet.

3.1.4 Synthèse

Pour conclure, nous avons pu détailler plus précisément les trois freins identifiés :

- la difficulté d'intégration de l'activité dans le cadre scolaire s'explique par le manque de référentiel de compétences adapté à l'activité, c'est-à-dire comportant des compétences disciplinaires et transversales, et par les méthodologies employées pour évaluer les projets qui s'appuient uniquement sur les productions finales sans considérer les apprentissages réalisés tout au long du projet
- la méconnaissance du jeu vidéo est dû au manque de littéracie vidéoludique, à l'absence d'un système de conception simplifié pour que les élèves puissent facilement comprendre les mécaniques d'un jeu et à des processus de production calqués sur le milieu professionnel, donc peu adaptés à la classe
- la prise en main des outils de production est liée à la complexité relative des moteurs de jeu, y compris ceux destinés au public amateur, et surtout au manque de recensement des outils disponibles pour aider les enseignants à faire leur choix.

L'analyse de ces freins nous ont conduit à formuler une problématique de recherche pour tenter de les résoudre et faciliter la mise en place d'activité de Game Development Based Learning en classe.

3.2 Problématique de recherche

Nos recherches sur l'état de l'art en sciences de l'éducation et en informatique ainsi que notre état de l'art et notre retour d'expérience nous ont permis de mieux comprendre l'intérêt, les possibilités et les limites de l'apprentissage par la création de jeu vidéo ou Game Development Based Learning (GDBL).

Cette activité s'appuie sur les principes constructivistes et des pratiques de pédagogie créative. Son émergence dans les salles de classe est le résultat de l'amélioration des équipements informatiques en classe depuis plusieurs dizaines d'années, d'un apprentissage du numérique par les élèves comme par les enseignants et d'une acculturation aux usages de ces outils pour apprendre.

La création de jeu vidéo étant un projet interdisciplinaire, elle offre un cadre idéal pour mobiliser des compétences liées aux matières scolaires comme des compétences transversales. Elle se présente comme un levier de motivation pour un grand nombre d'élèves dont l'engagement est lié à la réalisation d'un projet personnel, et pas seulement à l'usage d'un jeu comme dans le Game Based Learning.

Mais les analyses montrent aussi les limites et les difficultés auxquelles se heurtent les enseignants qui souhaitent mettre en place un projet de création de jeu vidéo. Nous avons pu détailler dans la section précédente les freins au déploiement de l'activité de GDBL qui semble prometteuse mais reste souvent trop complexe à mettre en œuvre.

Pour lever ces freins, une des pistes évoquées dans l'état de l'art est l'utilisation de templates de jeux, donc de modèles de jeux pré-codés, destinés à faciliter l'accès aux outils de création et l'organisation générale de l'activité. Les templates proposent une base de jeu à compléter / personnaliser afin que les élèves puissent facilement démarrer la création et donc la mise en œuvre des compétences.

Des templates de démonstration sont couramment proposés dans les moteurs de jeux. Cependant, ils sont destinés à montrer les possibilités des outils de création et non à un usage pédagogique tel qu'une activité de Game Development Based Learning. Nous entendons par là qu'ils ne répondent pas aux critères d'un template adapté au cadre pédagogique tel que défini dans l'introduction :

- les templates contribuent à lever les barrières techniques, car ils rendent accessible à tous la création de jeu vidéo, même aux enseignants et élèves ayant peu d'expériences en programmation ;
- ils donnent un objectif clair à l'activité en cadrant les tâches à réaliser pour compléter le jeu ;

3.2. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

- ils décomposent la création de jeu vidéo en une série d'activités visant des objectifs précis, ce qui permet aux enseignants comme aux élèves de mieux organiser leur production dans le temps imparti ;
- ils donnent un cadre commun à tous, contrairement à une création libre, et rendent donc l'évaluation plus aisée.

Face à ce constat, nous avons alors formulé la problématique suivante : **Peut-on concevoir et produire des templates de jeu à visée pédagogique afin de faciliter le travail des compétences transversales par les élèves et leur évaluation par l'enseignant dans le cadre d'une activité de création de jeu en classe de seconde ?**

Pour produire un template de jeu à visée à pédagogique, nous ne pouvons pas nous contenter de produire un jeu pré-codé sur un moteur, nous devons également traiter les questions pédagogiques et de conception de jeux. Nous avons donc décomposé notre problématique en sous-problématiques, en lien avec les trois freins observés :

1. Peut-on faire le lien entre des compétences transversales et l'activité de création de jeu vidéo ?
Derrière cette question, il s'agit d'interroger les référentiels de compétences existants, de les mettre en regard avec les tâches réalisées par les élèves lorsqu'ils produisent un jeu. Notre objectif est double :
 - (a) produire un référentiel de compétences dédié à la pratique du GDBL en classe de seconde afin de faciliter la mise en place de projets dans des équipes interdisciplinaires.
 - (b) faciliter l'évaluation des projets, c'est-à-dire s'inspirer des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, pour définir les traces pertinentes à récolter en fonction des objectifs pédagogiques et des compétences visées et proposer une méthodologie pour les implémenter dans les outils de création utilisés.
2. Peut-on adapter les méthodologies de conception et les outils de production de jeu au contexte pédagogique ? Pour rendre la conception de jeu vidéo accessible à tous, il est nécessaire de proposer un système simplifié des mécaniques de jeu qui puisse servir de base à la création comme à l'identification des tâches de production à réaliser. Ce système serait utile à la fois pour faciliter la conception pour les élèves et pour comprendre le processus de production du jeu pour l'enseignant. Nous proposons également de recourir au template pour faciliter la prise en mains des outils de production pour les élèves.

3.2. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

3. Peut-on produire des templates qui facilitent à la fois à la prise en main du moteur de jeu, donc simplifient son accès, tout en offrant un espace de liberté pour la création personnelle ? Le cadre de créativité contraint proposé par les templates restera-t-il suffisamment motivant pour conserver les bénéfices de l'activité GDBL indiqués dans notre état de l'art ?

Notre démarche de recherche pour répondre à ces questions suit plusieurs étapes. Nous commencerons par modéliser un système de référentiel de compétences adapté à l'activité de création de jeu vidéo accompagné d'une liste de tâches de production de jeu vidéo qui mobilisent ces compétences. Puis, nous en proposerons une instanciation appliquée à notre terrain de recherche, la classe de seconde (chapitre 4).

Nous tenterons ensuite de proposer un système de conception de jeu simplifié qui pourra être utilisé comme outil d'initiation au game design auprès d'élèves de seconde et comme base de conception de nos templates. Puis, nous produirons ces templates à visée pédagogique qui implémenteront le référentiel de compétences conçu et les traces d'activités choisis pour faciliter l'évaluation (chapitre 5).

Après la phase de conception, nous passerons à l'expérimentation des templates dans plusieurs classes de seconde pour vérifier qu'ils répondent bien à notre problématique donc qu'ils facilitent bien la mise en place, le suivi et surtout l'évaluation de l'activité. Dans cette phase, nous chercherons également des méthodologies appropriées pour évaluer notre expérience de GDBL (chapitre 6).

Notre objectif est de parvenir à définir des principes de conception et d'utilisation des templates à visée pédagogique afin de faciliter la mise en place de projets de GDBL dans les classes.

Chapitre 4

Modèle général de l'activité de création de jeu vidéo en classe

Contents

4.1	Conception d'un modèle de référentiel de compétences	114
4.1.1	Référentiels existants en lien avec l'activité de création de jeu vidéo	115
4.1.2	Proposition d'un modèle et d'un référentiel pour l'activité de création de jeu vidéo	115
4.1.3	Synthèse	118
4.2	Proposition d'un système d'unités de production	118
4.2.1	Unités de conception	119
4.2.2	Système d'unités de production	120
4.2.3	Tâches de production et organisation de la production du jeu en classe . . .	121
4.2.4	Synthèse	124
4.3	Modélisation de l'activité de création de jeu vidéo	124
4.3.1	Présentation du modèle de l'activité	124
4.3.2	Application dans le cadre de la classe de seconde	128
4.3.3	Synthèse	130

4.1. CONCEPTION D'UN MODÈLE DE RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES

Avant de débiter la production de nos templates à visée pédagogique, nous devons tenter de répondre à nos deux premières sous-problématiques :

1. Peut-on faire le lien entre des compétences transversales et l'activité de création de jeu vidéo ?
2. Peut-on adapter les méthodologies de conception de jeu au contexte pédagogique ?

En effet, pour construire nos templates nous avons d'abord besoin de savoir quelles compétences peuvent être travaillées dans le cadre d'une activité de GDBL en classe de seconde et comment faciliter la conception de jeux qui vont aboutir à la mobilisation de ces compétences. Dans cette partie, nous commençons par concevoir un référentiel de compétences adapté à l'activité en prenant en compte les référentiels existants et les programmes scolaires.

Puis, nous proposons un système de conception de jeu inspiré des méthodologies de game design professionnelles qui se veut suffisamment simple pour guider les élèves et les enseignants dans le projet tout en donnant une vue complète des possibilités en création de jeu vidéo. A l'issue de ce double travail de définition d'un référentiel compétences et d'un système de conception de jeu, nous souhaitons proposer une modélisation de l'activité qui fait le lien entre le travail des compétences et les réalisations des élèves dans les projets de GDBL.

4.1 Conception d'un modèle de référentiel de compétences

Pour concevoir un référentiel de compétence adapté, nous nous appuyons sur la méthodologie de création d'un méta-modèle de compétences utilisée par le projet Comper : le "*méta-modèle de représentation des compétences [doit être] (i) capable d'exprimer une compétence à différents niveaux de granularité, (ii) suffisamment générique pour fédérer les compétences induites par des disciplines variées et des activités pédagogiques hétérogènes [...], (iii) et offrant l'opportunité de regrouper différentes compétences dans une même entité afin de former un référentiel de compétences*" [258].

Notre modèle se compose de la manière suivante : les compétences s'appuient sur des connaissances issues des programmes scolaires de différentes disciplines. Elles sont mobilisées en vue d'accomplir des tâches de production du jeu. Pour réaliser ce modèle, nous commençons par faire un comparatif des référentiels existants pour trouver les compétences communes. Puis, sur la base du référentiel défini, nous identifions les apprentissages indispensables en vue d'accomplir ces tâches.

4.1.1 Référentiels existants en lien avec l'activité de création de jeu vidéo

L'activité de GDBL met en œuvre des compétences définies dans les référentiels scolaires. Il suffit de se tourner vers les programmes officiels français pour le lycée ou vers le socle commun de connaissances et de compétences pour le primaire et le collège : *"la scolarité obligatoire doit au moins garantir à chaque élève les moyens nécessaires à l'acquisition d'un socle commun constitué d'un ensemble de connaissances et de compétences qu'il est indispensable de maîtriser pour accomplir avec succès sa scolarité, poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel et réussir sa vie en société"*. Ces compétences qui peuvent être disciplinaires ou transversales sont celles qui sont le plus souvent connues et appliquées par les enseignants dans leurs pratiques pédagogiques.

Nous avons vu dans notre état de l'art que des référentiels dédiés à ces compétences ont été formalisés, comme le KSAVE [56], et que des méta-analyses, comme celle de Voogt et Roblin [54], ont comparé des référentiels internationaux pour en tirer une liste de compétences : la collaboration, la communication, la littéracie numérique, les compétences sociales, la créativité, la pensée critique, la résolution de problème et le développement de produits.

Face à cette diversité de ressources pour définir les compétences travaillées, les projets de GDBL constituent souvent leurs propres référentiels. C'est le cas de l'association Fusion Jeunesse comme nous l'avons vu dans notre retour d'expérience (cf chapitre 2 - Etat de l'art) et du projet Globaloria qui vise à travailler *"six capacités d'apprentissage contemporaines"* [Reynolds et Caperton 11] parmi lesquelles on trouve la créativité et la prise en main des outils numériques.

4.1.2 Proposition d'un modèle et d'un référentiel pour l'activité de création de jeu vidéo

Commençons par définir un modèle de référentiel avant de proposer une liste de compétences pouvant constituer un référentiel. Notre état de l'art a montré qu'une compétence est considérée comme la mobilisation d'une ou plusieurs connaissances, savoir-faire et, éventuellement, savoir-être, dans une situation donnée. Elle peut être ou non en lien avec une discipline ou non, comme elle peut être interdisciplinaire comme c'est le cas de la plupart des compétences transversales comme les compétences du XXI^{ème} siècle.

Les recherches académiques insistent aussi sur l'importance des tâches d'apprentissage, notamment dans le cadre des activités créatives et de celles qui mobilisent des Environnements Informatiques pour

4.1. CONCEPTION D'UN MODÈLE DE RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES

l'Apprentissage Humain. Les programmes scolaires définissent également des tâches à réaliser en lien avec les compétences visées. Ces tâches d'apprentissage apparaissent donc comme une composante essentielle à prendre en compte dans notre modèle, car ce sont elles qui vont inciter à l'apprentissage de connaissances et à la mobilisation de compétences adéquates. Ce sont les tâches que vont pouvoir observer les enseignants et, dans le cadre des EIAH, ce sont aussi les tâches qui laissent des traces d'activité permettant l'évaluation des compétences.

Sur la base de ces constats, nous avons schématisé ainsi le modèle de référentiel qui nous paraît adapté à l'activité de création de jeu vidéo :

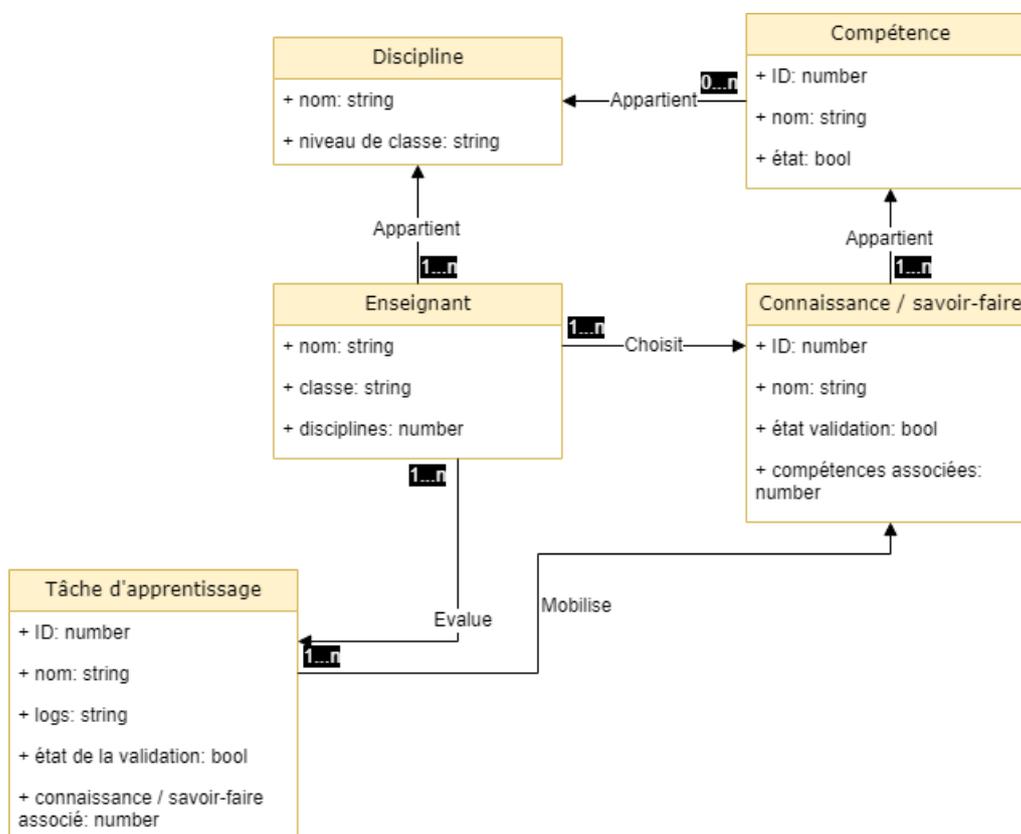


FIGURE 4.1 – Modèle du référentiel de compétences de l'activité de Game Development Based Learning proposé dans le cadre de nos recherches

Sur la Figure 4.1 les compétences peuvent être ou non rattachées à une discipline. L'enseignant est associé à une discipline qui impacte les connaissances à travailler. Ces connaissances sont liées aux compétences du référentiel. La tâche d'apprentissage est une entité particulièrement importante car elle mobilise des connaissances qui sont en lien avec les compétences.

4.1. CONCEPTION D'UN MODÈLE DE RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES

Le modèle étant défini, nous pouvons passer à la conception d'un référentiel de compétence adapté au cadre de notre recherche, la classe de seconde au lycée. Nous avons tenté de réaliser notre propre synthèse des référentiels existants en croisant trois sources :

- les référentiels définis par le cadre scolaire français : le socle commun de compétences (Ministère de l'Éducation Nationale) et les programmes scolaires de seconde ;
- des référentiels qui traitent des compétences du 21^{ème} siècle : les Principes directeurs sur l'apprentissage au XXI^{ème} siècle de l'UNESCO, le Digital competences framework 2.0 de l'Union Européenne, le référentiel PISA et le projet Education 2030 de l'OCDE ;
- le référentiel relatif aux compétences des métiers du jeu vidéo du Syndicat National du Jeu vidéo.

Nous avons identifié les compétences communes à ces référentiels. Les résultats de ce comparatif sont disponibles en annexe (cf Annexe B - Comparatif des référentiels de compétences).

En nous appuyant sur notre état de l'art des projets GDBL et notre retour d'expérience, nous avons sélectionné une liste de treize compétences qui peuvent effectivement être travaillées dans un projet de création de jeu vidéo à tous les niveaux scolaires et donc constituer un référentiel adapté.

Parmi cette liste, on trouve des "*compétences scolaires, des compétences techniques et méthodologiques et des compétences comportementales*" [259]. Ces compétences ont fait l'objet d'une reformulation par rapport aux référentiels initiaux afin d'uniformiser les termes utilisés :

- Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit ;
- Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques ;
- Savoir organiser son travail personnel, savoir comment apprendre ;
- Savoir coopérer pour réaliser un projet, travailler en équipe ;
- Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer ;
- Savoir exprimer sa sensibilité et ses opinions, respecter les autres ;
- Développer son sens des responsabilités, son sens de l'engagement et son esprit d'initiative ;
- Concevoir et fabriquer des objets et des systèmes techniques ;
- Développer sa créativité, inventer, et réaliser des productions de natures diverses, y compris littéraires et artistiques ;
- Développer l'honnêteté intellectuelle ;

4.2. PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'UNITÉS DE PRODUCTION

- Savoir programmer ;
- Résoudre des problèmes ;
- Identifier des besoins techniques et savoir proposer des réponses.

4.1.3 Synthèse

Dans cette section, nous avons pu conceptualiser un modèle de référentiel de compétences qui met en lien les connaissances disciplinaires, les compétences visées et les tâches d'apprentissage.

Le concept de tâche d'apprentissage n'est pas nouveau. Il est utilisé en didactique comme en EIAH pour désigner des actions réalisées par des élèves en vue d'atteindre un but donné. Bien souvent, ces tâches nécessitent l'acquisition de connaissances et la mobilisation de compétences pour pouvoir être réalisées. Dans notre cas, celui de l'activité de création de jeu vidéo, nous intégrons ce concept dans notre modèle de référentiel de compétences : à chaque tâche réalisée, les élèves vont générer des traces d'activité que l'enseignant pourra évaluer.

Mais ce modèle de référentiel de compétences n'est qu'une partie du modèle général de l'activité de création de jeu vidéo que nous tentons de constituer. L'autre partie concerne les éléments propres à la conception d'un jeu vidéo.

4.2 Proposition d'un système d'unités de production

La conception d'un jeu vidéo réclame des connaissances en game design donc des notions sur les mécaniques de jeu et les design patterns. A l'issue de notre analyse de l'état de l'art, nous n'avons trouvé aucun système de conception simplifié adapté à la création de jeu vidéo en lycée. Comme dans d'autres domaines, la cuisine par exemple, il existe une vraie différence entre les objectifs, les savoirs et les méthodes des professionnels et des amateurs. Les outils doivent donc être adaptés à chaque contexte.

Dans cette partie, notre objectif est de formaliser une méthode de conception accessible et compréhensible pour une activité de GDBL en classe de seconde. La première étape est d'établir une liste de briques ou "ludèmes" que les élèves peuvent utiliser pour construire leurs jeux. Puis, la deuxième étape vise à créer une représentation visuelle de ce système pour en faire un design pattern adapté au GDBL. La troisième et dernière étape est consacrée à la mise en pratique de ces briques de

conception dans le cadre d'une production de jeu via la réalisation d'une série de tâches de production.

4.2.1 Unités de conception

En dehors de l'étude de Denner et al [219] consacrée au travail sur la compétence de pensée computationnelle, nous n'avons pas trouvé de références portant sur l'analyse des mécaniques utilisées dans les jeux créés par les étudiants. Nous suivons la méthodologie de Barney [161] pour construire notre système de design pattern. Le point de départ est la définition des mécaniques de jeu que nous appelons "unités de conception". Les "unités de conception" sont des briques fonctionnelles qui interagissent entre elles.

Pour identifier des unités de conception, nous avons appliqué un principe de reverse engineering ou analyse de jeux sur un corpus issu de l'association Fusion Jeunesse (cf. retour d'expérience dans le Chapitre 2 - Etat de l'art). Nous avons ensuite choisi de compléter ce premier aperçu des briques de conception les plus utilisés par les élèves par un comparatif de ces briques de jeu définies dans des références majeures de game design. Le résultat détaillé de ce travail est disponible en annexe (cf Annexe C - Définitions de game design).

Nous avons identifié 10 mécaniques communes citées dans l'ensemble de ces références. Pour chacune de ses mécaniques, nous avons rédigé une définition propre :

- Personnages : ensemble des éléments qui concernent les personnages présents dans le jeu ;
- Organisation de la scène du jeu : paramètres de configuration des scènes du jeu ;
- Contrôles : éléments mis à disposition du joueur pour interagir avec le jeu ;
- Environnement / monde : éléments visuels ou sonores (hors personnages) qui participent à la construction du monde ;
- Objets : éléments quantifiables avec lequel le joueur peut interagir ;
- Objectifs : buts explicites ou implicites donnés au joueur pour le faire progresser et cadrer son parcours de jeu ;
- Dispositifs d'information : éléments visuels ou sonores à destination du joueur avec pour objectif d'aider à la compréhension et/ou à la prise en main ;
- Ressources : éléments (quantifiables ou non) que le joueur peut acquérir, produire, perdre, consommer, directement ou indirectement en vue d'obtenir ou de changer l'équilibre du système ;

4.2. PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'UNITÉS DE PRODUCTION

- Histoire : récit qui concerne les personnages et/ou le monde dans lequel ils évoluent ;
- Obstacles : éléments que le joueur doit surmonter pour atteindre son objectif.

Nous retenons cette liste de mécaniques de jeu fréquemment citées comme unités de conception. Notre critère pour définir une mécanique comme unité de conception est le suivant : ces unités ne peuvent pas être exclusivement enfants les unes des autres sans brider la conception du jeu et par conséquent le gameplay. Par exemple, l'unité "personnages" doit pouvoir exister indépendamment de l'unité "objectifs" pour permettre aux élèves de concevoir des éléments concernant le personnage qui ne sont pas uniquement liés aux objectifs du jeu.

4.2.2 Système d'unités de production

Les unités de conception peuvent être décomposées en une ou plusieurs unités de production. Par exemple, l'unité de conception "Personnage" est composée de trois unités de production : personnage-joueur, ennemis et personnage non joueur (PNJ) donc les personnages qui ne sont pas contrôlés par le joueur. L'unité de conception "Objets" est composée de deux unités de production : les éléments à collecter et les éléments interactifs du décor. Pour chaque unité de production, on peut donner aux élèves des exemples de questions à se poser afin de faciliter la conception du jeu.

Nous souhaitons maintenant proposer un système de visualisation qui mette en relation ces deux types d'unités, unités de conception et unités de production, et les exemples associés afin de faciliter l'appropriation de ces notions pour les élèves. Pour cela, nous devons définir ce qui lie les unités de conception entre elles. Nous proposons une approche par niveaux de visibilité qui représentent les différentes "couches" de jeu et nous procédons à une description des unités de la couche la plus visible à la moins visible (ce qui est souvent la démarche employée dans l'initiation au game design en GDBL) :

- l'espace de jeu : ce qui est présent et visible sur la scène de jeu par défaut. Cette couche met en lien les unités de conception "Personnage", "Organisation des scènes" et "Environnement / monde".
- l'interactivité : ce qui permet au joueur d'interagir avec le jeu (envoyer et recevoir de l'information). Dans cette couche, nous trouvons les unités de conception "Objets", "Contrôles" et "Dispositifs d'information". Signalons que l'unité "Histoire" est placée à la croisée entre l'espace de jeu et l'interactivité.
- le système : ce qui permet de modifier l'état des éléments du jeu au cours de la partie. Cette couche,

4.2. PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'UNITÉS DE PRODUCTION

la plus cachée et la plus difficile à appréhender, comporte les unités "Objectifs", "Obstacles" et "Ressources".

Nous procédons ensuite à une modélisation visuelle de ce système que nous pouvons voir en Figure 4.2.

4.2.3 Tâches de production et organisation de la production du jeu en classe

Le système proposé permet aux élèves et aux enseignants de visualiser les unités de production qui peuvent être intégrées dans le jeu. Il facilite le travail de conception, mais n'indique pas comment mettre en œuvre, produire et intégrer ces briques dans le jeu. Pour cela, nous avons besoin de décomposer le travail de production en tâches afin d'offrir une vue globale de l'organisation de l'activité en classe et des liens entre la réalisation du jeu vidéo et les compétences visées.

Dans le système que nous proposons, nous définissons une tâche de production comme une action à réaliser par un ou plusieurs élèves pour passer une unité de production de l'état N à l'état N+1. Pour effectuer une tâche de production, les élèves doivent faire appel à des connaissances et mettre en œuvre des compétences. Contrairement aux tâches d'apprentissage qui sont contextuelles car elles s'appuient sur les programmes scolaires, les tâches de production sont communes à l'ensemble des créations de jeu et dépendent uniquement du game design.

4.2. PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'UNITÉS DE PRODUCTION

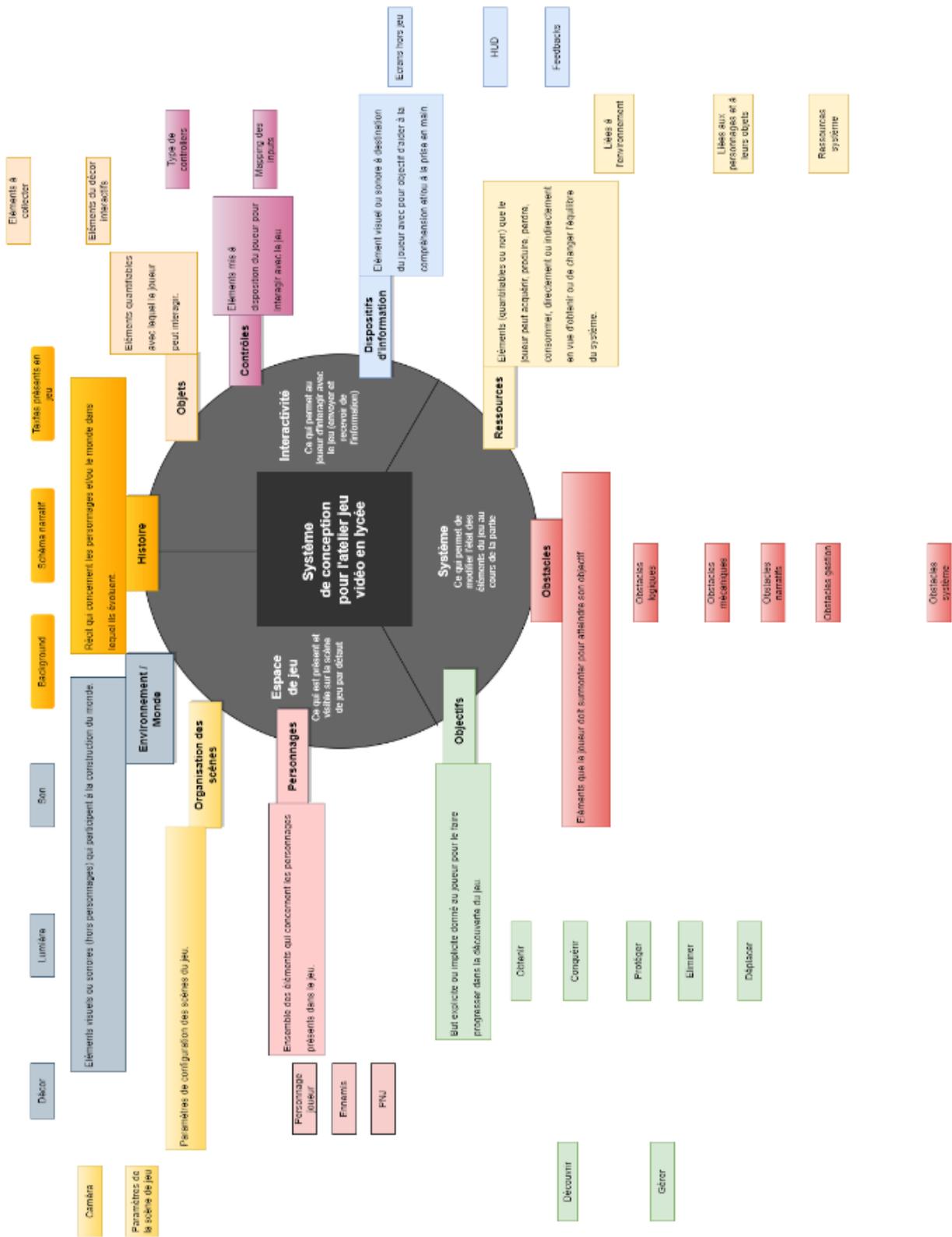


FIGURE 4.2 – Système d'unités de conception et de production décomposant la création d'un jeu en briques fonctionnelles accessibles à des élèves de lycée

4.2. PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'UNITÉS DE PRODUCTION

Le système est conçu pour faciliter la mise en place d'une activité de GDBL de manière générale. Lors de la phase de game design, les élèves utilisent les unités de conception et de production pour définir les briques qu'ils souhaitent mettre dans leurs jeux. Leurs choix conditionnent les tâches de production à réaliser par phase pour créer leur jeu. Ainsi, nous obtenons la modélisation présentée en Figure 4.3 :

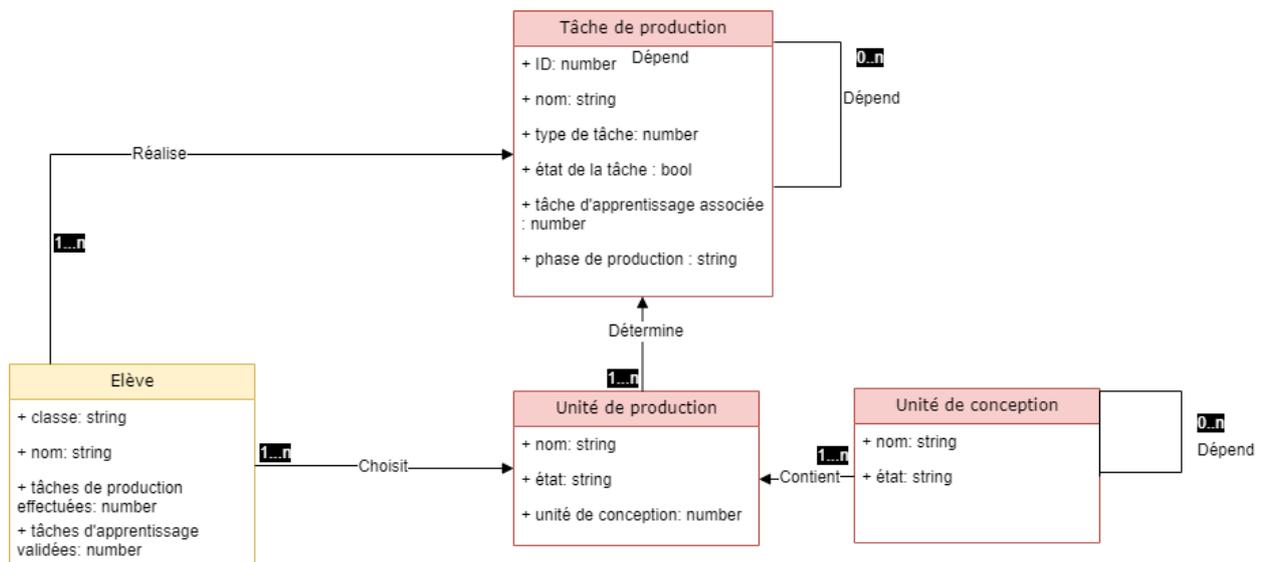


FIGURE 4.3 – Modèle du système de production d'un création de jeu vidéo, dans le cadre de l'activité de Game Development Based Learning

Une relation de dépendance peut exister entre certaines tâches de production effectuées par un élève ou entre certaines tâches réalisées par plusieurs élèves différents.

L'activité de création de jeu vidéo réclame donc la collaboration entre plusieurs élèves. Par exemple, pour intégrer le personnage-joueur dans le jeu, les élèves doivent concevoir son identité, ses contrôles ou encore son apparence. Ils créent ensuite des *assets* visuels et sonores correspondants à cette définition, puis les intègrent dans le jeu et programment les actions possibles en fonction des contrôles du joueur.

Enfin, le choix d'organiser la production en tâches offre aussi la possibilité de concevoir un système de trace d'activités granulaire, où chaque tâche peut être tracée afin de faciliter l'évaluation.

4.2.4 Synthèse

L'activité de GDBL suppose d'adapter les méthodologies de design et de production de jeu vidéo à un cadre scolaire. Qui dit adaptation dit connaissance préalable des théories des game designers, les mécaniques de jeu et les design patterns qui lient ces mécaniques entre elles pour en faire un système.

Suite à notre état de l'art des systèmes de conception en game design, nous avons choisi de concevoir un outil plus facile à comprendre pour des élèves novices en conception de jeu vidéo. Nous nous sommes appuyés sur des ouvrages de référence en game design et avons extrait dix composantes que nous avons appelées des "unités de conception". Ces unités de conception se matérialisent dans le jeu via des "unités de production". Enfin, nous avons proposé une représentation visuelle en utilisant une approche par "couches", de la plus visible, l'espace de jeu, à la moins visible, le système.

Le système de conception proposé est une aide à la conception avant de passer à la production, organisée en tâches. Ces tâches peuvent être interdépendantes, ce qui nécessitent aux élèves de collaborer pour aboutir à la production du jeu. Elles offrent aussi la possibilité de tracer plus précisément les activités de chaque élève en vue d'une évaluation des compétences.

4.3 Modélisation de l'activité de création de jeu vidéo

Nous avons vu qu'il était parfois difficile pour un enseignant d'identifier les compétences relatives à sa discipline ou les compétences transversales qui peuvent être travaillées en GDBL. Pour résoudre cette difficulté, nous proposons de modéliser un système global qui associe un référentiel de compétences à un système de production de jeu vidéo. Dans cette section, nous présentons l'articulation entre le processus d'apprentissage et le système de production d'un jeu vidéo. Puis, nous exposons le modèle global avant de l'appliquer plus précisément au cadre de notre recherche, à savoir la classe de seconde.

4.3.1 Présentation du modèle de l'activité

Dans notre modèle de conception et de production de jeu vidéo nous avons identifié des tâches de production que les élèves doivent accomplir pour produire les unités de conception de leur jeu. En examinant plus précisément ces tâches de production, nous pouvons voir qu'elles nécessitent, pour être réalisées, des connaissances et compétences issues des référentiels disciplinaires et transverses. Par exemple, la création d'une histoire, donc l'écriture d'un scénario, va mobiliser la compétence

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

”Comprendre, s’exprimer en utilisant la langue française à l’oral et à l’écrit” du référentiel défini, déclinée en plusieurs tâches d’apprentissage dans le programme de seconde : connaître les verbes et la concordance des temps, les relations logiques fondamentales, l’accord entre le groupe nominal et le verbe.

Le lien entre tâche de production et tâche d’apprentissage représente la relation entre l’activité de création de jeu vidéo et les référentiels de compétences : c’est donc le pivot de notre système. Sur la Figure 4.4, les tâches de production sont liées aux tâches d’apprentissage : pour réaliser chaque tâche de production, l’élève doit passer par des tâches d’apprentissage, donc mobiliser des connaissances et des compétences.

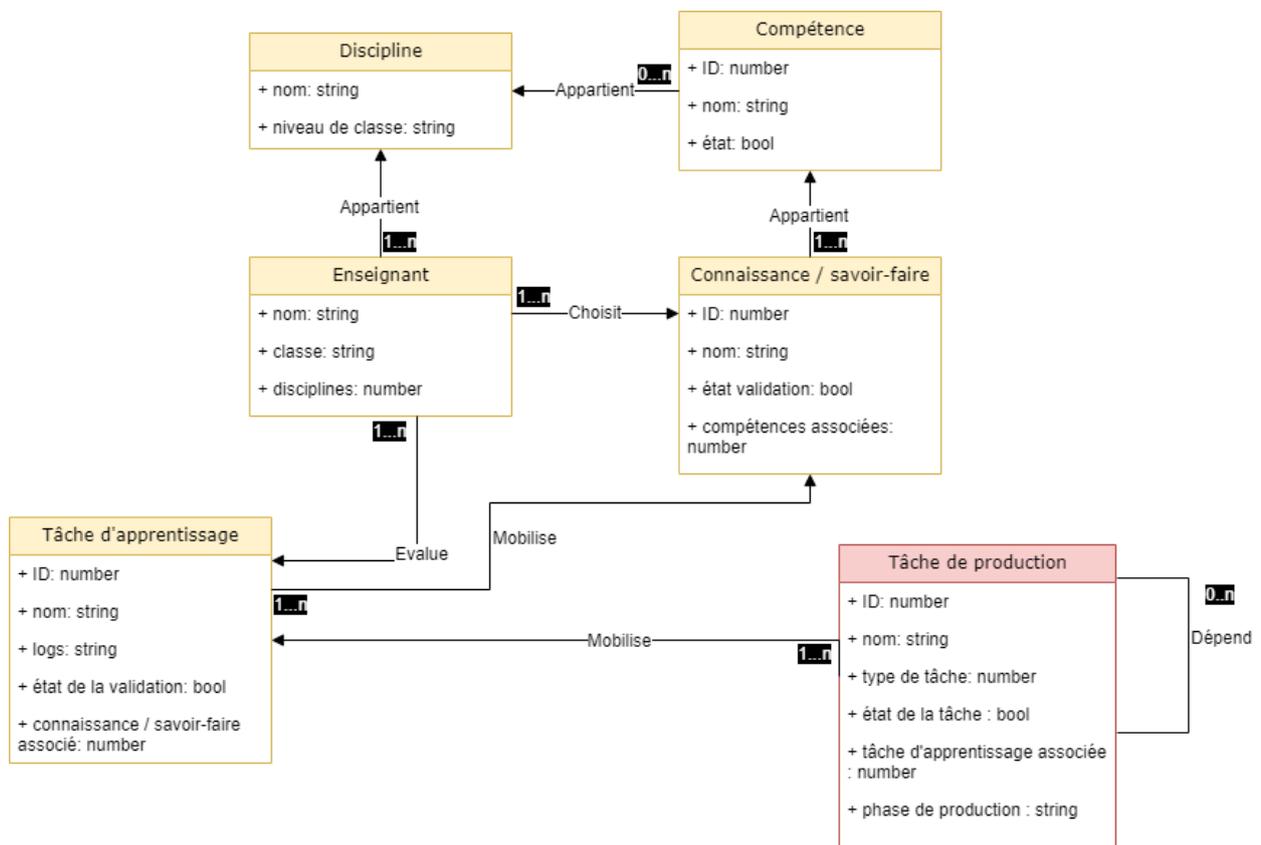


FIGURE 4.4 – Lien entre les tâches de production et le modèle de référentiel de compétences de l’activité de Game Development Based Learning proposé dans le cadre de nos recherches

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

Pour l'élève, l'activité reste motivante, car la tâche d'apprentissage est implicite, elle découle de la tâche de production.

Pour l'enseignant, ce lien entre les deux types de tâches facilite l'évaluation. Parfois les tâches de production ne sont pas faciles à appréhender pour un enseignant peu familier avec l'univers du jeu vidéo ou un observateur de l'activité. Dans ce cas, il est toujours possible de se référer aux tâches d'apprentissage, liés à des connaissances du programme scolaire, pour évaluer les compétences.

Le modèle agit donc comme une grille de lecture de l'activité : les enseignants peuvent, en observant le jeu, donc les tâches de production réalisées, évaluer les tâches d'apprentissage effectuées et donc les compétences mobilisées.

En liant les deux systèmes, celui de design et de production de jeu et celui du modèle de référentiel de compétences, nous obtenons un schéma, celui de la Figure 4.5, qui nous donne une vision globale de l'activité.

Ce schéma global de l'activité montre le lien entre notre modèle de référentiel de compétences et notre système de conception de jeu, via l'association tâche de production - tâche d'apprentissage

Nous définissons ainsi les termes utilisés dans le cadre de ce schéma :

- tâche de production : ce type de tâches a deux états : à faire / terminée. Le passage d'un état à l'autre se fait par auto-déclaration de l'élève ;
- tâche d'apprentissage : lorsqu'une tâche de production est déclarée comme validée par l'élève, l'enseignant peut évaluer la ou les tâches d'apprentissage associées à cette tâche de production ;
- connaissances : une connaissance est validée lorsque toutes les tâches d'apprentissage de cette connaissance / savoir-faire sont validées ;
- compétences : une compétence est validée lorsque tous les savoir-faire / connaissances de cette compétence sont validés.

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

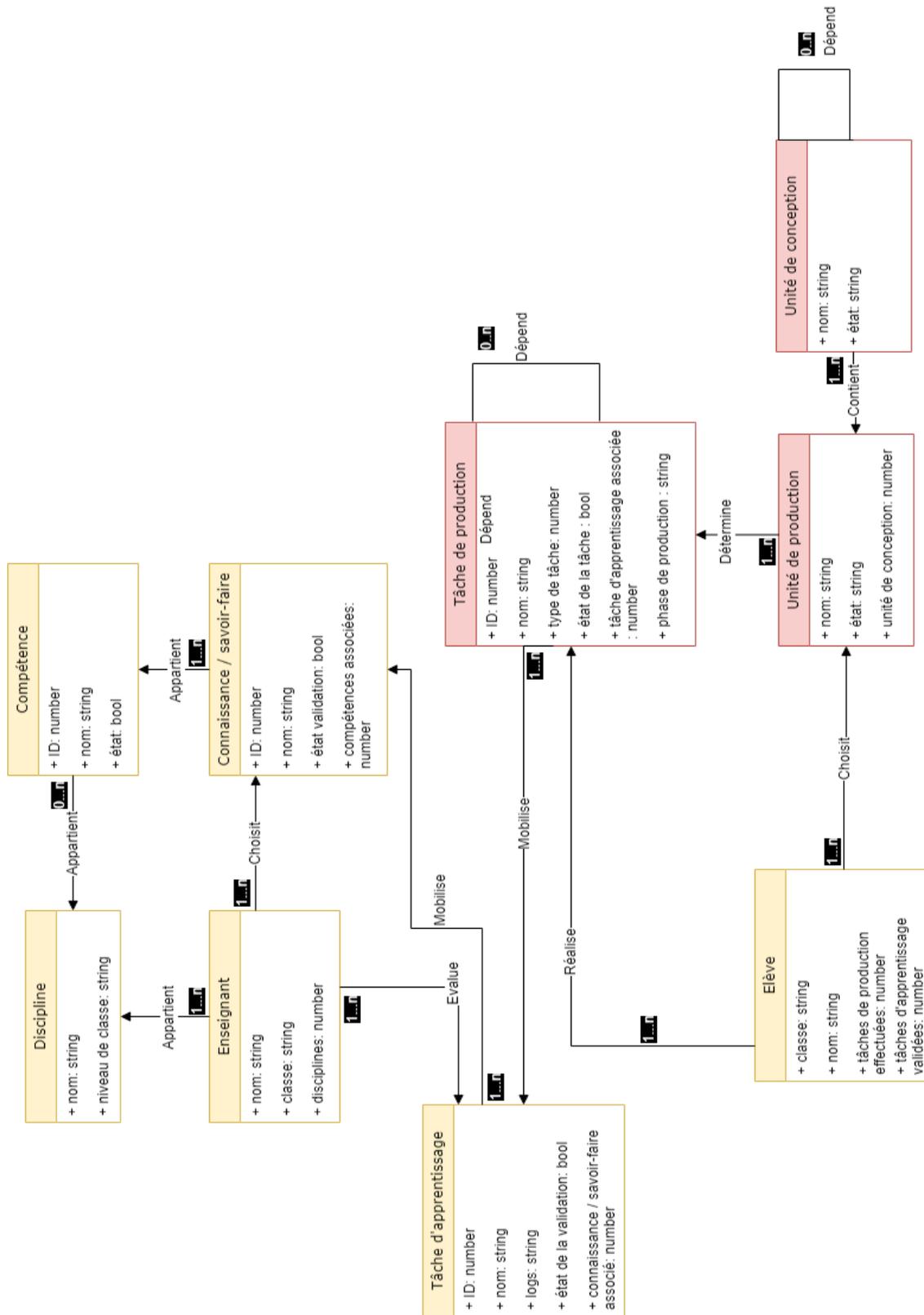


FIGURE 4.5 – Modèle général de l'activité de création de jeu vidéo rassemblant le système de production d'un jeu et le référentiel de compétences

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

Nous pouvons expliquer en pratique ce modèle en prenant pour exemple la tâche de production "Intégrer un personnage joueur". Pour réaliser cette tâche les élèves doivent mobiliser plusieurs compétences. Pour la programmation des déplacements et des contrôles du personnage, ils peuvent s'appuyer sur la compétence "Savoir programmer" et leurs connaissances en mathématiques relatives aux variables et instructions élémentaires. Pour la création des animations du personnage, ils vont faire appel aux connaissances de calculs d'échelles, de trajectoire et de vitesse vues en physique et relatives donc mobiliser la compétence "Résoudre des problèmes" dans le référentiel.

4.3.2 Application dans le cadre de la classe de seconde

Pour appliquer le modèle à la classe de seconde, il nous faut associer les compétences issues de notre modèle de référentiel avec les connaissances des programmes scolaires de cette classe. Puis, nous devons réaliser une liste complète des tâches de production possibles pour les lier aux tâches d'apprentissage définies par les référentiels scolaires.

Pour commencer, nous avons réalisé un travail de synthèse des programmes scolaires de la classe de seconde afin de faire le lien entre les compétences de l'activité de GDBL et les connaissances travaillées dans chaque discipline. Le résultat est disponible en annexe (cf Annexe B- Compétences travaillées et connaissances du programme scolaire de seconde).

Les programmes scolaires nous ont aussi permis d'extraire la liste des tâches d'apprentissage en lien avec les connaissances. Par exemple, en Français, la connaissance "Connaître les règles d'accord dans le groupe nominal et entre le sujet et le verbe" est travaillée via la tâche d'apprentissage "Rédiger un texte avec les bons accords dans le groupe nominal". En mathématiques, la tâche de calcul des longueurs, des angles sert à acquérir la connaissance "Résoudre des problèmes de géométrie".

Après avoir obtenu une vision complète des compétences, connaissances et tâches d'apprentissage de la classe de seconde, nous passons à la recherche des tâches de production. En nous basant sur notre expérience, la ligne du temps proposée par Fusion Jeunesse, et sur notre état de l'art des projets de GDBL, nous avons pu établir la liste des tâches de production (cf Table 4.1).

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

Unité de conception	Tâches de production
Personnage joueur / Ennemis / PNJ	Créer des fiches personnages et actions Créer et intégrer les visuels Gérer les déplacements Programmer les comportements
Organisation des scènes	Définir et programmer la caméra Créer les scènes des différents niveaux Intégrer des éléments de décor Faire le level design Créer et intégrer une musique
Histoire	Rédiger des descriptions précises des composantes principales du jeu : personnages, éléments du décor, objets Rédiger l'histoire en suivant le schéma narratif Rédiger les dialogues
Objets	Faire la liste complète des éléments interactifs : éléments à collecter et éléments du décor Créer et intégrer les visuels et animations des objets Programmer les intégrations avec les objets
Contrôles	Définir les controllers Définir et programmer les contrôles en jeu Définir et programmer les contrôles hors jeu
Dispositifs d'information	Créer et implémenter un écran de démarrage Créer et implémenter un écran de victoire Créer et implémenter un écran de game over Créer et implémenter les éléments d'interface en jeu Créer et implémenter les effets visuels et sonores liés aux personnages Créer et implémenter les effets visuels et sonores liés aux objets
Ressources	Définir et implémenter les variables liées aux personnages Définir et implémenter des variables liées aux objets Définir et implémenter le système des éléments à collecter / bonus, etc.
Choix	Définir les choix possibles pour le joueur
Obstacles	Définir et décrire les grands types d'obstacles

TABLE 4.1 – Liste des tâches de production pour l'activité de Game Development Based Learning en classe de seconde

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

Cette liste est destinée à réaliser la création complète d'un jeu pendant l'année scolaire. Le nombre de tâches de production peut être adapté selon l'ampleur du projet à réaliser et le temps consacré au projet.

Pour faire le lien entre tâche de production et tâche d'apprentissage, nous nous basons toujours sur notre expérience de coordonnatrice de projet au sein de l'association Fusion Jeunesse et sur notre état de l'art, notamment les articles qui détaillaient la production d'un jeu et les tâches réalisées.

Pour donner deux exemples de lien entre tâche de production et tâche d'apprentissage dans le cadre d'une activité de GDBL en seconde :

- La tâche de production "gérer les déplacements du personnage principal" fait appel à plusieurs tâches d'apprentissage liées à des connaissances en mathématiques : "Représenter géométriquement des vecteurs", "Lire les coordonnées d'un vecteur", "Calculer la distance entre deux points", "Modéliser et résoudre des problèmes mobilisant les notions de multiple, de diviseur, de nombre pair, de nombre impair, de nombre premier", "Choisir ou déterminer le type d'une variable", "Écrire une formule permettant un calcul combinant des variables".
- La tâche de production "Créer un thème musical" nécessite, entre autre, de réaliser les tâches d'apprentissage liées aux fréquences de hauteur de son travaillées en physique.

Une tâche de production peut aussi faire appel à plusieurs tâches d'apprentissage. Cela s'explique par le caractère interdisciplinaire de l'activité et montre qu'il est possible de réaliser cette activité dans plusieurs matières et à plusieurs stades de progression dans le programme scolaire.

Les tâches de production et donc d'apprentissage peuvent aussi varier selon le type d'outils de création utilisé qui facilitera par exemple l'accès à la programmation.

4.3.3 Synthèse

Pour conclure cette partie, nous avons conçu notre modèle général de l'activité de création de jeu vidéo en deux étapes. La première consiste en la définition d'un modèle de référentiel de compétences appliqué ensuite au référentiel des programmes scolaires de seconde. La seconde concerne la conception d'un système de design et de production associant des unités de production à des tâches à réaliser pour créer ces briques dans le jeu.

Le lien entre les deux parties du modèle, le référentiel de compétences, d'une part, et le système

4.3. MODÉLISATION DE L'ACTIVITÉ DE CRÉATION DE JEU VIDÉO

de production de jeu, d'autre part, est créé par l'association des tâches de production au jeu et des tâches d'apprentissage issues des programmes scolaires. En effet, pour créer toutes les parties d'un jeu vidéo, les élèves doivent mobiliser des connaissances et compétences qu'ils apprennent dans différentes disciplines. Derrière chaque tâche de production "se cachent" donc des apprentissages fondamentaux que les enseignants peuvent évaluer.

Ce modèle a été mis à l'épreuve par son application au contexte de recherche, la classe de seconde. Il répond positivement à une partie de notre première sous-problématique "Peut-on faire le lien entre des compétences transversales et l'activité de création de jeu vidéo?" car nous avons pu produire un référentiel adapté à l'activité. Il satisfait également notre deuxième sous-problématique "Peut-on adapter les méthodologies de conception de jeu au contexte pédagogique?" par la proposition d'un système de conception adapté aux lycéens.

Mais ce modèle abstrait doit maintenant être appliqué dans le cadre concret de la production d'un template de jeu à visée pédagogique afin de vérifier si cet outil peut faciliter la prise en main des outils de production par les élèves et l'évaluation de l'activité par les enseignants.

Chapitre 5

Conception et production de template à visée pédagogique

Contents

5.1	Conception des templates	133
5.1.1	Sélection des compétences, des tâches d'apprentissage et des tâches de production	133
5.1.2	Définition des traces d'activité	136
5.1.3	Synthèse	137
5.2	Choix de l'outil de production	138
5.2.1	Grille d'évaluation	138
5.2.2	Recensement	142
5.2.3	Résultats du comparatif	143
5.2.4	Sélection des outils de création de jeu pour expérimentation	145
5.2.5	Synthèse	149
5.3	Méthodologie de production de templates de jeux	150
5.3.1	Un jeu terminé à modifier	152
5.3.2	Un jeu créé par instanciation	155
5.3.3	Un jeu terminé paramétrable par l'enseignant	159
5.3.4	Synthèse	167

5.1. CONCEPTION DES TEMPLATES

Notre modèle général de l'activité présenté dans le chapitre précédent reste théorique tant qu'il n'est pas appliqué dans un template à visée pédagogique. C'est l'objectif de ce chapitre qui s'organise en trois temps :

1. d'abord, une phase de conception, afin de sélectionner les compétences mises en oeuvre dans les templates et les traces d'activités à implémenter ;
2. puis, le choix d'outils de production adaptés à la fois aux besoins techniques liés à la création de nos templates et à la mise en place d'une activité en classe de seconde ;
3. enfin, la recherche d'une méthodologie de production pour aboutir à la création de templates utilisables par les élèves et les enseignants.

5.1 Conception des templates

5.1.1 Sélection des compétences, des tâches d'apprentissage et des tâches de production

La démarche de conception de template à visée pédagogique est similaire à celle d'un EIAH. La création d'un EIAH a pour but l'amélioration ou l'évolution d'une Situation Pédagogique Informatisée (SPI) en vue d'obtenir de meilleurs résultats d'apprentissage, soit directement grâce aux interactions entre l'élève et cet environnement, soit indirectement en libérant par exemple l'enseignant de certaines tâches afin qu'il puisse se concentrer sur d'autres interventions bénéfiques aux élèves.

Les templates que nous projetons de créer proposent à la fois un environnement destiné à faire travailler des compétences visées et des ressources utilisables en autonomie par les élèves afin que l'enseignant puisse observer le travail des compétences transversales définies dans le référentiel proposées, donc par exemple la collaboration, la résolution de problème, la créativité, etc.

Notre objectif dans le cadre de cette recherche est de créer des templates à visée pédagogique, pour la classe de seconde, utilisables dans plusieurs disciplines sur une à trois séances d'une à deux heures chacune et accessibles quel que soit le degré de familiarité des enseignants avec le jeu vidéo.

En phase de spécifications, nous nous appuyons sur le modèle général de l'activité décrit dans le chapitre précédent pour caractériser les fonctionnalités de notre template. Nous avons sélectionné six des treize compétences du référentiel de compétences de l'activité présentée dans les sections précédentes :

1. Comprendre et s'exprimer à l'oral et à l'écrit ;

5.1. CONCEPTION DES TEMPLATES

2. Développer sa créativité ;
3. Résoudre des problèmes ;
4. Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer ;
5. Développer l'honnêteté intellectuelle ;
6. Savoir organiser son travail personnel et le travail de groupe.

Les compétences sélectionnées sont transversales et peuvent donc être travaillées dans plusieurs disciplines. Elles sont liées à des connaissances qui sont acquises ou travaillées à travers des tâches d'apprentissage. Les connaissances et tâches d'apprentissage sont directement extraites des programmes scolaires de seconde que nous avons étudiés dans les sections précédentes.

Pour créer un template permettant de travailler les compétences citées ci-dessus, nous sélectionnons des unités de production associées à des tâches de production qui vont nécessiter la réalisation des tâches d'apprentissage visées. L'objectif étant de créer un template utilisable dans un nombre de séances restreint, nous limitons tant que possible le nombre de tâches de production à réaliser. Certaines tâches sélectionnées peuvent toutefois réclamer la mobilisation de plusieurs apprentissages et plusieurs connaissances.

Suite à la sélection des compétences - connaissances - tâches d'apprentissage - tâche de production, nous obtenons le tableau de spécifications suivant (cf Table 5.1) :

5.1. CONCEPTION DES TEMPLATES

Compétence visée	Connaissances	Tâche d'apprentissage	Unité de production	Tâche de production
Comprendre et s'exprimer à l'oral et à l'écrit	Connaître les règles de grammaire en Français Savoir exprimer des relations logiques fondamentales	Rédiger un texte en respectant les règles de grammaire et en faisant des phrases complexes	Textes présents en jeu	Rédiger les dialogues
Développer sa créativité	Réaliser des opérations sur une image numérique Produire un écrit d'appropriation Connaître et employer les notions d'émission et de perception du son	Traiter une image avec des outils numériques Rédiger un texte d'écriture d'invention, une note d'intention de mise en scène, un synopsis, un extrait de scénario, etc Régler la fréquence et l'intensité sonore d'un son	Personnage joueur, Ennemis et PNJ Eléments à collecter et éléments interactifs Textes présents en jeu	Créer et intégrer les sprites définitifs des personnages Créer et intégrer les bruitages définitifs des objets Créer et implémenter les textes en jeu (dialogue, explications, etc)
Résoudre des problèmes	Écrire et développer des programmes	Savoir affecter une valeur à une variable	Environnement, Personnages et objets	Finaliser le développement des variables environnement / personnages / objets
Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer	Adapter son expression aux différentes situations de communication Identifier les principaux formats et représentations de données. Connaître et utiliser des outils de partage (cloud)	Rédiger un texte en choisissant le bon registre de langue Reconnaître le format d'un fichier et l'usage associé, reconnaître les différents formats de données Utiliser un support de stockage dans le nuage pour partager des fichiers, paramétrer des modes de synchronisation.	Textes présents en jeu Personnage joueur, Ennemis et PNJ Décor	Rédiger les dialogues Créer et intégrer les sprites définitifs des personnages Trouver des sources d'inspirations visuelles et sonores
Développer l'honnêteté intellectuelle	Connaître certaines notions juridiques (licence, droit d'auteur, droit d'usage, valeur d'un bien).	Savoir identifier la licence d'un fichier et ses possibilités d'exploitation Savoir créditer les auteurs d'une oeuvre	Personnage joueur, Ennemis et PNJ Eléments à collecter et éléments interactifs Décor	Créer et intégrer les sprites définitifs des personnages Créer et intégrer les bruitages définitifs des objets Trouver des sources d'inspirations visuelles et sonores
Savoir organiser son travail personnel et le travail de groupe	Gérer son temps Rassembler des sources d'informations et organiser ses fichiers	Savoir quelles sont les tâches à réaliser Ecouter les consignes, savoir prendre des notes Organiser ses fichiers, bien les nommer, savoir les retrouver	Personnage joueur, Ennemis et PNJ Eléments à collecter / Eléments du décor interactifs Objectif du jeu Décor Eléments à collecter / Eléments du décor interactifs	Définir les actions et les capacités des personnages Définition des objets (type de visuels, types de sons) Finaliser la définition des principes de gameplay Créer le level design

TABLE 5.1 – Liste des compétences mobilisées pour réaliser les tâches de production et tâches d'apprentissage visées par nos templates d'expérimentation

5.1. CONCEPTION DES TEMPLATES

En résumé, pour conduire les élèves à réaliser les tâches d'apprentissage associées aux connaissances et aux compétences visées, le template que nous devons créer doit intégrer les unités de production suivantes :

- Un personnage joueur et d'autres types de personnages (ennemis ou PNJ) ;
- Un décor ;
- Des textes présents en jeu ;
- Des éléments à collecter et / ou des éléments du décor interactifs ;
- Des objectifs et des obstacles.

Comme tout jeu, le template doit aussi comporter une caméra et des contrôles pour le joueur. Les bases fonctionnelles du template étant posées, nous pouvons nous pencher sur les traces d'activité que nous souhaitons récolter pour faciliter l'évaluation des compétences par l'enseignant.

La création d'un template permet de se libérer de l'interdépendance des tâches de production : le jeu créé comprend l'ensemble des pré-requis nécessaires à la réalisation des tâches prévues.

En revanche, les liens entre les tâches d'apprentissage, donc le processus d'acquisition de connaissances nécessaire à la réalisation de cette activité, est laissé à la liberté de l'enseignant qui peut décider d'utiliser le template pour évaluer des compétences déjà travaillées en classe ou pour créer une situation pédagogique dans laquelle l'élève va apprendre à mobiliser ces compétences.

Les tâches de production vont également servir à recueillir des traces d'activité qui constituent la base de l'observation des tâches d'apprentissage et, par conséquent, de l'évaluation des compétences.

5.1.2 Définition des traces d'activité

Le cadre donné par le template offre un découpage en tâches, donc une possibilité de collecter des traces d'activités qui serviront d'indicateurs pour l'évaluation. Ces traces peuvent concerner différentes tâches de production donc différentes tâches d'apprentissage. Reste à trouver un moyen de mettre en place ces traces.

Les créateurs de jeu vidéo produisent, au fur et à mesure de leur réalisation, différents "états" du jeu. Par exemple, lors de la création du premier prototype, le personnage joueur est représenté sur la scène de jeu via une image non définitive ou *placeholder*, il a des actions limitées et n'émet qu'un nombre restreint de sons. Au cours du développement, son image définitive hors animations

5.1. CONCEPTION DES TEMPLATES

est intégrée, il dispose de l'ensemble de ses actions et produit des *feedbacks* sonores si besoin. En version finale, l'ensemble de ses éléments sont au complet. Ces différents états, qui correspondent à un certain niveau de complétion des tâches de production associées, et donc des tâches d'apprentissage réalisées, peuvent être tracés pour faciliter le suivi de l'activité et l'évaluation par l'enseignant, soit par une observation des jeux terminés pour comparer les éléments personnalisés par rapport au template distribué, soit par l'envoi de données dans un autre environnement (par exemple un export d'éléments produits dans un dossier distinct du jeu). Le template se présente donc comme un cadre propice à la collecte de traces d'activité servant à l'évaluation des compétences. Pour les templates que nous avons créés, nous avons opté pour la mise en place de deux types de traces d'activités :

- une à l'échelle globale du jeu en mettant à disposition le template de départ et les jeux terminés afin de pouvoir effectuer un comparatif des tâches de production réalisées par rapport au modèle de jeu initial ;
- une à l'échelle locale concernant les textes rédigés dans le jeu par les élèves : cette trace peut être mise en place hors jeu, via un export des textes dans un fichier accessible en ligne.

Ces traces seront mises à disposition des enseignants pour leur permettre d'évaluer l'activité.

5.1.3 Synthèse

En nous appuyant sur le modèle général de l'activité présentée dans la partie précédente, nous avons posé les bases de la conception d'un template à visée pédagogique en sélectionnant des compétences et connaissances associées ainsi que des tâches d'apprentissage qui permettent de les mobiliser. Ces tâches d'apprentissage vont être réalisées à travers la complétion d'unités de production qui font appel aux tâches de production correspondant aux objectifs pédagogiques visés. Elles génèrent des traces d'activité qui servent d'indicateurs à l'évaluation des compétences.

Nous proposons de mettre en place deux types de traces d'activité : d'une part, une mise en comparaison du jeu terminé par rapport au template initial et, d'autre part, un export des textes rédigés par l'élève dans un fichier en ligne, disponible sans ouvrir le jeu. La prochaine étape consiste en la production des templates correspondants aux besoins fonctionnels identifiés. Mais avant cela, nous allons devoir choisir des outils de production adaptés à ces productions et à la mise en place de l'activité de GDBL en classe de seconde.

5.2 Choix de l'outil de production

5.2.1 Grille d'évaluation

L'état de l'art nous a permis de mettre en évidence l'absence de grille d'évaluation pour choisir un outil de production adapté à une activité de création de jeu vidéo en classe. Cependant, il existe des grilles d'évaluation pour d'autres contextes d'utilisation des moteurs de jeu. Nous avons analysé quatre d'entre elles pour comprendre leurs critères.

La première est celle de Patrasitidecha qui évalue les moteurs de jeu 3D dans un contexte de production professionnelle [190]. Une majorité des critères choisis portent sur la technique : les bibliothèques disponibles, les outils et éditeurs permettant l'édition d'assets graphiques et sonores ou la génération d'effets spéciaux comme des particules. Mais d'autres éléments sont pris en compte, comme la facilité de prise en main et d'apprentissage.

Christopoulou et Xinogalos quant à eux étudient les moteurs compatibles sur ordinateurs et sur mobiles et dressent une liste de huit catégories parmi lesquelles on retrouve les outils graphiques, le déploiement possible sur plusieurs plateformes et les fonctionnalités techniques avancées comme la physique et la gestion de l'intelligence artificielle [188]. La catégorie "accessibilité" rassemble à la fois l'utilisabilité et le prix, deux facteurs aussi importants à prendre en compte dans notre cadre.

Petridis et al s'intéressent aux moteurs pour la création de serious game [181]. Ils suggèrent d'observer les mêmes critères que les grilles précédentes, mais enrichissent la notion d'accessibilité en y incluant : la courbe d'apprentissage, la documentation, les licences disponibles et les coûts.

La dernière grille qui se rapproche le plus de notre sujet est celle de Wu et Wang dans leur méta-analyse des Game Development Framework utilisés dans les projets de GDBL [7]. Ils retiennent les sept conditions suivantes pour sélectionner l'outil adapté à une activité de création de jeu vidéo en classe :

- le coût ;
- la documentation ;
- l'adaptation aux techniques de programmation déjà maîtrisées ou à acquérir par les élèves ;
- la possibilité d'adapter l'outil aux objectifs du cours, en le combinant par exemple avec des supports d'enseignements ou en y ajoutant des bibliothèques d'objets en lien avec le programme ;

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

- l'utilisation d'un langage de programmation officiel ;
- l'interactivité ;
- la capacité à déployer des jeux sur des environnements multiplateformes.

À travers cette dernière grille, on peut constater que les éléments observés ne sont pas les mêmes en contexte scolaire que dans une production industrielle. Les possibilités techniques passent au second plan par rapport à l'accessibilité sous toutes ses formes : technique, pédagogique et financière.

Pour construire notre grille d'évaluation, nous commençons par observer les besoins fonctionnels des élèves par rapport aux tâches de production réalisées pour construire les unités de production définies dans le modèle général de l'activité. Nous avons retenu cinq grands types de tâches associées à des fonctionnalités possibles :

- des tâches de conception : l'outil peut aider à concevoir ou à documenter des choix de design ;
- des tâches d'intégration des éléments sonores, visuels et textuels associées à des outils de gestion de scène / level design ;
- des tâches d'édition d'assets pour modifier les contenus intégrés ;
- des tâches de programmation nécessitant un éditeur et si possible une aide à la création de scripts ;
- des tâches d'organisation de projet pour aider à ordonner des éléments.

Dans l'idéal, l'outil choisi doit aussi permettre de gérer l'ensemble des phases de production, du prototype jusqu'au déploiement final (ce n'est pas le cas de tous les logiciels disponibles).

Après avoir posé cette première série de critères, liés aux besoins fonctionnels, nous avons aussi retenu des questions en lien avec l'adéquation au cadre scolaire :

- l'utilisation de l'outil dans un cadre pédagogique : est-ce que l'éditeur a construit son moteur pour ce cadre spécifique ou est-ce qu'il l'a adapté à un public amateur avec la production d'une version spécifique ? Est-ce que des enseignants ont déjà partagé un retour d'expérience lié à cet outil ?
- le support technique et la documentation sont-ils suffisants ?
- est-ce qu'une communauté est active pour entraider les nouveaux utilisateurs ou pour participer à l'amélioration de l'outil ?

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

Il nous paraît important d'ajouter également dans cette grille une catégorie relative aux caractéristiques générales du moteur :

- l'accès : en exécutable, en version web ou les deux. Il n'est pas toujours possible d'installer de nouveaux logiciels sur les postes des lycées donc ce critère est relativement important ;
- l'utilisation : en desktop, en mobile ou les deux. Les usages pédagogiques d'outils numériques sur mobile sont en plein essor. Une double compatibilité serait donc un plus ;
- le type de licence : open source ou non. L'Éducation nationale française préconise très largement le recours aux outils open source ;
- la modification possible du moteur : comme le suggère Wu et Wang [7], l'adaptation du moteur avec l'ajout ou l'activation / désactivation de fonctionnalités peut être un plus pour une utilisation scolaire ;
- le type de jeu produit : texte, 2D, 3D ou tous les types ;
- les genres de jeux principalement développés sur cet outil : par l'observation des productions, on peut en déduire la facilité ou non pour les utilisateurs de produire différents types de jeux ou détecter des moteurs dédiés à un usage spécifique comme, par exemple, la production de jeux narratifs ou de jeux de rôles (Role Playing Game, RPG). Comme pour le mode de jeu, ce critère garantit une liberté suffisante aux élèves pour exprimer leur créativité ;
- les modes de déploiement possibles : l'outil permet-t-il de déployer les jeux terminés sur plusieurs plateformes ou sur une technologie spécifique ou un espace en ligne comme le store de l'éditeur ? Pouvoir diffuser le jeu, le faire tester dans et en dehors de la classe est souvent un des objectifs de l'activité. Cette étape doit être facilitée par l'outil choisi.

Nous terminons la constitution de cette grille par l'observation d'informations génériques comme l'éditeur, le modèle économique (payant, gratuit ou freemium) ou encore le type d'outil : moteur, framework ou jeu.

Dans cette grille, nous avons choisi de pondérer certains critères pour prendre en compte leur impact dans un cadre scolaire. Parmi les critères de la catégorie "caractéristiques générales de l'outil", nous avons attribué des points pour chacune de ces conditions respectées :

- l'outil est disponible en accès web pour éviter une installation sur les postes : 1 point ;
- l'outil peut être utilisé sur ordinateur et mobile pour permettre une utilisation sur plusieurs dispositifs : 1 point ;

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

- l'outil permet de créer plusieurs types de jeu (texte, 2D, 3D) offrant ainsi une adaptation à différents contextes d'utilisation selon les disciplines (un jeu textuel ou 2D pourra être plus facilement développé en cours de français, tandis que les mathématiques ou la physique peuvent nécessiter des environnements 3D) : 2 points ;
- plusieurs types de jeux ont déjà été développés sur cet outil qui donne donc une certaine liberté créative aux élèves : 1 point ;
- les productions réalisées sont diffusables sur plusieurs plateformes afin de donner la possibilité de partager le plus largement possible les jeux : 1 point.

Toutes les fonctionnalités identifiées comme nécessaires à la production d'un jeu selon le modèle général de l'activité ont été notées un point également.

Enfin, parmi les critères relatifs à la catégorie "adéquation au cadre scolaire", nous avons également opéré une pondération sur la base de notre retour d'expérience et de notre état de l'art des projets de GDBL :

- l'adaptation au secteur pédagogique valorise les outils spécifiquement créés pour une utilisation en classe ou ayant une version dédiée à cet usage : 2 points ;
- l'accès à des tutoriels et à des exemples de jeux est indispensable pour faciliter la prise en mains de l'outil : 2 points ;
- le support technique peut être également utile : 1 point ;
- la présence d'une communauté est un élément important pour aider les élèves comme les enseignants à trouver les réponses à leurs questions : 2 points.

Ce travail de pondération vient compléter la création de notre grille d'évaluation en rapprochant les critères des besoins du cadre pédagogique. La suite de notre processus d'évaluation suit les étapes préconisées par Wu et Wang pour trouver l'outil de création adapté au contexte [7] : un recensement des Game Development Framework existants, une analyse de chacun selon les critères pré-établis, et enfin, le choix d'un ou plusieurs outils de créations en fonction du cadre scolaire d'intervention.

5.2.2 Recensement

Pour réaliser ce recensement, nous devons définir précisément le type d'outils de création de jeu que nous intégrons dans ce périmètre de recherche. Nous avons choisi d'exclure les outils auteurs destinés à la production de serious game. En effet, l'activité de GDBL que nous étudions ne porte pas sur l'implémentation de connaissances dans le contenu du jeu mais sur la mobilisation de connaissances et compétences pour créer le jeu. De la même manière, nous ne prenons pas en compte les outils qui ne concernent qu'une seule activité de production, comme les éditeurs de niveaux intégrés dans les jeux par exemple. Nous éliminons aussi les outils basés sur des technologies non maintenues, telles que Flash. En effet, la pérennité est un élément important pour garantir la mise à disposition des ressources que les templates sur le long terme.

En revanche, nous avons choisi d'inclure des types d'outils autres que ceux qualifiés de "moteur de jeu". Ainsi, nous prenons en compte des frameworks, c'est-à-dire des systèmes abstraits, comme par exemples des "*bibliothèques logicielles*" pour répondre à un problème posé par un domaine, et les jeux permettant de créer d'autres jeux. En effet, l'essor de versions éducatives des jeux comme Minecraft et Fornite montre le potentiel de ces environnements de création. Les élèves sont souvent familiers de ces jeux et leur intégration dans un cadre scolaire est facilité par les ressources produites par les éditeurs eux-mêmes.

A l'issue de ce travail de filtrage nous avons cherché des outils correspondant à ces critères en utilisant plusieurs méthodes : des requêtes sur des moteurs de recherche, des échanges avec des créateurs de moteur de jeu, la consultation de sites proposant des listes d'outils et les recommandations de tiers. Nous avons recensé 128 outils répondant au cadre défini ci-dessus (valable à la date de l'analyse réalisée dans le courant de l'année 2022).

Parmi ces outils recensés, on compte 104 moteurs, 18 frameworks et 6 outils de création internes à des jeux. 91 outils sont disponibles gratuitement, 27 sont payants et 10 ont un modèle économique dit "freemium" : certaines fonctionnalités sont accessibles gratuitement et d'autres nécessitent d'acheter une licence.

Les outils offrent un cadre plus ou moins contraint. 13 sont dédiés à la création de jeux narratifs. 66 mettent à disposition des fonctionnalités pour créer des jeux 2D et 28 des jeux 3D. 21 seulement donnent la possibilité de produire des jeux de tous types. Enfin, l'adaptation au cadre pédagogique

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

reste marginale : seuls 44 outils sur les 128 visent explicitement cette cible ou ont déjà été utilisés en classe.

Notre travail de recensement ne s'est pas arrêté à la création d'une liste. Chaque outil repéré a fait l'objet d'un processus d'observation approfondi avant d'être intégré dans notre répertoire. Pour chacun, nous récoltons des informations à travers le site interne et le dépôt Git lorsqu'il existe, nous téléchargeons et effectuons une première prise en main de l'outil et enfin, nous consultons des projets déjà réalisés, la documentation et les retours d'expériences des utilisateurs. Une fois l'outil intégré dans la liste, nous opérons une première évaluation selon la grille établie dans la section précédente.

5.2.3 Résultats du comparatif

Nous avons appliqué la grille d'évaluation aux 128 outils recensés. Nous avons retenu les outils ayant obtenu une note égale ou supérieure à 15/20 :

- Gdevelop : moteur de jeu 2D proposant une interface de programmation visuelle basée sur un système d'événements.
- Game Salad : moteur de jeu 2D proposant une interface de programmation visuelle basée sur un système d'événements.
- Gamefroot : moteur de jeu 2D, visant explicitement le milieu éducatif, constitué d'une interface de programmation en blocs
- Game Creator : plug in Unity.
- Core : jeu basé sur le moteur Unreal avec système de création de jeu intégré.
- Godot : moteur de jeu 3D et 2D avec un éditeur de scripts en GDScript (proche de Python), possibilité de programmer aussi en C#.
- Unreal : moteur de jeu 3D avec une interface no-code (blueprint) et un éditeur de script en C++.
- Game Maker : moteur de jeu 2D avec une interface de programmation visuelle basée sur un système d'événements.
- Microstudio : framework pour créer des jeux 2D.
- Agent Cubes : moteur de jeu à visée éducative, interface de programmation par blocs.
- Construct3 : moteur de jeu 2D proposant une interface de programmation visuelle basée sur un système d'événements (similaire à Gdevelop).

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

- Unity : moteur de jeu 3D et 2D avec un éditeur de scripts en C#.
- Explorers : framework pour créer des jeux 2D.

Le détails des outils et le comparatif sont disponibles en annexe (Annexe D - Liste des outils étudiés).

À la vue de cette première sélection, nous avons identifié un certain nombre de difficultés. Tout d'abord, même si les outils de création de jeu se sont démocratisés, certains des pré-sélectionnés nécessitent toujours un certain savoir-faire technique pour être pris en main par les élèves comme par les enseignants qui sont en appui dans le processus de création de jeu. Des moteurs comme Unity ou Unreal, même accompagnés de supports dédiés au monde de l'éducation, peuvent se révéler plus difficilement accessibles que les autres. Pour autant, ils mettent à disposition des fonctionnalités en cohérence avec les attentes souvent élevées des élèves qui souhaitent, au début de l'activité, produire des jeux 3D sur le modèle de ceux auxquels ils ont l'habitude de jouer.

La seconde difficulté relève du cadre même de l'activité, celui de la classe de seconde. Le programme scolaire en lycée prévoit l'apprentissage du langage Python. Il serait donc logique de favoriser les outils de création basés sur ce cadre de programmation ou un paradigme similaire. Or, ce langage est très peu utilisé dans les outils de création de jeu. Les langages web, HTML, CSS et Javascript sont aussi préconisés et sont plus facilement intégrés dans les moteurs.

L'activité de GDBL doit aussi servir à travailler la compétence de collaboration comme l'indique notre référentiel vu dans les sections précédentes. Peu d'outils offrent la possibilité de travailler à plusieurs sans passer par l'installation d'un logiciel de gestion tel que Git. De la même manière, que l'installation des outils est contrainte, la capacité des ordinateurs disponibles en lycée est limitée, ce qui peut conduire à éliminer des outils trop consommateurs de ressources.

Enfin, la troisième difficulté concerne le périmètre même de cette recherche. La validité des informations récoltées sur les moteurs, dont la pertinence même de l'évaluation, est limitée dans le temps, car des outils peuvent disparaître, ne plus être maintenus techniquement ou, au contraire, évoluer et ajouter de nouvelles fonctionnalités. D'autre part, dans le temps imparti de notre expérimentation, nous ne pouvons évaluer l'intégration de 12 outils sur notre terrain de recherche. Nous avons donc procédé à une ultime étape de sélection.

5.2.4 Sélection des outils de création de jeu pour expérimentation

Nous opérons un nouveau processus pour sélectionner les outils à expérimenter parmi ceux préalablement retenus lors de notre évaluation. Lors de cette ultime étape, il s'agit de tester de manière plus approfondie chaque outil en créant un prototype de jeu similaire sur chaque environnement pour comparer les fonctionnalités disponibles et la facilité de prise en main. Nous nous appuyons aussi sur des démarches comparables réalisées par d'autres créateurs de jeu comme le streameur Emerald¹ qui créé un même jeu sur différents moteurs pour comparer leurs fonctionnalités.

Enfin, après échange avec des enseignants, nous donnons un poids plus important aux critères techniques qui simplifient l'intégration de ces outils en classe, à savoir l'accès à une version gratuite et conforme au RGPD donc sans compte utilisateur.

À l'issue de cette nouvelle phase de sélection, deux outils sortent du lot : Construct3 et Godot.

Construct3 est un moteur freemium accessible sur le web dédié principalement à la création de jeu 2D, mais qui commence aussi à proposer des fonctionnalités de création simulant une vue 3D.



FIGURE 5.1 – Vue du jeu *Awakening Against Deities* dans le moteur Construct3, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022

Sur les Figure 5.1 on peut voir l'interface du moteur de jeu Construct3 : malgré la caméra 3D disponible pour créer des jeux en trois dimensions que nous pouvons voir sur la Figure 5.2, , l'éditeur de la scène n'est disponible qu'en 2D.

1. https://www.youtube.com/watch?v=MASAgbRMnaMab_cchannel=Emeral

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION



FIGURE 5.2 – Vue du jeu *Awakening Against Deities* dans l'interface de jeu du moteur Construct3, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022

L'interface de programmation peut être qualifiée de "no-code" : les élèves choisissent parmi un système d'événements pour créer des conditions et des actions impactant les objets du jeu.

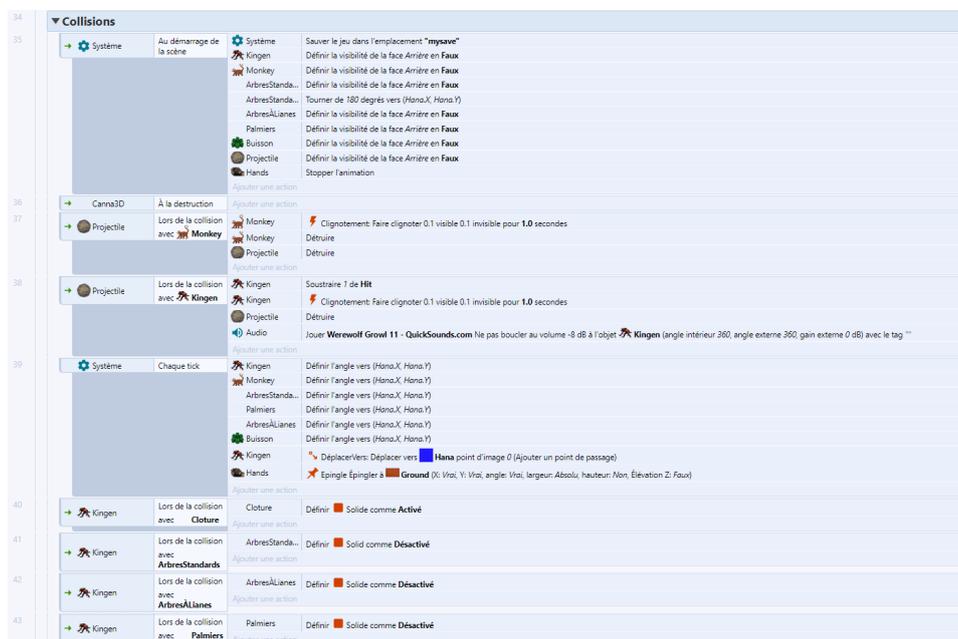


FIGURE 5.3 – Exemple de l'interface de programmation de Construct3, capture d'écran issue du jeu *Awakening Against Deities*, lycée Louise Weiss, Achères, projet de l'année scolaire 2021-2022

Sur la Figure 5.3, on découvre l'interface de programmation de Construct3 basée sur un système

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

d'événements. Ici les événements concernent toutes la gestion des collisions entre les différents objets présents sur la scène de jeu.

Mais il est également possible de programmer en javascript pour répondre aux attentes des programmes scolaires. Ce moteur dispose d'une large bibliothèque d'*addons*, d'extensions créés par une communauté très active pour augmenter ses capacités ou adapter son usage à des objectifs précis. La documentation (tutoriels et templates) mise à disposition peut être utilisée pour une prise en mains en classe même si elle n'est pas créée explicitement pour ce cadre d'utilisation. À la fin du projet, le jeu peut être partagé via plusieurs canaux : en version web, en exécutable ou sur les stores pour les jeux mobiles.

Godot est un moteur libre et gratuit (licence MIT), développé et maintenu par une communauté de contributeurs indépendants et destiné à la création de jeux 2D et 3D. Il est distribué sous la forme d'un exécutable, avec ou sans installeur. Consommant relativement peu de ressources matérielles, il peut aussi être lancé directement via une clé usb.

Nous résumons ici ses principales fonctionnalités sur la base de sa documentation officielle et du travail de recherche de Salmela sur ce moteur [??](#). L'éditeur de jeu permet de créer des objets, de leur attacher des scripts et de les organiser sur la scène.

Godot se distingue de ses concurrents en proposant un système de classes d'objets appelées "nœuds". Différents types de nœuds sont disponibles pour gérer les graphismes, la physique, l'interface utilisateur ou encore le son. Par exemple, les nœuds Sprite représentent des images 2D, les nœuds Camera représentent des caméras et les nœuds Control représentent des éléments d'interface utilisateur. La figure 5.4 montre quelques-uns des noeuds disponibles dans Godot.

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

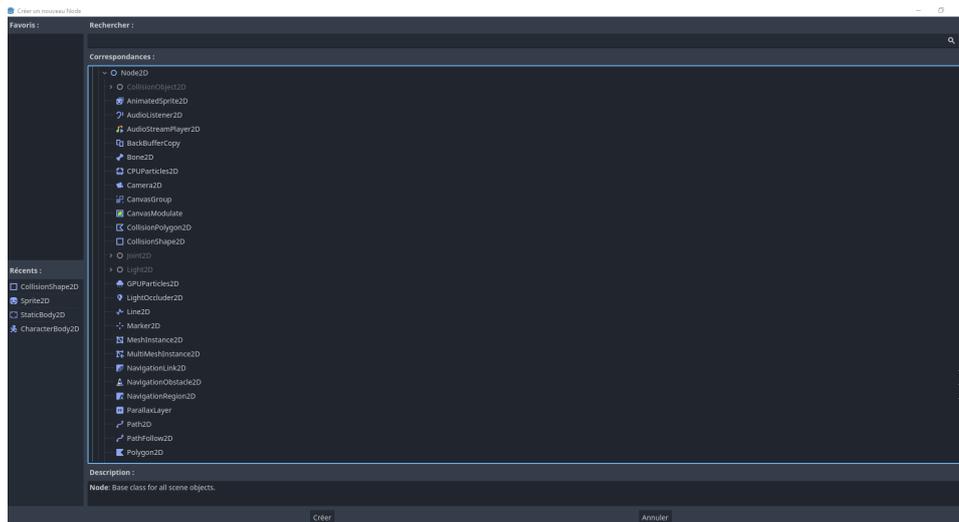


FIGURE 5.4 – Exemples du concept de noeuds dans le moteur de jeu Godot

Le système de noeuds de Godot se distingue par plusieurs caractéristiques :

- Les noeuds peuvent être ajoutés, supprimés et réorganisés directement dans la vue de la scène de l'éditeur Godot.
- Le système de noeuds est basé sur une structure arborescente. Les noeuds peuvent être placés dans un système de hiérarchie appelé "scène". À l'intérieur de chaque scène, les noeuds sont organisés sur un système de relations parent-enfant.
- Godot prend en charge l'instanciation et l'héritage de scènes. On peut donc créer des composants et des modèles réutilisables.
- Chaque nœud a une base de comportement prévue qui peut être enrichie par l'attachement d'un script. Les scripts peuvent être programmés en GDScript ou C. Ils sont utilisés pour gérer par exemple les contrôles, les interactions physiques, les animations... Godot dispose d'une interface de visual scripting et supporte plusieurs langages : C#, C++ et son langage natif, le Gdscript, proche du Python. Le Gdscript, majoritairement utilisé par la communauté des utilisateurs, est un langage impératif qui décrit "une séquence d'instructions, dont chacune effectue une opération et/ou modifie l'état des données en mémoire" [1] et orienté-objet. Les langages orientés-objet donnent la possibilité de représenter de façon modulaire un système complexe [195].
- Les noeuds peuvent communiquer entre eux à l'aide de signaux et de méthodes. Les signaux sont des événements émis par les noeuds que les autres noeuds peuvent écouter et auxquels ils peuvent

5.2. CHOIX DE L'OUTIL DE PRODUCTION

répondre. Les méthodes permettent aux nœuds d'appeler des fonctions sur d'autres nœuds.

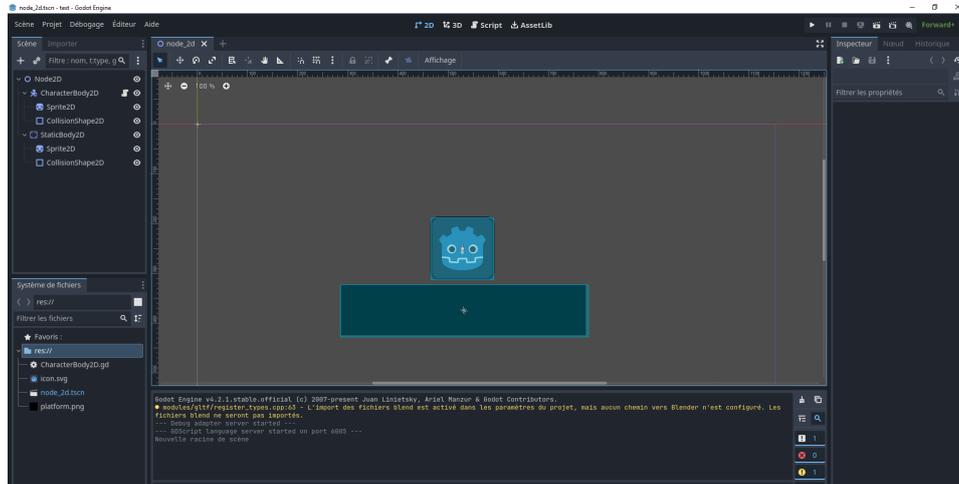


FIGURE 5.5 – Exemple du système de noeuds dans le moteur de jeu Godot pour un jeu de plateforme

Pour créer un jeu de plateforme sur Godot, le système de noeuds se compose d'une scène (Node 2D sur la Figure 5.5) dans laquelle on place un noeud pour le personnage joueur (CharacterBody sur la Figure 5.5) et un noeud pour les plateformes (StaticBody sur la Figure 5.5).

Godot est souvent comparé à des moteurs tels qu'Unity ou Unreal. Unity s'appuie également sur un paradigme de programmation orientée objet. Dans ce moteur, les objets du jeu sont des instances de classes qui encapsulent à la fois des données (propriétés) et des comportements (méthodes). Les comportements peuvent être modifiés, enrichis en attachant des scripts aux objets.

Unreal, en revanche, utilise un paradigme de programmation basé sur les composants. Chaque composant d'un objet représente un aspect spécifique du comportement ou de la fonctionnalité. Unreal met l'accent sur les données qui servent de base pour créer les comportements des objets.

Godot propose une troisième voie qui semble plus accessible et adaptable au cadre pédagogique [260] : un paradigme de programmation basé sur des composants, des noeuds réutilisables dont les comportements peuvent être enrichis par des scripts.

5.2.5 Synthèse

La réponse à notre troisième sous-problématique "Peut-on produire des templates qui facilitent à la fois à la prise en main du moteur de jeu, donc simplifient son accès, tout en offrant un espace de liberté pour la création personnelle?" suppose une observation attentive des outils de création.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

La plupart du temps, la production d'un jeu vidéo est réalisée dans un moteur dédié, un logiciel comprenant plusieurs composants destinés à faciliter la création de jeu. L'intégration d'un moteur de jeu dans un cadre scolaire n'est pas une tâche facile. La plupart des logiciels créés pour des usages professionnels sont trop complexes, et, même si certains outils sont maintenant développés pour le cadre pédagogique, ils restent méconnus et difficiles à comparer pour des enseignants qui doivent choisir des solutions adaptées à leur activité de GDBL.

Suite à l'évaluation des 128 outils recensés sur la base de notre grille d'évaluation, nous avons pu identifier plusieurs outils de création de jeu adaptés à notre usage dans un cadre scolaire. Mais des difficultés relatives à la prise en mains, au contexte de la classe de seconde et aux limites matérielles de cette recherche nous ont conduits à procéder à un processus de sélection complémentaire.

Deux moteurs ont alors émergé de ce nouveau tri : Construct3 et Godot qui correspondent aux besoins de l'activité de création de jeu vidéo en classe de seconde. Les templates à visée pédagogique que nous allons produire prendront donc appui sur ces deux outils.

5.3 Méthodologie de production de templates de jeux

Lors de notre comparatif des outils de création de jeu, nous avons retenu Construct3 et Godot qui remplissent tous les critères recherchés pour des moteurs utilisés dans le cadre d'une activité de GDBL.

Ces moteurs proposent déjà des templates créés par l'éditeur ou par la communauté. Mais ces templates ne sont pas adaptés à notre objectif, car ils ne visent pas spécifiquement les tâches d'apprentissage et de production que nous souhaitons mobiliser. De plus, ils sont parfois difficiles à prendre en main et manquent souvent de documentation. Nous avons donc souhaité créer nos propres templates à visée pédagogique afin de cibler uniquement les tâches souhaitées.

Dans le cadre de notre expérimentation, les templates que nous créons doivent également répondre à plusieurs contraintes :

- ils doivent être testés / joués en début de séance afin que les élèves puissent s'approprier le jeu et identifier les éléments à modifier ;
- ils doivent être modifiables en une séance afin de faciliter la mise en place des expérimentations ;
- ils doivent rendre les tâches de production facilement réalisables, il est donc nécessaire de

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

- composer avec l'interface existante de chaque moteur pour trouver la meilleure solution possible pour implémenter les éléments qui seront modifiés par la suite par les élèves ;
- ils doivent pouvoir être utilisés dans différentes disciplines ;
 - ils doivent pouvoir être diffusés facilement aux élèves ;
 - ils doivent être accompagnés d'une documentation pédagogique à destination des enseignants et de modes d'emploi à destination des élèves ;
 - les tâches de production doivent pouvoir être réalisées de manière non linéaire (or d'ordinaire, dans une production de jeu, il est fréquent que certaines tâches soient interdépendantes).

Nous nous sommes appuyés sur les principes de Design Based Research, méthodologie présentée dans l'état de l'art, pour concevoir et expérimenter les templates à visée pédagogique. Nous avons commencé par définir un objectif de recherche pragmatique : proposer des templates qui font travailler des tâches ciblées d'un référentiel de compétence dans un contexte précis, le cadre d'une séance de cours en classe de seconde.

Nous avons mené un processus de recherche interactif, itératif et flexible [256] car l'outil proposé a fait l'objet de plusieurs versions produites en fonction des retours des acteurs de terrain et des tests techniques dans les outils de création de jeu vidéo. Nous avons aussi intégré des méthodes d'évaluation variées : des enquêtes, des observations de production et des questionnaires (cf chapitre suivant).

Puis nous avons sélectionné des tâches à réaliser en fonction des compétences visées (cf section Sélection des compétences, des tâches d'apprentissage et des tâches de production dans ce chapitre).

Parmi les tâches que les élèves vont accomplir, nous distinguons dans notre modèle deux types de tâches : les tâches d'apprentissage et les tâches de production. Les tâches d'apprentissage vont directement mobiliser les compétences visées. Elles peuvent être réalisées directement dans le template ou en dehors du template (par exemple : via une recherche sur internet pour trouver des images et des sons ou via l'écriture d'un brouillon pour préparer les textes). Elles peuvent donc ne pas être visibles directement dans le résultat final. En revanche, les tâches de production sont réalisées et visibles directement sur le template de jeu.

Pour produire des templates mettant en jeu ces tâches de production et d'apprentissage, nous avons essayé plusieurs méthodologies détaillées dans les sections suivantes.

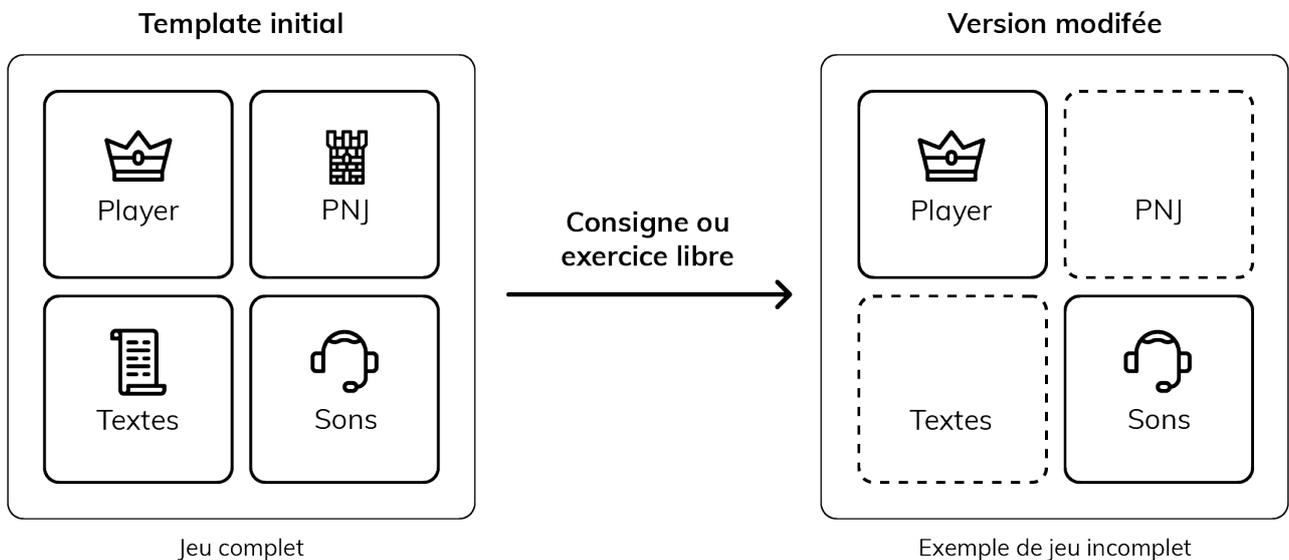


FIGURE 5.6 – Schéma du 1er template de jeu créé : un jeu complet modifiable par les élèves

5.3.1 Un jeu terminé à modifier

Le premier template a été créé avec le moteur de jeu Construct3². Il est conçu comme un jeu entièrement terminé. Les éléments modifiables par les élèves correspondent aux tâches de production et d'apprentissage visées.

Comme indiqué sur la Figure 5.6, le template est un jeu entièrement fonctionnel. Les élèves peuvent modifier les visuels des personnage joueur et non joueurs, les textes et les sons.

Le template est un escape game narratif qui met en scène un personnage enfermé dans un village. Pour s'échapper, le joueur doit résoudre une succession d'énigmes pour trouver le code final permettant d'ouvrir la porte :

- trouver un numéro de téléphone permettant d'appeler un ami. Ce dernier va donner une indication de fréquence radio ;
- écouter la radio sur la fréquence donnée. Le joueur entend alors la musique de mario ;
- taper le code "mario" à la porte du village pour ouvrir.

Le jeu peut être résolu en une dizaine de minutes par des élèves, cela correspond au temps dédié au test et à la découverte du template.

2. https://github.com/cvigneau/template_onstruct

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

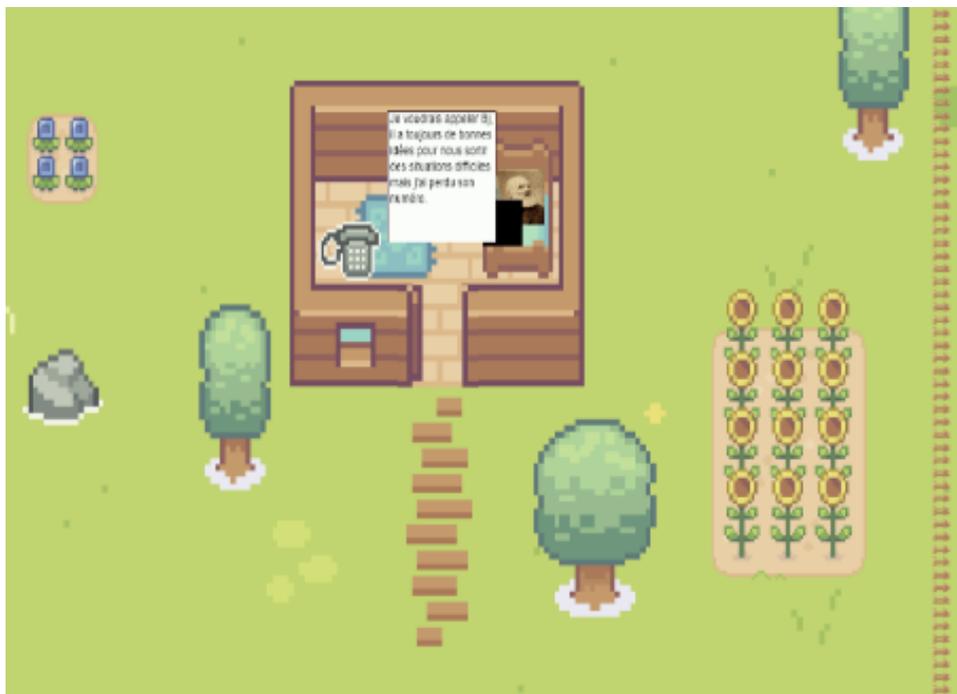


FIGURE 5.7 – Capture d'écran du template escape game créé avec le moteur Construct3

Ce template, montré en Figure 5.7, propose les éléments suivants à personnaliser :

- 7 zones de textes ;
- 4 images de personnages ;
- 6 sons à modifier ;
- 3 variables.

Dans la phase de modification du template, les élèves peuvent réécrire tous les textes, changer les images des personnages, et modifier les sons des fréquences radio. Le changement de texte s'effectue simplement en supprimant le texte existant et en remplaçant par la nouvelle rédaction.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

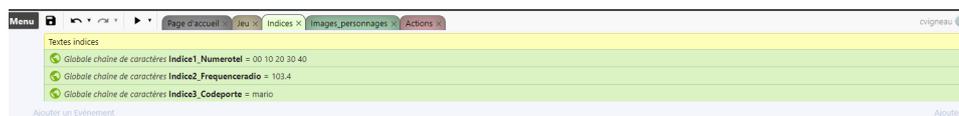


FIGURE 5.9 – Extrait de la feuille d’événements accessible aux élèves pour modifier les variables dans le moteur Construct3

Nous avons également implémenté un système de ”traces” sur les textes rédigés en jeu qui sont exportés dans un fichier csv. Ainsi, l’enseignant peut les consulter sans avoir à jouer au jeu. Sur la Figure 5.8, le code classé dans la partie ”Envoi Data” sert à exporter les textes.

Enfin, nous avons produit les ressources pédagogiques suivantes :

- un mode d’emploi destiné aux élèves pour expliquer comment réaliser chaque tâche ;
- une documentation sur les images et les sons libres de droit avec des indications sur les sites proposant ce type de médias ;
- une vidéo tutoriel de prise en mains du template à destination des enseignants pour les aider à préparer la séance.

Ce template a pour avantage d’être facilement compréhensible par les élèves, car le jeu modifiable est déjà présenté dans une version terminée.

Mais il présente un cadre contraint relativement fort : les élèves ne peuvent pas facilement changer l’ordre dans lequel sont réalisées les énigmes ou ajouter une nouvelle énigme. De même, les enseignants ne peuvent pas sélectionner / prioriser les tâches à réaliser par les élèves en fonction de leur discipline ou de leur objectif pédagogique.

5.3.2 Un jeu créé par instanciation

Pour pallier les inconvénients relevés lors de la création de ce premier template, nous avons souhaité réaliser un template modulaire. L’objectif est de laisser une plus grande liberté créative aux élèves et d’offrir une latitude aux enseignants pour paramétrer des tâches précises.

Dans le cadre de ce deuxième template, nous avons choisi de développer un jeu de plateforme. En effet, il nous semble intéressant de tester l’impact de la forme du template, donc des unités de production sélectionnées, sur les tâches réalisées, donc les compétences travaillées.

Ce projet est développé sur le moteur Godot qui offre des fonctionnalités adaptées à nos objectifs.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Même si Godot permet de créer des jeux 3D, nous avons préféré créer un jeu 2D afin de faciliter la prise en main des élèves et éviter les éventuelles barrières techniques liées au matériel informatique disponible en classe.

La création d'un template personnalisable par les enseignants est un challenge, car il est nécessaire de mettre en place un système de sélection des tâches de production qui modifie le template tout en conservant un jeu fonctionnel. Cela signifie que nous devons introduire une notion d'"état" pour chaque objet du jeu.

Les objets liés à des tâches que l'enseignant ne souhaite pas sélectionner, donc des tâches que les élèves ne vont pas réaliser, seront intégrés dans le jeu en version "finale". A contrario, pour les tâches que l'enseignant souhaite faire travailler aux élèves les objets seront intégrés dans un état "brouillon" afin d'inciter les élèves à les améliorer.

Nous avons identifié 4 types d'objets susceptibles d'être modifiés, donc de changer d'état :

- le player composé de
 - un sprite ;
 - un script de programmation des contrôles et autres actions.
- les personnages non-joueurs composés chacun de
 - un sprite ;
 - un script de programmation des déplacements et autres actions.
- les textes.
- les sons.

Nous souhaitons également que les modifications réalisées par l'enseignant soient visibles directement dans l'éditeur du moteur de jeu afin qu'il puisse voir directement le résultat de sa personnalisation avant de tester le jeu. Nous utilisons donc une fonctionnalité spécifique du moteur permettant d'exécuter des scripts directement dans l'éditeur en ajoutant la ligne de code

```
@tool
```

On peut ensuite programmer des conditions de type

```
if Engine.is_editor_hint():
```

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEU

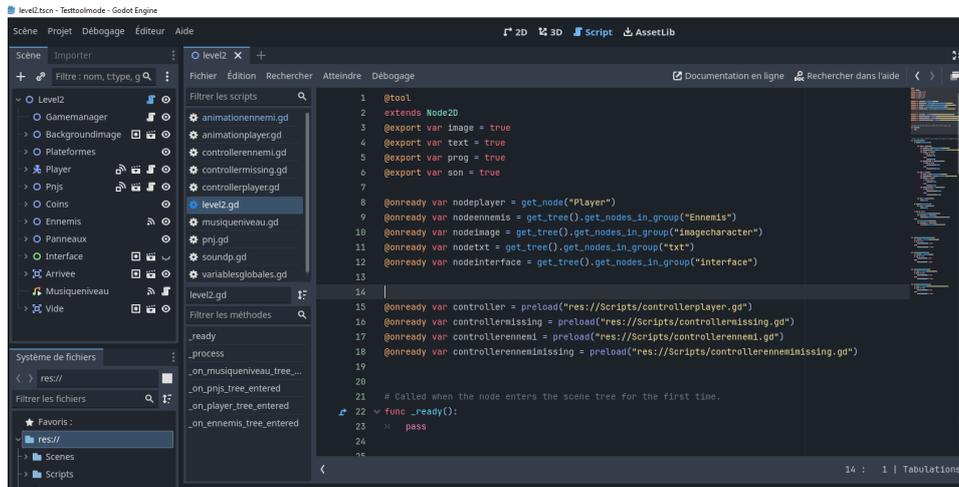


FIGURE 5.10 – Vue du script comportant la ligne de programmation déclenchant le tool mode dans le moteur de jeu Godot

pour exécuter des scripts si l'utilisateur se trouve dans l'éditeur de jeu.

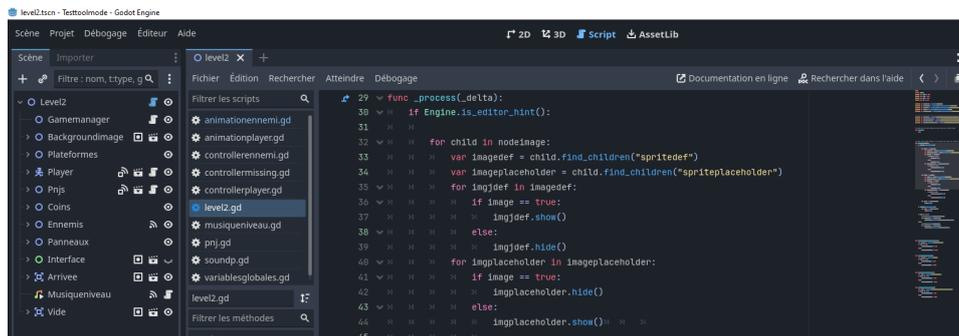


FIGURE 5.11 – Exemple d'utilisation de la condition `Engine.is_editor_hint()` dans le moteur de jeu Godot

Nous avons réalisé un premier test de création de ce template en proposant une version dans laquelle le jeu est créé par instanciation de noeuds. Cela signifie que les objets du jeu vont être créés à la volée dans le moteur à chaque sélection de tâche par l'enseignant.

Ce principe suppose de décliner deux versions de chaque objet du jeu, l'une terminée et l'autre non. À l'ouverture du template dans le moteur, la scène de jeu est vierge, elle va être composée au fur et à mesure du paramétrage de l'enseignant. Ce dernier peut sélectionner une ou plusieurs tâches et donc instancier ou faire apparaître sur la scène de jeu des objets dans différentes versions. Un tel système implique de créer un modèle de jeu où des objets dans différents états puissent coexister.

On nomme "v1" les version terminées donc complètes de chaque objet et "v0" les versions incomplètes.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Ainsi, si l'enseignant souhaite travailler uniquement sur la rédaction de textes et les images des personnages de l'histoire (hors personnage joueur), il sélectionne les versions suivantes de chaque objet (cf Figure 5.12) :

- le player version "terminée" (v1) ;
- les personnages non-joueurs version non "terminé" (v0) ;
- les textes version "brouillon" (v0) ;
- les sons version "terminée" (v1).

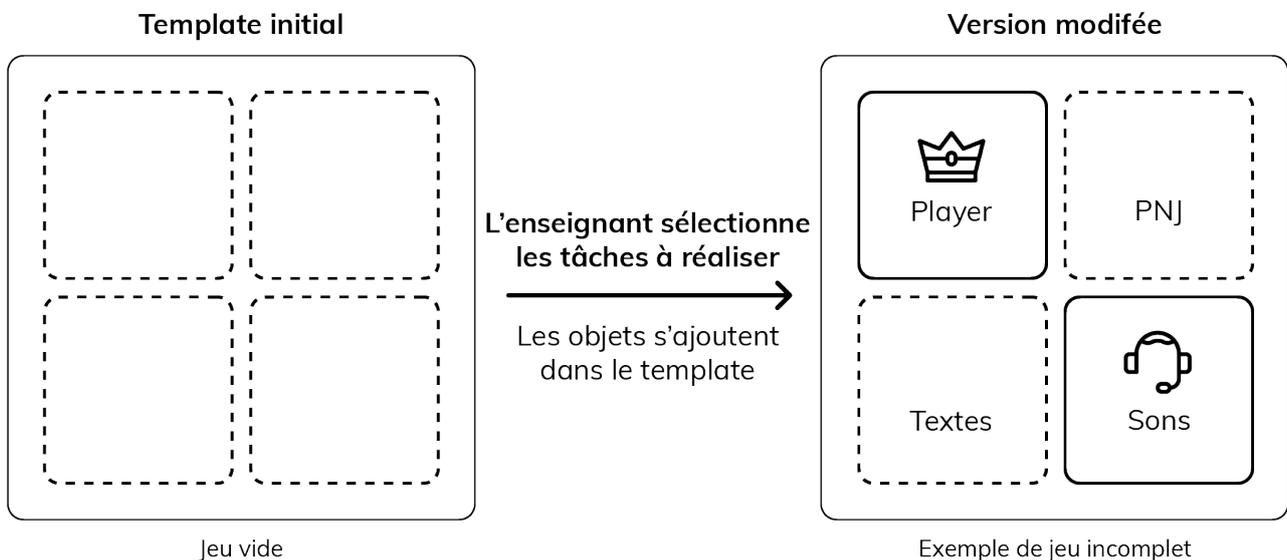


FIGURE 5.12 – Schéma du 2ème template de jeu : un jeu composé par instantiation de briques fonctionnelles choisies par l'enseignant

À chaque sélection de tâche dans l'éditeur de jeu, l'objet est instancié donc apparaît sur la scène. L'enseignant peut donc voir le résultat directement. Par exemple, avec les choix indiqués ci-dessus, il obtient un jeu dans lequel tous les personnages (player et personnages non-joueurs) peuvent se déplacer et réaliser les actions prévues et où les musiques et bruitages sont joués normalement. En revanche, aucun texte n'est rédigé, seules les zones prévues à l'intégration des textes sont affichées. Idem pour les images des personnages non joueurs. Les élèves devront donc réaliser ces deux tâches pour finaliser le jeu.

Cette version de jeu paramétrable créée par instantiation n'a finalement pas été retenue pour deux raisons principales :

1. Selon le nombre d'objets à intégrer dans la scène, le système d'instanciation peut être coûteux à réaliser dans le moteur et causer des crashes.
2. Il peut être difficile pour l'enseignant d'avoir une vue globale sur l'impact des paramètres. La scène de départ est vierge, le jeu n'existe donc pas et il doit d'abord sélectionner des paramètres pour commencer à voir le jeu "se créer".

Nous avons donc cherché une troisième méthodologie possible pour créer un template personnalisable par les enseignants en combinant les deux premières pistes.

5.3.3 Un jeu terminé paramétrable par l'enseignant

Pour ce troisième essai, il nous paraissait important de repartir de la création d'un jeu terminé qui permet à l'enseignant et aux élèves de pouvoir tester directement le template et d'identifier les tâches à réaliser / à paramétrer.

Nous souhaitons conserver la fonctionnalité de paramétrage pour les enseignants qui souhaitent sélectionner une tâche précise, mais en modifiant notre système d'objets pour le rendre plus clair pour l'utilisateur et moins coûteux à gérer dans le moteur de jeu.

Notre jeu de plateforme³ comporte les objets suivants :

- le player composé de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale ;
 - une zone de collision ;
 - une zone de détection de collision avec des objets externes ;
 - un sound manager qui déclenche les sons (version placeholder ou version finale) en fonction des objets avec lesquels le joueur peut interagir.
- les personnages non-joueur : chaque personnage non-joueur est composé de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale. Les sprites sont gérés individuellement pour chaque personnage ;
 - deux versions de textes : version placeholder et version finale ;
 - d'une zone de collision.
- les ennemis composés chacun de :

3. https://github.com/cvigneau/template_odot

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

- deux versions de sprites : version placeholder et version finale. Les sprites sont gérés de manière groupée pour toutes les instances d'ennemis ;
- d'une zone de collision ;
- une zone de détection de collision avec des objets externes.
- les éléments à collecter (ici, des pièces) composé de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale. Les sprites sont gérés de manière groupée pour toutes les instances de pièces ;
 - d'une zone de collision ;
- les éléments de décor que sont :
 - l'image de fond composée de deux versions de sprites : version placeholder et version finale ;
 - les plateformes composées de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale. Les sprites sont gérés de manière groupée pour toutes les instances de plateformes ;
 - une zone de collision ;
 - les panneaux d'information composés de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale. Les sprites sont gérés de manière groupée pour toutes les instances de panneaux ;
 - deux versions de textes : version placeholder et version finale. Les textes sont gérés individuellement pour chaque instance de panneau ;
 - une zone de collision ;
 - le drapeau qui marque la fin du niveau composé de :
 - deux versions de sprites : version placeholder et version finale ;
 - une zone de collision ;
 - une zone de détection de collision avec des objets externes ;
 - une interface affichant les deux variables accompagnées d'icônes : le nombre de pièces collectées et le nombre de vies du personnage. Ces éléments ne sont pas modifiables.

Il a donc été choisi pour cette nouvelle version de template de gérer non pas des états d'objets, mais des états de composantes d'objet.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Pour réaliser le template, nous avons créé un nœud pour chaque objet de manière autonome puis nous avons instancié ces objets via l'éditeur de jeu dans une scène, donc un nœud 2D vide. Cela nous permet de dupliquer facilement les éléments qui ont besoin de l'être comme les ennemis, les éléments du décor ou les éléments à collecter afin de réaliser un level design adapté, donc organiser les éléments comme on le souhaite pour créer un niveau de jeu.

Les dossiers du projet ont été organisés pour faciliter le repérage des différentes versions des composantes des objets :

- le dossier scène regroupe l'ensemble des objets ;
- le dossier script regroupe l'ensemble des scripts ;
- le dossier son est composé de deux sous-dossiers : les sons en version finale et les sons à remplacer ;
- le dossier image est composé de deux sous-dossiers : les images en version finale et les images à remplacer.

Pour programmer les scripts, on s'appuie sur les deux méthodes utilisées par Godot : la fonction "ready" qui lance tous les événements indiqués à l'initialisation du jeu et la fonction "process" qui actualise en continu les événements indiqués. Nous avons également utilisé les signaux qui permettent à un objet de jeu de réagir à un changement au sein d'un autre objet.

Nous avons créé un script de gestion du paramétrage comportant la fonctionnalité "tool mode" pour appliquer les changements directement dans l'éditeur de jeu lorsque l'enseignant modifie les paramètres et rendre également ces modifications visibles lorsque le jeu est lancé par l'élève. Le script se base sur quatre variables représentant les quatre types de tâches de production : modification des images, des sons, des textes et des scripts. Par défaut, les quatre paramètres sont activés, cela signifie que l'ensemble du jeu est complet et que les versions des composantes des objets sont en version finale. Lorsque l'enseignant décoche l'une des cases, les composantes des objets concernés par le paramètre passent en version placeholder donc "brouillon" ou "v0". Par exemple, si le paramètre "image" est décoché, l'ensemble des images du jeu sur tous les objets s'afficheront en version placeholder.

Dans un premier temps, nous avons implémenté le système de changement du paramétrage dans ce script via un système de dictionnaire d'objets. Lors de la modification d'un paramètre, on parcourt le dictionnaire pour appeler tous les objets qui comportent des composantes impactées par le paramètre, puis on applique les changements sur ces éléments.

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Ce système n'a finalement pas été conservé, car il rend difficile la gestion des types d'objets pour les utilisateurs. Par exemple, si l'enseignant ou un autre concepteur souhaite ajouter un nouveau type d'objets, il doit l'intégrer au dictionnaire dans le code du script principal afin qu'il puisse être modifié comme les autres objets du système.

Un autre système a été préféré pour ce script principal. Les quatre variables destinées à modifier les paramètres d'image, son, texte et programmation, ont été conservées. Les objets comportant des composantes "images" et "textes" sont assignés à des groupes et le script lance l'affichage des versions placeholder ou finales des composants des objets appartenant aux groupes concernés. Les modifications s'appliquent dans l'éditeur de jeu directement et en jeu. Ainsi, si l'enseignant décoche le paramètre image, tous les objets se trouvant dans le groupe image verront leur composante "sprite" passer de la version finale à la version placeholder. Idem pour les textes. Les élèves qui lancent le jeu voient donc ces versions "brouillons" et doivent remplacer les sprites et textes correspondants.

Pour la programmation, seuls deux scripts disposent de versions placeholder et finale : le script de contrôle des actions du player et le script de déplacement de l'ennemi. Ce choix a été justifié pour rendre accessible la tâche dans une séance de cours pour les élèves de seconde. Les versions de ces scripts sont modifiées / remplacées en fonction de l'état du paramètre programmation.

Le son est géré, d'une part, sur le sound manager du player qui déclenche les bruitages liés à la collision entre le player et un objet (par exemple des pièces ou un ennemi) et, d'autre part, sur le sound manager qui gère la musique du niveau. Lorsque le paramètre son est décoché, tous les sons du jeu passent en version placeholder.

La Figure 5.13 montre un exemple de template où les paramètres "image" et "textes" ont été décochés.

Le paramétrage s'effectue de la manière suivante :

- lorsque l'enseignant sélectionne la tâche "image" : le template modifie les version de visuels pour tous les objets du groupe image ;
- lorsqu'il sélectionne la tâche "texte" : les zones de textes "finales" sont masquées, les zones de textes "placeholders" sont affichées ;
- lorsqu'il sélectionne la tâche programmation : les scripts du personnage joueur et des ennemis sont remplacés par des scripts sans code avec quelques commentaires pour aider l'élève ;

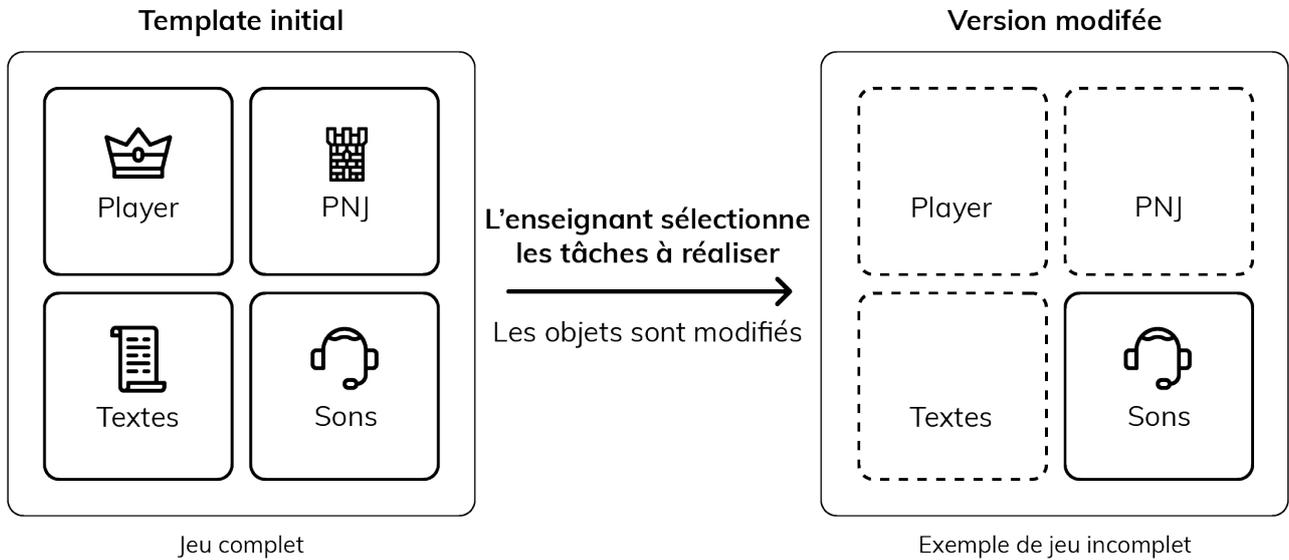


FIGURE 5.13 – Schéma du 3ème template de jeu créé : un jeu complet paramétrable par l’enseignant

- lorsqu’il sélectionne la tâche son : les sons en version ”finales” sont désactivés, les sons ”placeholders” sont activés.

Sur la Figure 5.14, on peut voir les différentes versions du jeu, paramètres par paramètres (l’état ”son off” et ”programmation off” ne sont pas explicites visuellement). Les paramètres sont ici montrés individuellement, mais ils peuvent bien sûr être cumulés en fonction du nombre de tâches que l’enseignant souhaite faire travailler à ses élèves.

En dehors de ces paramètres de personnalisation, nous avons réalisé un jeu vidéo de plateforme ”classique” comportant notamment :

- un script de game manager pour gérer les variables de vie et de pièces qui s’actualisent si l’élève duplique le nombre de pièces à collecter ;
- un script player qui expose des variables modifiables par les élèves directement dans l’éditeur de jeu s’ils le souhaitent : la vitesse de déplacement, la vitesse de saut et la gravité. Ce script comprend aussi la gestion des déplacements selon les inputs, et tous les événements relatifs à la collision entre le player et les autres objets de la scène (les pièces, les éléments de décor, les ennemis).

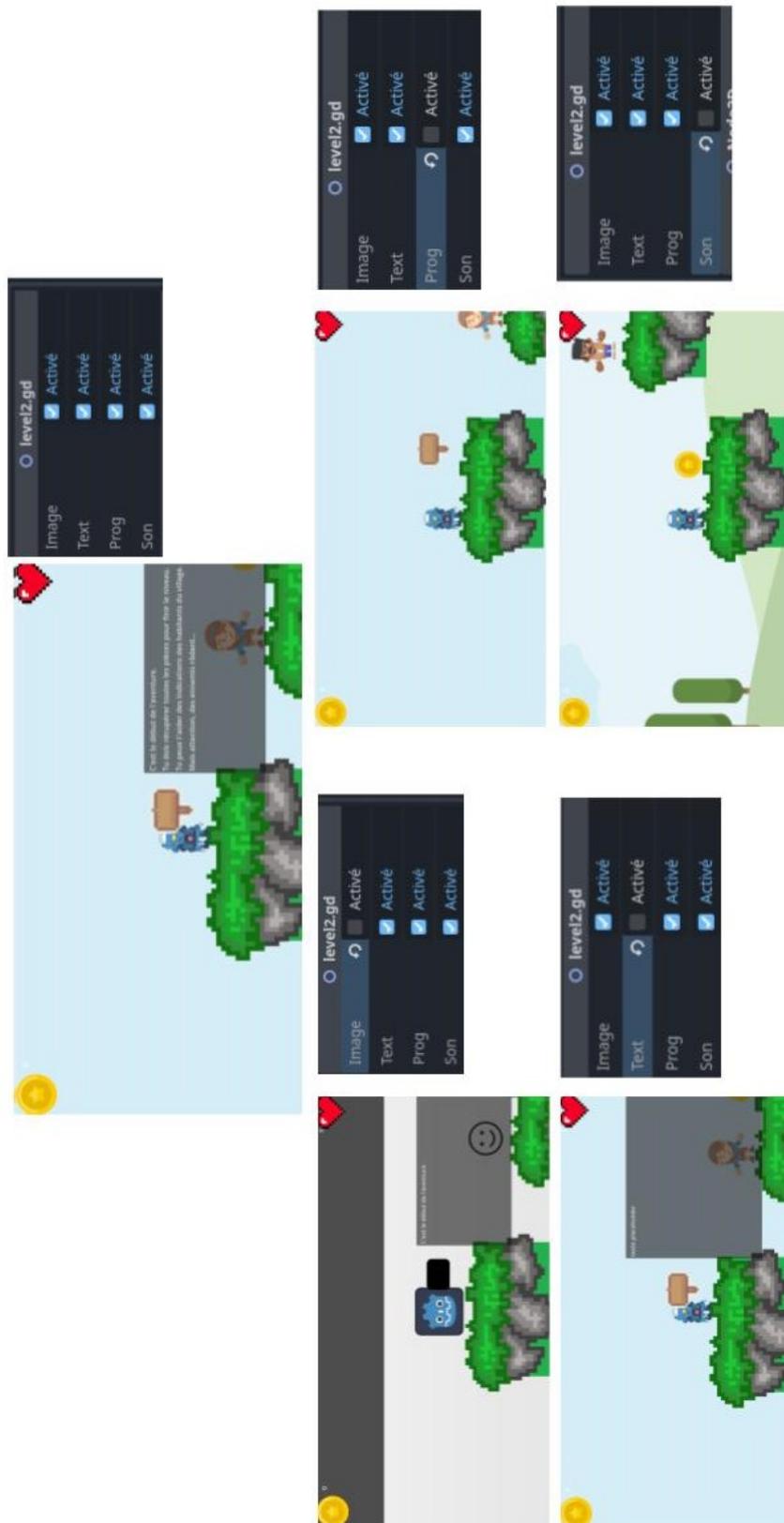


FIGURE 5.14 – Différentes versions du template de jeu développé dans le moteur Godot selon les paramètres sélectionnés

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Ce template propose les éléments suivants à personnaliser :

- 10 images (pnj, ennemis, players, décor) ;
- 2 sons ;
- 6 textes ;
- 2 scripts.

Une fois le template paramétré, les élèves peuvent réaliser les tâches attendues par l'enseignant en complétant les éléments manquants dans le jeu. Pour modifier les images, comme le montre la Figure 5.15, l'élève doit :

1. repérer et sélectionner sur la scène l'objet qu'il doit modifier ;
2. ouvrir l'objet choisi pour accéder aux éléments sources qui le composent ;
3. supprimer l'image placeholder et la remplacer par la nouvelle image.

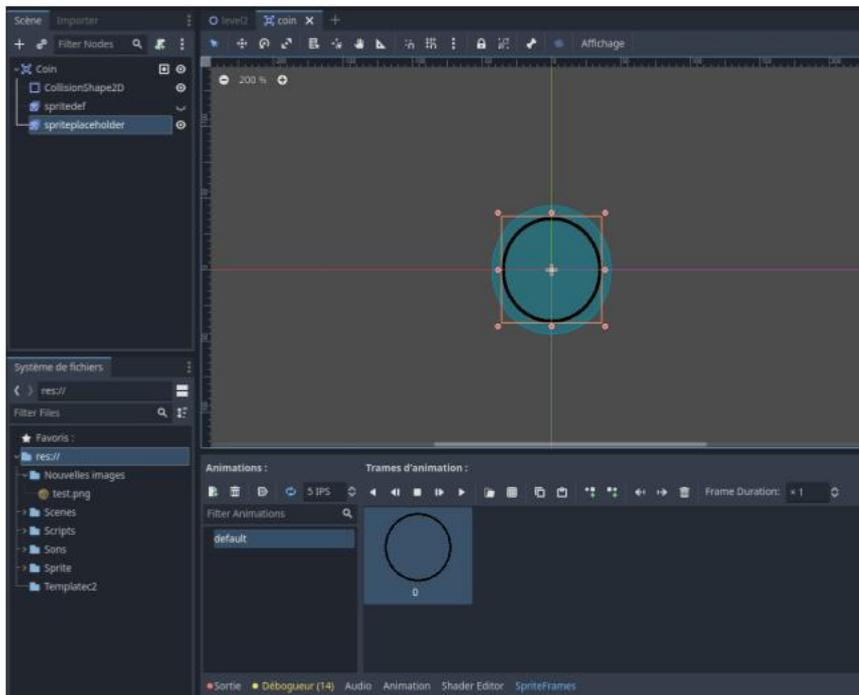


FIGURE 5.15 – Modification d'une image dans le template développé sur le moteur de jeu Godot

Pour modifier le texte, les élèves sélectionnent le texte de leur choix : l'interface de modification de texte est alors immédiatement accessible dans le moteur de jeu (cf Figure 5.16).

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX



FIGURE 5.16 – Modification d'un texte dans le template développé dans le moteur Godot

Pour les sons, comme sur le premier template, ils sont invités à remplacer les fichiers disponibles dans le dossier "sons à remplacer" par des fichiers de même nom et de même type (cf Figure 5.17).

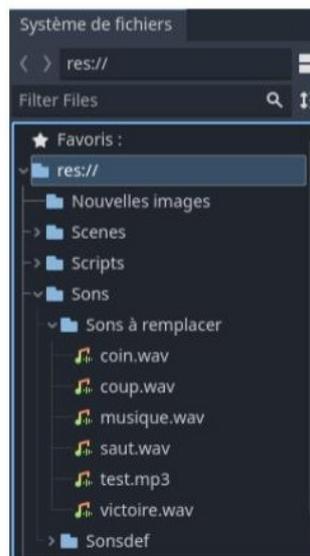


FIGURE 5.17 – Modification d'un son dans le template développé dans le moteur Godot

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

Enfin, pour la programmation, ils doivent recoder le script du player et le script de déplacement de l'ennemi en s'aidant des commentaires indiqués (cf Figure 5.18).

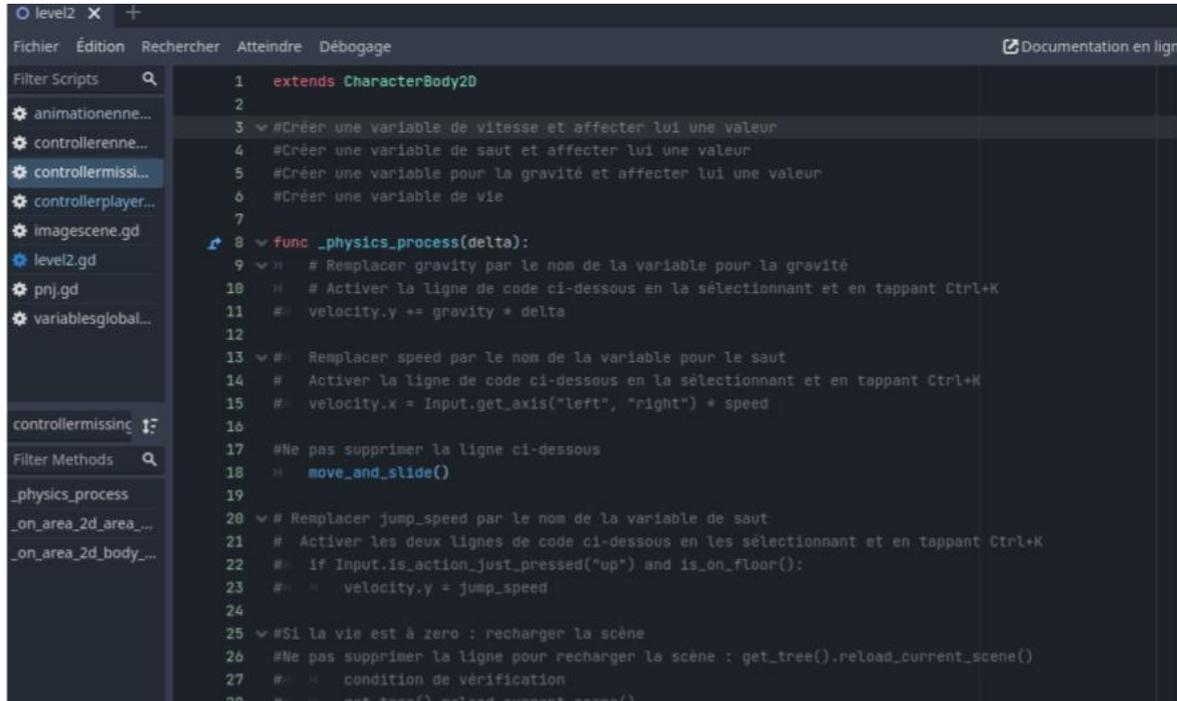


FIGURE 5.18 – Modification du script du player dans le template développé dans le moteur Godot

Ce template est accompagné de ressources pédagogiques : des modes d'emploi pour expliquer aux élèves le fonctionnement de chaque tâche tel que décrit ci-dessus et un mode d'emploi pour l'enseignant afin de comprendre les paramètres de personnalisation.

5.3.4 Synthèse

La production de nos templates de jeux a nécessité de chercher une méthodologie adéquate. En effet, la production d'un template à visée pédagogique ne répond pas seulement au besoin de créer un jeu. Elle doit aussi répondre à un certain nombre de contraintes, telles que l'accessibilité des tâches de production dans l'interface du moteur de jeu, une réflexion sur l'architecture du projet ou encore la réalisation de documentation ou tutoriels pour accompagner le template.

Nous avons opté pour le développement de deux templates de jeux terminés du point de vue du gameplay mais qui restent modifiables par les élèves. Le premier jeu, réalisé sur le moteur Construct3,

5.3. MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE TEMPLATES DE JEUX

est un escape game relativement contraint. Les élèves peuvent modifier les assets visuels, sonores, textuels et les énigmes, mais les enseignants n'ont aucune prise sur la personnalisation de ce template du point de vue pédagogique.

Le second template est un jeu de type plateforme développé sur le moteur Godot. Il comprend le même type d'éléments modifiables que dans le premier template. Il ajoute des paramètres de personnalisation pour les enseignants qui souhaiteraient orienter les élèves vers un certain type de tâches.

Ces deux templates ont fait l'objet d'expérimentations afin de vérifier leur capacité à répondre à notre troisième sous-problématique : Peut-on produire des templates qui facilitent à la fois à la prise en main du moteur de jeu, donc simplifient son accès, tout en offrant un espace de liberté pour la création personnelle ?

Chapitre 6

Expérimentations de templates de jeu à visée pédagogique

Contents

6.1	Conditions d'expérimentation	170
6.1.1	Définition des questions de recherche pour les expérimentations	170
6.1.2	Construction des outils d'expérimentation	171
6.1.3	Déroulé des expérimentations	174
6.1.4	Synthèse	175
6.2	Résultats d'expérimentation	175
6.2.1	Travail et évaluation de compétences	176
6.2.2	Synthèse	197
6.2.3	Prise en main des outils de production	198
6.2.4	Motivation et créativité dans un cadre contraint	205
6.3	Discussions	210
6.3.1	Mobilisation et l'évaluation des compétences	210
6.3.2	Prise en mains du template	212
6.3.3	Motivation et la créativité dans un cadre contraint	213
6.3.4	Synthèse	214

6.1. CONDITIONS D'EXPÉRIMENTATION

Nous présentons ici les résultats des deux expérimentations sur les deux templates créés (cf chapitre 5) : le jeu d'échappée et le jeu de plateforme. Cette expérimentation de nos templates à visée pédagogique a débuté par une étape de cadrage afin de définir la méthodologie : les questions de recherche, les outils d'observation utilisés et le déroulé de ces expériences.

Puis, après une phase de recrutement d'enseignants volontaires, nous avons déployé les templates et ressources dans les classes concernées. À l'issue de ces expériences, nous avons analysé les résultats sur la base des données collectées auprès des élèves, des enseignants et à travers l'observation des jeux réalisés.

Ces expériences servent ensuite à répondre et approfondir nos trois sous-problématiques en rapport avec la mobilisation des compétences, la connaissance du jeu vidéo et la motivation à créer et apprendre dans le cadre contraint du template.

6.1 Conditions d'expérimentation

6.1.1 Définition des questions de recherche pour les expérimentations

Dans la perspective de répondre à notre problématique générale, nous avons défini des questions de recherche, en lien avec nos sous-problématiques, auxquelles nous souhaitons répondre à travers nos expériences.

La première question relative à la mobilisation et à l'évaluation des compétences (sous-problématique 1) repose sur le test de notre modèle général de l'activité et du référentiel de compétences proposés. Ce modèle fait le lien entre des tâches de production réalisées en jeu et des tâches d'apprentissage effectuées dans et hors du jeu par les élèves. Ces tâches d'apprentissage sont elles-mêmes liées aux compétences visées par l'enseignant. Pour observer la mobilisation des compétences, nous allons donc vérifier les liens entre les tâches de production et les tâches d'apprentissage indiquées dans le modèle en répondant aux questions de recherche suivantes :

- est-ce que le nombre de tâches de production réalisées dépend du nombre de tâches d'apprentissage effectuées ?
- est-ce que le nombre de tâches de production réalisées dépend du nombre de tâches d'apprentissage effectuées et considérées comme nouvelles par les élèves ?
- est-ce que la quantité et la qualité des tâches de production réalisées dépendent de la nouveauté

6.1. CONDITIONS D'EXPÉRIMENTATION

des tâches d'apprentissage effectuées ?

La question de l'évaluation des compétences se base sur l'observation des tâches visibles, donc sur les tâches de production. À travers notre expérimentation, nous souhaitons donc interroger les deux points suivants :

- est-ce que la quantité et la qualité des tâches de production impactent l'évaluation des compétences travaillées ?
- est-ce que la forme du template (donc le type de jeu produit en fonction des unités de production choisies) impacte les tâches de production réalisées ?

Après avoir observé la mobilisation et l'évaluation des compétences, nous abordons le sujet de l'apprentissage des méthodes de conception et outils de production de jeu vidéo (sous-problématique 2). Nous cherchons à savoir si les templates peuvent être facilement pris en mains par tous les élèves et sont utilisables par les enseignants dans le cadre d'une séance de cours. Nous proposons donc les sous-questions suivantes :

- est-ce que le template peut être facilement pris en mains par tous les élèves, quelle que soit leur connaissance des outils numériques ?
- est-ce qu'il existe un lien entre la prise en main du template et le résultat du jeu final ?
- est-ce que le template peut être facilement pris en mains par les enseignants ?
- est-ce que le template s'adapte à différents paramètres de cours (discipline, durée, consignes) ?

Enfin, pour le dernier sujet concerne la motivation dans un cadre de créativité contraint (sous problématique 3), nous souhaitons apporter des éléments de réponse en répondant à ces deux questions :

- est-ce que les élèves ont l'impression de créer un jeu lorsqu'ils modifient un template ?
- est-ce que les élèves sont fiers du résultat obtenu ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons cherché des méthodologies d'évaluation de systèmes pédagogiques informatisées puis nous avons construit des outils d'expérimentation adaptés à notre contexte.

6.1.2 Construction des outils d'expérimentation

Dans notre état de l'art, nous avons pu observer que l'activité de GDBL est particulièrement difficile à évaluer. Nous avons donc opté pour la mise en place d'un processus d'observation des apprentissages

6.1. CONDITIONS D'EXPÉRIMENTATION

réalisés, donc de la mobilisation des compétences, et non une évaluation des compétences acquises.

La construction des outils d'expérimentation s'appuie sur des méthodes déjà éprouvées en recherche. Nous allons étudier l'adéquation de notre template à la situation pédagogique informatisée, en employant notamment des méthodologies issues des EIAH. Nous nous appuyons également sur la proposition de Lambert [226] d'utiliser une triangulation de données afin d'accroître l'objectivité et la fiabilité des résultats ainsi que d'éviter les biais. Nos trois sources de données sont les questionnaires d'auto-évaluation des élèves, les questionnaires aux enseignants et l'observation des jeux produits.

Le questionnaire d'auto-évaluation comporte plusieurs types de questions :

- des questions démographiques : genre, âge ;
- des questions relatives aux usages numériques ;
- une auto-évaluation des tâches d'apprentissage réalisées ;
- une qualification des tâches d'apprentissage considérée comme nouvelles ;
- des questions sur l'appréciation de l'activité pour savoir si l'élève a l'impression d'avoir créé un jeu, s'il est fier, s'il considère son jeu comme terminé, s'il considère que le modèle de jeu l'a aidé et s'il a rencontré des difficultés pendant l'activité.

D'après Costa et al, les données issues de l'auto-évaluation doivent être prises avec précaution, car les répondants peuvent avoir des difficultés à estimer justement leurs compétences et connaissances [243]. Nous complétons donc cette source de données par un autre questionnaire adressé aux enseignants. Celui-ci comporte plusieurs types de questions :

- des questions sur le profil de l'enseignant : discipline, nombre d'années d'expérience, profil de joueur, utilisation du jeu vidéo et des outils numériques en classe ;
- des questions sur l'organisation de l'activité : le nombre d'heures de préparation, l'utilisation des supports pédagogiques fournis ;
- des questions sur la prise en main de l'activité pour savoir si l'enseignant a rencontré des difficultés, s'il souhaiterait disposer d'autres ressources ;
- une évaluation de la mobilisation des compétences par les élèves.

Lors de l'expérimentation du deuxième template, ce questionnaire a été complété par des questions sur la prise en main du template et l'appréciation des options de personnalisation. Nous avons utilisé la méthode du System Usability Scale (SUS) de Brooke [261] : la grille d'évaluation alterne des questions

6.1. CONDITIONS D'EXPÉRIMENTATION

positives et négatives sur l'outil utilisé. Puis un système de comptage des scores détermine un score global d'appréciation.

Enfin, nous avons complété les questionnaires adressés aux élèves et aux enseignants par une observation des jeux à travers une grille créée spécifiquement pour nos templates. Notre template propose une activité découpée en tâches, facilitant ainsi le suivi des réalisations et l'évaluation des objectifs d'apprentissage, comme l'expliquent Repenning et al [168].

Pour construire notre grille, nous nous sommes également appuyés sur une analyse qualitative des tâches réalisées comme le suggère Werner et al qui, dans leur expérimentation d'activité GBDL sur le moteur Alice, observent l'intégration et la qualité de la réalisation des patterns de programmation proposés et des mécaniques de game design [250].

Notre grille d'observation des jeux comprend donc les types d'éléments suivants :

- l'observation globale du jeu final : est-ce qu'il est fonctionnel (ne comprend pas de bug) ? est-ce qu'il est jouable donc est-ce que le design proposé (énigmes dans le cas du premier template, level design dans le cas du second) permet de le terminer ?
- pour chaque catégorie d'item personnalisable (texte, image, son, programmation) :
 - est-ce que cette catégorie comporte des éléments personnalisés ?
 - combien d'éléments personnalisés compte-t-on dans cette catégorie ?
 - quelle est l'origine de ces éléments personnalisés ?
 - quels sont les types de modifications effectuées ?
 - quelle est la qualité des éléments intégrés ?

Cette grille d'évaluation s'accompagne d'un pas à pas en trois étapes :

1. ouvrir le jeu dans le moteur et repérer les éléments modifiés ;
2. lancer le jeu et jouer pour examiner s'il est fonctionnel et jouable ;
3. observer individuellement les éléments modifiés pour en évaluer la quantité et la qualité.

Les questionnaires et grille d'observation complets sont disponibles en annexe (cf Annexe E-Questionnaire et grille d'observation des jeux).

En nous appuyant sur ces trois sources de données, nous avons mené et analysé deux séries d'expérimentations basées sur nos deux templates.

6.1.3 Déroulé des expérimentations

Les expérimentations ont commencé par une phase de recrutement de classes de seconde. Pour trouver des enseignants volontaires qui accepteraient de tester cette activité GDBL sur une séance de leurs cours, nous nous sommes appuyés sur les Délégations académiques au numérique éducatif (DANE) qui sont les relais du Ministère de l'Éducation Nationale sur les territoires pour la gestion de toutes les problématiques relatives aux usages pédagogiques des outils informatiques en classe. Une quinzaine d'enseignants de l'Académie de Versailles ont répondu à notre demande et onze ont accepté de mener cette activité en utilisant les templates proposés.

Nous avons mené deux séries d'expérimentations : une sur le premier template, l'escape game développé sur Construct3, et le second sur le jeu de plateforme réalisé avec Godot. Pour cela, nous avons établi la procédure suivante en sept étapes :

1. Le modèle et toutes les ressources associées sont remis à l'enseignant au moins deux semaines avant l'expérience. Les enseignants sont libres de donner ou non ces ressources à leurs élèves.
2. Au début de la session, l'enseignant introduit la séance, l'objectif de l'activité et l'organisation.
3. Chaque élève reçoit ensuite une clé USB numérotée contenant le template. Pour respecter la loi de réglementations des données personnelles (RGPD), le numéro de la clé est utilisé comme identifiant pour associer un élève au jeu qu'il a créé. Ce système d'identification par clé usb a déjà été utilisé dans le cadre d'enquête en milieu scolaire pour les enquêtes PISA et TIMSS¹. Dans le cadre de notre expérimentation, nous ne maîtrisons pas l'infrastructure technique des établissements ou les outils numériques utilisés pour communiquer avec les élèves. Donc, la clé usb permet de s'assurer que chaque élève reçoive bien le template sans dépendre d'une plateforme externe.
4. Les élèves jouent au jeu pendant 10 minutes pour comprendre l'histoire et identifier les éléments qu'ils peuvent personnaliser. Ils passent ensuite à la phase de modification.
5. Dix minutes avant la fin de la séance, les élèves sont invités à sauvegarder le jeu qu'ils ont produit sur la clé usb et à remplir en ligne le questionnaire décrit dans la section précédente. Pendant ce temps de complétion du questionnaire, on collecte les clés usb.
6. Quelques jours après la séance, les enseignants complètent le questionnaire qui leur est destiné.

1. <https://www.cnesco.fr/comparaison-pisa-timss/presentation-des-enquetes/>

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Ils ont accès au fichier d'export des textes. Certains ont aussi souhaité recevoir les jeux produits.

7. Une semaine après la séance, nous observons les jeux produits à l'aide de la grille construite à cet effet.

Nous passons ensuite à l'analyse des résultats collectés à l'issue des deux phases d'expérimentation.

6.1.4 Synthèse

Avant de lancer les tests de nos templates dans les classes de seconde, nous avons défini nos conditions d'expérimentation. Nos trois sous problématiques relatives à la mobilisation des compétences, la prise en main des outils de production et la motivation dans un cadre contraint, ont été décomposées en questions de recherches afin d'observer à un niveau micro des indicateurs pertinents pour l'analyse et la réponse aux questions.

En complément de ces questions de recherche, nous avons construit des outils d'expérimentation basés sur trois sources : des questionnaires d'évaluation des compétences à destination des enseignants, des questionnaires d'auto-évaluation pour les élèves et une grille d'observation des jeux.

Enfin, nous avons défini un protocole en sept étapes qui débutent par une phase de jeu avant de lancer le travail de personnalisation du template. L'expérimentation se termine par la restitution des jeux créés sur clé usb et la complétion des questionnaires.

6.2 Résultats d'expérimentation

Cette section est dédiée à la présentation de nos résultats. La première série d'expériences utilisant le template d'escape game s'est déroulée entre novembre 2022 et février 2023 dans 12 classes de seconde avec 10 enseignants et 217 élèves. La seconde, basée sur le template de jeu de plateforme a eu lieu entre mai 2023 et juin 2023 avec 5 classes de seconde, avec 4 enseignants et 69 élèves. Nous étions présents aux côtés des enseignants sur chacune des séances pour observer l'attitude de la classe et éventuellement pallier des problématiques techniques.

Lors des deux expériences, nous avons constaté un écart entre le nombre total d'élèves, le nombre de questionnaires reçus et le nombre de jeux récoltés via les clés usb. Plusieurs observations peuvent expliquer ce décalage :

— par manque de temps, certains élèves ont préféré terminer leurs jeux et n'ont pas complété le

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

questionnaire ;

- les élèves ont majoritairement travaillé sur des ordinateurs portables donnés aux lycéens par la Région Ile-de-France : certains se sont retrouvés à court de batterie pendant la séance et n'ont pas pu sauvegarder leurs jeux à temps ;
- on a constaté que certains élèves avaient des difficultés pour enregistrer leurs jeux sur clé usb, car c'est la première fois qu'ils réalisaient cette manipulation.

Notre analyse portant sur un triptyque de données, le questionnaire élève, l'observation des jeux et le questionnaire enseignant, nous avons choisi de ne prendre en compte que les questionnaires des élèves ayant rendu leurs jeux, à savoir :

- 175 élèves pour la première expérience ;
- 57 élèves pour la seconde expérience.

Nous présentons ici les données et analyses qui nous permettent de répondre aux trois questions de recherche posées. L'ensemble des données récoltées est disponible en ligne.

6.2.1 Travail et évaluation de compétences

Nous commençons par observer si le template offre bien un cadre de travail et d'évaluation des compétences transversales visées dans notre proposition de référentiel.

6.2.1.1 Observation des données

Nous avons observé les données recueillies auprès des élèves, des enseignants et par l'observation des jeux concernant les tâches et les compétences.

6.2.1.1.1 Données des questionnaires élèves

Sur le 1^{er} template, l'escape game sur Construct3, les tâches d'apprentissage (TA) les plus réalisées sont :

- trouver des images (90,28%) ;
- rédiger du texte (86,85%) ;
- charger des images (82,85%).

A contrario, les tâches d'apprentissage (TA) les moins réalisées sont :

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

- enregistrer des sons (19,42%);
- mettre des crédits (15,42%);
- changer des sons (14,28%).

Les élèves ont indiqué que les tâches suivantes étaient nouvelles pour eux :

- la programmation (53,7%);
- le changement de son (53,14%);
- mettre les crédits (47,42%).

Dans le 2nd template, le jeu de plateforme sur Godo, les tâches d'apprentissage (TA) les plus réalisées sont :

- trouver des images (94,73%);
- charger des images (84,21%);
- trouver des images libres de droit (73,68%).

Dans ce 2nd template, les tâches d'apprentissage (TA) les moins réalisées sont :

- mettre des crédits (12,28%);
- enregistrer des sons (12,28%);
- changer des sons (10,52%).

Les tâches d'apprentissage (TA) les moins réalisées sont donc les mêmes dans les deux templates. Ce sont aussi les tâches indiquées comme nouvelles par les élèves.

On constate toutefois une différence dans les tâches d'apprentissage (TA) les plus réalisées entre les deux templates : dans le second template, le jeu de plateformes, les élèves ont réalisé plus de tâches relatives aux images et moins de tâches de rédaction de texte.

6.2.1.1.2 Données issues des observations jeux

Dans le 1^{er} template, une majorité de jeux ont des textes modifiés (65%) et des images modifiées (91,42%). Peu de jeux ont des sons modifiés (8,57%) ou des éléments de programmation modifiés (8,57%).

La Figure 6.1 est issue d'une capture d'écran d'un template réalisé au cours d'une séance de SNT au lycée René Cassin à Arpajon. Sur cette capture on voit un texte modifié.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION



FIGURE 6.1 – Modification de texte dans un template



FIGURE 6.2 – Modification d'images dans un template

La Figure 6.2 est issue d'une capture d'écran d'un template réalisé au cours d'une séance de français au lycée Geoffroy-St-Hilaire à Etampes. Sur cette capture on voit plusieurs images modifiées. La modification des images posent la question du droit d'auteur.

Au niveau de la qualité des tâches de production (TP), on constate que :

- 92,8% des élèves qui ont modifié des sons ont mis des sons de bonne qualité ;
- 45,6% des élèves qui modifient les textes ont changé l'histoire ;

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

— 16,2% des élèves qui ont modifié les images ont intégré des images de bonne qualité.

Dans le 2nd template, une majorité des jeux ont des images modifiées (68,42%). Peu de jeux ont des textes modifiés (17,54%) ou des sons modifiés (1,75%). Aucun jeu n'a des éléments de programmation modifiés.



FIGURE 6.3 – Modification d'images dans le template de plateforme

La Figure 6.3 est issue d'une capture d'écran d'un template réalisé au cours d'une séance d'Arts plastiques au lycée Louis Bascan à Rambouillet. Sur cette capture on voit plusieurs images modifiées.

Au niveau de la qualité des tâches de production (TP), on constate que :

- 60% des élèves qui modifient les textes ont changé l'histoire ;
- 28,20% des élèves qui ont modifié les images ont intégré des images de bonne qualité ;
- Le seul élève à avoir modifié les sons a mis des sons de bonne qualité.

On constate une nette différence dans les tâches de production (TP) entre les deux templates : dans le 1^{er} template, une majorité de jeux ont des textes et des images modifiés, tandis que dans le 2nd template, une majorité de jeux ont uniquement des images modifiées. La qualité des tâches de production "textes" et "image" est supérieure dans le 2nd template : les élèves qui ont modifié ces éléments ont globalement fourni un travail de meilleure qualité sur la rédaction de l'histoire et la qualité des images.

6.2.1.1.3 Données des questionnaires enseignants

Sur le premier template, les compétences les plus travaillées selon les enseignants sont :

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

- la créativité (30% suffisamment par rapport aux attendus et 70% travaillée et approfondie) ;
- la résolution de problèmes (60% suffisamment par rapport aux attendus et 40% travaillée et approfondie) ;
- l'utilisation des outils numériques (50% suffisamment par rapport aux attendus et 50% travaillée et approfondie).

Les compétences qui pourraient être plus approfondies sont :

- l'expression écrite et orale (30% insuffisamment travaillées, 70% suffisamment par rapport aux attendus ou travaillée et approfondie) ;
- l'honnêteté intellectuelle (30% insuffisamment travaillées, 70% suffisamment par rapport aux attendus ou travaillée et approfondie) ;
- l'organisation du travail (30% insuffisamment travaillées, 70% suffisamment par rapport aux attendus ou travaillée et approfondie).

Sur le deuxième template, les enseignants considèrent que les compétences les plus travaillées sont :

- la créativité (100% travaillée et approfondie) ;
- la résolution de problèmes (75% suffisamment par rapport aux attendus et 25% travaillée et approfondie) ;
- l'utilisation des outils numériques (75% suffisamment par rapport aux attendus et 25% travaillée et approfondie) ;
- l'honnêteté intellectuelle (75% suffisamment par rapport aux attendus et 25% travaillée et approfondie) ;
- l'organisation du travail (75% suffisamment par rapport aux attendus et 25% travaillée et approfondie).

Selon les enseignants, la compétence d'expression écrite et orale n'est pas suffisamment travaillée sur ce template (66,7% insuffisamment travaillées, 33,33% suffisamment par rapport aux attendus).

Pour conclure sur l'évaluation des compétences de manière générale sur les deux templates, d'après les enseignants, les compétences les plus travaillées dans l'atelier sont la créativité, la résolution de problèmes et l'utilisation des outils numériques tandis que l'expression écrite et orale n'est pas suffisamment travaillée selon eux.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

6.2.1.2 Analyse des données sur la mobilisation des compétences

6.2.1.2.1 Mobilisation des compétences

Pour vérifier le modèle proposé pour l'activité, nous commençons par analyser le lien entre les tâches de production et les tâches d'apprentissage afin de répondre à la question suivante : est-ce que le nombre de tâches de production réalisées dépend du nombre de tâches d'apprentissage effectuées ? Nous avons donc comparé les tâches de production réalisées en jeu (TP) avec les tâches d'apprentissage déclarées faites par les élèves (TA).

Pour effectuer ce comparatif, nous observons la fréquence de réalisation des tâches de production relatives à une catégorie (par exemple la modification de texte ou d'image) et les tâches d'apprentissage liées à cette catégorie. Le résultat de ce comparatif de la tâche de production relatives aux textes versus la tâche d'apprentissage de "rédaction de texte" sur le premier template, l'escape game sur le moteur Construct3, est disponible sur la Figure 6.4 . On observe une corrélation entre ces deux tâches de production et d'apprentissage relatives aux textes.

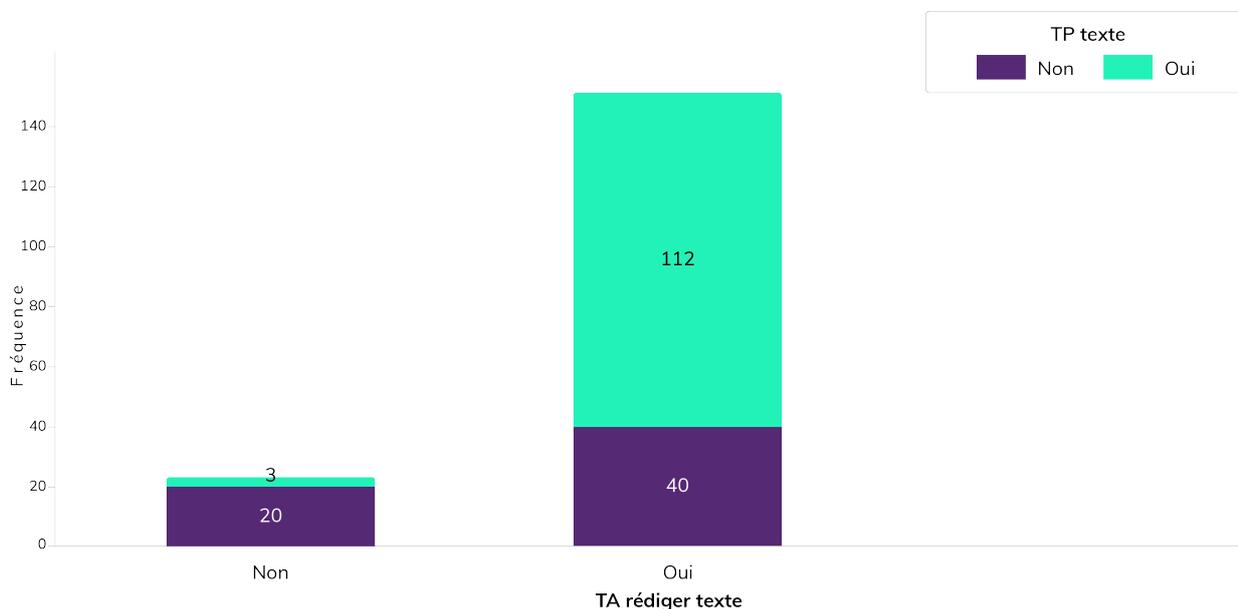


FIGURE 6.4 – Fréquence de réalisation de la tâche d'apprentissage de rédaction texte par rapport à la réalisation de la tâche de production relative au texte sur le template escape game

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

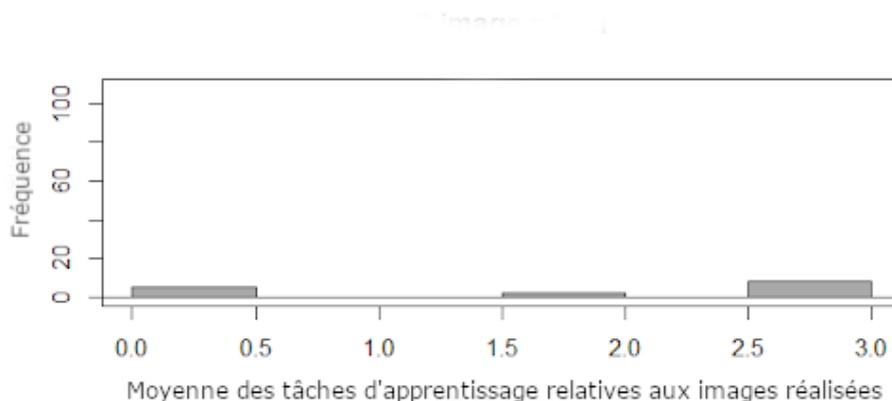


FIGURE 6.5 – Tâches d'apprentissage déclarées comme réalisées pour les jeux n'ayant aucune modification d'image

Plusieurs tâches d'apprentissages peuvent être liées à une tâche de production. Par exemple, la tâche de production "Modification des images" ne peut être réalisée que si l'élève a effectué les tâches d'apprentissage liées : la recherche d'images, de préférence libres de droit, et le chargement de ces images dans le template.

Nous avons classé les réponses des élèves concernant les degrés de réalisation de tâches d'apprentissage relatives aux images de la manière suivante :

- Pas du tout : 0 ;
- Un peu : 1 ;
- Beaucoup : 2 ;
- J'ai tout fait : 3.

Nous pouvons ainsi réaliser une moyenne des tâches d'apprentissage réalisées pour chaque élève et la comparer aux tâches de production de cette même catégorie.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

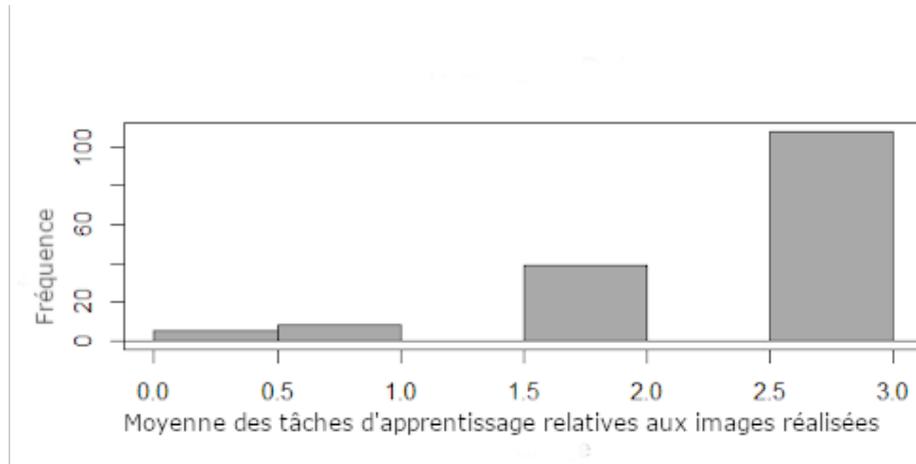


FIGURE 6.6 – Tâches d'apprentissage déclarées comme réalisées pour les jeux ayant des images modifiées

Nous observons une corrélation systématique entre les TP et les TA sur l'ensemble des catégories de tâches :

- plus l'élève déclare avoir travaillé les textes, plus on voit de textes modifiés en jeux (p-value = 0.00000001129) ;
- plus l'élève déclare avoir travaillé les images, plus on voit d'images modifiées en jeux (p-value = 0.0171) ;
- plus l'élève déclare avoir travaillé la programmation, plus on voit d'éléments de programmation modifiés en jeux (p-value = 0.000006428) ;
- plus l'élève déclare avoir travaillé les sons, plus on voit d'éléments de sons modifiés en jeux (p-value = 0,000000000000000185).

Nous obtenons le même résultat sur le deuxième template. À titre d'exemple, voici le comparatif pour la catégorie de tâche de rédaction de texte sur la Figure 6.7.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

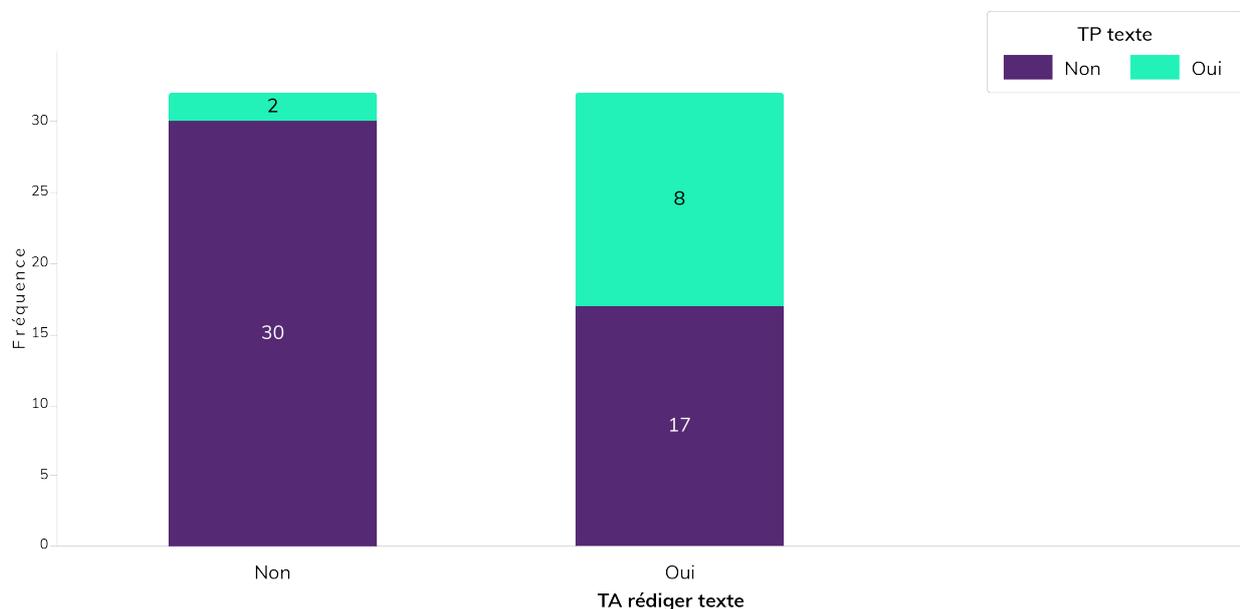


FIGURE 6.7 – Fréquence de réalisation de la tâche d'apprentissage de rédaction texte par rapport à la réalisation de la tâche de production relative au texte sur le template de jeu de plateforme

Les observations sur le deuxième template viennent donc confirmer la corrélation entre la réalisation de tâches en jeu et les apprentissages des élèves :

- plus l'élève déclare avoir travaillé les textes, plus on voit de textes modifiés en jeux ($p\text{-value} = 0.01551$) ;
- plus l'élève déclare avoir travaillé les images, plus on voit d'images modifiées en jeux ($p\text{-value} = 0.0385$).

Sur ce deuxième template, la complétion des tâches de son et de programmation étant trop marginales, nous les avons exclues de cette deuxième analyse. Nous pouvons donc confirmer le lien positif entre les tâches d'apprentissage et les tâches de production.

Lors de la première expérimentation, le questionnaire adressé aux élèves comportait une question relative à la nouveauté de la tâche. Cette donnée peut être intéressante à observer pour répondre à la question suivante : est-ce que la quantité et la qualité des tâches de production réalisées dépendent de la nouveauté des tâches d'apprentissage effectuées ?

Nous avons comparé, d'une part, la quantité de tâches de production réalisée en jeu (TP) avec les tâches d'apprentissage déclarées nouvelles par les élèves (TA new) et, d'autre part, la qualité de

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

tâches de production réalisée en jeu (TP) avec les tâches d'apprentissage déclarées nouvelles par les élèves (TA new).

Dans les deux cas, nous n'avons trouvé aucune corrélation entre la quantité ou la qualité des tâches de production réalisées et la nouveauté des tâches d'apprentissage. La découverte d'une nouvelle tâche ne semble donc pas avoir d'impact sur sa réalisation.

Enfin, nous souhaitons confirmer le lien entre les tâches d'apprentissage et les compétences. Pour cela, notre observation se concentre sur les tâches d'apprentissage déclarées comme réalisées par les élèves et l'évaluation des compétences donnée par l'enseignant.

Nous avons pris en compte uniquement les résultats du premier template qui comporte des tâches d'apprentissage réalisées dans l'ensemble des catégories (texte, image, son et programmation) contrairement au second template dans lequel peu de tâches relatives au son et à la programmation ont été effectuées.

Pour faciliter la comparaison et l'analyse, les résultats de l'auto-évaluation des tâches déclarées réalisées par les élèves ont été convertis en variable binaire. La méthodologie pour les représentations visuelles des données est la suivante : quand une TA unique est associée à une compétence, nous réalisons une modélisation graphique en barre et un test de corrélation, tandis que lorsque plusieurs TA d'une catégorie sont associées à une compétence (ex : TA image), nous réalisons une analyse des correspondances multiples (ACM) qui permet d'étudier plusieurs variables qualitatives en même temps et une analyse par clusters.

Nous indiquons ici les corrélations trouvées entre les compétences et les tâches d'apprentissage associées. L'évaluation de la compétence de créativité est corrélée à la rédaction de texte comme nous pouvons le voir sur la Figure 6.8 (p-value = 0.04049).

La compétence de créativité est également corrélée aux réalisations des tâches concernant les images comme le montrent l'ACM (cf Figure 6.9) et les clusters ci-dessous (cf Figure 6.10).

Nous observons que le cluster 2 sur la Figure 6.10 est le groupe d'élèves qui a majoritairement trouvé des images (52,6%), des images libres de droit (58,9%) et chargé des images (55,6%). C'est aussi le groupe qui a en majorité (66,9%) reçu une évaluation "travaillé et approfondie" pour cette compétence.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

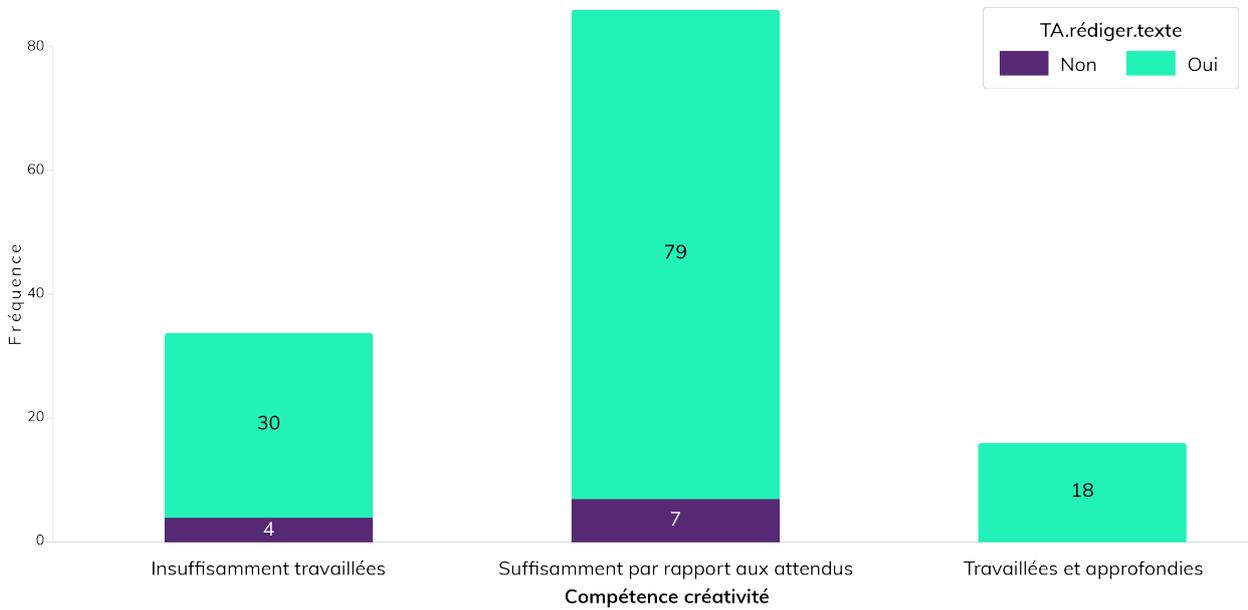


FIGURE 6.8 – Evaluation de la compétence créativité par rapport à la complétion de la tâche d'apprentissage "Rédiger texte"

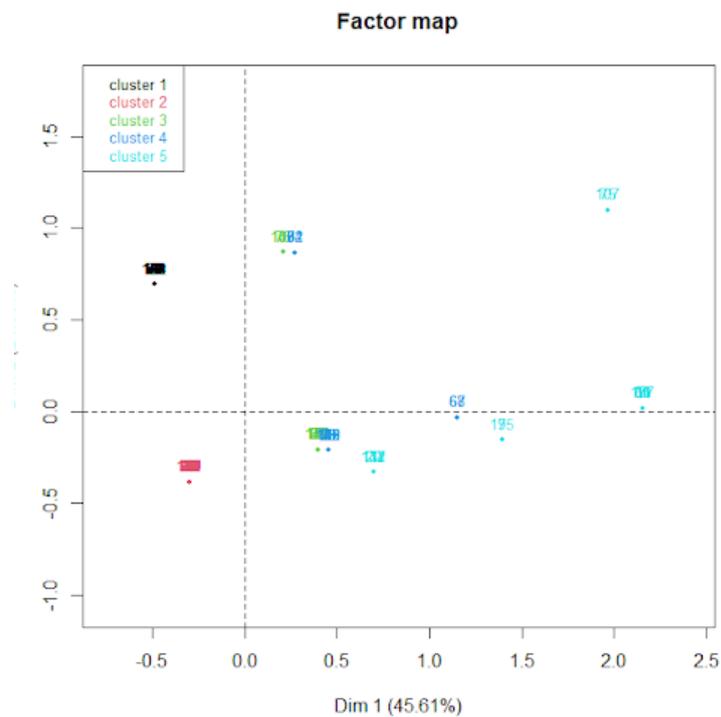


FIGURE 6.10 – Clusters de l'ACM relative à l'évaluation de la compétence "Créativité" par rapport à la réalisation des tâches d'images

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

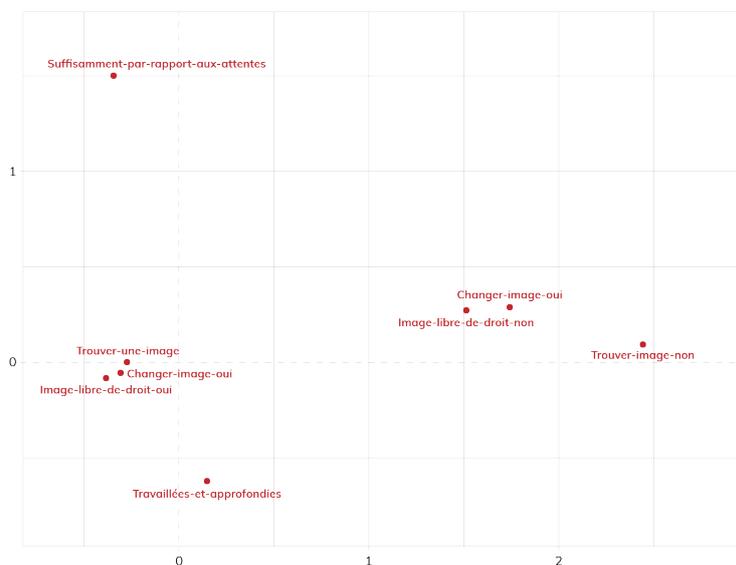


FIGURE 6.9 – ACM pour l'évaluation de la compétence "Créativité" et la réalisation des tâches d'apprentissage relatives aux images sur le template escape game

Pour la compétence créativité, le lien est donc vérifié pour les tâches liées aux textes et aux images mais non aux sons.

Passons à la compétence relative à l'utilisation des outils numériques qui est rattachée aux tâches de texte, d'image et de son. Le test de corrélation entre la tâche de rédaction de texte et cette compétence est négatif. Idem pour l'ACM et l'analyse des clusters pour les tâches liées aux sons.

Voici les résultats de l'ACM (cf Figure 6.11) et de l'analyse par clusters (cf Figure 6.12) :

Dans cette analyse, le cluster 2 (cf Figure 6.12) est le groupe d'élèves qui a majoritairement trouvé des images (54,1%), et chargé des images (57,2%). C'est aussi le groupe qui a en majorité (83,3%) reçu une évaluation "travaillé et approfondie" pour cette compétence.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

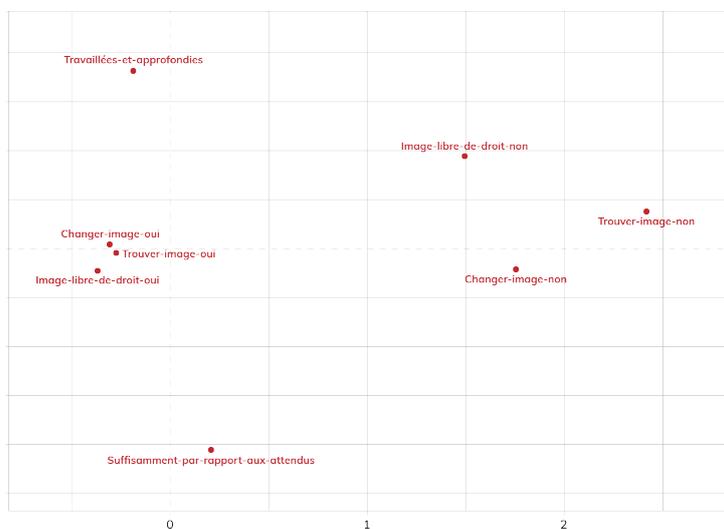


FIGURE 6.11 – ACM pour l'évaluation de la compétence "Utilisation des outils numériques" et la réalisation des tâches d'apprentissage relatives aux images sur le template escape game

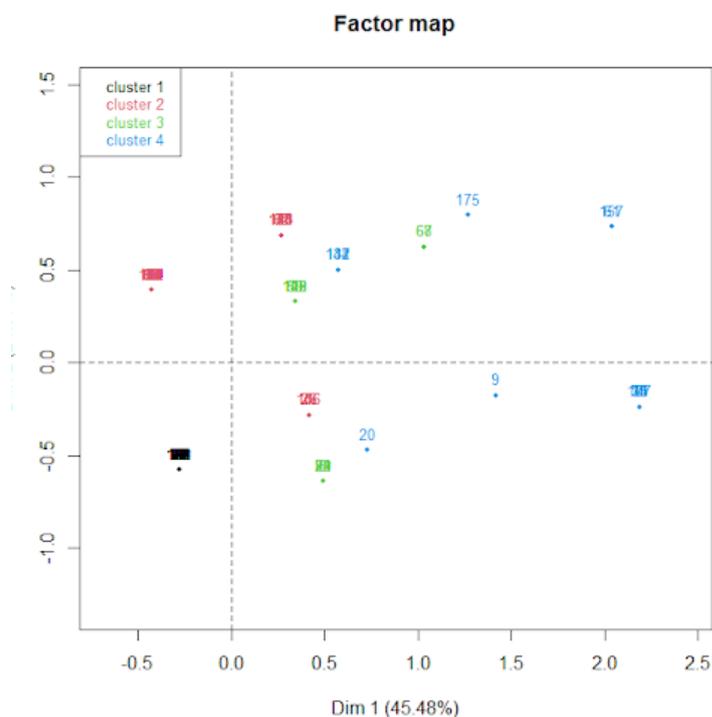


FIGURE 6.12 – Clusters de l'ACM relative à l'évaluation de la compétence "Utilisation des outils numériques" par rapport à la réalisation des tâches d'images

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

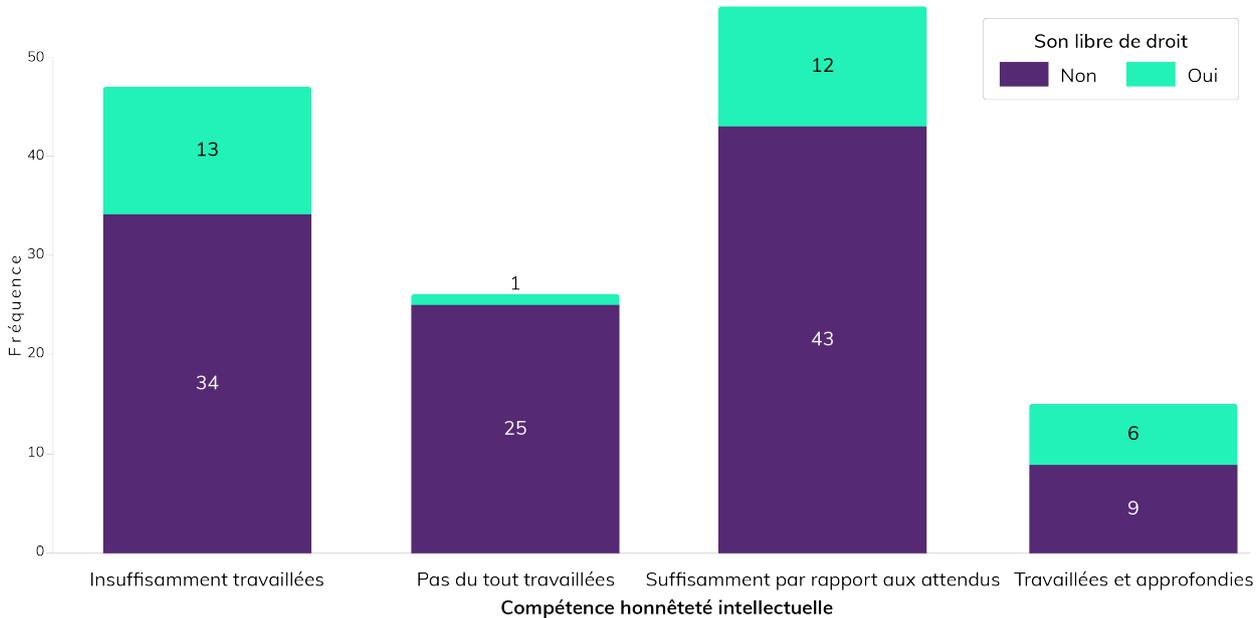


FIGURE 6.13 – Evaluation de la compétence "Honnêteté intellectuelle" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Trouver des sons libres de droit" sur le template escape game

La compétence suivante, l'honnêteté intellectuelle, est liée aux tâches de recherche d'image et de sons libres de droit ainsi qu'à la tâche "indiquer les crédits". La corrélation n'a pas été vérifiée pour les tâches de recherche d'image libres de droit et pour la tâche des crédits. Mais un lien statistique est vérifié pour la tâche de recherche de sons libres de droit comme le montre la Figure 6.13 (p-value = 0.02133).

Enfin, la compétence d'organisation du travail correspond dans le référentiel proposé à la tâche de programmation et à l'identification des formats de fichiers. En effet, la modification des variables suppose une vue globale sur le jeu et les tâches à effectuer, donc une certaine organisation. Idem pour l'identification des formats de fichiers dont dépend la bonne intégration des images et sons trouvés. Dans les deux cas, on observe une corrélation entre ces tâches et la compétence d'organisation. La compétence est jugée suffisamment travaillée lorsque la tâche programmation est bien réalisée (cf Figure 6.14). Idem pour la tâche d'identification des formats de son et d'image (cf Figure 6.15).

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

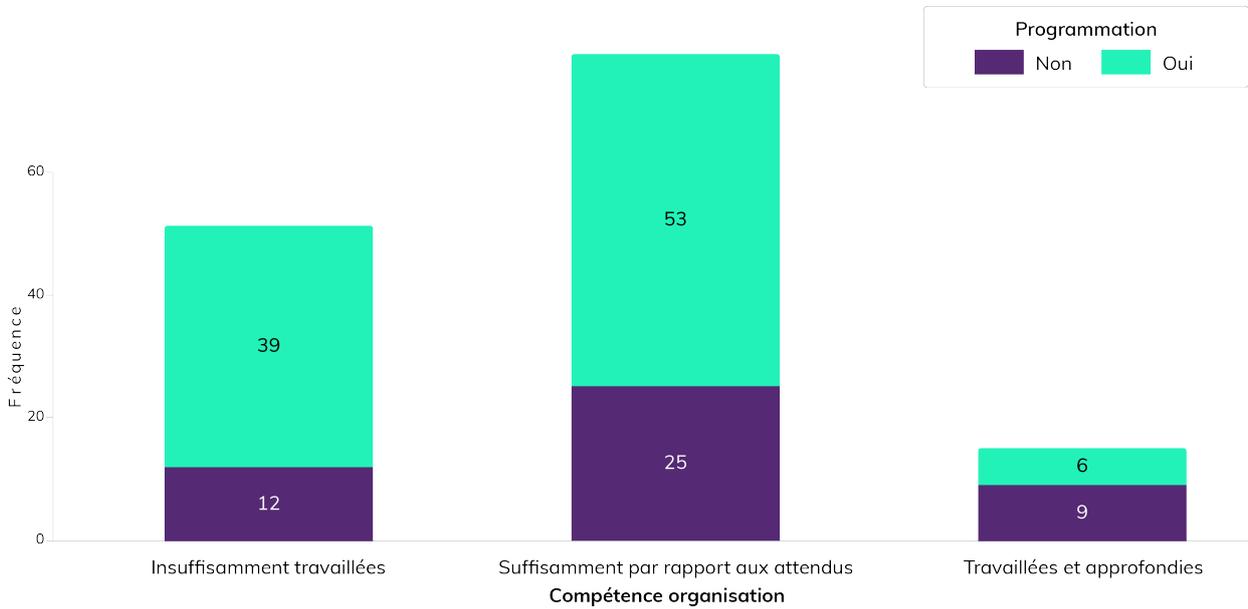


FIGURE 6.14 – Evaluation de la compétence "Organisation" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Modifier des indices" (donc programmation) sur le template escape game

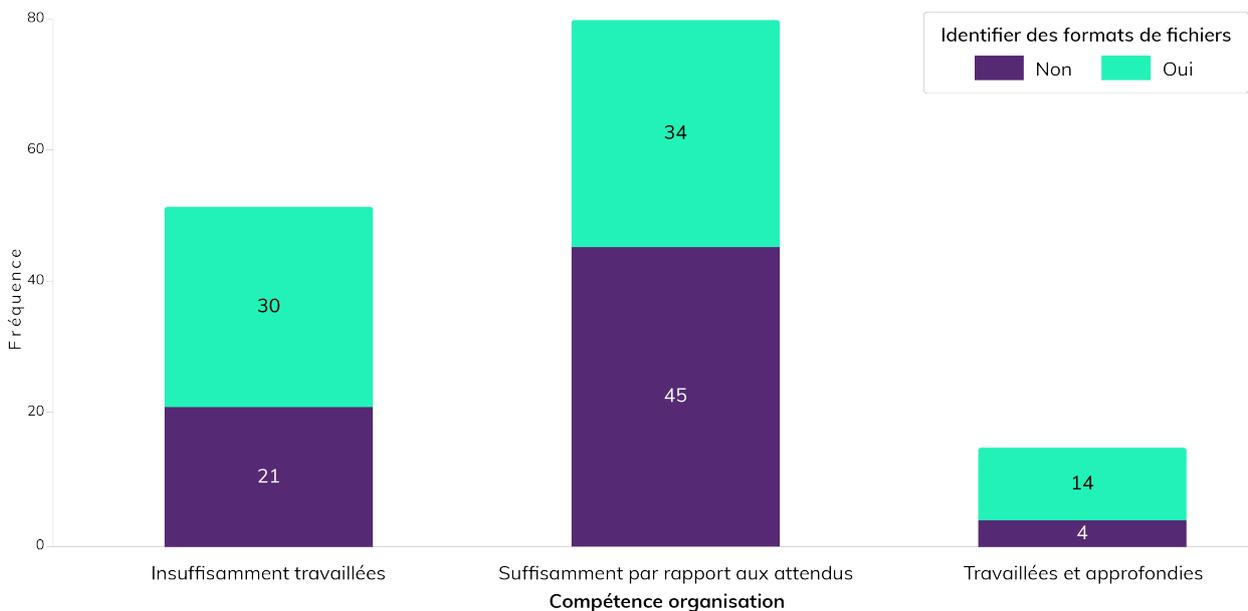


FIGURE 6.15 – Evaluation de la compétence "Organisation" par rapport à la fréquence de complétion de la tâche "Identifier des formats de sons et d'images" sur le template escape game

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Pour conclure, on peut établir un lien entre les compétences et tout ou partie des tâches d'apprentissage associées pour les compétences suivantes : l'organisation, la créativité, l'utilisation des outils numériques et l'honnêteté intellectuelle. En revanche, le lien n'est pas validé d'après les observations des enseignants pour les compétences suivantes : l'expression écrite et orale, la résolution de problèmes.

6.2.1.2.2 Évaluation des compétences

Dans la section précédente, nous avons vu que l'évaluation de certaines compétences n'étaient pas corrélée à la réalisation des tâches d'apprentissage. Dans cette section, nous souhaitons interroger les liens de corrélation possibles entre les tâches de production et l'évaluation des compétences. En effet, l'enseignant ne voit pas toujours les tâches d'apprentissage réalisées en dehors du jeu. Dans le cadre proposé, c'est le template qui fournit les traces d'activités nécessaires à l'évaluation.

Nous avons observé ici l'impact de la quantité et la qualité des tâches de production réalisées dans le template sur l'évaluation donnée pour chaque compétence.

Pour l'expression écrite et orale, nous pouvons voir un lien entre la qualité des textes intégrés en jeu et l'évaluation de la compétence (p-value = 0.01992). Sur la Figure 6.16, plus l'évaluation de la compétence est positive, plus les élèves ont produit une nouvelle histoire (barre verte) ou posé les bases d'une nouvelle histoire (barre rose).

Pour la compétence créativité, on observe également une corrélation positive entre le nombre de textes modifiés et l'évaluation positive de cette compétence (p-value = 0.0000067). Les élèves ayant obtenu une évaluation "suffisamment travaillée" pour la compétence "créativité" (cf Figure 6.17) ont modifié moins de textes que les élèves ayant obtenu une évaluation "travaillée et approfondie" (cf Figure 6.18).

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

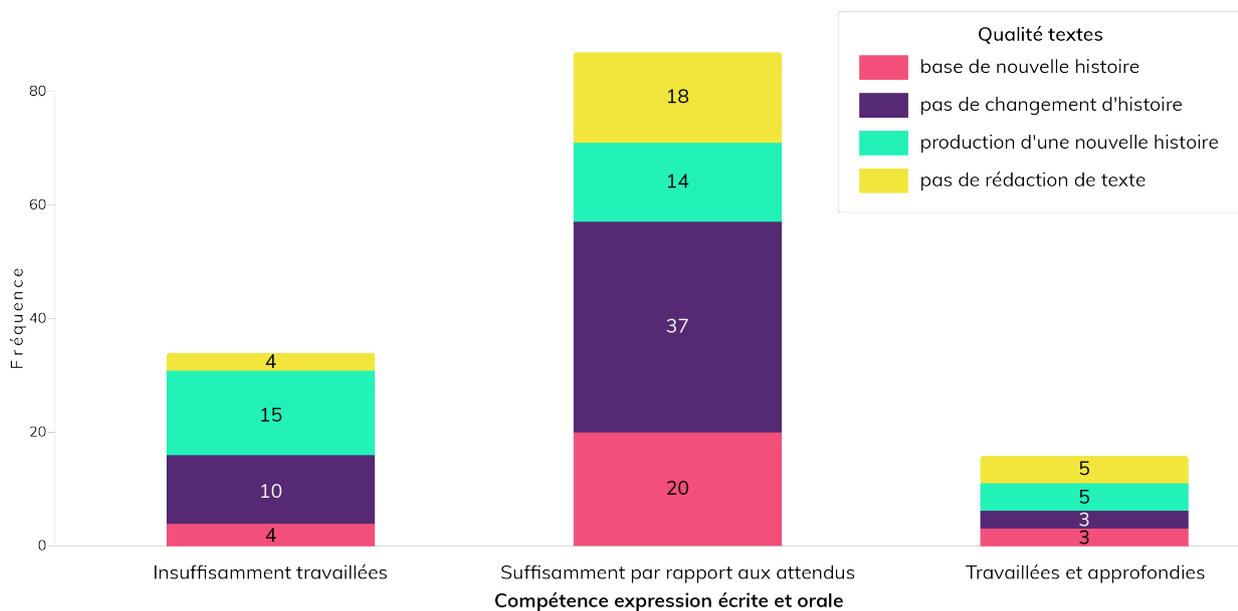


FIGURE 6.16 – Evaluation de la compétence "Expression écrite et orale" par rapport à la qualité de la tâche de rédaction de texte sur le template escape game



FIGURE 6.17 – Fréquence du nombre de textes modifiés pour les élèves ayant suffisamment travaillé la compétence "Créativité" par rapport aux attendus

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

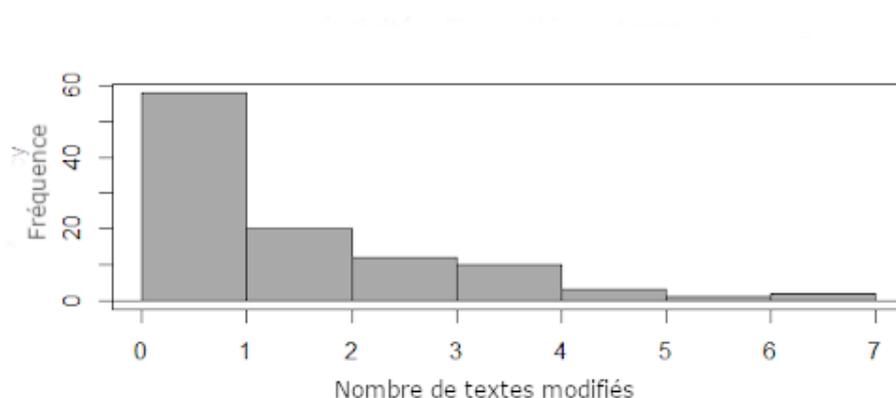


FIGURE 6.18 – Fréquence du nombre de textes modifiés pour les élèves ayant travaillé et approfondi la compétence "Créativité"

Même observation entre la qualité des textes modifiés et cette même évaluation positive ($p\text{-value} = 0.02244$). Sur la Figure 6.19, on peut voir qu'une majorité d'élèves ayant obtenu une meilleure évaluation sur la compétence "créativité" sont ceux qui ont produit une nouvelle histoire ou posé les bases d'une nouvelle histoire.

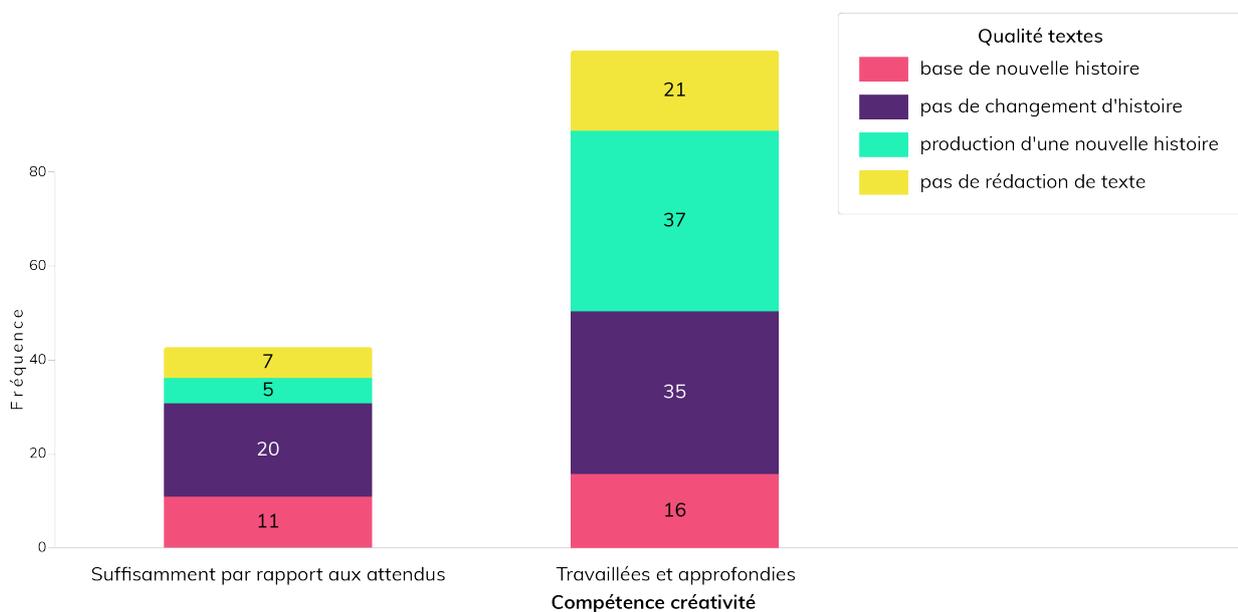


FIGURE 6.19 – Evaluation de la compétence "Créativité" par rapport à la qualité de la tâche de rédaction de texte sur le template escape game

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

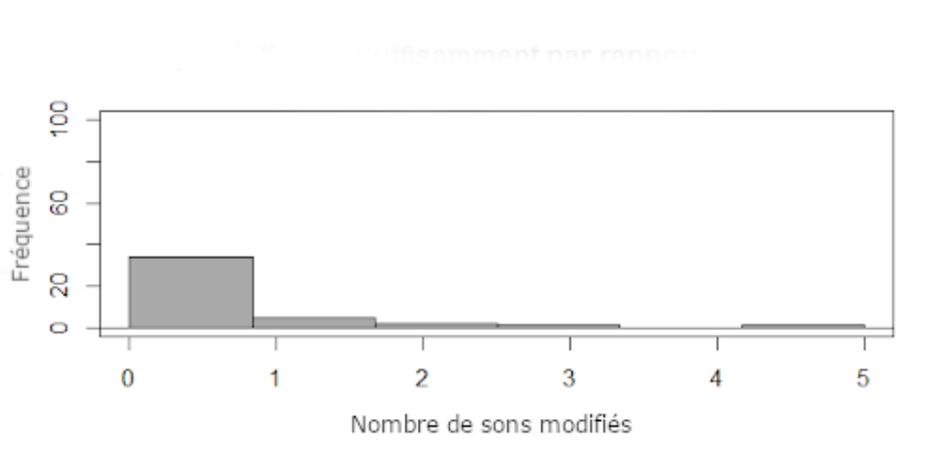


FIGURE 6.20 – Fréquence du nombre de sons modifiés pour les élèves ayant suffisamment travaillé la compétence "Créativité" par rapport aux attendus

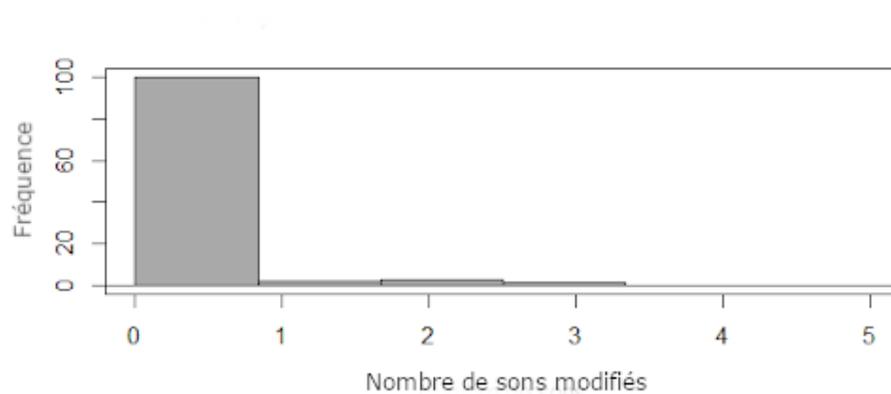


FIGURE 6.21 – Fréquence du nombre de sons modifiés pour les élèves ayant travaillé et approfondi la compétence "Créativité"

En revanche, aucun lien n'a été observé entre le nombre d'images ou la qualité des images intégrées et l'évaluation de cette compétence.

Pour le son, le nombre de fichiers intégrés impacte positivement l'appréciation de la compétence ($p\text{-value} = 0.0143$). On peut voir sur les Figures 6.20 et 6.21 que les élèves ayant obtenu une meilleure évaluation pour la compétence "créativité" ont modifié plus de sons.

En ce qui concerne la compétence de résolution de problèmes, le nombre de variables modifiées n'impacte pas l'évaluation de cette compétence.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Pour conclure sur la capacité du template à permettre l'évaluation de l'activité par l'enseignant, nous pouvons voir qu'il existe un lien entre l'évaluation de la compétence expression écrite et orale et la qualité des textes modifiés, mais pas la quantité.

Nous avons aussi montré le lien entre l'évaluation de la compétence créativité et la qualité et la quantité des textes modifiés ou encore la quantité de sons modifiés.

Cependant, il n'existe pas de lien entre :

- la quantité de variables modifiées et la compétence résolution de problèmes ou la compétence organisation ;
- la quantité/ qualité de textes, images et sons modifiés et l'évaluation des compétences utilisation des outils numériques ou honnêteté intellectuelle.

6.2.1.2.3 Type de template et tâches réalisées

Pour terminer cette analyse du lien entre les compétences et les tâches, nous nous intéressons à l'impact de la forme même du template, donc des unités de production choisies liées aux tâches de production et aux tâches d'apprentissage, et par extension, aux compétences travaillées. Pour cela, nous avons comparé le nombre de tâches maximum proposé pour une catégorie et le nombre de tâches de production effectivement réalisées.

Le nombre de textes potentiellement modifiables impacte bien le nombre de textes effectivement modifiés en jeu (p-value 0.000002776). Nous pouvons voir sur la Figure 6.22 que le template d'escape game qui proposait plus de textes modifiables a conduit les élèves à modifier plus de textes. Idem pour les sons (p-value = 0.0003617) comme le montre la Figure 6.23 et pour la programmation (p-value = 0.0003617) en Figure 6.24.

En revanche, nous n'avons pas observé de lien entre le nombre d'images modifiables et le nombre d'images effectivement modifiées.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

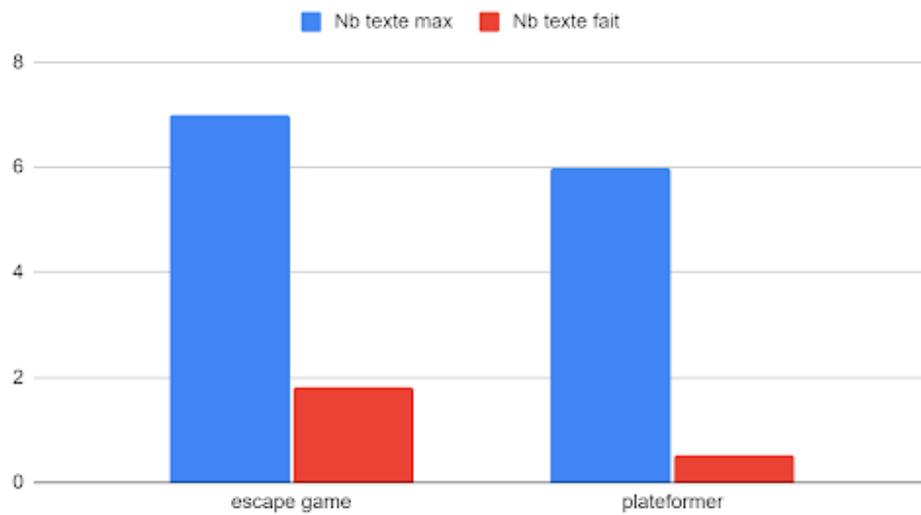


FIGURE 6.22 – Nombre d’emplacements de textes disponibles et moyenne du nombre de textes complétés par template

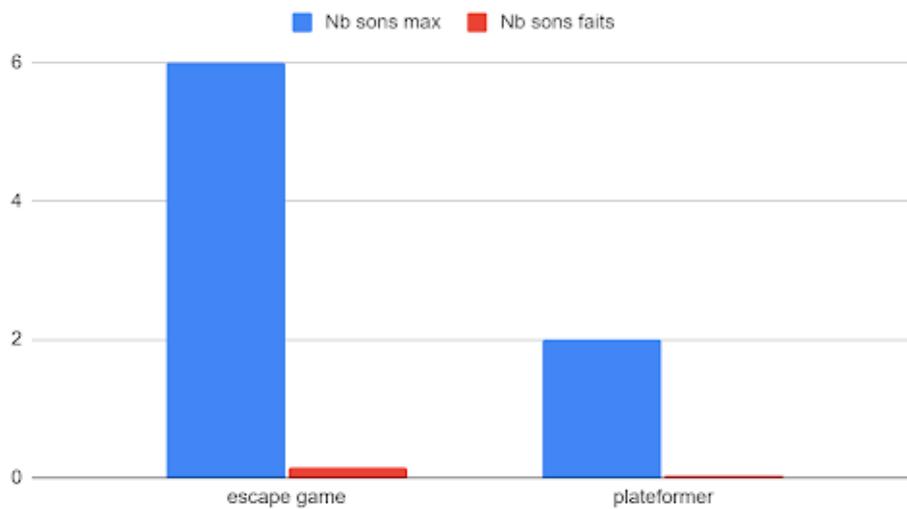


FIGURE 6.23 – Nombre de sons modifiables et moyenne du nombre de sons complétés par template

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

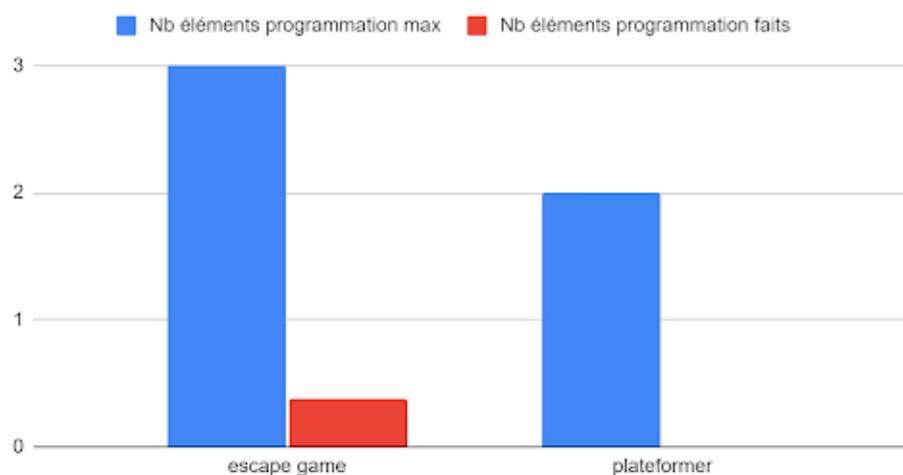


FIGURE 6.24 – Nombre de variables ou de scripts modifiables et moyenne du nombre de variables ou de scripts modifiables complétés par template

6.2.2 Synthèse

A travers l'expérimentation de nos deux templates nous avons collecté des données sur les tâches de production réalisées par chaque élève pour personnaliser le jeu. Nous avons vérifié qu'elles étaient en corrélation avec les tâches d'apprentissage associées.

Nous avons ensuite observé si l'évaluation des compétences effectuées par les enseignants était corrélée aux tâches d'apprentissage réalisées. Ce lien a été validé pour les compétences d'organisation, de créativité, d'utilisation des outils numériques et d'honnêteté intellectuelle. En revanche, le lien ne s'est pas vérifié pour les compétences d'expression écrite et orale et de résolution de problème.

L'évaluation se joue aussi au niveau de l'observation par les enseignants de la quantité et de la qualité des tâches de production réalisées. Nous avons constaté que pour la compétence de créativité, l'évaluation était meilleure lorsque les élèves avaient modifié un plus grand nombre de textes et produit une nouvelle histoire. Idem pour la compétence d'expression écrite et orale en lien avec la qualité des textes produits. Enfin, nous avons noté que le type de template développé donc le nombre de tâches de production proposé influençait le nombre de tâches effectivement réalisées pour les textes, les images et les sons.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

6.2.3 Prise en main des outils de production

Dans cette section, nous souhaitons évaluer la capacité des templates à faciliter la prise en main des moteurs de jeu pour les élèves et la mise en place de l'atelier pour les enseignants.

6.2.3.1 Observations des données

6.2.3.1.1 Description des groupes participant à l'expérience

La prise en main des outils de production dépend du moteur de jeu choisi mais aussi du contexte d'utilisation. Nous détaillons ici les caractéristiques des classes ayant participé aux expérimentations.

Lors de la première expérience, 7 classes ont réalisé l'atelier sur une séance de 2 heures et 5 groupes sur une séance d'1 heure. 7 groupes ont reçu des consignes de l'enseignant concernant des tâches à réaliser ou des objectifs d'apprentissage, 5 n'ont reçu aucune consigne. Enfin, 100 élèves ont pratiqué l'atelier dans le cadre d'une discipline scientifique (mathématiques ou SNT) et 75 élèves ont pratiqué l'atelier dans le cadre d'une discipline littéraire - histoire - arts.

Lors de la deuxième expérience, 2 classes ont modifié le template pendant 2 heures et 3 groupes pendant 1 heure. Aucun groupe n'a reçu de consignes de la part de l'enseignant. 53 élèves ont pratiqué l'atelier dans une discipline scientifique (mathématiques ou SNT ou génie mécanique et construction), 4 élèves ont pratiqué l'atelier dans une discipline littéraire - histoire - arts.

On constate une nette différence entre la 1^{ère} expérimentation où environ $\frac{1}{4}$ des enseignants ont donné une consigne aux élèves versus la 2^{nde} expérimentation où aucun enseignant n'a donné de consignes.

La répartition des élèves dans les différentes disciplines est relativement équilibrée sur la 1^{ère} expérimentation (57% en matières scientifiques, 43% en matières littéraires/arts/histoire). Dans la 2^{nde} expérimentation, la quasi-totalité des élèves (92%) était en discipline scientifique.

6.2.3.1.2 Données questionnaire élèves

D'après le questionnaire lié à la première expérimentation, les élèves sont globalement familiers des outils numériques : 57,71% ont déjà utilisé des outils de création numérique. Lors de la deuxième expérimentation, une majorité d'élèves avaient déjà participé à la 1^{ère} séance (84,21%) donc étaient aussi familiers des outils de création numérique.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Parmi les élèves ayant travaillé sur le premier template d'escape game 49,1% considèrent que ce modèle de jeu les a aidés et 5% qu'il les a mis en difficulté tandis que sur le deuxième template de jeu de plateforme, 31,57% considèrent avoir été aidés par le modèle et 14,03% mis en difficulté. A priori, le deuxième template était donc plus difficile que le premier à prendre en main pour les élèves.

6.2.3.1.3 Données observation des jeux

Quid du résultat sur la production des jeux ? Nous distinguons les jeux fonctionnels (le jeu ne comporte pas de bug) et les jeux jouables (le gameplay permet au joueur de terminer le jeu).

Sur le premier template, les élèves ont produit :

- 67,6% de jeux jouables et fonctionnels ;
- 16% de jeux fonctionnels et non jouables ;
- 13% de jeux non fonctionnels non jouables.

Sur le deuxième template, les élèves ont produit :

- 61,4% de jeux jouables et fonctionnels ;
- 29,8% de jeux fonctionnels et non jouables ;
- 8,7% de jeux non fonctionnels non jouables.

Dans les deux cas, plus de 60% des jeux sont donc fonctionnels et jouables.

6.2.3.1.4 Données questionnaire enseignants

Les profils des enseignants par rapport au jeu vidéo sont équilibrés : 6 d'entre eux sont non-joueurs et 4 sont joueurs. La plupart des enseignants (80%) n'ont jamais utilisé le jeu vidéo en classe, mais tous ont déjà utilisé des outils numériques en classe.

Les enseignants de la 1^{ère} expérimentation ont passé en moyenne 1,6 heures à préparer l'atelier. La majorité (70%) ont utilisé les supports pédagogiques fournis. Sur la 2^{nde} expérimentation, les enseignants ont passé en moyenne 0,8 heure à préparer l'atelier. La majorité (75%) ont utilisé les supports pédagogiques fournis.

6.2.3.2 Analyse des données sur la prise en mains des outils de production

6.2.3.2.1 Rapport des élèves aux templates

Afin de savoir si le template peut être pris en main facilement par tous les élèves, nous avons cherché à savoir s'il existe un lien entre la connaissance des outils numériques par les élèves et leur rapport au template. Nous n'avons constaté aucune corrélation entre l'expérience des élèves sur d'autres outils de création numérique et leur appréciation de l'aide apportée par les modèles de jeu. Dans la continuité de cette observation, aucun lien manifeste n'existe entre la connaissance des outils numériques et la qualité finale du jeu produit.

6.2.3.2.2 Rapport des enseignants à l'activité et au template paramétrable

Sur le premier template, l'enseignant ne peut pas personnaliser les tâches à réaliser par les élèves. À moins de donner une consigne, il a donc peu de contrôle sur les objectifs pédagogiques. Dans ce cadre, nous étudions la prise en main globale de l'activité par les enseignants et les facteurs qui peuvent la faire varier.

Le premier facteur est le nombre d'années d'expérience. Les enseignants ayant le moins d'expérience dans l'enseignement rencontrent moins de difficulté (cf Figure 6.25) que les enseignants plus expérimentés (cf Figure 6.26) (p-value : 0.0000011).

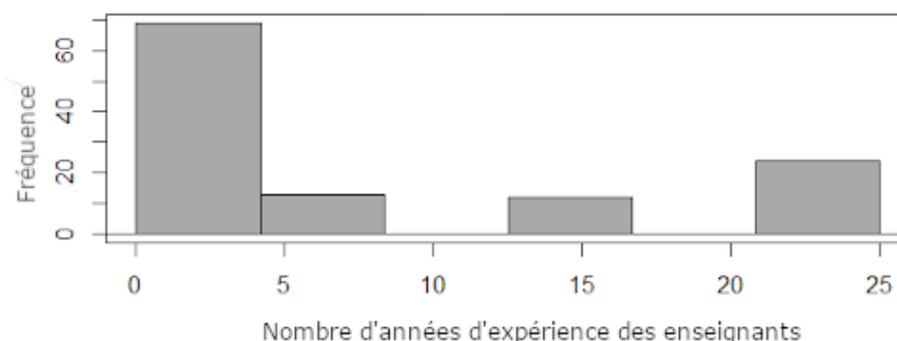


FIGURE 6.25 – Fréquence du nombre d'années d'expérience des enseignants n'ayant pas rencontré de difficultés

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

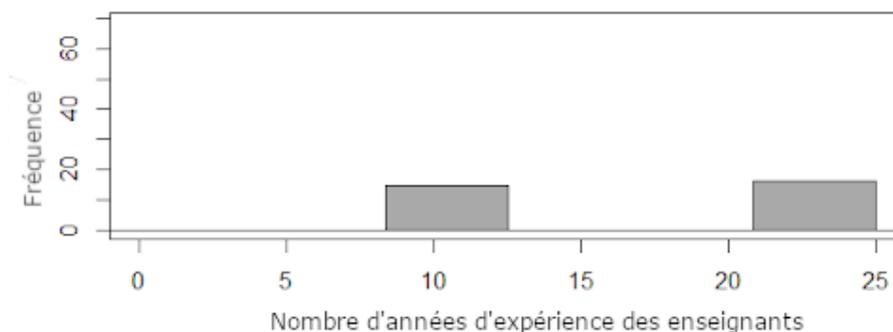


FIGURE 6.26 – Fréquence du nombre d'années d'expérience des enseignants ayant rencontré des difficultés

Les enseignants ayant utilisé les supports pédagogiques proposés ont aussi moins de difficultés à prendre en main l'activité que ceux qui n'utilisent pas ces documents, comme le montre la Figure 6.27 (p-value : 0.00000334).

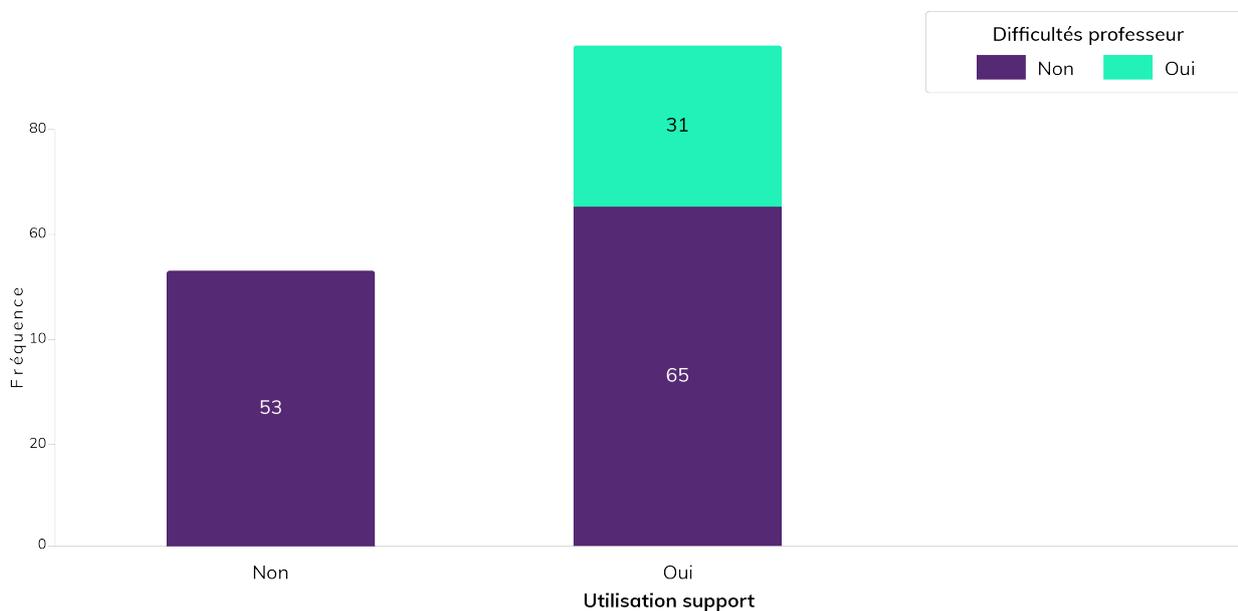


FIGURE 6.27 – Difficultés rencontrées en atelier et utilisation du support pédagogique par les enseignants

Les enseignants qui ont moins préparé l'atelier sont aussi plus à l'aise que ceux qui ont passé plus de temps sur la préparation (p-value : 0,0000000000002) comme le montre la Figure 6.28.

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

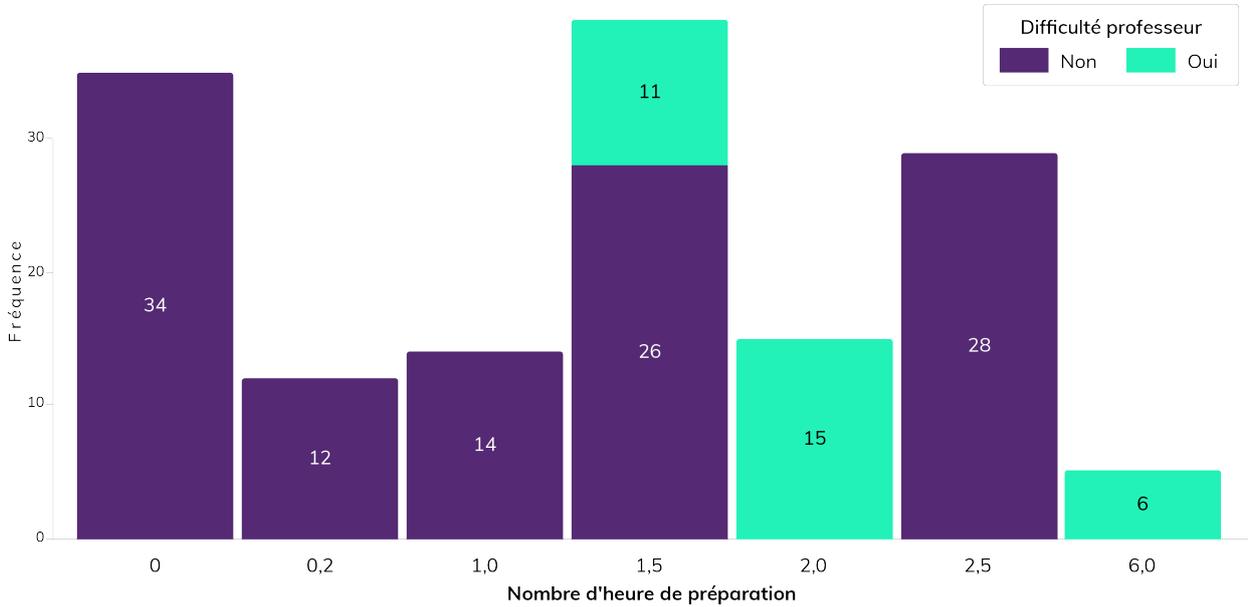


FIGURE 6.28 – Difficultés rencontrées par l’enseignant par rapport au nombre d’heure de préparation

Sur le deuxième template, nous avons intégré des options de personnalisation afin que l’enseignant puisse choisir les tâches à réaliser. Pour évaluer la perception des enseignants sur ce template paramétrable, nous avons utilisé le SUS Score proposé par Brooke [261]. Le questionnaire enseignant comportait donc des affirmations positives et négatives relatives au template et des réponses sur la base d’une échelle de Lickert (cf Annexe E -Questionnaire des enseignants). Le calcul du SUS Score se réalise de la manière suivante :

- Pour les questions positives, il faut soustraire 1 au résultat donné par le répondant.
- Pour les questions négatives, le score est égal à 5 moins le score donné par le répondant.
- On calcule ensuite le total pour chaque répondant et ce résultat est multiplié par 2,5 pour obtenir un résultat sur 100.
- Enfin, on effectue la moyenne de l’ensemble des réponses pour obtenir le SUS Score.

Le SUS Score obtenu est de 60. Ce résultat indique que le système permet une prise en mains suffisante pour les utilisateurs, mais pourrait être amélioré.

6.2.3.2.3 Adaptation du template à différents contextes

La prise en main d'un template peut aussi être jugée à travers la possibilité de l'utiliser dans différents contextes. Ainsi, on s'interroge sur le lien entre la discipline dans laquelle l'atelier est réalisé et les tâches d'apprentissage effectuées par les élèves. D'après nos tests de corrélation, la discipline n'a aucun impact sur les tâches d'apprentissage réalisées.

En revanche, la durée de l'activité fait clairement varier le nombre de tâches réalisées (p-value = 0.00253). Plus l'atelier dure, plus les élèves ont le temps de réaliser un grand nombre de tâches de productions (cf Figure 6.29).

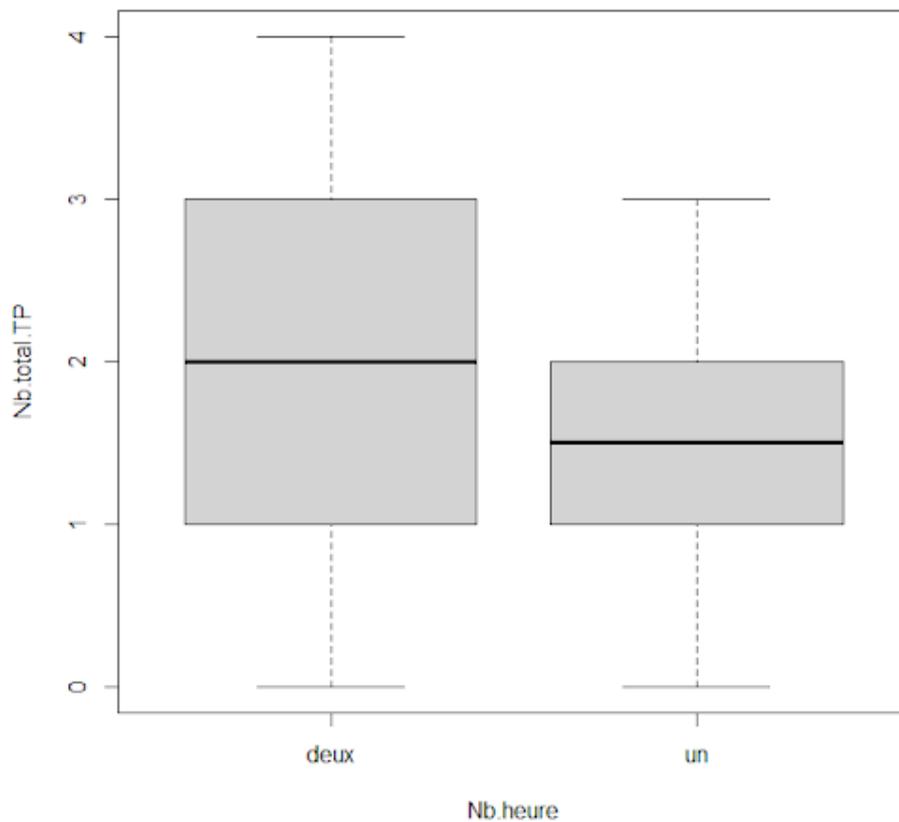


FIGURE 6.29 – Nombre de tâches de production réalisées par rapport à la durée de l'atelier

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

Pour analyser plus finement ces résultats, nous avons testé les corrélations entre la durée et chacune des catégories de tâches proposées. La tâche que les élèves effectuent le plus lorsque la durée de l'atelier s'allonge est le son comme le montre la Figure 6.30 (p-value = 0.00092).

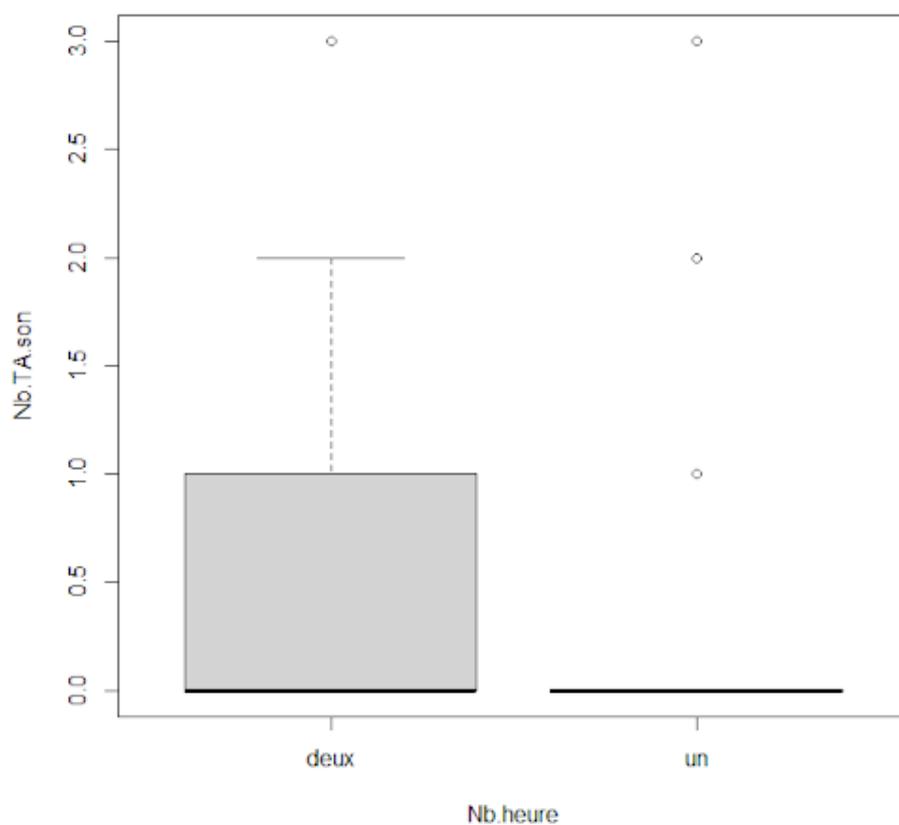


FIGURE 6.30 – Nombre de tâches de production relatives au son réalisées par rapport à la durée de l'atelier

Enfin, le même type de test a été effectué sur la consigne : celle-ci n'a aucun impact sur le nombre de tâches d'apprentissage ou de tâches de production réalisées.

6.2.3.3 Synthèse

Sur la question de la prise en main des outils de production, les résultats d'expérimentation indiquent que le template a globalement aidé les élèves, qu'ils aient ou non une expérience antérieure avec des

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

outils de création numérique. Ce constat se confirme par l'obtention de 60% de jeux fonctionnels et jouables à la fin de la séance de travail.

Côté enseignants, ceux qui ont le moins d'expérience et ceux qui ont utilisé les supports pédagogiques ont rencontré moins de difficultés dans l'activité que les autres. Le deuxième template qui laisse la possibilité de paramétrer les tâches est satisfaisant selon les retours des enseignants.

Enfin, on peut noter que la durée de la séance est le principal facteur d'organisation de l'activité : plus l'activité dure, plus les élèves ont le temps de réaliser différentes tâches, notamment celles liées aux sons.

6.2.4 Motivation et créativité dans un cadre contraint

Le dernier aspect à observer concerne la motivation et la créativité de l'élève dans le cadre de créativité contraint qu'est le template. Commençons par les données relatives aux questionnaires élèves.

6.2.4.1 Observation des données

Sur le 1^{er} template :

- 63,4% sont fiers du résultat ;
- 32,7% des élèves ont l'impression d'avoir créé un jeu ;
- 6,2% ont l'impression d'avoir fini leur jeu.

Sur le 2nd template :

- 40,3% sont fiers du résultat ;
- 19,29% des élèves ont l'impression d'avoir créé un jeu ;
- 3,5% ont l'impression d'avoir fini leur jeu.

Entre 1^{er} et le 2nd template, on constate donc des différences. Plus d'élèves ont l'impression d'avoir créé un jeu dans le 1^{er} template que dans le 2nd. Plus d'élèves sont fiers du résultat dans le 1^{er} template que dans le 2nd.

Dans les deux cas, moins de 7% des élèves considèrent leur jeu comme terminé.

6.2.4.2 Analyse des données sur la motivation et la créativité

6.2.4.2.1 Rapport à la création de jeux

Les templates étant des jeux quasiment terminés, mais modifiables, il est intéressant de s'interroger dans ce contexte sur le rapport des élèves à la création. Nous nous sommes demandé si les élèves qui ont l'impression d'avoir créé un jeu ont réalisé plus de tâches d'apprentissage ou de tâches de production que les autres. Après avoir effectué des tests, aucune corrélation n'a été démontrée entre le nombre de tâches d'apprentissage réalisées, le nombre de tâches nouvelles ou encore le nombre de tâches de production et l'impression d'avoir créé un jeu.

Nous avons ensuite affiné ces tests en observant les tâches par catégorie. Dans le premier template, une tâche de production est directement corrélée avec l'impression d'avoir créé un jeu : il s'agit de la rédaction de texte (p-value = 0.004044). Ainsi, plus un élève a rédigé de textes, plus il a l'impression d'avoir créé un jeu (cf Figure 6.31).

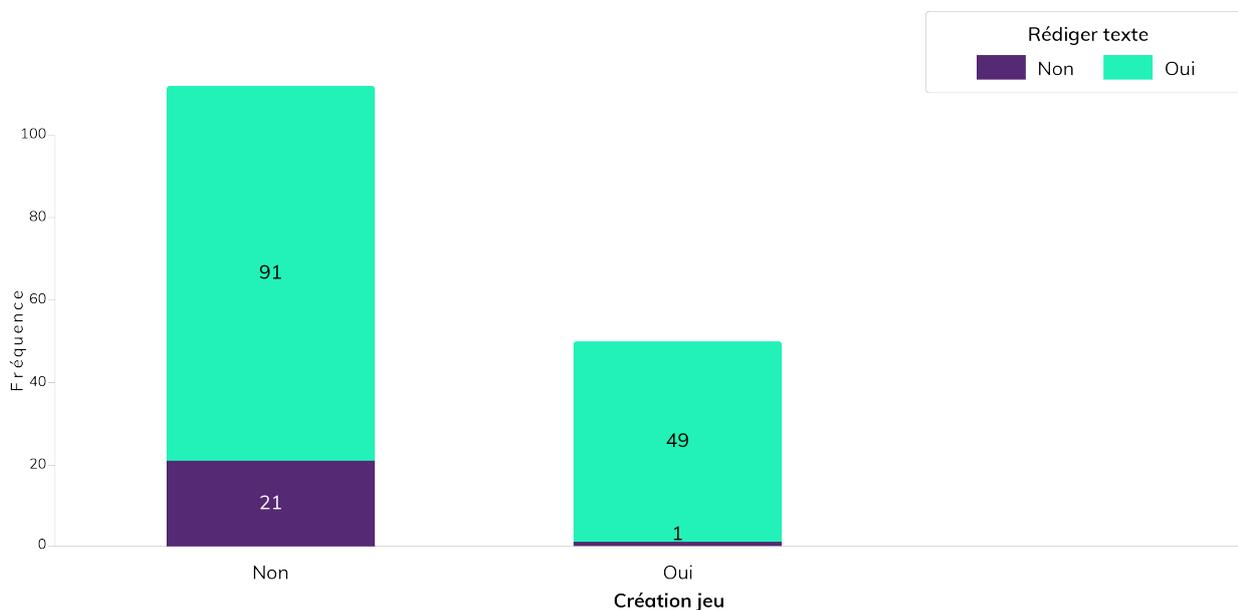


FIGURE 6.31 – Impression d'avoir créé un jeu par rapport à la réalisation de la tâche de production "Rédaction de texte" dans le template escape game

6.2.4.2.2 Fierté

Le second indicateur de la motivation est la fierté de l'élève par rapport à sa production. Dans le premier template, aucune corrélation n'a été démontrée entre le nombre total de tâches d'apprentissage ou le nombre total de tâches de production réalisées et la fierté de l'élève. Cependant, on peut noter que les élèves qui indiquent être fiers de leur jeu sont ceux qui ont réalisé le plus de tâches d'apprentissage liées au texte (cf Figure 6.32) (p-value = 0.09116) et au son (cf Figure 6.33) (p-value = 0.05686).

Même constat sur le deuxième template concernant le lien entre le nombre de tâches réalisées et le sentiment de fierté. Après analyse par catégorie, on constate que les élèves les plus fiers de leurs jeux sont ceux qui ont majoritairement réalisé des tâches liées aux images (cf Figure 6.34) (p-value = 0.01536) et aux textes (cf Figure 6.35) (p-value = 0.04206).

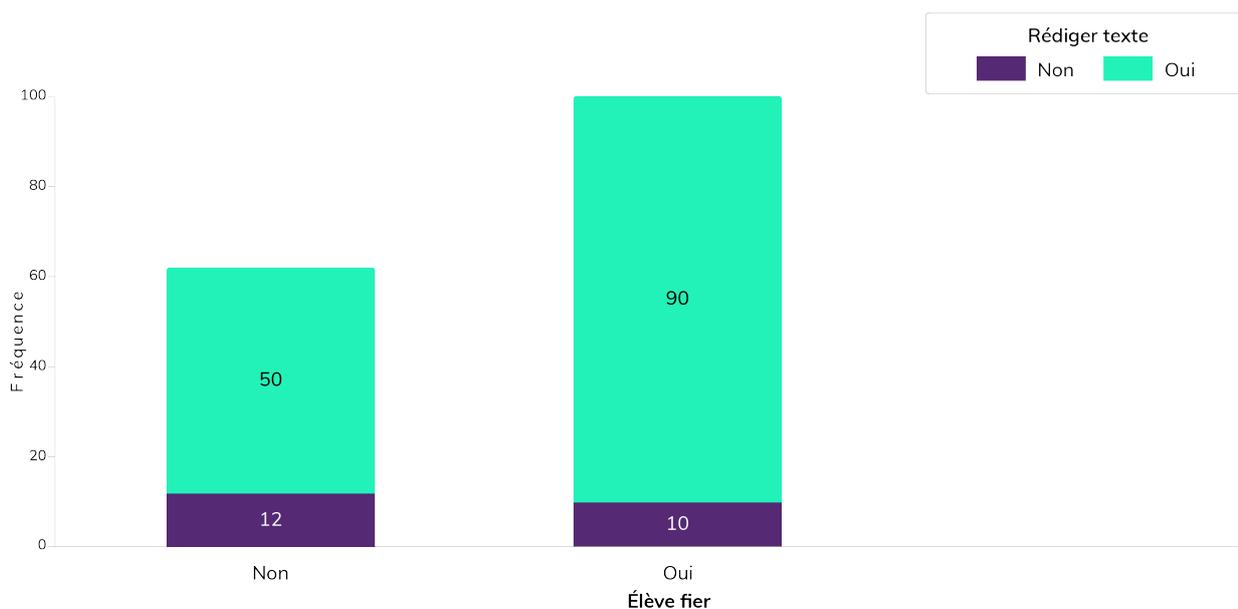


FIGURE 6.32 – Fierté des élèves par rapport à la réalisation de la tâche d'apprentissage "Rédaction de texte" dans le template escape game

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

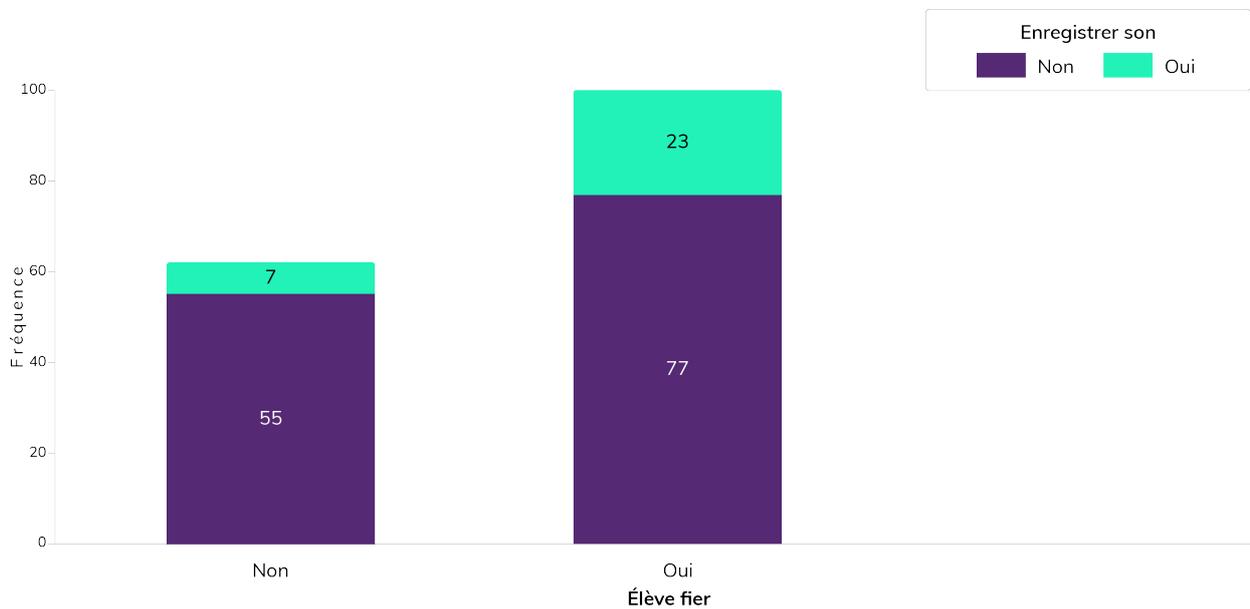


FIGURE 6.33 – Fierté des élèves par rapport à la réalisation de la tâche d'apprentissage "Enregistrer des sons" dans le template escape game

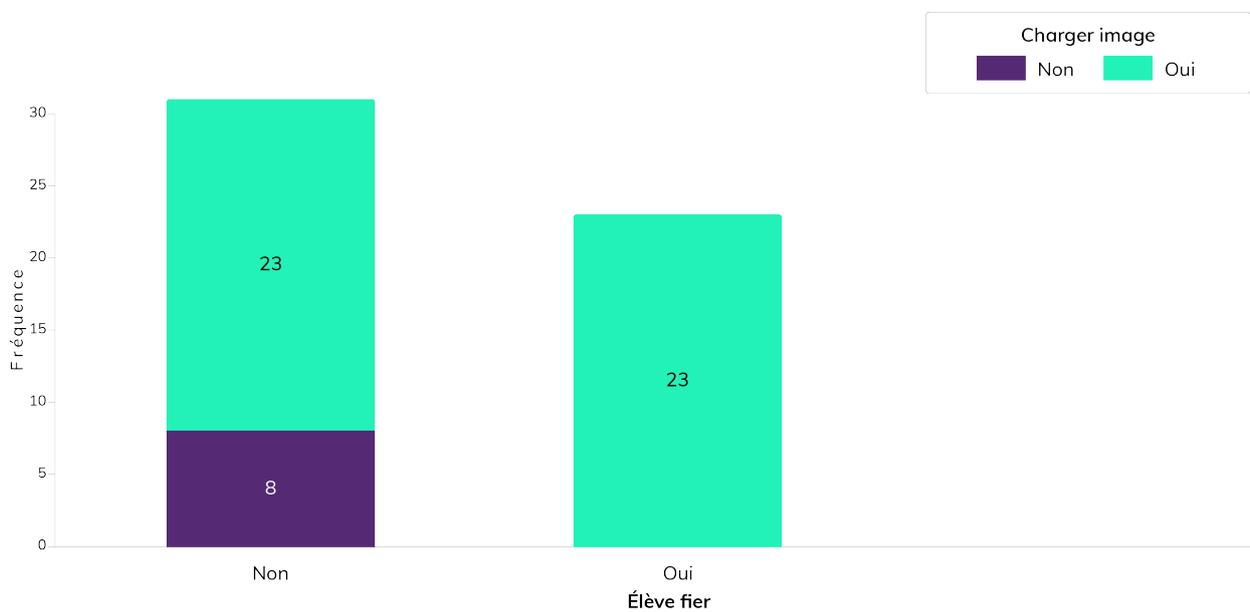


FIGURE 6.34 – Fierté des élèves par rapport à la tâche de production "Charger des images" dans le template jeu de plateformes

6.2. RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

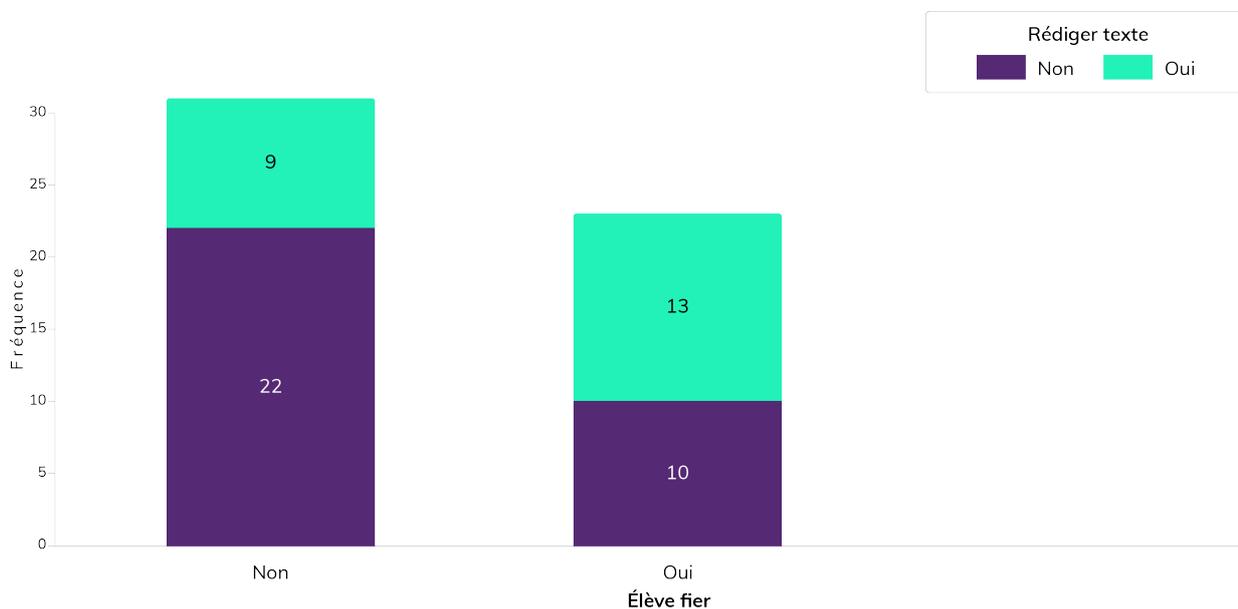


FIGURE 6.35 – Fierté des élèves par rapport à la tâche de production "Rédiger texte" dans le template de jeu de plateformes

6.2.4.3 Synthèse

Dans cette partie, nous avons observé que les élèves étaient majoritairement fiers du résultat obtenu mais n'avaient, pour la plupart, pas l'impression d'avoir créé un jeu. L'analyse détaillée porte sur deux critères qui peuvent faire varier la motivation : le rapport à la création personnelle et la fierté du travail accompli.

Les résultats concernant la fierté sont similaires sur le premier template. Sur ce modèle de jeu, les élèves qui sont fiers de leurs jeux sont ceux qui ont réalisé le plus de tâches d'apprentissage relatives aux textes et aux sons. En revanche, sur le deuxième template, ce sont les élèves qui ont réalisé le plus de tâches de production liées aux images et aux textes qui sont les plus fiers de leurs jeux.

6.3 Discussions

À travers l'observation des deux expérimentations, nous avons obtenu des données en vue de répondre à l'ensemble de nos questions de recherche et donc à nos trois sous-problématiques.

6.3.1 Mobilisation et l'évaluation des compétences

Notre première sous-problématique porte sur le travail et l'évaluation des compétences à travers les templates de jeux proposés. Nous avons distingué l'analyse de la mobilisation des compétences, étudiée à travers l'observation du lien entre tâches d'apprentissage et tâches de production, de l'évaluation qui prend en compte les compétences travaillées selon les enseignants en lien avec les tâches réalisées par les élèves.

Dans la première étape d'analyse de mobilisation des compétences, nous avons relevé une corrélation entre les tâches de production (TP) réalisées pour compléter le template et les tâches d'apprentissage (TA), en lien avec les programmes scolaires et qui peuvent être réalisées dans ou en dehors du template. Cette corrélation confirme le choix de ce pivot au sein de notre modèle général de l'activité (cf chapitre 4).

Nous avons aussi pu observer que les tâches d'apprentissage (TA) les moins réalisées sont les mêmes dans les deux templates : la programmation, le changement de son et la complétion des crédits. Ce sont aussi les tâches indiquées comme nouvelles par les élèves. Cependant, nous ne pouvons établir une corrélation entre la qualité de la réalisation d'une tâche d'apprentissage et sa nouveauté pour l'élève. On peut donc supposer que le template permet bien la découverte de tâches nouvelles car les élèves qui découvrent une tâche parviennent à la réaliser avec un niveau de qualité équivalent à ceux qui l'avaient déjà pratiqué

Concernant les tâches de production (TP), on constate une nette différence entre les deux templates : dans le 1^{er} template, une majorité de jeux ont des textes et des images modifiés tandis que dans le 2nd template, ce sont majoritairement les images qui ont été personnalisées. La réalisation des tâches de production étant en corrélation directe avec les tâches d'apprentissage, cet écart est également constaté entre les deux templates : plus de tâches d'apprentissage relatives aux images et moins à la rédaction de texte ont été travaillées dans le 2nd template.

La qualité des tâches de production "textes" et "image" est supérieure dans le 2nd template : les

6.3. DISCUSSIONS

élèves qui ont modifié ces éléments ont globalement fourni un travail de meilleure qualité sur la rédaction de l'histoire et la qualité des images. Une majorité d'élèves participant à la deuxième expérimentation étant présents lors de la séance dédiée au premier template, on peut émettre l'hypothèse que l'expérience en création de jeu permet d'améliorer les résultats sur les productions au fil du temps.

D'autre part, on remarque que la forme du template, donc le type de jeu proposé, impacte les tâches d'apprentissages et de production réalisées. L'escape game proposait plus de textes tandis que le jeu de plateforme était axé essentiellement sur la modification des images. Les élèves ont en conséquence travaillé plus spécifiquement certaines tâches en fonction du type de jeu. Nous pouvons conclure que pour faire travailler des compétences spécifiques, il convient de concevoir un template qui réclame de réaliser des tâches d'apprentissage associées à ces compétences. Partir des objectifs pédagogiques est donc une méthode intéressante pour produire un template adapté aux objectifs visés.

La seconde étape de notre analyse porte sur l'évaluation des compétences qui reste relativement complexe à réaliser. Une des difficultés qui peut apparaître lors de l'évaluation d'une activité de GDBL concerne les traces d'activité. Dans ces expérimentations, deux traces étaient proposées aux enseignants : les productions finales et l'export des textes (disponible uniquement sur le 1^{er} template).

Notre modèle postule un lien entre des compétences et des tâches, d'une part les tâches d'apprentissage qui peuvent être réalisées dans et en dehors du template par l'élève et, d'autre part, des tâches de production qui relèvent de la modification directement visible en jeu. Ce modèle est mis en application à travers un référentiel de compétences proposé sur la base du programme scolaire de la classe de seconde.

La pertinence du référentiel est observée à travers le lien entre les tâches d'apprentissage et les compétences. Les compétences d'organisation, de créativité, d'utilisations d'outils numériques et d'honnêteté intellectuelle recouvrent bien tout ou partie des tâches proposées. Deux autres compétences, l'expression écrite et orale et la résolution de problèmes, ne semblent pas être liées aux tâches d'apprentissage prévues d'après les évaluations réalisées par les enseignants. Il serait donc utile d'approfondir le référentiel pour affiner la sélection des tâches proposées et retravailler les traces d'apprentissage pour les lier de manière plus précise à chacune des tâches.

Parmi les compétences qui sont bien liées aux tâches d'apprentissage prévues dans le référentiel, il est intéressant d'observer le lien entre l'évaluation de la compétence et la quantité / qualité d'éléments

modifiés. Ainsi, les enseignants ont positivement évalué la compétence de créativité en fonction de la qualité et la quantité des textes modifiés ainsi que la quantité des sons personnalisés. Idem pour la compétence d'expression écrite et orale. En revanche, l'évaluation des autres compétences ne semble pas conditionnée à ces facteurs. Pour comprendre cette différence d'évaluation, nous pourrions approfondir le questionnaire enseignants en demandant les critères d'évaluation de ces compétences transversales selon les principaux critères concernés afin d'ajuster le référentiel.

6.3.2 Prise en mains du template

D'après les résultats obtenus, le template permet bien d'obtenir une majorité de jeux fonctionnels et jouables (plus de 60%). Mais il n'est pas vecteur de facilitation pour les élèves qui n'ont pas de connaissance des outils numériques. En revanche, le moteur de jeu utilisé semble avoir un impact, car, à nombre de tâches égal à effectuer, le template réalisé sur Godot a été jugé plus difficile à prendre en mains par les élèves que celui sur Construct3. Ce résultat peut s'expliquer par l'interface plus complexe au premier abord du moteur Godot par rapport à celle de Construct. Par exemple, dans le moteur Godot, la modification d'une image réclame une étape supplémentaire par rapport au second.

Les templates, et par extension l'activité de GBDL, peuvent être utilisés dans toutes les disciplines de manière indifférente. Ce cadre n'impacte pas les tâches réalisées. La durée de l'atelier a un impact sur le nombre global de TA réalisées : plus la durée de l'atelier est élevée, plus les élèves ont le temps de faire des TA, notamment celles relatives au son.

Pour les enseignants, l'activité de GDBL est inédite : la moitié d'entre eux ne sont pas des joueurs de jeu vidéo et une grande majorité n'avaient jamais utilisé le jeu vidéo en classe. Les enseignants qui rencontrent le moins de difficultés dans l'atelier sont :

- ceux qui ont le moins d'années d'expérience ;
- ceux qui ont passé le moins de temps à préparer la séance ;
- ceux qui ont utilisé les supports pédagogiques fournis.

Notre hypothèse face à ces résultats est la suivante : les enseignants qui sont prêts à lâcher prise sur l'activité en acceptant les incertitudes liées au GDBL en classe ont moins de difficultés que ceux qui ont essayé de préparer une séance de manière plus "classique".

Comme les élèves, les enseignants se sont familiarisés progressivement à l'activité : entre la 1^{ère} et

la 2^{de} expérimentation, ils ont passé deux fois moins de temps à préparer l'atelier. Les enseignants ayant participé à la 2^{de} expérimentation ont apprécié la personnalisation du template. Mais le panel d'enseignants sur cette deuxième phase étant relativement limité, il serait intéressant de poursuivre les expérimentations pour vérifier ce résultat sur un plus grand nombre d'individus.

6.3.3 Motivation et la créativité dans un cadre contraint

Entre le 1^{er} et le 2nd template, on constate des différences :

- plus d'élèves ont l'impression d'avoir créé un jeu dans le 1^{er} template que dans le 2nd (32,7% versus 19,29%)
- plus d'élèves sont fiers du résultat dans le 1^{er} template que dans le 2nd (63,4% versus 40,3%)

Nous ne pouvons pas expliquer ce résultat par la qualité des tâches de production réalisées, car celle-ci est supérieure sur le deuxième template. Le facteur différenciant entre les deux templates est le nombre de tâches réalisées :

- dans le 1^{er} template, les élèves ont effectué en moyenne 1,8 TP (min : 0, max : 4). 5 sur 175 élèves n'ont réalisé aucune tâche donc n'ont modifié aucune image, texte, son ou variable.
- dans le 2nd template, les élèves ont réalisé en moyenne 1,2 TP (min : 1, max : 2).

Pourtant, le lien de corrélation entre impression d'avoir créé un jeu, fierté et nombre de TP ou de TA réalisés n'est pas confirmé par les tests statistiques. Mais il existe un lien entre l'impression d'avoir créé un jeu ou d'être fier de son jeu est une catégorie de tâche d'apprentissage ou de production : la rédaction de texte. De manière surprenante, c'est une tâche relativement habituelle pour les élèves qui les a motivés car elle était réalisée dans un autre cadre que celui de l'exercice scolaire. C'est également une tâche facile à exécuter dans le moteur et immédiatement visible donc gratifiante.

Dans les deux expérimentations, moins de 7% des élèves considèrent leur jeu comme terminé. Le manque de temps est régulièrement cité dans les verbatims du questionnaire élèves. La durée de l'atelier qui permet de réaliser plus de tâches est donc un facteur déterminant aussi pour la motivation. Plus l'atelier est long, plus les élèves peuvent approfondir leur travail et s'essayer à des tâches plus nouvelles comme la recherche de sons et leur intégration dans le moteur.

6.3.4 Synthèse

Pour conclure, ces expérimentations sont riches en enseignement sur le rôle des templates dans cette activité de GDBL. Les résultats de ces expériences peuvent être résumés en quatre points :

1. Les tâches de production proposées sont bien en lien avec les tâches d'apprentissage visées. Cependant, le référentiel proposé qui met en relation les compétences et les tâches d'apprentissage mériterait d'être approfondi. Les enseignants semblent avoir évalué les compétences à partir d'autres éléments que les tâches prévues. Les traces d'apprentissage proposées pourraient être améliorées pour mettre en avant des indicateurs de quantité et de qualité relatifs aux éléments modifiés qui impactent l'évaluation de certaines compétences.
2. Le template ne suffit pas à lui seul à assurer une bonne prise en main de l'activité par les élèves et les enseignants. Template et moteurs de jeux ne peuvent pas être entièrement dissociés. À nombre de tâches égales, un template réalisé sur un moteur de jeu plus complexe risque de soulever plus de difficulté de prise en mains pour les élèves, même s'il propose des options de personnalisation appréciées des enseignants. Les difficultés rencontrées dans la réalisation des tâches induisent une baisse de la motivation des élèves mesurée ici par deux facteurs : l'impression d'avoir créé un jeu et le sentiment de fierté par rapport au résultat final.
3. Le cadre de créativité contraint proposé par le template n'est pas un frein à la motivation des élèves à condition que ceux-ci réalisent des tâches visibles comme la rédaction de texte et la modification d'images qui sont immédiatement gratifiantes pendant un atelier d'une ou deux heures. La durée de l'atelier est le facteur déterminant pour approfondir la pratique des tâches, obtenir de meilleurs résultats et une plus grande satisfaction des élèves.
4. La forme du template impacte directement les tâches réalisées, donc les apprentissages. Un template basé sur la narration incite les élèves à modifier l'histoire, tandis qu'un template plus axé sur les images comme le jeu de plateforme les conduit à se concentrer sur les visuels. Le nombre de textes, de sons ou d'éléments de programmation à modifier impacte directement le nombre d'éléments effectivement personnalisés dans chacune des catégories.

À l'issue de ces expérimentations, nous pouvons donc proposer des principes pour la conception de template à visée pédagogique.

Chapitre 7

Principes de conception et d'utilisation de templates pédagogiques

Contents

7.1	Conception du référentiel de compétences	216
7.1.1	Définition des compétences	216
7.1.2	Sélection des tâches	217
7.1.3	Synthèse	217
7.2	Conception et production du template	217
7.2.1	Conception du template	217
7.2.2	Développement du template dans l'outil de production	218
7.2.3	Synthèse	219
7.3	Intégration du template en classe dans une activité de GDBL	220
7.3.1	Préparation de la séance	220
7.3.2	Utilisation pendant la séance	220
7.3.3	Évaluation de l'activité	222
7.3.4	Synthèse	223
7.4	Synthèse des principes de conception et d'utilisation de templates pédagogiques . .	224

Suite à la conception, à la production et à l'expérimentation de templates de jeux à visée pédagogique, nous proposons plusieurs principes destinés à guider la réalisation de ce type de template. Ces principes concernent aussi bien la gestion du référentiel de compétences que la production et l'intégration du template en classe dans une activité GDBL. Ils sont donc destinés aux personnes autant qu'aux concepteurs / producteurs, qu'aux utilisateurs de template de jeu vidéo à visée pédagogique. Nous terminons cette partie par une discussion plus générale sur l'amélioration de ces templates et les perspectives possibles pour le développement de ce type d'activité en classe.

7.1 Conception du référentiel de compétences

7.1.1 Définition des compétences

La première étape avant même le lancement de la conception du template est la mise en place d'un référentiel de compétences. Comme nous avons pu le constater, ce travail n'est pas de même envergure selon si le concepteur vise des compétences disciplinaires ou transversales. Dans le premier cas, les programmes scolaires faisant foi, le référentiel est le plus souvent déjà constitué. Mais, l'activité de GDBL étant par essence interdisciplinaire, le référentiel de l'atelier devrait être idéalement constitué des compétences et connaissances issues de plusieurs disciplines.

Les tâches d'apprentissage sont également issues des textes officiels, elles prennent souvent la forme d'exemples ou d'exercices dans les manuels scolaires. L'activité de GDBL n'a pas pour objectif de mettre en œuvre l'ensemble des compétences disciplinaires ou des tâches d'apprentissages liées à une compétence. Il convient donc de sélectionner les compétences et tâches pertinentes à traiter via un template de jeu. Cette sélection peut réclamer une certaine expérience. Cependant, un enseignant ayant participé à un premier atelier avec un template déjà produit peut concevoir son référentiel dédié.

Dans le cas de compétences transversales, l'exercice est plus difficile. Comme nous l'avons montré dans l'état de l'art, de nombreux référentiels coexistent, partagent des compétences communes ou divergent sur d'autres. Il convient donc de sélectionner celles qui sont les plus unanimement partagées et qui vont pouvoir être travaillées à travers les disciplines scolaires. Nous en avons proposé un exemple dans notre recherche.

Ensuite, nous suggérons que le lien entre les tâches d'apprentissage visées dans chaque discipline impliquée et les compétences soit laissé à l'appréciation des enseignants concernés. En effet, nous

7.2. CONCEPTION ET PRODUCTION DU TEMPLATE

avons pu observer, à travers notre expérimentation, les difficultés liées à l'évaluation de certaines compétences. Nous recommandons d'impliquer les enseignants dans cette création de référentiel afin de faciliter l'appropriation des objectifs pédagogiques de l'activité.

7.1.2 Sélection des tâches

Vient ensuite la sélection des tâches de production qui va déterminer la forme même du template. L'un des axes de notre recherche est la conception d'un modèle général de l'activité dans lequel nous proposons une liste de tâches de production génériques qui s'applique donc à la plupart des templates. Ces tâches de production ont été associées à des tâches d'apprentissage relatives au programme de seconde.

L'association tâches de production - tâches d'apprentissage est contextuelle, elle doit donc être déclinée selon les niveaux de classe. Dans une optique de diffusion plus importante des templates à visée pédagogique, un travail de mise en lien entre ces types de tâches devrait donc être réalisé à plus large échelle avec l'appui d'enseignants et de spécialistes de la production de jeu vidéo.

7.1.3 Synthèse

La constitution d'un référentiel de compétences pour une activité de GBDL doit prendre en compte, dans la mesure du possible, des compétences issues de plusieurs disciplines et des compétences transversales pour refléter le travail réalisé par les élèves lors de la création du jeu.

La sélection des compétences et des tâches d'apprentissages issues des programmes scolaires peut être confiée à l'enseignant qui maîtrise les objectifs pédagogiques de l'activité. Mais pour préparer un template adapté aux objectifs, il faut savoir associer les bonnes tâches de production aux tâches d'apprentissage sélectionnées. La conception et la production de template réclament donc l'intervention de spécialistes du jeu vidéo afin de créer des ressources utilisables ensuite en autonomie par l'enseignant.

7.2 Conception et production du template

7.2.1 Conception du template

Le format privilégié pour un template à visée pédagogique qui doit être utilisé dans un cadre restreint (une à deux séances de cours) est un jeu terminé, donc fonctionnel et jouable au départ, et

7.2. CONCEPTION ET PRODUCTION DU TEMPLATE

aux options de personnalisation limitées. Nous conseillons de démarrer la conception d'un template en réfléchissant aux principes de base en game design comme l'objectif du jeu, les contrôles du personnage joueur et la caméra. On peut s'appuyer sur le système de game design simplifié proposé dans le chapitre 4 afin d'expliquer la démarche de conception du jeu auprès des élèves.

Le choix des unités de production qui vont composer le template est déterminant pour accorder les tâches de production aux tâches d'apprentissage indiquées dans le référentiel. Nous avons vu la différence entre les deux templates mobilisant chacun des unités de production différentes et conditionnant ainsi le type et le nombre de tâches distinctes réalisées.

Pour faciliter l'évaluation, le concepteur de template doit réfléchir en amont aux traces d'apprentissage qu'il va pouvoir récolter. Ces traces peuvent se présenter sous plusieurs formes (textes, images, sons, level design, etc.) et dans plusieurs états au fur et à mesure des modifications successives du jeu par les élèves (brouillon et versions successives). Il s'agit donc de définir les traces issues des tâches de production qui vont être pertinentes à récolter en fonction des objectifs pédagogiques et de la fréquence à laquelle l'enseignant souhaite les recevoir selon la durée et le suivi de l'atelier. Ce point n'ayant pas pu être suffisamment approfondi pendant notre travail de recherche, il mériterait d'être examiné plus attentivement ultérieurement afin de formuler des recommandations issues d'expérimentations terrain.

7.2.2 Développement du template dans l'outil de production

Un template à visée pédagogique doit être accessible à tous, enseignants comme élèves. Or, nous avons vu dans les sections précédentes que le choix de l'outil de production est un facteur important, car il impacte les possibilités de développement du template et peut rendre plus ou moins complexe la réalisation de certaines tâches pour les élèves.

Contrairement au développement d'un jeu destiné à des joueurs, les templates à visée pédagogique sont des jeux destinés à être modifiés. L'intérêt du gameplay n'est donc pas la priorité, il faut plutôt s'attarder sur les facteurs qui vont permettre de rendre le template utilisable par des élèves et des enseignants n'ayant pas de connaissance en programmation et / ou ne souhaitant pas travailler cet aspect du jeu. Pour atteindre cet objectif, un template doit remplir plusieurs conditions :

- le template doit comporter une part de modularité afin de s'adapter à de multiples usages : disciplines et objectifs pédagogiques différents, diversité des compétences, durée de l'activité. L'enseignant doit pouvoir choisir les tâches à réaliser en priorité par les élèves, à minima par le

recours à une documentation externe, dans l'idéal par une action directe dans le moteur de jeu. Dans notre recherche, nous avons proposé un système de paramétrage des tâches permettant à l'enseignant de choisir les activités réalisées par les élèves. Ce système, bien qu'apprécié par les enseignants qui l'ont utilisé, n'a pu être testé que dans un nombre limité de classes.

- l'élève ne doit avoir accès qu'à la partie de code du jeu qu'il peut modifier pour qu'il puisse se concentrer sur les objectifs de l'activité. Les scripts structurants pour le jeu sont donc masqués. Par exemple, dans le deuxième template de plateforme développé avec le moteur Godot, nous avons réfléchi à la construction des deux scripts modifiables, ceux du personnage joueur et de l'ennemi, afin de n'y inclure que les éléments essentiels aux contrôles / déplacements et aux événements qui impactent les variables des personnages. Idem sur Construct3 avec la gestion des feuilles d'événements distinctes (cf chapitre 5)
- l'architecture du projet doit si possible permettre d'ajouter facilement des éléments qui ne modifient pas le gameplay et s'intègrent dans le système d'objets existants. Ainsi, dans le template Godot l'élève peut dupliquer ou ajouter facilement des éléments à collecter, des personnages non joueurs et des ennemis qui prendront le même comportement que les objets du même type. Cette opération n'est pas possible dans Construct3.
- la mise à disposition d'un système d'aide pour les élèves. Ce système peut prendre la forme d'un tutoriel intégré au template ou encore d'un bouton de réinitialisation pour remettre le template à son état initial et ainsi réparer une erreur bloquante pour la suite de l'activité.

7.2.3 Synthèse

Notre recherche a permis de dégager plusieurs principes destinés à faciliter la conception de template pédagogique. Le premier concerne la sélection des unités de production appropriées afin de mettre en place des tâches de production adaptées aux travail sur les compétences visées. Le second porte sur la définition des traces d'activités. L'une des pistes évoquées est le contrôle de changement d'état des objets du jeu pour mesurer le travail effectué par l'élève.

Le troisième principe conditionne le développement du template dans le moteur de jeu choisi. Dans l'idéal, le template est modulaire afin de faciliter la sélection des tâches par l'enseignant et organisé selon une architecture qui ne rend visible pour les élèves que les éléments utiles à l'accomplissement des tâches de production ou à une aide pour la prise en main technique du moteur de jeu.

7.3 Intégration du template en classe dans une activité de GDBL

7.3.1 Préparation de la séance

Une fois les templates produits, leur intégration en classe dans une activité GDBL se réalise en plusieurs étapes. La première concerne la préparation de la séance au cours de laquelle l'enseignant doit s'approprier cette ressource. Pour l'aider, il est conseillé de lui fournir deux types de supports : d'une part, un mode d'emploi du template sous format pdf ou vidéo pour lui permettre de comprendre comment les élèves vont pouvoir personnaliser le jeu et, d'autre part, des ressources pour l'aider à intégrer ce template dans son scénario pédagogique. Dans nos expérimentations, ces différents supports ont été particulièrement plébiscités et ont montré qu'ils facilitaient la prise en main de l'activité.

En amont de la séance, l'enseignant doit aussi prévoir l'organisation matérielle de l'activité. Plusieurs questions pratiques se posent :

- Comment mettre à disposition le template pour les élèves ?
- Si les élèves travaillent en groupe, comment faciliter la transmission des images, textes et sons produits pendant le cours en vue de leur intégration dans le template ?
- Quel système de stockage peut être proposé pour conserver les jeux une fois l'activité terminée ?

Ces trois questions sont liées à une même problématique générale relativement complexe à traiter dans le domaine de l'éducation : la création et la gestion d'un espace de travail commun en ligne. Il est parfois difficile de mettre en place ce type de système pour quelques séances de travail ponctuelles. Les enseignants sont alors contraints de créer leur propre espace de travail, ou d'utiliser un système de clé usb, comme celui proposé lors de nos expérimentations.

Dans l'idéal, cette contrainte doit être prise en compte pour proposer des templates les plus légers possibles, afin qu'ils puissent être envoyés et stockés sur les espaces numériques de travail déjà mis à disposition par les établissements. Une solution pour répondre à ce problème pourrait être la création d'un site internet dédié où les templates seraient modifiables directement en ligne.

7.3.2 Utilisation pendant la séance

Une séance de GDBL basée sur un template se compose de trois temps :

1. un temps de test du jeu pour s'en approprier le contenu ;

7.3. INTÉGRATION DU TEMPLATE EN CLASSE DANS UNE ACTIVITÉ DE GDBL

2. un temps de personnalisation ;
3. un temps de tests et commentaires des productions.

Le template est donc d'abord un jeu qui doit pouvoir être joué en une dizaine de minutes afin de ne pas empiéter sur la phase de personnalisation. Le temps de jeu sert aux élèves à découvrir les principes de gameplay et à repérer les éléments à modifier. La prise en main du jeu doit être immédiate, même pour des élèves ayant peu d'expérience des jeux vidéo. On privilégie donc les contrôles au clavier avec l'utilisation des flèches pour le déplacement du personnage joueur (plutôt que les touches ZQSD). On évite tout recours à des dispositifs externes tels qu'une manette de jeu.

Contrairement à un projet de GDBL sur le long terme où le travail de groupe est à privilégier, pour une activité réalisée en quelques séances, il est conseillé de faire travailler les élèves individuellement ou en binôme sur un template afin de favoriser le travail et la création personnelle. Les élèves doivent pouvoir s'appuyer sur des ressources pour la prise en main du template en cas de besoin. Ces supports ont aussi pour objectif d'éviter des questions techniques sur le template qui mettraient l'enseignant en difficulté. Comme dans toute activité créative, ce dernier doit donc accepter un certain "lâcher prise" sur la partie technique pour se concentrer sur l'observation de la classe et l'apport de connaissances en lien avec sa discipline qui pourraient servir pour la complétion du template.

Pour terminer la séance, il est conseillé de toujours conserver un temps de tests des productions finales. Pendant cette phase, l'enseignant peut remettre en perspective le travail réalisé au regard des compétences visées et des connaissances de sa discipline. Les tests et démonstrations servent aussi à valoriser le travail des élèves, à montrer leur créativité autant que le respect des consignes.

Pour aller plus loin, l'arrivée des technologies d'intelligence artificielle donne la possibilité d'optimiser le temps de certaines tâches pour se concentrer sur d'autres et facilite l'accès à des tâches plus complexes pour des novices telles que la programmation. En intégrant ces outils dans l'activité de GDBL, l'enseignant peut initier ses élèves à leur utilisation et accélérer la production des jeux afin de laisser plus de temps à la phase de tests des productions finales ou au travail de la collaboration par exemple.

7.3.3 Évaluation de l'activité

L'évaluation de l'activité est liée aux objectifs pédagogiques et à l'organisation souhaitée par l'enseignant. Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons souhaité mettre l'accent sur le travail de compétences transversales. Mais certains enseignants ont souhaité y ajouter l'acquisition de connaissances disciplinaires, comme par exemple en histoire-géographie, un travail sur les guerres de religion. Dans ce contexte, l'enseignant fournit alors d'autres supports relatifs au contenu qu'il souhaite voir introduit dans le jeu par les élèves. Il faut alors adapter l'évaluation qui portera plus sur les tâches d'apprentissage en lien avec la discipline et moins sur la complétion des tâches de production.

L'évaluation peut aussi varier selon la place de la séance de GDBL dans la séquence pédagogique. En début de séquence, l'activité va servir à introduire des connaissances disciplinaires via la découverte de notions qui vont être utilisées pour personnaliser le template et/ou à travailler des compétences encore peu exploitées dans les cours précédents. Dans ce cas, l'enseignant pratique une évaluation formative. En fin de séquence, l'activité sert à remobiliser ces compétences déjà travaillées et/ou à restituer des connaissances déjà acquises. L'enseignant met alors en place une évaluation sommative.

L'enseignant réalise l'évaluation après la séance sur la base des traces d'apprentissage disponibles. A minima, il doit pouvoir disposer des productions terminées pour observer les tâches réalisées en lien avec les compétences visées. Mais il peut être fastidieux d'ouvrir et de jouer à l'ensemble des jeux pour remplir une grille d'évaluation. Il est donc important de proposer des exports facilement accessibles, des éléments personnalisés par catégorie de tâches comme l'export des textes en csv mis à disposition sur un espace en ligne lors notre expérimentation.

Pour pallier ce problème, plusieurs pistes d'amélioration se dégagent. Il serait possible de suivre les différentes versions du travail de l'élève en s'appuyant par exemple sur des outils comme Github, ce qui résoudrait la question du stockage des projets et du suivi de la progression. En effet, les essais / erreurs et nombre d'itérations réalisées par les élèves sont souvent plus instructifs que le résultat final.

Github restant un système qui peut être complexe à mettre en place même en lycée, une autre solution serait de favoriser l'évaluation entre pairs, notamment lors de la phase de tests des jeux en fin de séance. Ce travail peut permettre aux élèves une prise de recul sur l'activité et une meilleure compréhension de ce qu'ils ont eux-mêmes réalisé à travers l'observation des autres productions.

Une solution pour pallier aux problèmes de mise à disposition des templates et d'évaluation de

7.3. INTÉGRATION DU TEMPLATE EN CLASSE DANS UNE ACTIVITÉ DE GDBL

l'activité serait de créer un véritable environnement numérique dédié à la création de jeu vidéo en milieu scolaire. Cet environnement comporterait à la fois des templates modifiables directement en ligne par les élèves et un back office dédié à l'enseignant pour suivre la progression de l'ensemble des tâches par jeu avec une vision sur l'acquisition des compétences au fur et à mesure de l'avancement du travail.

Ce système pourrait s'inspirer des tableaux de bord d'apprentissage développés notamment en EIAH qui permettent d'avoir une vue globale sur l'activité des apprenants et d'évaluer en fonction des indicateurs disponibles individuellement et par groupe. Toutefois, l'évaluation doit rester à l'appréciation de l'enseignant qui connaît ses élèves et reste maître des objectifs pédagogiques. Il doit donc pouvoir construire sa grille d'évaluation en fonction de ses besoins à partir des indicateurs disponibles. La mise en place de traces d'apprentissage et la création d'un tel tableau de bord constituent un sujet de recherche à part entière qui dépasse le cadre des templates.

7.3.4 Synthèse

Nos expérimentations ont soulevé des questions concrètes sur l'intégration du template en classe à trois moments clés : avant, pendant et après la séance. En amont, les enseignants doivent s'assurer de disposer de ressources facilitant la prise en main du template et de partager tous ces éléments aux élèves via un environnement numérique. Pendant la séance, les élèves jouent puis modifient le template de manière individuelle ou en binôme avant de partager leur création. Enfin, après la séance, l'enseignant réalise l'évaluation selon ses objectifs pédagogiques et la place de la séance dans le parcours d'apprentissage, en début ou en fin de séquence.

La création d'un EIAH dédié au projet de GDBL en classe permettrait de régler un certain nombre de difficultés identifiées comme la mise à disposition des templates ou encore le suivi de la progression pour faciliter l'évaluation. Ce projet d'envergure constitue une voie pour la poursuite de recherche sur ce sujet.

7.4 Synthèse des principes de conception et d'utilisation de templates pédagogiques

À la suite de notre travail de recherche et de l'analyse des points d'amélioration, nous avons pu dégager quatorze principes de conception classés en trois catégories :

1. Le template permet de travailler et d'évaluer des compétences scolaires et transversales

- Il est conçu pour développer une ou plusieurs compétences par l'accomplissement de tâches adaptées. Il est donc construit à partir d'une sélection des unités de production en rapport avec les tâches d'apprentissage visées.
- Il rend lisible le lien entre tâches de production et tâches d'apprentissage. Pour cela, il permet à l'enseignant de personnaliser le template, par exemple à travers un système de sélection des tâches.
- Il fournit des traces d'apprentissage, telles que des données sur les tâches accomplies par les élèves, afin d'aider l'enseignant à évaluer. Ces traces doivent pouvoir être exportées dans un outil externe au template (ex : csv, tableau de bord d'apprentissage).

2. Le template facilite la prise en mains de l'outil de création

- Le template est d'abord un jeu fonctionnel qui doit pouvoir être joué par tous et terminé en une dizaine de minutes.
- Il est modifiable dans un temps contraint (minimum une séance de cours).
- Il est développé sur un outil de production compatible avec le cadre scolaire.
- Il est léger pour pouvoir être distribué facilement aux élèves et stocké sur les espaces de travail numériques disponibles.

3. Le template propose un cadre de créativité contraint suffisamment motivant

- Il est précodé pour offrir différents degrés de modification, mais comporte toujours au moins un personnage joueur et une caméra déjà programmée.
- Il s'appuie sur un équilibre des tâches immédiatement visibles donc gratifiantes et motivantes pour les élèves (modification de textes et d'images) et des tâches moins visibles et/ou plus complexes comme le son ou la programmation par exemple.
- Il est accompagné de supports pédagogiques pour l'enseignant et pour les élèves. Dans l'idéal, les aides à destination des élèves sont intégrées au sein même du template.

7.4. SYNTHÈSE DES PRINCIPES DE CONCEPTION ET D'UTILISATION DE TEMPLATES PÉDAGOGIQUES

- Il peut être personnalisé par un élève n'ayant aucune expérience de la programmation.
- Il propose des tâches de production réalisables de manière non linéaire.
- Il ne conserve que les éléments à modifier par l'élève et s'affranchit des autres versions ou états non utilisés des objets.
- Il peut être réinitialisé.

Ces principes constituent une base pour poursuivre le développement de template à visée pédagogique et peuvent être enrichis au fur et à mesure des productions et expérimentations.

Chapitre 8

Conclusion

Contents

8.1	Problématique et solutions apportées	227
8.2	Perspectives	233

8.1 Problématique et solutions apportées

Ce sujet de recherche s'est bâti autour d'un questionnement sur la transformation de l'apprentissage à l'école et sur une expérience de terrain, celle de l'animation d'ateliers de création de jeu vidéo avec l'association Fusion Jeunesse. Au cours de ce parcours, nous avons pu constater l'intérêt croissant pour l'enseignement de compétences transversales qui montre que le rôle de l'école ne se limite pas à la transmission de connaissances disciplinaires. Les collèges et lycées sont aussi des lieux de formation de futurs professionnels et citoyens.

L'activité de création de jeu vidéo, ou Game Development Based Learning, apparaît comme l'un des projets pertinents pour travailler ce type de compétences, car elle allie utilisation d'un médium généralement connu et apprécié et méthodes pédagogiques constructivistes qui placent l'élève au cœur des apprentissages. Des premiers résultats prometteurs ont été obtenus depuis plusieurs années dans les établissements du monde entier qui l'ont expérimentée. Cependant ces expériences ont aussi soulevé des problématiques importantes que nous pouvons résumer en trois points :

- l'activité de création de jeu vidéo ne correspond à aucun référentiel utilisé dans le cadre scolaire. En effet, cette activité interdisciplinaire fait appel aux référentiels des différents domaines qu'elle mobilise (Français, Mathématiques, Arts, Sciences du Numérique, etc.) et à des compétences transversales. Il est donc difficile pour un enseignant d'identifier l'ensemble des compétences travaillées. Par conséquent l'évaluation réalisée sur ces projets est toujours incomplète. Cette évaluation repose aussi souvent sur l'observation de la production finale qui ne reflète pas toujours l'ensemble des apprentissages réalisés par l'élève.
- l'activité de création de jeu vidéo nécessite des connaissances de littératie numérique et de conception de jeu vidéo. Or la documentation sur ce dernier sujet repose sur des ouvrages de game designers professionnels souvent peu accessibles pour des élèves.
- l'activité de création de jeu vidéo fait appel à des outils de production, les moteurs de jeu, souvent complexes à prendre en mains. Même si l'apparition de nouveaux outils a entraîné une démocratisation de la création, les moteurs existants sont souvent peu adaptés au cadre scolaire car ils manquent de documentation ou ont des fonctionnalités techniques incompatibles avec le matériel à disposition.

Parmi les solutions proposées dans l'état de l'art des projets de GDBL, nous avons choisi de travailler

8.1. PROBLÉMATIQUE ET SOLUTIONS APPORTÉES

sur les templates de jeu à visée pédagogique. En effet, les templates proposent un cadre de travail contraint, mais maîtrisé, dans lequel l'enseignant peut plus facilement suivre et comparer l'activité des élèves. De plus, les templates, en tant que jeux pré-codés, simplifient l'accès à la programmation pour des utilisateurs novices.

En observant les outils et ressources de production de jeu vidéo, nous avons constaté qu'aucun template de jeu disponible n'était en adéquation avec le cadre pédagogique. La plupart du temps, les templates sont destinés à montrer les performances d'un moteur ou à initier les développeurs débutants à la création d'un jeu.

Mais ils ne sont pas destinés à un travail en classe qui vise le travail de compétences précises et l'évaluation des apprentissages. Nous avons donc choisi de développer et d'expérimenter nos propres templates à visée pédagogique en suivant une démarche en trois étapes.

Dans un premier temps, nous avons proposé une modélisation de l'activité afin de faire le lien entre le cadre pédagogique et celui de la production d'un jeu vidéo (chapitre 3).

Ce modèle (cf Figure 8.1) s'articule autour du binôme tâche d'apprentissage-tâche de production. Pour produire leur jeu ou compléter un template, les élèves choisissent tout d'abord des briques de conception qu'ils vont réaliser. Dans notre modèle, ces briques sont appelées unités de conception (au niveau macro) et unités de production (au niveau micro).

Ces briques sont issues d'une synthèse des recherches en game design pour trouver les éléments communs à la plupart des jeux vidéos. Le choix des unités que l'élève souhaite réaliser va conditionner les tâches de production à réaliser telles que rédiger des textes, intégrer des images, programmer.

Ces tâches ne peuvent être menées à bien sans un apprentissage, une acquisition de connaissances ou savoir-faire qui sont les composantes mêmes des compétences visées. Les tâches de production sont donc liées à des tâches d'apprentissage issues des programmes scolaires.

Le modèle a été appliqué plus précisément au cadre scolaire de la classe de seconde. Pour cela, nous avons construit un référentiel de compétences transversales adapté à l'activité. Ce travail a été mené en comparant différentes sources de référentiels existants et en s'appuyant sur les programmes scolaires de ce niveau de classe.

8.1. PROBLÉMATIQUE ET SOLUTIONS APPORTÉES

Ce modèle a donc deux objectifs :

- faciliter la conception afin de faire comprendre que les jeux vidéos sont composées de plusieurs briques qui s’agencent pour proposer une expérience interactive aux joueurs ;
- aider à la mise en lien des tâches réalisées au sein du template, ou tâches de production, et des connaissances acquises à travers les tâches d’apprentissage. La lisibilité apportée par ce modèle doit donc permettre aux enseignants d’évaluer l’activité en s’appuyant sur l’observation des tâches de production et l’identification des tâches d’apprentissage réalisées.

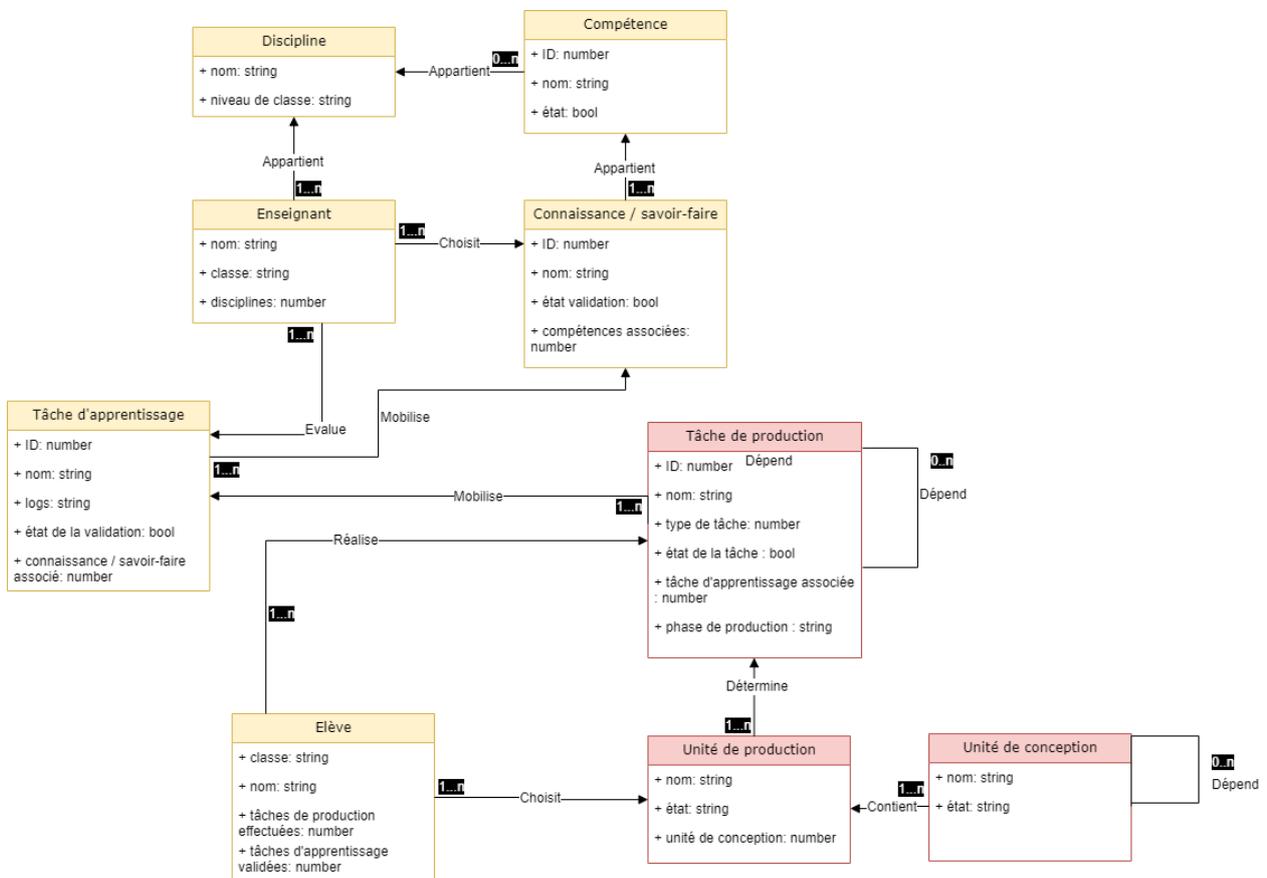


FIGURE 8.1 – Modèle général de l’activité de création de jeu vidéo qui fait le lien entre le système de production d’un jeu et le référentiel de compétences

Ainsi, le modèle a permis de répondre, sur un plan théorique, aux deux premières sous-problématique posées ;

- Peut-on faire le lien entre des compétences transversales et l’activité de création de jeu vidéo ?
- Peut-on adapter les méthodologies de conception et les outils de production de jeu au contexte

pédagogique ?

Dans un second temps, nous nous sommes appuyés sur ce modèle pour concevoir et produire nos templates (chapitre 5). Nous avons sélectionné six compétences dans le référentiel construit. A partir de des tâches d'apprentissage liées à ces compétences, nous avons sélectionné des tâches de production adaptées, donc qui mobilisent les apprentissages visés. La sélection des ces tâches de production a en partie conditionnée le choix des unités de conception de nos templates.

Une fois les unités de production sélectionnées, le template doit être développé dans un moteur de jeu. Le choix d'un outil de production est une étape décisive de ce processus, car il conditionne l'accès à des fonctionnalités techniques pour créer le template et la bonne prise en mains de cet outil de production par les élèves et les enseignants. Nous avons donc élaboré une grille d'évaluation destinée à comparer plus d'une centaine de solutions techniques afin de trouver celles qui seraient le plus en adéquation avec les besoins du cadre scolaire. Nos choix se sont portés sur deux moteurs : Construct3 et Godot.

Le développement du template est ensuite un travail d'équilibriste qui vise, d'une part, l'intégration des unités de production et des tâches associées selon le référentiel de compétences et, d'autre part, la prise en compte des contraintes techniques de chaque moteur de jeu. Nous avons ainsi pu proposer deux templates de jeu : un escape game sur Construct3 et un jeu de plateforme sur Godot.

Le premier, développé sur un moteur relativement simple, est contraint à la fois pour les élèves et pour les enseignants qui n'avaient pas de prise sur les tâches effectuées. Le second, intégré dans un moteur plus complexe, offre plus de possibilités de personnalisation, notamment à travers un système de sélection de tâches pour les enseignants.

Le développement a nécessité une réflexion sur les méthodologies de production des templates. Nous avons ainsi pu tester deux paradigmes : proposer un jeu terminé personnalisable versus une création de jeu ex nihilo. Le choix s'est finalement porté sur la première solution déclinée selon deux modalités, un jeu terminé personnalisable uniquement par les élèves (l'escape game sur Construct3) et un jeu terminé personnalisable par les élèves et les enseignants, avec un système de sélection de tâches (le jeu de plateforme sur Godot).

Ce travail de comparatif de moteurs de jeu et de recherche d'une méthodologie de production de template adaptées répond aussi en partie à notre deuxième sous-problématique : Peut-on adapter les

méthodologies de conception et les outils de production de jeu au contexte pédagogique ?

Dans un troisième et dernier temps, ces deux templates ont été testés dans des classes (chapitre 6). Ces expérimentations ont permis de répondre aux questions posées initialement. Ainsi, nous pouvons affirmer que les templates facilitent bien la mise en place de référentiels de compétences dans l'activité, car ils font le lien entre des tâches de production et des tâches d'apprentissage. Nous avons également observé que la forme même du template impacte les tâches réalisées par les élèves. Ainsi, il serait possible de concevoir des templates adaptés à des situations spécifiques, des compétences que l'enseignant souhaite faire plus particulièrement travailler à ses élèves.

Sur le plan de la prise en main, les résultats des productions sont satisfaisants. Dans les deux expérimentations, une majorité d'élèves est parvenue à produire des jeux fonctionnels et jouables. Cependant, le template ne facilite pas la prise en main pour les élèves novices. Le seul facteur différenciant est le temps : plus l'atelier dure, plus les élèves vont acquérir une maîtrise de l'outil qui leur permettra de réaliser plus de tâches et donc de travailler de manière plus approfondie les compétences visées.

En revanche, le problème de l'évaluation reste entier. Les expérimentations montrent des écarts forts pour certaines compétences entre l'évaluation des enseignants et les réalisations effectives des élèves. Nous attribuons ce résultat à deux facteurs. Les enseignants n'ont pas été associés à la création du référentiel de compétences et ont donc pu évaluer avec leurs propres grilles. De plus, nos templates ne proposaient pas suffisamment de traces d'apprentissages : seul l'export des textes était disponible hors du moteur, le reste des productions devant être consulté par l'ouverture de chacun des jeux.

Aux vues de ces résultats, nous pouvons répondre plus concrètement à nos deux premières sous-problématiques. Il est possible de construire un référentiel adapté à l'activité en faisant le lien entre des tâches d'apprentissage et des tâches de production. Toutefois, l'évaluation des compétences réclame un travail plus approfondi sur le système de traces d'apprentissage. Même si nos processus de conception s'appuient sur les méthodologies utilisées dans le domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, nos templates ne proposent pas suffisamment de traces pour permettre une évaluation aboutie des compétences.

Concernant l'adaptation des méthodologies de conception et des outils de production de jeu au contexte pédagogique, nous pouvons affirmer que les templates permettent à une large majorité d'élèves

8.1. PROBLÉMATIQUE ET SOLUTIONS APPORTÉES

de réaliser l'exercice et qu'ils lèvent des problèmes de prises en main des moteurs de jeux.

Toutefois, les template restent des cadres de créativité contraint dont les élèves sont parfaitement conscients. Pour qu'un template soit suffisamment motivant, donc pour qu'ils aient l'impression de créer un jeu et soient fiers de ce qu'ils ont accompli, le modèle de jeu doit proposer de nombreuses tâches de production dont le résultat est immédiatement visible comme la modification de textes et d'images.

La réponse finale à notre problématique "Peut-on concevoir et produire des templates de jeu à visée pédagogique afin de faciliter le travail des compétences transversales par les élèves et leur évaluation par l'enseignant dans le cadre d'une activité de création de jeu en classe de seconde?" se situe dans le dernier chapitre qui porte sur les principes de conception et de production de templates. Ces principes sont destinés aux futurs concepteurs de templates de jeu à visée pédagogique. Ils servent de base à la création de templates développés pour travailler et évaluer différents types de compétences, adaptés au cadre scolaire, faciles à prendre en main et motivants.

Ils s'articulent autour de nos trois axes de recherches :

- pour permettre le travail et l'évaluation des compétences disciplinaires et transversales dans l'activité de GDBL, le template doit être issu d'un travail de sélection des tâches d'apprentissage liées aux compétences et des tâches de production adaptées à ces apprentissages. Il doit aussi fournir des traces d'activité relatives à chacune de ces tâches.
- pour faciliter la prise en mains des outils de production, il doit se présenter comme un jeu fonctionnel que les élèves peuvent jouer et modifier dans un temps contraint. Le choix du moteur de jeu est décisif : il conditionne les possibilités de personnalisation et le temps de réalisation de certaines tâches.
- pour garantir la motivation dans ce cadre relativement contraint, le template doit proposer un équilibre entre des tâches immédiatement réalisables et visibles et d'autres plus complexes. L'architecture du projet offre les fonctionnalités de base d'un jeu (un personnage-joueur, une caméra, des contrôles) tout en offrant une liberté sur l'ordre de réalisation des tâches de production.

8.2 Perspectives

À travers nos résultats, nous avons pu confirmer le potentiel des templates de jeu à visée pédagogique pour le travail des compétences, la prise en main des outils de production et l'engagement des élèves dans l'activité. Notre sujet de recherche étant essentiellement centré sur le travail des compétences par les élèves, nous avons à présent identifié des points d'amélioration à destination des enseignants qui mériteraient d'être approfondis lors de futures recherches.

Commençons par la méthodologie de conception du template. A partir de des tâches d'apprentissage liées à ces compétences, nous avons sélectionné des tâches de production adaptées, donc qui mobilisent les apprentissages visés. La sélection de ces tâches de production a en partie conditionnée le choix des unités de conception de nos templates, laissant ainsi peu de marge de manoeuvre créative aux élèves.

Pour renforcer l'impression de créer un jeu et donc la créativité et la motivation personnelle, il serait intéressant de proposer un système de personnalisation du template à destination des élèves. Ce système de personnalisation serait équivalent à celui proposé pour les enseignants dans le second template que nous avons produit. Il permettrait aux élèves de choisir parmi plusieurs unités de production pour personnaliser leurs jeux, tout en garantissant que les unités choisies impliquent des tâches de production et d'apprentissage liées aux compétences visées.

Le système de sélection de tâches permettant de personnaliser le template selon des objectifs pédagogiques est aussi une voie d'engagement des enseignants dans la prise en mains de cette ressource. Mais notre expérimentation sur cette fonctionnalité devrait être étendue à un plus grand nombre d'enseignants afin de vérifier son utilité et son utilisabilité.

Ainsi, la première piste de recherche que nous souhaiterions approfondir est la conception de nouveaux templates plus modulaires pour permettre à la fois aux enseignants et aux élèves de s'impliquer dans le choix des tâches. En effet, l'objectif de ce travail de recherche reste d'inspirer la création d'autres templates à visée pédagogique visant d'autres compétences, d'autres disciplines et d'autres niveaux scolaires afin de multiplier les expérimentations et d'aider à la diffusion de l'activité de GDBL dans les classes. Ainsi, la constitution d'une telle "banque de templates" constituerait une base en vue de mettre en place un outil d'accompagnement dans lequel les enseignants pourraient choisir leur template en fonction de plusieurs options : les objectifs pédagogiques, la discipline, le niveau de classe, l'infrastructure technique dont ils disposent, etc.

Dans un second temps, nous souhaitons aborder la question de l'évaluation de l'activité. Celle-ci doit être préparée en amont de la production du template, en associant dès le début du projet les enseignants à la validation du référentiel de compétences. Ainsi, le lien entre les différentes tâches d'apprentissage et de production, devrait être rendu plus lisible pour tous.

Nous avons aussi pu voir que l'évaluation nécessite plus de traces d'apprentissage disponibles hors du moteur de jeu et une plus grande lisibilité de ces traces pour les enseignants. L'étape suivante pour améliorer ces templates de jeu est donc l'implémentation d'un système de traces et le suivi de données d'activité des élèves afin d'aider les enseignants à voir et évaluer l'ensemble du travail accompli.

Dans l'idéal, il serait nécessaire de fournir régulièrement des traces d'activité pour chacune des tâches de production. Ainsi, lorsque l'élève considère qu'il a terminé une tâche, il pourrait envoyer sa version du jeu à l'enseignant, soit via un système de versionning tel que Git, soit via l'envoi du résultat unitaire de la tâche (qui peut être un fichier texte, image, son ou un script). Ainsi, l'enseignant disposerait d'un suivi plus fin de chaque tâche de production et pourrait évaluer en conséquence les tâches d'apprentissage et compétence visées. A terme, pour faciliter la vision globale de l'enseignant sur sa classe, le template pourrait envoyer ces traces d'activité dans un outil de visualisation externe.

Pour renforcer l'impact positif de cette activité sur la motivation de tous, il ne faut pas non plus négliger l'importance du suivi de sa propre progression par l'élève lui-même. Une des pistes intéressantes est le développement d'interface d'auto-évaluation sur le modèle des arbres de compétences. Ces interfaces, inspirées des jeux vidéo, montrent l'ensemble des compétences que l'élève peut développer, leurs interdépendances, et permet de personnaliser son parcours d'apprentissage. Appliqué à une activité de GDBL, cette visualisation pourrait inclure à la fois les tâches de production à réaliser, les connaissances associées et la progression des compétences au fur et à mesure de la complétion du template ou de la création du jeu.

Pendant notre thèse, nous avons essayé de modéliser ce type d'arbre de compétences en lien avec l'activité de création de jeu vidéo. Nous avons également pu encadrer des projets de recherche des étudiants de l'École Polytechnique en lien avec le sujet. Leurs prototypes ainsi que leurs expérimentations dans différents contextes (l'apprentissage des mathématiques par des élèves de classe préparatoire, le travail des compétences techniques de footballeurs semi-professionnels) ont montré l'intérêt de ces dispositifs pour l'engagement des apprenants. Ce type de système serait donc une ressource précieuse pour une activité de GDBL menée sur plusieurs séances.

8.2. PERSPECTIVES

Développer un outil de visualisation des tâches pour les enseignants ou un système d'arbre de compétences pour les élèves revient à se rapprocher des tableaux de bord pour l'apprentissage. Ce sujet appartient au domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain dont nous pensons que les méthodologies et les recherches pourraient s'appliquer à l'activité de GDBL, notamment pour faciliter les évaluations.

Parmi les autres perspectives offertes par les recherches sur le Game Development Based Learning, on constate que la pédagogie par projets et la notion de création personnelle sont des facteurs favorisant la motivation. D'après les retours des enseignants, le même constat peut être fait sur la mixité : les jeunes filles, parfois éloignées des matières scientifiques et numériques, peuvent renouer avec ces pratiques grâce à ce type d'activité interdisciplinaire. Comme Fusion Jeunesse le montre dans ses études d'impact et comme nous avons pu le constater sur le terrain, cette activité est aussi particulièrement adaptée aux élèves ayant des difficultés d'apprentissage ou ayant décroché du cadre scolaire. Il reste à mener une étude de recherche scientifique détaillée pour prouver ces impacts positifs sur ces différents types de publics.

Pour conclure, nous avons pu répondre positivement à notre problématique de conception et de production de template à visée pédagogique pour faire travailler des compétences transversales en classe de seconde. Nous avons aussi identifié les limites de ce travail de recherche dont nous avons tiré des propositions d'amélioration. Nous espérons que cette recherche puisse participer à la compréhension et au soutien des activités de pédagogie créative qui participent à la transformation de l'école, en adéquation avec les évolutions de la société, et en cohérence avec les enjeux futurs que devront relever les citoyens de demain.

Bibliographie

- [1] J. Gregory, *Game engine architecture*. AK Peters/CRC Press, 2018.
- [2] U. Eco, “Can television teach?” *The Screen Education Reader : Cinema, Television, Culture*, pp. 95–107, 1993.
- [3] K. Thumlert, S. de Castell, and J. Jenson, “Learning through game design : A production pedagogy,” in *Proceedings of the 12th European Conference on Game-Based Learning ECGBL*. ACPI, 2018, pp. 696–712.
- [4] G. Lukas, “Uses of the logo programming language in undergraduate instruction,” in *Proceedings of the ACM annual conference-Volume 2*, 1972, pp. 1130–1136.
- [5] J. Earp, “Game making for learning : A systematic review of the research literature,” *ICERI2015 Proceedings*, pp. 6426–6435, 2015.
- [6] Y. B. Kafai, *Minds in play : Computer game design as a context for children’s learning*. Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- [7] B. Wu and A. I. Wang, “A guideline for game development-based learning : a literature review,” *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2012, pp. 1–20, 2012.
- [8] D. Buckingham and A. Burn, “Game literacy in theory and practice,” *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 16, no. 3, pp. 323–349, 2007.
- [9] R. Caillois, “Les jeux et les hommes,” 1958.
- [10] J. Huizinga and C. Seresia, “Homo ludens, essai sur la fonction sociale du jeu,” 1952.
- [11] G. Brougère, *Jouer/apprendre*. Economica, 2005.
- [12] K. Salen and E. Zimmerman, *Rules of play : Game design fundamentals*. MIT press, 2003.
- [13] E. Adams, *Fundamentals of game design*. Pearson Education, 2014.
- [14] J. Juul, *Half-real : Video games between real rules and fictional worlds*. MIT press, 2011.

BIBLIOGRAPHIE

- [15] C. Crawford, *The Art of Computer Game Design*. McGraw-Hill/Osborne Media, 1984.
- [16] B. Suits, *The grasshopper- : games, life and utopia*. Broadview Press, 2014.
- [17] M. Prensky, “Digital game-based learning,” *Computers in entertainment (CIE)*, vol. 1, no. 1, 2003.
- [18] G. Gilson, “Littérature vidéoludique : Éduquer aux jeux vidéo en contexte scolaire,” Ph.D. dissertation, UCL-Université Catholique de Louvain, 2021.
- [19] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games : Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [20] S. Natkin, “Jeux vidéo et médias du xxie siècle : quels modèles pour les nouveaux loisirs numériques,” *Vuibert, Paris*, 2004.
- [21] J. Alvarez, “Du jeu vidéo au serious game, approches culturelle, pragmatique et formelle,” *Theses, Université Toulouse*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01240683>, 2007.
- [22] T. Ludens, “Les petits cahiers Ludens, n°7,” 2022, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.semperludens.fr/2022/10/05/les-petits-cahiers-ludens-n7-enseignants-et-eleves-deviennent-game-designers/>
- [23] D. Djaouti, “Serious game design : considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire,” Ph.D. dissertation, Toulouse 3, 2011.
- [24] B. Marne, “Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux : une approche meta-design,” Ph.D. dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2014.
- [25] Y. Dong and T. Barnes, “Evaluation of a template-based puzzle generator for an educational programming game,” in *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*, 2017, pp. 172–178.
- [26] S. Deterding, R. Khaled, L. E. Nacke, D. Dixon *et al.*, “Gamification : Toward a definition,” in *CHI 2011 gamification workshop proceedings*, vol. 12. Vancouver, 2011, pp. 1–79.
- [27] K. M. Kapp, *The gamification of learning and instruction : game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons, 2012.
- [28] S. Genvo, “Penser les phénomènes de ludicisation à partir de Jacques Henriot,” *Sciences du jeu*, no. 1, 2013.

BIBLIOGRAPHIE

- [29] E. Sanchez, S. Young, and C. Jouneau-Sion, “Classcraft : de la gamification à la ludicisation,” in *7ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain (EIAH 2015)*, 2015, pp. 360–371.
- [30] V. Potier, “L’enseignement pris à partie : étude d’un phénomène de déludicisation,” *Travailler*, no. 1, pp. 33–55, 2018.
- [31] É. Sanchez and M. Romero, *Apprendre en jouant*. Retz, 2020.
- [32] C. Pelletier, “Learning through design : subjectivity and meaning in young people’s computer game production work,” Ph.D. dissertation, Institute of Education, University of London, 2007.
- [33] Y. B. Kafai, “Playing and making games for learning : Instructionist and constructionist perspectives for game studies,” *Games and culture*, vol. 1, no. 1, pp. 36–40, 2006.
- [34] N. Vos, H. Van Der Meijden, and E. Denessen, “Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use,” *Computers & education*, vol. 56, no. 1, pp. 127–137, 2011.
- [35] K. Clark and K. Sheridan, “Game design through mentoring and collaboration,” *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 19, no. 2, pp. 125–145, 2010.
- [36] J. Rugelj and M. Lapina, “Game design based learning of programming,” in *Proceedings of SLET-2019–International Scientific Conference Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education and Research*, 2019, pp. 20–23.
- [37] L. Werner, J. Denner, and S. Campe, “Children programming games : A strategy for measuring computational learning,” *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 14, no. 4, pp. 1–22, 2014.
- [38] L. d’Hainaut, *Des fins aux objectifs de l’éducation : un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d’une formation*. Labor, 1988.
- [39] P. Meirieu, *Apprendre... oui, mais comment (21ème édition)*. ESF.(Pédagogies), 2009.
- [40] J. Tardif, *L’évaluation des compétences : documenter le parcours de développement*. Chenelière éducation, 2006.
- [41] S. Bissonnette and M. Richard, *Comment construire des compétences en classe*, 2001.
- [42] OCDE, “Société du savoir et gestion des connaissances. Enseignement et compétences,” Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/societe-du-savoir-et-gestion-des-connaissances_9789264281042-fr

BIBLIOGRAPHIE

- [43] M. E. Nationale, “Socle commun de connaissances, de compétences et de culture,” Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.education.gouv.fr/le-socle-commun-de-connaissances-de-competences-et-de-culture-12512>
- [44] P. Perrenoud, *Construire des compétences dès l'école*. ESF, 2011.
- [45] L. Sablayrolles, “Principes d'un processus de personnalisation semi-automatique fondé sur un méta-modèle de stratégies pédagogiques utilisant un référentiel de compétences,” in *Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH*, 2020.
- [46] P. Perrenoud, “Des savoirs aux compétences, de quoi parle-t-on en parlant de compétences ?” *Pédagogie collégiale*, vol. 9, no. 1, pp. 20–24, 1995.
- [47] P. Meirieu, “Dictionnaire,” Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.meirieu.com/DICTIONNAIRE/connaissances.htm>
- [48] R. e. U. G. Bisson, Jeannie et Drot, “L'innovation pédagogique en 20 concepts. Petit lexique à l'usage des débutants,” 2020, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.universite-paris-saclay.fr/sites/default/files/2022-04/Lexique.pdf>
- [49] Y. Reuter, C. Cohen-Azria, B. Daunay, I. Delcambre-Derville, and D. Lahanier-Reuter, *Dictionnaire des concepts fondamentaux aux didactiques*. De Boeck Supérieur, 2013.
- [50] J. Tardif, “La construction des connaissances. 2, les pratiques pédagogiques,” *Pédagogie collégiale*, volume=11, number=3, pages=4–29, year=1998.
- [51] W. Westera, “Competences in education : a confusion of tongues,” *Journal of Curriculum studies*, vol. 33, no. 1, pp. 75–88, 2001.
- [52] OCDE, “Future of Education and Skills 2030, OECD Learning Compass 2030,” Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- [53] R. Vuorikari Rina, S. Kluzer, and Y. Punie, “Digcomp 2.2 : The digital competence framework for citizens-with new examples of knowledge, skills and attitudes,” Joint Research Centre (Seville site), Tech. Rep., 2022.
- [54] J. Voogt and N. P. Roblin, “A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences : Implications for national curriculum policies,” *Journal of curriculum studies*, vol. 44, no. 3, pp. 299–321, 2012.
- [55] M. Romero, B. Lille, and A. Patiño, *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXIe siècle*. PUQ, 2017.

BIBLIOGRAPHIE

- [56] P. Griffin and E. Care, *Assessment and teaching of 21st century skills : Methods and approach*. Springer, 2014.
- [57] A. R. Saavedra and V. D. Opfer, “Teaching and learning 21st century skills : Lessons from the learning sciences,” *A Global Cities Education Network Report. New York, Asia Society*, vol. 10, 2012.
- [58] C. Hadji, *L'évaluation, règles du jeu : des intentions aux outils*. Éditions ESF,, 1989.
- [59] J. Tardif, “Développer un programme par compétences : de l'intention à la mise en oeuvre,” *Pédagogie collégiale*, vol. 16, no. 3, pp. 36–44, 2003.
- [60] R. Legendre, *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Guérin,, 1988.
- [61] G. Nunziati, “Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice,” *Cahiers pédagogiques (Cannes)*, no. 280, pp. 47–64, 1990.
- [62] H. Andrade and G. J. Cizek, *Handbook of formative assessment*. Routledge, 2010.
- [63] F. Campanale, “Quelques éléments fondamentaux sur l'évaluation. Cours sur l'évaluation,” 2001, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <http://lotoformation.free.fr/ressources/evaluation/evaluation1.pdf>
- [64] K. Bécu-Robinault and C. Mercier-Dequidt, “Des prescriptions officielles sur la validation des compétences à une évaluation formative,” in *24° colloque de l'ADMEE*, 2012.
- [65] B. Rey, V. Carette, A. Defrance, S. Kahn, and P. Meirieu, *Les compétences à l'école : apprentissage et évaluation*. De Boeck,, 2012.
- [66] S. Dehaene, “Les grands principes de l'apprentissage,” *Collège de France*, vol. 20, 2012.
- [67] J. S. Brown, “Learning in the digital age,” in *The Internet and the university : Forum*, vol. 71, no. 72, 2001, pp. 65–71.
- [68] M. Kapur, “A further study of productive failure in mathematical problem solving : Unpacking the design components,” *Instructional Science*, vol. 39, pp. 561–579, 2011.
- [69] G. Giraudon, P. Guitton, M. Romero, D. Roy, and T. Viéville, “Éducation et numérique, défis et enjeux,” 2020.
- [70] P. Wastiau, C. Kearney, and W. Van den Berghe, “Quels usages pour les jeux électroniques en classe ?” 2009.
- [71] J. Dewey, *Democracy in education*. Macmillan, 1916.

BIBLIOGRAPHIE

- [72] J. Piaget, *Logique et connaissance scientifique*. Gallimard, 1967.
- [73] J. S. Bruner, *The process of education*. Harvard university press, 1977.
- [74] P. Meirieu, *Frankenstein pédagogue*. ESF, 2013.
- [75] J. Tardif, “L’approche par compétences dans la formation universitaire : du rêve à la réalité, de l’intention initiale aux retombées concrètes pour les étudiants,” *Repéré à <http://idea.univ-paris-est.fr/fr/seminaire-competences-du-27-juin-2016/document-2740.html>*, 2016.
- [76] J.-J. Ducret, “Dossier constructivisme et éducation,” *Perspectives, UNESCO (a cura di JJ Ducret) Paris*, vol. 31, no. 2, 2001.
- [77] L. S. Vygotsky and M. Cole, *Mind in society : Development of higher psychological processes*. Harvard university press, 1978.
- [78] S. Papert, *Constructionism : A new opportunity for elementary science education*. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and . . . , 1986.
- [79] G. Schlemminger, “La pédagogie freinet et le travail en projet : «plus de manuels scolaires !»,” *Les langues modernes*, vol. 97, no. 2, pp. 47–57, 2003.
- [80] L. Lescouarch, “Spécificité actuelle d’une approche alternative : la pédagogie freinet,” *Spirale-Revue de recherches en éducation*, vol. 45, no. 1, pp. 81–101, 2010.
- [81] C. R. Rogers and H. J. Freiberg, *Freedom to learn*. Merrill/Macmillan College Publishing Co, 1994.
- [82] D. A. Kolb, *Experiential learning : Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall, 1983.
- [83] J. Frerejean, J. J. van Merriënboer, P. A. Kirschner, A. Roex, B. Aertgeerts, and M. Marcellis, “Designing instruction for complex learning : 4c/id in higher education,” *European Journal of Education*, vol. 54, no. 4, pp. 513–524, 2019.
- [84] M.-L. Martinez, “Le socio-constructivisme et l’innovation en français,” *Pratiques*, vol. 63, no. 1, pp. 37–62, 1989.
- [85] J. e. M. M. Basque, Josiane et Contamines, “Quelques tendances émergentes dans le domaine de l’ingénierie pédagogique,” 2014, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : https://ted6312.teluq.ca/teluqDownload.php?file=2013/11/tendances_IP.pdf
- [86] P. Tchounikine and A. Tricot, “Environnements informatiques et apprentissages humains,” *Informatique et sciences cognitives : influences ou confluence*, pp. 167–200, 2011.

BIBLIOGRAPHIE

- [87] C. Lermercier, A. Tricot, I. Chênerie, D. M. Dessus, F. Morancho, and J. Sokoloff, “Usages pédagogiques des exercices multimédias : Quels apprentissages sont-ils possibles avec des exercices multimédia en classe? réflexions théoriques et compte rendu d’une expérience,” 2002.
- [88] S. Mandin and N. Guin, “Évaluation de savoir-faire au sein d’un environnement éducatif fondé sur un référentiel,” in *Atelier Évaluation des Apprentissages et Environnements Informatiques, EIAH 2015*, 2015.
- [89] M. Atkins and G. Brown, *Effective teaching in higher education*. Routledge, 2002.
- [90] S. Ouellet and I. Caya, “La pédagogie créative au service des élèves polyhandicapés : résultats d’une recherche-action,” *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, vol. 24, pp. 5–11, 2013.
- [91] I. Capron Puozzo, “Créativité et apprentissage : dilemme et harmonie,” *Revue française de pédagogie*, pp. 5–12, 2016.
- [92] Y.-S. Lin, “Fostering creativity through education—a conceptual framework of creative pedagogy,” *Creative education*, vol. 2, no. 03, pp. 149–155, 2011.
- [93] M. Resnick, “Give P’s a chance : projects, peers, passion, play,” 2014, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>
- [94] R. E. Mayer and L. Fiorella, *Learning as a generative activity. Eight learning strategies that promote understanding*. Cambridge University Press, 2015.
- [95] B. Spolsky, “Anniversary article. language motivation revisited,” *Applied linguistics*, vol. 21, no. 2, pp. 157–169, 2000.
- [96] J. P. Gee, *Good video games+ good learning : Collected essays on video games, learning, and literacy*. Peter Lang, 2007.
- [97] M. J. Dondlinger, “Educational video game design : A review of the literature,” *Journal of applied educational technology*, vol. 4, no. 1, pp. 21–31, 2007.
- [98] R. M. Ryan and E. L. Deci, “Intrinsic and extrinsic motivations : Classic definitions and new directions,” *Contemporary educational psychology*, vol. 25, no. 1, pp. 54–67, 2000.
- [99] M.-A. K. Lafreniere, R. J. Vallerand, and N. Carbonneau, “La théorie de l’autodétermination et le modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque : perspectives intégratives,” in *Traité de psychologie de la motivation*. Dunod, 2009, pp. 47–66.

BIBLIOGRAPHIE

- [100] G. Denis and P. Jouvelot, "Motivation-driven educational game design : applying best practices to music education," in *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, 2005, pp. 462–465.
- [101] T. W. Malone and M. R. Lepper, "Making learning fun : A taxonomy of intrinsic motivations for learning," in *Aptitude, learning, and instruction*. Routledge, 2021, pp. 223–254.
- [102] R. Bakar, "The effect of learning motivation on student's productive competencies in vocational high school, west sumatra," *International Journal of Asian Social Science*, vol. 4, no. 6, pp. 722–732, 2014.
- [103] M. Csikszentmihalyi, *Finding flow : The psychology of engagement with everyday life*. NY : Basic Books, 1988.
- [104] R. Viau, *La motivation en contexte scolaire*. Éditions du Renouveau pédagogique, 1994.
- [105] Q. Burke and Y. B. Kafai, "Decade of game making for learning : From tools to communities," *Handbook of digital games*, pp. 689–709, 2014.
- [106] H. S. Barrows, "A taxonomy of problem-based learning methods," *Medical education*, vol. 20, no. 6, pp. 481–486, 1986.
- [107] P. Schwartz, S. Mennin, and G. Webb, *Problem-based Learning : Case Studies, Experience and Practice*, ser. Case studies of teaching in higher education. Kogan Page, 2001. [Online]. Available : <https://books.google.fr/books?id=QHf3uZSMBpoC>
- [108] R. E. Mayer and M. C. Wittrock, "Problem-solving transfer," *Handbook of educational psychology*, pp. 47–62, 1996.
- [109] M. Akcaoglu, "Learning problem-solving through making games at the game design and learning summer program," *Educational Technology Research and Development*, vol. 62, pp. 583–600, 2014.
- [110] S. Papert, *The Connected Family : Bridging the digital generation gap*. Longstreet Press, 1996.
- [111] K. Sanford and L. Madill, "Critical literacy learning through video games : Adolescent boys' perspectives," *E-learning and digital media*, vol. 4, no. 3, pp. 285–296, 2007.
- [112] C. Legrenzi, "Informatique, numérique et système d'information : définitions, périmètres, enjeux économiques," *Vie & sciences de l'entreprise*, no. 2, pp. 49–76, 2015.
- [113] G.-L. Baron, *L'Informatique : discipline scolaire ? : Le cas des lycées*. FeniXX, 1988.

BIBLIOGRAPHIE

- [114] G.-L. Baron, M. Bounay, P. Dautrey, D. Gueleucci, Josée Hebert, P. Muller, M. Schwob, and P. Tourtelier, “L’évaluation de l’expérience des 58 lycées,” *Bulletin de l’EPI*, no. 23, pp. 68–85, 1981.
- [115] G.-L. Baron, “Élèves, apprentissages et «numérique» : regard rétrospectif et perspectives,” *Recherches en éducation*, no. 18, pp. 91–103, 2014.
- [116] C. Pair and Y. Le Corre, *L’introduction de l’informatique dans l’éducation nationale*, 1981.
- [117] M. Nivat, *Savoir et savoir-faire en informatique. Rapport aux ministres de l’Education nationale et de l’Industrie et de la Recherche*. Documentation française, 1983.
- [118] J. Baudé, “Éléments pour un historique de l’informatique dans l’enseignement général français. sur sept décennies,” *EpiNet*, 2021.
- [119] G. Dowek, “Quelle informatique enseigner au lycée,” *Bulletin de l’APMEP*, no. 480, 2005.
- [120] A. Tricot and F. Amadiou, *Apprendre avec le numérique*. Retz, 2020.
- [121] M. Betrancourt, “De la culture à la compétence numérique : la responsabilité de l’école,” *Enjeux pédagogiques*, vol. 26, pp. 14–15, 2016.
- [122] N. Landry and J. Basque, “L’éducation aux médias : contributions, pratiques et perspectives de recherche en sciences de la communication,” *Communiquer. Revue de communication sociale et publique*, no. 15, pp. 47–63, 2015.
- [123] J. M. Wing, “Computational thinking,” *Communications of the ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006.
- [124] M. J. Koehler, P. Mishra, K. Kereluik, T. S. Shin, and C. R. Graham, “The technological pedagogical content knowledge framework,” *Handbook of research on educational communications and technology*, pp. 101–111, 2014.
- [125] E. Allouche, “Le tournant des humanités numériques et des digital studies quels enjeux et quelles perspectives pour les acteurs de l’école?” in *journée d’étude de l’Association Professionnelle de l’Inspection Générale de l’Education Nationale «Le tournant des humanités numériques et des digital studies-Enjeux et perspectives pour les acteurs de l’École ?»*, 2016.
- [126] M. Fullan, “Change : making it happen in your school and system,” in *ICSEI International Congress for School Effectiveness and Improvement*, 2013.
- [127] T. Karsenti and J. Bugmann, “Aspid : un modèle systémique des usages du numérique en éducation,” *Le numérique*, pp. 47–61, 2018.

BIBLIOGRAPHIE

- [128] D. Romrell, L. Kidder, and E. Wood, “The samr model as a framework for evaluating mlearning,” *Journal of Asynchronous Learning Network*, vol. 18, no. 2, 2014.
- [129] P. Falzon, “Enabling safety : issues in design and continuous design,” *Cognition, Technology & Work*, vol. 10, pp. 7–14, 2008.
- [130] R. M. Bernard, E. Borokhovski, R. F. Schmid, and R. M. Tamim, “Gauging the effectiveness of educational technology integration in education : What the best-quality meta-analyses tell us,” *Learning, design, and technology*, pp. 1–25, 2018.
- [131] A. Tricot, “Sous quelles conditions le numérique améliore-t-il les apprentissages scolaires ?” 2017, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : https://www.dane.ac-versailles.fr/IMG/pdf/tricot_eduspot_2017.pdf
- [132] P. Tchounikine, “Précis de recherche en ingénierie des eiah,” 2009.
- [133] R. Taylor, “The computer in the school : Tutor, tool, tutee.” 1980.
- [134] K. Lund and A. Mille, “Traces, traces d’interactions, traces d’apprentissages : définitions, modèles informatiques, structurations, traitements et usages,” *Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l’apprentissage humain. Hermès*, pp. 21–66, 2009.
- [135] J. Laflaquiere, “Conception de système à base de traces numériques dans les environnements informatiques documentaires,” Ph.D. dissertation, Troyes, 2009.
- [136] G. Siemens and R. S. d. Baker, “Learning analytics and educational data mining : towards communication and collaboration,” in *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*, 2012, pp. 252–254.
- [137] J. Broisin and P. Vidal, “Une approche conduite par les modèles pour le traçage des activités des utilisateurs dans des eiah hétérogènes,” *STICEF (Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication pour l’Éducation et la Formation)*, vol. 14, pp. 457–490, 2007.
- [138] S.-S. Liaw, “Investigating students’ perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning : A case study of the blackboard system,” *Computers & education*, vol. 51, no. 2, pp. 864–873, 2008.
- [139] R. Nkambou, R. Mizoguchi, and J. Bourdeau, *Advances in intelligent tutoring systems*. Springer Science & Business Media, 2010, vol. 308.
- [140] J. Broisin, E. Sanchez, A. Yessad, and F. Chenevotot, “Données numériques et prise en compte de l’apprenant dans les environnements informatiques pour l’apprentissage humain,” in *9ème*

BIBLIOGRAPHIE

- Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2019)*, 2019, pp. 235–246.
- [141] S. Iksal, “Ingénierie de l’observation basée sur la prescription en eiah,” Ph.D. dissertation, Université du Maine, 2012.
- [142] H. Labarthe and V. Luengo, “L’analytique des apprentissages numériques,” Ph.D. dissertation, LIP6-Laboratoire d’Informatique de Paris 6, 2016.
- [143] R. Ferguson, “Learning analytics : drivers, developments and challenges,” *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 4, no. 5-6, pp. 304–317, 2012.
- [144] T. Sylvester, *Designing games : A guide to engineering experiences.* ” O’Reilly Media, Inc.”, 2013.
- [145] B. Brathwaite and I. Schreiber, *Challenges for game designers.* Course Technology/Cengage Learning Boston, Massachusetts, 2009.
- [146] T. Fullerton, *Game design workshop : a playcentric approach to creating innovative games.* CRC press, 2014.
- [147] G. R. Kress and T. Van Leeuwen, *Multimodal discourse : The modes and media of contemporary communication.* Hodder Arnold, 2001.
- [148] E. Adams and J. Dormans, *Game mechanics : advanced game design.* New Riders, 2012.
- [149] D. Hansen, “Formalisations du jeu vidéo : la métaphore langagière du jeu mise à l’épreuve au travers du concept de ludème,” *Sciences du jeu*, no. 17, 2022.
- [150] R. Koster, *A Grammar of Game Play : How Games Work.* Paraglyph Press, 2006.
- [151] L. Schmoll, “Concevoir un scénario de jeu vidéo sérieux pour l’enseignement-apprentissage des langues ou comment dominer un oxymore,” Ph.D. dissertation, Université de Strasbourg, 2016.
- [152] P.-Y. Hurel, “Le bloc-à-pousser chez un amateur de zelda : trajectoire d’un dépliement,” in *Séminaire du Laboratoire Jeux et Mondes Virtuels*, 2018.
- [153] D. Djaouti, J. Alvarez, J.-P. Jessel, G. Methel, P. Molinier *et al.*, “A gameplay definition through videogame classification,” *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2008, 2008.
- [154] J. Schell, *The Art of Game Design : A book of lenses.* CRC press, 2008.
- [155] C. Elverdam and E. Aarseth, “Game classification and game design : Construction through critical analysis,” *Games and culture*, vol. 2, no. 1, pp. 3–22, 2007.

BIBLIOGRAPHIE

- [156] S. Bjork and J. Holopainen, *Patterns in game design (game development series)*. Charles River Media, Inc., 2004.
- [157] M. S. O. Almeida and F. S. C. Da Silva, “A systematic review of game design methods and tools,” in *Entertainment Computing–ICEC 2013 : 12th International Conference, ICEC 2013, São Paulo, Brazil, October 16-18, 2013. Proceedings 12*. Springer, 2013, pp. 17–29.
- [158] E. Adams and J. Dormans, “Introducing Machinations : A New Way to Design Game Mechanics,” 2013, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://www.gdcvault.com/play/1016458/Machinations-A-New-Way-to>
- [159] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, *Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software*, 1994.
- [160] G. S. Elias, R. Garfield, and K. R. Gutschera, *Characteristics of games*. MIT Press, 2012.
- [161] C. Barney, *Pattern language for game design*. CRC Press, 2020.
- [162] K. Neil, “Game design tools : Can they improve game design practice?” Ph.D. dissertation, Conservatoire national des arts et metiers-CNAM; Flinders university of . . . , 2015.
- [163] B. Kreimeier, “The Case For Game Design Patterns,” 2016, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : http://www.gamasutra.com/features/20020313/kreimeier_00.htm
- [164] A. M. Smith, M. J. Nelson, and M. Mateas, “Ludocore : A logical game engine for modeling videogames,” in *Proceedings of the 2010 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games*. IEEE, 2010, pp. 91–98.
- [165] R. Terrel, “Design-oriented wheel,” 2016, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://designoriented.net/wheel>
- [166] B. Colwell, R. C. Davis, and J. A. Landay, “A study of early stage game design and prototyping,” *Research Collection School of Computing and Information Systems*, vol. 10, pp. 1–11, 2008.
- [167] M. K. Barbour, K. Clesson, and M. Adams, “Game design as an educational pedagogy,” *Illinois English Bulletin*, vol. 98, pp. 7–28, 2011.
- [168] A. Repenning, D. C. Webb, K. H. Koh, H. Nickerson, S. B. Miller, C. Brand, I. H. M. Horses, A. Basawapatna, F. Gluck, R. Grover *et al.*, “Scalable game design : A strategy to bring systemic computer science education to schools through game design and simulation creation,” *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 15, no. 2, pp. 1–31, 2015.

BIBLIOGRAPHIE

- [169] R. M. Bottino, J. Earp, and M. Ott, “Magical : Collaborative game building as a means to foster reasoning abilities and creativity,” in *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE, 2012, pp. 744–745.
- [170] M. Toftedahl and H. Engström, “A taxonomy of game engines and the tools that drive the industry,” in *DiGRA 2019, The 12th Digital Games Research Association Conference, Kyoto, Japan, August, 6-10, 2019*. Digital Games Research Association (DiGRA), 2019, pp. 6–10.
- [171] R. Nystrom, *Game programming patterns*. Genever Benning, 2014.
- [172] M. V. Wilkes, D. J. Wheeler, and S. Gill, *The preparation of programs for an electronic digital computer*. Addison-Wesley, 1951.
- [173] C. O’Donnell, “The everyday lives of video game developers : Experimentally understanding underlying systems/structures,” *Transformative Works and Cultures*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2009.
- [174] P. S. Paul, S. Goon, and A. Bhattacharya, “History and comparative study of modern game engines,” *International Journal of Advanced Computed and Mathematical Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 245–249, 2012.
- [175] A. Andrade, “Game engines : a survey,” *EAI Endorsed Transactions on Serious Games*, vol. 2, no. 6, 2015.
- [176] A. Rollings and D. Morris, *Game Architecture and Design with Cdrom*. Coriolis Group Books, 1999.
- [177] M. Lewis and J. Jacobson, “Game engines,” *Communications of the ACM*, vol. 45, no. 1, pp. 27–31, 2002.
- [178] A. Zarrad, “Game engine solutions,” *Simulation and Gaming*, pp. 75–87, 2018.
- [179] A. M. Barczak and H. Woźniak, “Comparative study on game engines,” *Studia Informatica. Systems and Information Technology*, vol. 23, no. 1-2, pp. 5–24, 2019.
- [180] C. Marin, M. Chover, and J. M. Sotoca, “Prototyping a game engine architecture as a multi-agent system,” 2019.
- [181] P. Petridis, I. Dunwell, S. De Freitas, and D. Panzoli, “An engine selection methodology for high fidelity serious games,” in *2010 second international conference on games and virtual worlds for serious applications*. IEEE, 2010, pp. 27–34.

BIBLIOGRAPHIE

- [182] M. Doherty, “A software architecture for games,” *University of the Pacific Department of Computer Science Research and Project Journal (RAPJ)*, vol. 1, no. 1, 2003.
- [183] F. Boaventura, V. T. Sarinho *et al.*, “Mendiga : A minimal engine for digital games,” *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2017, pp. 1–13, 2017.
- [184] N. Bewer and M. Gladkaya, “Game development based approach for learning to program : a systematic literature review,” 2022.
- [185] T. R. da Silva and E. H. D. S. Aranha, “An empirical study of online k-12 education for programming games,” in *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. IEEE, 2016, pp. 255–259.
- [186] B. Spieler, A. Petri, C. Schindler, W. Slany, M. Betran, H. Boulton, E. Gaeta, and J. Smith, “Pocket code : a mobile app for game jams to facilitate classroom learning through game creation,” *Proceedings of the 6th Irish Conference on game-Based Learning*, pp. 61–79, 2016.
- [187] H. Pierre-Yves, “L’expérience de création de jeux vidéo en amateur. travailler son goût pour l’incertitude,” Ph.D. dissertation, thèse de doctorat en sciences sociales et comportementales, sous la . . . , 2020.
- [188] E. Christopoulou and S. Xinogalos, “Overview and comparative analysis of game engines for desktop and mobile devices,” *International Journal of Serious Games*, vol. 4, pp. 21–36, 2017.
- [189] E. F. Anderson, S. Engel, P. Comminos, and L. McLoughlin, “The case for research in game engine architecture,” in *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play : Research, Play, Share*, 2008, pp. 228–231.
- [190] A. Patrasitidecha, “Comparison and evaluation of 3d mobile game engines,” 2014.
- [191] A. Navarro, J. V. Pradilla, and O. Rios, “Open source 3d game engines for serious games modeling,” *Modeling and Simulation in Engineering*, pp. 143–158, 2012.
- [192] D. Trenholme and S. P. Smith, “Computer game engines for developing first-person virtual environments,” *Virtual reality*, vol. 12, pp. 181–187, 2008.
- [193] M. Resnick, *Lifelong kindergarten : Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press, 2017.
- [194] M. Rosson, M. Burnett, and C. Scaffidic, “End-user development,” *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction. The Interaction Design Foundation*, p. 39, 2013.

BIBLIOGRAPHIE

- [195] F. Djelil, “Conception et évaluation d’un micromonde de programmation orientée-objet fondé sur un jeu de construction et d’animation 3d,” Ph.D. dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont II, 2016.
- [196] L. P. Rieber, “Multimedia learning in games, simulations, and microworlds,” *The Cambridge handbook of multimedia learning*, pp. 549–567, 2005.
- [197] E. Bruillard, *Les machines à enseigner*. Hermès Paris, 1997.
- [198] M. W. Lawler, *Artificial Intelligence and Education : Learning environments and tutoring systems*. Greenwood Publishing Group Inc., 1987.
- [199] S. A. Papert, *Mindstorms : Children, computers, and powerful ideas*. Basic books, 1980.
- [200] P. K. Antonitsch, “Standard software as microworld?” in *International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives*, vol. 3422. Springer, 2005, pp. 189–197.
- [201] M. S. El-Nasr and B. K. Smith, “Learning through game modding,” *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 4, no. 1, pp. 7–es, 2006.
- [202] D. Lee, D. Lin, C.-P. Bezemer, and A. E. Hassan, “Building the perfect game—an empirical study of game modifications,” *Empirical Software Engineering*, vol. 25, pp. 2485–2518, 2020.
- [203] I. Vourletsis and P. Politis, “Exploring the effect of remixing stories and games on the development of students’ computational thinking,” *Computers and Education Open*, vol. 3, 2022.
- [204] C. Marín, M. Chover, C. Rebollo, and I. Remolar, “A game development environment to make 2d games,” vol. 9, pp. 7–23, 2020.
- [205] A. Kumar, M. Esfahanian, A. Melkonyan, and D. Akopian, “Template-based education in mobile application development,” *Proceedings of the 2011 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference*, 2011.
- [206] I. Lee, F. Martin, J. Denner, B. Coulter, W. Allan, J. Erickson, J. Malyn-Smith, and L. Werner, “Computational thinking for youth in practice,” *Acm Inroads*, vol. 2, no. 1, pp. 32–37, 2011.
- [207] J. Earp, F. Dagnino, and M. Ott, “Investigating the “magical” effects of game building on the development of 21st century skills,” in *ICERI2012 Proceedings*. IATED, 2012, pp. 5778–5785.
- [208] C. Jenkins, *Microworlds, Poetry and Programming : Block-Based Programming for Literacy and Computational Thinking in Secondary Education in Wales*. University of South Wales (United Kingdom), 2018.

BIBLIOGRAPHIE

- [209] L. P. Rieber, "Microworlds," in *Handbook of research on educational communications and technology*. Routledge, 2013, pp. 582–602.
- [210] K. Kiili, C. Kiili, M. Ott, and T. Jönkkäri, "Towards creative pedagogy : Empowering students to develop games," in *6th European Conference on Games Based Learning*. Academic Conferences Limited Reading, UK, 2012, pp. 250–257.
- [211] A. Martins, S. Maneira, and L. Oliveira, "Video game creation by students : a proposal for a systematic review of the literature," *ICERI2016 Proceedings*, pp. 826–834, 2016.
- [212] E. da Silva Pereira and L. A. Lopes, "Electronic game creation through scratch software : creative and collaborative learning fostering steam practices," *Acta Scientiae*, vol. 22, no. 3, pp. 28–46, 2020.
- [213] M. Romero, S. Arnab, C. De Smet, F. Mohamad, S. Abdelouma, J.-L. Minoi, and L. Morini, "Co-creativity assessment in the process of game creation," in *European conference on games based learning*. Academic Conferences International Limited, 2018, pp. 549–XXI.
- [214] M. Al-Bow, D. Austin, J. Edgington, R. Fajardo, J. Fishburn, C. Lara, S. Leutenegger, and S. Meyer, "Using game creation for teaching computer programming to high school students and teachers," in *Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, 2009, pp. 104–108.
- [215] M. Holenko Dlab and N. Hoic-Bozic, "Effectiveness of game development-based learning for acquiring programming skills in lower secondary education in croatia," *Education and Information Technologies*, vol. 26, no. 4, pp. 4433–4456, 2021.
- [216] M. Romero and N. Lambropoulos, "Digital game creation as a creative learning activity," in *2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)*. IEEE, 2015, pp. 338–342.
- [217] G. Cheng, "Using game making pedagogy to facilitate student learning of interactive multimedia," *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 25, no. 2, pp. 224–220, 2009.
- [218] R. Reynolds and I. H. Caperton, "Contrasts in student engagement, meaning-making, dislikes, and challenges in a discovery-based program of game design learning," *Educational Technology Research and Development*, vol. 59, pp. 267–289, 2011.
- [219] J. Denner, L. Werner, and E. Ortiz, "Computer games created by middle school girls : Can they be used to measure understanding of computer science concepts?" *Computers & Education*,

BIBLIOGRAPHIE

- vol. 58, no. 1, pp. 240–249, 2012.
- [220] B. Spieler, C. Schindler, W. Slany, and O. Mashkina, “App creation in schools for different curricula subjects-lesson learned,” *Proceedings of the 6th Irish Conference on game-Based Learning*, pp. 61–79, 2018.
- [221] E. Gaeta, M. E. Beltrán-Jaunsaras, G. Cea, B. Spieler, A. Burton, R. I. García-Betances, M. F. Cabrera-Umpiérrez, D. Brown, H. Boulton, and M. T. Arredondo Waldmeyer, “Evaluation of the create@ school game-based learning–teaching approach,” *Sensors*, vol. 19, no. 15, p. 3251, 2019.
- [222] H. Keynejad, M. Khademi, M. Haghshenas, and H. Kabir, “E-learning content authoring tools and introducing a standard content constructor engine,” in *2-nd International Symposium on Computing in Science & Engineering June 1-4, 2011 Kusadasi-Turkey. Proceedings abstracts*, 2011, pp. 133–135.
- [223] P. Kuruvada, D. Asamoah, N. Dalal, and S. Kak, “The use of rapid digital game creation to learn computational thinking,” *arXiv preprint arXiv :1011.4093*, 2010.
- [224] B. Spieler, C. Schindler, W. Slany, O. Mashkina, M. E. Beltrán, H. Boulton, and D. Brown, “Evaluation of game templates to support programming activities in schools,” *Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning*.
- [225] O. Shabalina, C. Malliarakis, F. Tomos, and P. Mozelius, “Game-based learning for learning to program : from learning through play to learning through game development,” in *11th European Conference on Games Based Learning 2017, Graz, Austria, 5-6 October 2017*, vol. 11. Academic Conferences and Publishing International Limited, 2017, pp. 571–576.
- [226] D. Lambert and M. Jacobsen, “Building digital video games at school : a design-based study,” in *Proceedings of the IDEAS : designing responsive pedagogy conference. Werklund School of Education, University of Calgary*, 2015, pp. 32–42.
- [227] P. Collazos, F. Pérez, M. Eugenia Beltran, E. Gaeta, G. Cea, and B. Spieler, “No One Left Behind : D.4.3 – Integration of Analytics and Dashboard,” 2017, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : https://wiki.catrobat.org/bin/download/Education/No%20One%20Left%20Behind/WebHome/NOLB_WP4_D4.3_Integration_AnalyDashboard.pdf?rev=1.1
- [228] P. Devin, “Les leures de la classe inversée,” 2016, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : <https://blogs.mediapart.fr/paul-devin/blog/130216/les-leures-de-la-classe-inversee>
- [229] D. Cristol, *Les Communautés d’apprentissage*. ESF Sciences Humaines, 2016.

BIBLIOGRAPHIE

- [230] A. Pinto and P. Escudeiro, “The use of scratch for the development of 21st century learning skills in ict,” in *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. IEEE, 2014, pp. 1–4.
- [231] I. Barbosa, J. Magalhães, V. Manassakis, G. Panselinas, C. Almeida, E. Alves, L. Mataresse, P. Mossa, A. Baptista, S. Brandão *et al.*, “Computer coding at school and game creation,” in *International Conference on ArtsIT, Interactivity and Game Creation*. Springer, 2017, pp. 458–468.
- [232] E. Seralidou and C. Douligeris, “Learning programming by creating games through the use of structured activities in secondary education in greece,” *Education and Information Technologies*, vol. 26, no. 1, pp. 859–898, 2021.
- [233] C. E. Hmelo, D. L. Holton, and J. L. Kolodner, “Designing to learn about complex systems,” in *Design Education*. Routledge, 2014, pp. 247–298.
- [234] P. Moreno-Ger, D. Burgos, I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “Educational game design for online education,” *Computers in Human Behavior*, vol. 24, no. 6, pp. 2530–2540, 2008.
- [235] A. Games and L. Kane, “Exploring adolescent’s stem learning through scaffolded game design,” in *Proceedings of the 6th international conference on foundations of digital games*, 2011, pp. 1–8.
- [236] Y. B. Kafai and M. Resnick, *Constructionism in practice : Designing, thinking, and learning in a digital world*. Routledge, 1996.
- [237] F. Ke, “An implementation of design-based learning through creating educational computer games : A case study on mathematics learning during design and computing,” *Computers & education*, vol. 73, pp. 26–39, 2014.
- [238] Y. B. Kafai, “From computational thinking to computational participation in k–12 education,” *Communications of the ACM*, vol. 59, no. 8, pp. 26–27, 2016.
- [239] J. Denner, S. Campe, and L. Werner, “Does computer game design and programming benefit children ? a meta-synthesis of research,” *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 19, no. 3, pp. 1–35, 2019.
- [240] M. Romero, “De l’apprentissage procédural de la programmation à l’intégration interdisciplinaire de la programmation créative,” *Formation et profession : revue scientifique internationale en éducation*, vol. 24, no. 1, pp. 87–89, 2016.

BIBLIOGRAPHIE

- [241] I. Ouahbi, F. Kaddari, H. Darhmaoui, A. Elachqar, and S. Lahmine, “Learning basic programming concepts by creating games with scratch programming environment,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 191, pp. 1479–1482, 2015.
- [242] A. Harrison, T. Hulse, D. Manzo, M. Micciolo, E. Ottmar, and I. Arroyo, “Computational thinking through game creation in stem classrooms,” in *Artificial Intelligence in Education : 19th International Conference, AIED 2018, London, UK, June 27–30, 2018, Proceedings, Part II 19*. Springer, 2018, pp. 134–138.
- [243] C. Costa, K. Tyner, and C. Sousa, “Evaluation of the effectiveness of game creation by youth for media and information literacy,” in *Global perspectives on gameful and playful teaching and learning*. IGI Global, 2020, pp. 193–209.
- [244] G.-J. Hwang, C.-M. Hung, and N.-S. Chen, “Improving learning achievements, motivations and problem-solving skills through a peer assessment-based game development approach,” *Educational technology research and development*, vol. 62, pp. 129–145, 2014.
- [245] D. Druckman, “The educational effectiveness of interactive games,” in *Simulation and gaming across disciplines and cultures : ISAGA at a watershed*. Sage Publications, 1995, pp. 178–187.
- [246] J. S. Bruner, *In search of pedagogy volume I : The selected works of Jerome Bruner, 1957-1978*. Routledge, 2006.
- [247] S. Assar, “Méthodes de recherche empirique en ingénierie des si,” *ISI*, vol. 20, no. 6, 2015.
- [248] B. Senach, “Evaluation ergonomique des interfaces homme-machine : une revue de la littérature,” 1990.
- [249] A. Tricot, F. Plé gat-Soutjis, J.-F. Camps, A. Amiel, G. Lutz, and A. Morcillo, “Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l’évaluation des eiah,” in *Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain 2003*. ATIEF ; INRP, 2003, pp. 391–402.
- [250] L. Werner, J. Denner, S. Campe, and D. C. Kawamoto, “The fairy performance assessment : Measuring computational thinking in middle school,” in *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, 2012, pp. 215–220.
- [251] F. Allard-Poesi and V. Perret, “La recherche-action,” *Conduire un projet de recherche, une perspective qualitative*, pp. pp–85, 2003.

BIBLIOGRAPHIE

- [252] K. Lewin, "Frontiers in group dynamics : Concept, method and reality in social science ; social equilibria and social change," *Human relations*, vol. 1, no. 1, pp. 5–41, 1947.
- [253] M.-A. Hugon, C. Seibel *et al.*, *Recherches impliquées, recherches action : le cas de l'éducation : synthèse des contributions et des débats du Colloque organisé par l'Institut national de recherche pédagogique,(INRP), Paris, les 22, 23 et 24 oct. 1986.* De Boeck,, 1988.
- [254] S. J. Taylor, R. Bogdan, and M. L. DeVault, *Introduction to qualitative research methods : A guidebook and resource.* John Wiley & Sons, 2015.
- [255] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design science in information systems research," *MIS quarterly*, pp. 75–105, 2004.
- [256] F. Wang and M. J. Hannafin, "Design-based research and technology-enhanced learning environments," *Educational technology research and development*, vol. 53, no. 4, pp. 5–23, 2005.
- [257] A. Tricot and J.-F. Chesné, "Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse," Ph.D. dissertation, Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco) ; Conservatoire . . . , 2020.
- [258] A. e. P. L. Broisin, Julien et Bey, "COMPER, Une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage. Lot 1 : modélisation du référentiel de compétences. Méta-modèle du référentiel de compétences fondé sur le web sémantique," 2020, Accès : 23 avril 2024. [Online]. Available : https://comper.fr/sites/default/files/2020-12/L1.1%20Me%CC%81ta-mode%CC%80le%20re%CC%81fe%CC%81rentiels_2.pdf
- [259] J. Frayssinhes, "Compétence, expérience, connaissances et savoirs transférables : Étude comparative à visée transdisciplinaire," *Éducation permanente*, no. 1, pp. 43–54, 2019.
- [260] P. Gestwicki, "Godot engine and checklist-based specifications : Revising a game programming class for asynchronous online teaching," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 37, no. 4, pp. 30–40, 2021.
- [261] J. Brooke *et al.*, "Sus-a quick and dirty usability scale," *Usability evaluation in industry*, vol. 189, no. 194, pp. 4–7, 1996.
- [262] T. Salmela, "Game development using the open-source godot game engine," 2022.
- [263] M. Kangas, "Creative and playful learning : Learning through game co-creation and games in a playful learning environment," *Thinking skills and Creativity*, vol. 5, no. 1, pp. 1–15, 2010.
- [264] S. Papadakis, "Evaluating a game-development approach to teach introductory programming concepts in secondary education," *International Journal of Technology Enhanced Learning*,

BIBLIOGRAPHIE

vol. 12, no. 2, pp. 127–145, 2020.

[265] D. Perry and R. DeMaria, *David Perry on Game Design : A Brainstorming ToolBox*. Charles River Media, 2009.

[266] S. Rogers, *Level Up! The guide to great video game design*. John Wiley & Sons, 2014.

Annexe A

Etat de l'art des projets de GDBL dans le monde

A.1 Creative and playful learning

- **Nom du projet** : Creative and playful learning
- **Articles de recherche** : Creative and playful learning : Learning through game co-creation and games in a playful learning environment [263]
- **Année** : 2006
- **Pays** : Finlande
- **Niveau classe**
- **Age** : 7-12 ans
- **Nombre élèves** : 68
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Compétences du 21ème siècle
- **Objectif atelier** : comment stimuler la créativité des élèves et comment favoriser le développement de pédagogies dans des environnements liés aux jeux ?
- **Outil de création utilisé** : Aire de jeux
- **Autres ressources** : Démarche en 3 temps : 1. Game design : conception de jeu, 2. Tests dans l'aire de jeux, 3. Retours en classe pour activité réflexive
- **Points négatifs / challenges atelier** : Retours enseignants : se sont sentis mis à l'épreuve lorsqu'ils ont été confrontés à la tâche de tracer une limite entre un tutorat excessif et un tutorat qui engage et nourrit l'imagination des enfants.
- **Points positifs atelier** : Retours élèves : Le potentiel et les défis intellectuels sont liés aux processus créatifs et narratifs. Le potentiel et les défis participatifs sont liés au travail en petits groupes et à la prise de décision en collaboration au sein des groupes et au niveau de la classe. Potentiel et défis liés à la cocréation de connaissances Retours enseignants : Rôle important dans la phase de conception
- **Questions de recherche** : 1) Comme les élèves considèrent-ils l'environnement ludique d'apprentissage ? (2) Quel type de nouvelles connaissances l'expérience d'enseignement apporte-t-elle pour développer un modèle pédagogique pour l'apprentissage créatif et ludique ?
- **Méthodologie de recherche** : Les données ont été collectées à l'aide d'entretiens thématiques semi-structurés en groupe avec les enfants (N = 38 ; 15 filles, 23 garçons) et les enseignants (N = 4), d'observations participantes dans les classes et dans la cour de récréation, et d'enregistrements

vidéo.

- **Résultat recherche** : A permis d'élaborer et de tester un modèle d'apprentissage : a model of creative and playful learning (CPL)

A.2 GamiLearning

- **Nom du projet** : GamiLearning
- **Articles de recherche** : Evaluation of the Effectiveness of Game Creation by Youth for Media and Information Literacy [243]
- **Année** : 2015-2018
- **Pays** : Portugal et Austin, Texas (USA)
- **Niveau classe / Age** : 9-14 ans
- **Nombre élèves** : 58
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Education au média
- **Objectif atelier** : promouvoir les dimensions critiques et participatives de l'éducation aux médias et à l'information (EMI)
- **Outil de création utilisé** : pas d'information
- **Autres ressources** : Cours d'Education au média
- **Points négatifs / challenges atelier** : Organisation en disciplines : problème pour un projet interdisciplinaire. Des classes pas adaptés au travail de groupe
- **Points positifs atelier** : Résultat positif de l'atelier : meilleur résultat au questionnaire du groupe ayant participé à l'activité de création de jeu dans les 3 catégories
- **Questions de recherche** : Evaluer l'efficacité d'une activité de création de jeu vidéo dans le cadre d'un cours sur l'éducation au média
- **Méthodologie de recherche** : Le plan de recherche comprend une étude exploratoire multi-cas avec quatre écoles, trois écoles situées à Lisbonne et une école située à Austin, avec des élèves de la 5e à la 7e année, âgés de 9 à 14 ans. Quatre classes ont participé à l'étude au cours de l'année scolaire 2016/2017. Elle comprenait également un échantillon représentatif au niveau national d'élèves portugais du 2e et 3e cycle de l'éducation de base au Portugal. Un questionnaire MIL a été élaboré et validé pour les élèves portugais. Groupe contrôle au Portugal de 1151 élèves

A.3. CODING4GIRLS (C4G)

ayant participé au cours d'éducation au média mais sans suivre l'activité de création de jeu. Questionnaire pré et post intervention comprenant 3 catégories : Media Creation, Interaction, Information Management. Chaque élève doit indiquer s'il estime avoir acquis les savoir-faire présentés (échelle de 1 à 5)

- **Résultat recherche** : Résultat positif en termes d'efficacité de l'atelier mais attention ce sont les élèves qui se sont auto-évalués

A.3 CODING4GIRLS (C4G)

- **Nom du projet** : CODING4GIRLS (C4G)
- **Articles de recherche** : Effectiveness of game development-based learning for acquiring programming skills in lower secondary education in Croatia [215]
- **Année** : 2020 (date publication)
- **Pays** : Croatie
- **Niveau classe / Age** : 11-15 ans
- **Nombre élèves** : 569
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Informatique
- **Objectif atelier** : Comblent l'écart entre les hommes et les femmes dans les disciplines scientifiques et informatiques, sensibiliser aux carrières professionnelles dans ces métiers. Développer les compétences en programmation en utilisant le game development-based learning (GDBL).
- **Outil de création utilisé** : Langage de programmation Snap!
- **Autres ressources** : Scénario pédagogique : Chaque scénario d'apprentissage comprend des informations sur l'objectif pédagogique global, les concepts couverts, les objectifs d'apprentissage spécifiques et les résultats d'apprentissage attendus, une description étape par étape pour le développement du jeu, les méthodes d'évaluation, les questions pour initier une discussion entre les apprenants dans le contexte de la collaboration en classe, ainsi que des outils et des ressources pour l'enseignant et les étudiants. Thème donné pour le développement de chaque jeu. Ex : serious game sur le ramassage des déchets
- **Points négatifs / challenges atelier** : pas d'informations
- **Points positifs atelier** : Retours positifs des élèves : les élèves ont déclaré qu'ils étaient très

A.4. CREATIVE AND COLLABORATIVE LEARNING FOSTERING STEAM PRACTICES

satisfaits de ce type d'apprentissage, qu'ils pensent avoir beaucoup appris et qu'ils se sentent qu'ils se sentent comme de vrais développeurs car ils ont développé leurs jeux. Retours positifs des enseignants : Les enseignants pensent également qu'un apprentissage basé sur le développement de jeux peut également stimuler le potentiel créatif des étudiants, ce qui peut conduire à de nouvelles idées et à des extensions ou des modifications de jeux.

- **Questions de recherche** : Evaluer l'efficacité du projet
- **Méthodologie de recherche** : Recherche quantitative : questionnaire auprès des étudiants avant et après l'atelier pour voir leur rapport à l'informatique. Recherche qualitative : les enseignants recueillent les retours des étudiants sur la base d'un questionnaire ouvert
- **Résultat recherche** : Les résultats du questionnaire préliminaire ont également montré que les élèves les plus jeunes, notamment en 6e année, sont plus motivés pour apprendre la programmation que les élèves de 7e et 8e années. Les étudiants (surtout en 6ème année) sont motivés par le fait qu'ils aiment résoudre des problèmes et des énigmes et qu'ils aiment développer leurs propres jeux. Cela confirme que la méthodologie C4G, qui consiste à développer des jeux pour résoudre des problèmes du monde réel, est adaptée au groupe cible d'étudiants.

A.4 Creative and Collaborative Learning Fostering STEAM Practices

- **Nom du projet** : Creative and Collaborative Learning Fostering STEAM Practices
- **Articles de recherche** : Electronic Game Creation through Scratch Software : Creative and Collaborative Learning Fostering STEAM Practices [212]
- **Année** : 2020 (date publication)
- **Pays** : Brésil
- **Niveau classe / Age** : 12-15 ans
- **Nombre élèves** : 7
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics)
- **Objectif atelier** : Favoriser et optimiser l'apprentissage des pratiques STEAM, en utilisant l'apprentissage créatif et collaboratif, pour la création de jeux.
- **Outil de création utilisé** : Scratch

- **Autres ressources** : pas d'informations
- **Points négatifs / challenges atelier** : Un défi dans le processus d'apprentissage collaboratif était la création d'opportunités de collaboration sans qu'on leur "ordonne" de faire quelque chose, de manière subordonnée. La médiation de l'enseignant est indispensable
- **Points positifs atelier** : Malgré leurs difficultés, il a été possible d'acquérir diverses compétences, telles que le travail collaboratif, la pensée logico-mathématique, le développement de relations interpersonnelles et intrapersonnelles, y compris les critères de recherche, l'investigation et la compréhension des situations rencontrées.
- **Questions de recherche** : Sur la base de l'apprentissage créatif et collaboratif, comment le logiciel Scratch peut-il aider à favoriser les pratiques STEAM avec un groupe d'élèves en dernière année d'une école publique située dans une communauté à forte vulnérabilité socio-économique ?
- **Méthodologie de recherche** : Questionnaire quali sur la perception des disciplines STEAM, sur les jeux et sur l'apprentissage collaboratif auprès des étudiants et des enseignants. 3 thèmes : STEAM, Creative Learning, Collaborative learning. Comptage des occurrences de certains termes dans les réponses données à l'oral ou par écrit
- **Résultat recherche** : conclusion : le workshop et le processus de création de jeux par le biais de Scratch ont aidé les élèves dans leurs pratiques STEAM.

A.5 Learning programming by creating games

- **Nom du projet** : Learning programming by creating games
- **Articles de recherche** : Learning programming by creating games through the use of structured activities in secondary education in Greece [232]
- **Année** : 2020 (date publication)
- **Pays** : Grèce
- **Niveau classe / Age** : 08-09 ans
- **Nombre élèves** : 52
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Informatique
- **Objectif atelier** : Utiliser la création de jeu comme un cadre d'apprentissage de la programmation
- **Outil de création utilisé** : Scratch

- **Autres ressources** : Scénario pédagogique pour la création d'un escape game (type de jeu choisi par les élèves). Mode d'emploi détaillé pour créer le jeu pas à pas
- **Points négatifs / challenges atelier** : Scénario pédagogique pour la création d'un escape game (type de jeu choisi par les élèves). Mode d'emploi détaillé pour créer le jeu pas à pas
- **Points positifs atelier** : 34,6% ne continueront pas à utiliser Scratch à l'avenir. 42,5% des élèves sont tout à fait d'accord pour dire qu'ils ont aimé créer un jeu en Scratch. 53,8% des élèves pensent avoir compris ce qui a été enseigné par le biais des activités des fiches de travail, 40,4% pensent qu'ils ont été mis dans des situations où ils ont dû réfléchir à des idées et des moyens différents pour résoudre des problèmes. 30,8% pensent qu'ils ont eu la chance de travailler avec leurs camarades de classe.
- **Questions de recherche** : Evaluer l'approche du programme d'un cours dans un caractère différent et plus ludique que les méthodes d'enseignement traditionnelles. Voir si la création de jeu permet d'attirer plus d'élève vers la programmation. Voir si l'activité peut rentrer dans le cadre pédagogique d'un enseignement à la programmation
- **Méthodologie de recherche** : Afin de collecter et d'analyser statistiquement les données recueillies, des pré et post-tests, des questionnaires et des observations en classe ont été utilisés. Questionnaire auprès des étudiants pour savoir s'ils ont aimé créer des jeux avec Scratch
- **Résultat recherche** : Appréciation positive des enseignants sur les modes d'emploi pas à pas produit pour l'activité

A.6 Globaloria

- **Nom du projet** : Globaloria
- **Articles de recherche** : Contrasts in student engagement, meaning-making, dislikes, and challenges in a discovery-based program of game design learning [218]
- **Année** : 2006-2015
- **Pays** : Etats-Unis
- **Niveau classe / Age** : 06-18 ans
- **Nombre élèves** : 17000 (199 étudiants interrogés sur cette étude)
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : STEM

A.7. MAGICAL (MAKING GAMES IN COLLABORATION FOR LEARNING)

- **Objectif atelier** : programme d'études de de conception de jeux en collaboration et d'apprentissage des médias sociaux parmi les enseignants et les étudiants, avec pour mission de contribuer à atténuer les lacunes technologiques dans l'enseignement public, en particulier dans les zones rurales les plus pauvres de la Virginie occidentale, et de servir de modèle pour l'apprentissage du 21e siècle.
- **Outil de création utilisé** : Actionscript, Flash
- **Autres ressources** : Aides financières pour les écoles. Aides pédagogiques : licence flash, programme de cours de création de jeu, environnement d'apprentissage en ligne sur un wiki, environnement de partage des jeux créés, tutoriels, outils de travail à distance, formation des enseignants, point avec un tuteur professionnel
- **Points négatifs / challenges atelier** : ce qui a le plus déplu : 24% des élèves disent que le projet est difficile et frustrant, 20% disent qu'ils n'ont pas eu assez de temps, 9% n'ont pas aimé l'auto-apprentissage, la recherche de ressources
- **Points positifs atelier** : les 3 apprentissages cités le plus souvent : 42% Flash et autres software de création de jeu, 23% programmation, 19% collaboration en équipe
- **Questions de recherche** : Etude de l'impact de ce projet sur les étudiants
- **Méthodologie de recherche** : Etude en 2008/2009 des questions ouvertes dans un questionnaire d'enquête en ligne auxquelles 199 étudiants ont répondu (étudiants et enseignants)
- **Résultat recherche** : Le programme Globaloria peut fournir un contexte particulièrement intéressant et utile dans lequel nous pouvons poursuivre l'exploration de plusieurs questions et débats théoriques pertinents qui ont lieu actuellement dans les sciences de l'apprentissage, les sciences de l'apprentissage, par exemple ceux relatifs à l'apprentissage basé sur l'enquête, les problèmes et la charge cognitive, l'orientation minimale, l'échec productif et l'autodétermination.

A.7 MAGICAL (MAKING Games In CollAboration for Learning)

- **Nom du projet** : MAGICAL (MAKING Games In CollAboration for Learning)
- **Articles de recherche** : Collaborative game building as a means to foster reasoning abilities and creativity ??, Investigating the "MAGICAL" Effects of Game Building on the Development of 21st Century Skills"[207]

A.8. NOLB (NO ONE LEFT BEHIND)

- **Année** : 2011-2014
- **Pays** : Belgique, Finlande, Italie et Royaume-Uni
- **Niveau classe / Age** : 06-09 ans
- **Nombre élèves** : 500
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Compétences du 21ème siècle
- **Objectif atelier** : Utiliser la création de jeu en tant que cadre éducatif innovant pour développer la créativité et les capacités de raisonnement
- **Outil de création utilisé** : Magos, outil auteur créé pour le programme MAGICAL
- **Autres ressources** : Gamification de la création de jeu au sein de l’outil auteur : chaque élève a un rôle et des pouvoirs associés. Autres ressources pédagogiques : template de jeux, briques de jeux déjà développées et adaptables, ressources pour les enseignants
- **Points négatifs / challenges atelier** : pas d’informations
- **Points positifs atelier** : pas d’informations
- **Questions de recherche** : Activité de création de jeu est collaborative, or peu d’outils permettent le travail à plusieurs en respectant les tâches des différents rôles donc nécessité de créer un outil spécifique
- **Méthodologie de recherche** : pas d’informations
- **Résultat recherche** : pas d’informations

A.8 NOLB (No One Left Behind)

- **Nom du projet** : NOLB (No One Left Behind)
- **Articles de recherche** : App creation in schools for different curricula subjects [220], Evaluation of Game Templates to support Programming Activities in Schools [224], Evaluation of the Create@School Game-Based Learning–Teaching Approach [264], No one left behind : integration of analytics and dashboard [227]
- **Année** : 2015
- **Pays** : Espagne, Royaume-Uni et Autriche
- **Niveau classe / Age** : 08-17 ans
- **Nombre élèves** : 600

- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics), Langue
- **Objectif atelier** : Faire créer des serious game aux élèves pour favoriser l'apprentissage des contenus disciplinaires et développer aussi des compétences transversales
- **Outil de création utilisé** : PocketCode
- **Autres ressources** : Environnement Create@School composé : d'une version adaptée de PocketCode, de template de jeux, d'un dashboard pour les enseignants (Project Management Dashboard)
- **Points négatifs / challenges atelier** : Les enseignants qui ont utilisé les modèles avec un objectif d'apprentissage donné ont eu besoin de les adapter à leur matière. D'une part, ils ont eu besoin de plus de temps pour préparer leurs cours ou ils ont eu besoin de plus de réunions individuelles avec l'équipe du NOLB. D'autre part, le défi pour le développement des modèles était, d'une part, de préprogrammer les modèles d'une manière efficace qui fournit aux élèves des fonctionnalités pour aider le processus de construction d'un nouveau jeu ; les modèles doivent expliquer les dynamiques, les mécanismes et l'esthétique importants d'un jeu (comme le codage de la manière de récompenser les réalisations ou de collecter les points).
- **Points positifs atelier** : Les résultats ont montré que les modèles de jeu développés encouragent l'apprentissage par la pratique, permettent l'expression de ses propres idées et fournissent un langage de programmation visuel facile à comprendre et à apprendre.
- **Questions de recherche** : Evaluer l'impact des templates de jeux proposés
- **Méthodologie de recherche** : Entretiens avec les enseignants et les étudiants, observations sur site. Pour tester l'efficacité de ces modèles, des tests d'expérience utilisateur (UX) ont été réalisés pendant les cours afin de comparer les jeux créés par les élèves qui ont utilisé des modèles et ceux qui ont créé un jeu à partir de zéro
- **Résultat recherche** : Intérêt des templates : 31 étudiants qui ont utilisé un modèle ont atteint l'objectif d'apprentissage (16 étudiants ne l'ont pas atteint) et seulement 38 étudiants qui ont commencé avec leurs propres programmes ont atteint l'objectif (41 étudiants ne l'ont pas atteint). Les enseignants se sentent aussi plus en confiance en utilisant des templates. Les résultats préliminaires ont montré que ces modèles permettent aux apprenants de se concentrer sur les activités de résolution de problèmes liées au sujet plutôt que sur la compréhension de la

fonctionnalité de l'application

A.9 P4games : Pixel programming play pedagogy

- **Nom du projet** : P4games : Pixel programming play pedagogy
- **Articles de recherche** : Using game creation for teaching computer programming to high school students and teachers [214]
- **Année** : 2008
- **Pays** : Denver (Etats-Unis)
- **Niveau classe / Age** : 14-15 ans
- **Nombre élèves** : plus de 400
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics)
- **Objectif atelier** : Intéresser les élèves aux STEAM. Faire apprendre la création de jeu vidéo aux enseignants
- **Outil de création utilisé** : Flash, ActionScript, Java and Greenfoot
- **Autres ressources** : pas d'informations
- **Points négatifs / challenges atelier** : pas d'informations
- **Points positifs atelier** : Approche globale de toutes les matières. Les enseignants comme les élèves témoignent d'une meilleure compréhension des processus de création de jeu et de meilleures connaissances en programmation
- **Questions de recherche** : Projet divisé en 3 parties : game camp (pour les élèves), teacher game institute (pour les enseignants) et implémentation dans le curriculum. L'article se concentre sur un retour d'expérience du game camp et du teacher game institute
- **Méthodologie de recherche** : Questionnaires sur les connaissances en programmation avant et après l'activité auprès des élèves et des enseignants. Idem sur les connaissances en conception et production de jeu vidéo
- **Résultat recherche** : Résultats positifs mais pas de test d'intégration des autres disciplines STEAM à l'activité

A.10 Computational Thinking Through Game Creation in STEM Classrooms

- **Nom du projet** : Computational Thinking Through Game Creation in STEM Classrooms [242]
- **Articles de recherche** : Computational Thinking Through Game Creation in STEM Classrooms
- **Année** : 2017
- **Pays** : pas d'informations
- **Niveau classe / Age** : 14-15ans
- **Nombre élèves** : 54
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Mathématiques, Informatique
- **Objectif atelier** : Développer la pensée computationnelle, Faire travailler les mathématiques
- **Outil de création utilisé** : pas d'informations
- **Autres ressources** : pas d'informations
- **Points négatifs / challenges atelier** : pas d'informations
- **Points positifs atelier** : Bonne appréhension des concepts mathématiques et informatiques et mises en application dans la création de jeu finale
- **Questions de recherche** : 3 questions de recherche : Quels types de jeux les élèves ont-ils créés ? Est-ce qu'ils ont respecté les critères attendus dans le développement de leurs jeux ? Comment les élèves ont pu interagir avec la technologie pour développer leur pensée computationnelle ?
- **Méthodologie de recherche** : Analyse du contenu des jeux pour voir si les règles données ont été respectées
- **Résultat recherche** : Retours positifs basés sur une analyse du contenu des jeux. Montre que la création de jeu avec contraintes est adaptée au public lycée

A.11 Game based learning, serious games and gamification of education

- **Nom du projet** : Game based learning, serious games and gamification of education
- **Articles de recherche** : Digital game creation as learning activity [216]
- **Année** : 2015
- **Pays** : Université de Laval (Canada)
- **Niveau classe / Age** : 18 -25 ans

- **Nombre élèves** : 24
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Cours sur les technologies et l'éducation en Master et Doctorat
- **Objectif atelier** : Faire créer des serious game à des étudiants pour leur faire travailler des compétences des 4C : communication, collaboration, créativité, pensée critique
- **Outil de création utilisé** : pas d'informations
- **Autres ressources** : L'HEXA-GBL est une méthodologie en six phases pour concevoir et évaluer les activités GBL dans une perspective centrée sur l'apprenant.
- **Points négatifs / challenges atelier** : Nous pouvons observer que les étudiants ayant préféré un sujet déjà préparé par le professeur ont mieux défini les objectifs d'apprentissage des jeux sérieux et la documentation de conception du jeu, mais leurs performances sont inférieures dans tous les autres aspects du processus de conception du jeu que les équipes ayant choisi librement un sujet
- **Points positifs atelier** : Ceux qui ont choisi leurs sujets ont passé plus de temps en conception mais ont beaucoup plus travaillé les compétences des 4C
- **Questions de recherche** : Voir si l'activité de game design collaborative fait bien travailler les compétences des 4C : communication, collaboration, créativité, pensée critique
- **Méthodologie de recherche** : Questionnaire auprès des étudiants, Evaluation des concepts de game design
- **Résultat recherche** : Satisfaction des étudiants suite au cours, bon engagement

A.12 Building Digital Video Games at School

- **Nom du projet** : Building Digital Video Games at School
- **Articles de recherche** : Building Digital Video Games at School [226]
- **Année** : 2013
- **Pays** : Canada
- **Niveau classe / Age** : 10-11 ans
- **Nombre élèves** : 100
- **Disciplines impliquées / compétences travaillées** : Humanités numériques, Mathématiques
- **Objectif atelier** : Faire travailler le programme scolaire et les compétences du 21ème siècle

- **Outil de création utilisé** : Scratch
- **Autres ressources** : Blog, document de game design, méthodologie de production de jeu
- **Points négatifs / challenges atelier** : pas d'informations
- **Points positifs atelier** : pas d'informations
- **Questions de recherche** : 1. De quelle manière la conception de l'enseignement et des tâches d'apprentissage par les enseignants doit-elle évoluer lorsqu'ils conçoivent et créent des jeux vidéo numériques pour engager intellectuellement les élèves dans un apprentissage approfondi du contenu du programme scolaire et pour développer et utiliser les compétences du 21^e siècle, à l'école ? 2. De quelle manière la conception et la création de jeux vidéo numériques à l'école influencent-elles l'engagement intellectuel des élèves, l'apprentissage approfondi du contenu du programme scolaire et le développement et l'utilisation des compétences du 21^{ème} siècle ?
- **Méthodologie de recherche** : Observation directe en classe et data quantitative et qualitative :
Data source : documents des enseignants, documents des élèves, évaluation, enregistrement vidéo de l'activité, jeux créés
- **Résultat recherche** : pas d'informations

Annexe B

Référentiels de compétences et programmes scolaires

B.1 Référentiel de compétences

Pour établir le référentiel de compétences de l'activité, nous avons comparé les compétences partagées dans plusieurs référentiels :

- le Socle commun de compétences (Ministère Education Nationale)
- les Principes directeurs sur l'apprentissage au 21e siècle de l'UNESCO
- le Digital competences framework 2.0 de l'Union Européenne
- le Référentiel PISA et le projet Education 2030 de l'OCDE
- les compétences des métiers du jeu vidéo dans le référentiel du Syndicat National du Jeu Vidéo (SNJV)

Le tableau comparatif est disponible ci-dessous (cf Table B.1)

B.1. RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES

Compétences	Socle commun de compétences		Principes directeurs sur l'apprentissage au 21e siècle		Digital competences framework Education 2030 (OCDE)		Référentiel PISA projet Education 2030 (OCDE)		Compétences métiers du jeu vidéo référentiel SNJV		
<p>Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit</p> <p>Comprendre, s'exprimer en utilisant une langue étrangère</p> <p>Comprendre, s'exprimer en utilisant les langues mathématiques, scientifiques et informatiques</p> <p>Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages des arts et du corps</p> <p>Savoir organiser son travail personnel, savoir comment apprendre</p> <p>Savoir coopérer pour réaliser un projet, travailler en équipe</p> <p>Savoir utiliser des médias pour mener des démarches de recherche et de traitement de l'information</p> <p>Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer</p> <p>Savoir exprimer sa sensibilité et ses opinions, respecter les autres</p> <p>Développer son sens des responsabilités, son sens de l'engagement et son esprit de l'initiative</p> <p>Travailler sa réflexion et son discernement</p> <p>Savoir mener une démarche scientifique</p> <p>Concevoir et fabriquer des objets et des systèmes techniques</p> <p>Se repérer et comprendre les enjeux de l'espace et du temps</p> <p>Comprendre l'organisation et les représentations du monde</p> <p>Développer l'honnêteté intellectuelle</p> <p>Savoir comprendre des concepts, développer l'interdisciplinarité</p> <p>Savoir prendre soin de sa santé physique, mentale et émotionnelle</p> <p>Savoir mener une évaluation</p> <p>Savoir gérer son identité digitale</p> <p>Savoir programmer</p> <p>Respecter la vie privée et les données personnelles</p> <p>Résoudre des problèmes</p> <p>Identifier des besoins techniques et savoir proposer des réponses</p> <p>Avoir conscience des enjeux environnementaux</p> <p>Développer l'esprit d'entrepreneuriat</p> <p>Développer sa capacité d'adaptation et sa flexibilité</p> <p>Gérer et résoudre des conflits</p> <p>Elaborer un projet de vie</p> <p>Développer sa rigueur</p> <p>Développer son esprit de synthèse</p>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLE B.1 – Comparatif des référentiels de compétences

B.2 Programmes scolaires de la classe de seconde

Compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit"

Matières	Connaissances du programme
Français	Le verbe : valeurs temporelles, modales ; concordance des temps Les accords dans le groupe nominal et entre le sujet et le verbe Les relations au sein de la phrase complexe La syntaxe des propositions subordonnées relatives Lexique Relations logiques fondamentales : conditions, cause, conséquence, but, comparaison, opposition et concession

TABLE B.2 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit"

Compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques"

Matières	Connaissances du programme
Histoire-Géographie	Transposer un texte en croquis Savoir lire, comprendre et apprécier une carte, un croquis, un document iconographique, une série statistique
Mathématiques	Approfondir la connaissance des divers types et ensembles de nombres Développer la pratique du calcul numérique ou algébrique Manipuler les nombres réels Utiliser les notions de multiple, diviseur et de nombre premier Utiliser le calcul littéral Manipuler les vecteurs du plan Se constituer un répertoire de fonctions de référence Représenter algébriquement et graphiquement les fonctions
Physique - Chimie	Variabilité de la mesure d'une grandeur physique Incertitude type Ecriture du résultat / valeur de référence Transformation physique : écriture symbolique d'un changement d'état

TABLE B.3 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques"

Compétence "Savoir coopérer pour réaliser un projet, travailler en équipe"

Matières	Connaissances du programme
Sciences économiques et sociales	Comment devenons-nous des acteurs sociaux ?

TABLE B.4 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir coopérer pour réaliser un projet, travailler en équipe"

B.2. PROGRAMMES SCOLAIRES DE LA CLASSE DE SECONDE

Compétence "Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer"

Matières	Connaissances du programme
Français	Adapter son expression aux différentes situations de communication
Histoire - géographie	Utiliser le numérique pour réaliser des cartes, des graphiques, des présentations Identifier et évaluer les ressources pertinentes
Sciences numériques et technologie	Réseaux sociaux : les données et l'information, l'algorithme et les programmes

TABLE B.5 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer"

Compétence "Savoir exprimer sa sensibilité et ses opinions, respecter les autres"

Matières	Connaissances du programme
Français	Travail de l'expression écrite et orale Organiser le développement logique d'un propos ; Reformuler et synthétiser un propos ; Discuter et réfuter une opinion ; Exprimer et nuancer une opinion
Histoire - géographie	Justifier des choix, une interprétation, une production

TABLE B.6 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir exprimer sa sensibilité et ses opinions, respecter les autres"

Compétence "Développer son sens des responsabilités, son sens de l'engagement et son esprit de l'initiative"

Matières	Connaissances du programme
Histoire - géographie	Mettre en relation des faits ou événements de natures, de périodes, de localisations différentes Confronter le savoir acquis en histoire et en géographie avec ce qui est entendu, lu et vécu

TABLE B.7 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Développer son sens des responsabilités, son sens de l'engagement et son esprit de l'initiative"

B.2. PROGRAMMES SCOLAIRES DE LA CLASSE DE SECONDE

Compétence "Résoudre des problèmes"

Matières	Connaissances du programme
Mathématiques	Résoudre des problèmes modélisés par des équations ou inéquations se ramenant au premier degré Résoudre des problèmes de géométrie
Physique - chimie	Décrire un mouvement : système, échelles, trajectoire, vecteur, vitesse moyenne Modéliser une action sur un système : modélisation d'une action par une force Principe d'inertie

TABLE B.8 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Résoudre des problèmes"

Compétence "Développer sa rigueur"

Matières	Connaissances du programme
Histoire - géographie	Utiliser une approche historique ou géographique pour mener une analyse ou construire une argumentation
Mathématiques	Utiliser l'information chiffrée et statistique descriptive
Sciences économiques et sociales	Utilisation des données quantitatives et des représentations graphiques

TABLE B.9 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Développer sa rigueur"

B.2. PROGRAMMES SCOLAIRES DE LA CLASSE DE SECONDE

Compétence "Concevoir et fabriquer des objets et des systèmes techniques"

Matières	Connaissances du programme
Mathématiques	Représenter et caractériser les droites du plan
Sciences numériques et technologie	Les données structurées et leur traitement : les données et l'information, les algorithmes et les programmes, les machines Informations embarquées et objets connectés : les données et l'information, les algorithmes et les programmes, les machines

TABLE B.10 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Concevoir et fabriquer des objets et des systèmes techniques"

Compétence "Savoir comprendre des concepts, développer l'interdisciplinarité"

Matières	Connaissances du programme
Histoire - géographie	Employer les notions et le lexique acquis Mettre un événement ou une figure en perspective
Sciences économiques et sociales	Questions de base en économie, sociologie et sciences politiques Comment crée-t-on des richesses et comment les mesure-t-on ?
Sciences numériques et technologies	Le web : langage HTML / CSS, moteur de recherche, interaction client / serveur, sécurité et fonctionnalité

TABLE B.11 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir comprendre des concepts, développer l'interdisciplinarité"

Compétence "Inventer, et réaliser des productions de natures diverses, y compris littéraires et artistiques"

Matières	Connaissances du programme
Physique - chimie	<p>Émission et propagation d'un signal sonore : Perception du son : lien entre fréquence et hauteur ; lien entre forme du signal et timbre ; lien qualitatif entre amplitude, intensité sonore et niveau d'intensité sonore. Échelle de niveaux d'intensité sonore. Vision et image : Propagation rectiligne de la lumière, Vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air, Lumière blanche, lumière colorée, Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies, Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air, Lois de Snelle-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Indice optique d'un milieu matériel, Dispersion de la lumière blanche par un prisme ou un réseau</p>
Français	<p>Ecrits d'appropriation : jugement personnel sur un texte ou une œuvre ; écriture d'invention, rédaction d'une note d'intention de mise en scène, d'un synopsis, d'un extrait de scénario, etc</p>

TABLE B.12 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Inventer, et réaliser des productions de natures diverses, y compris littéraires et artistiques"

Compétence "Savoir programmer"

Matières	Connaissances du programme
Mathématiques	Modéliser le hasard, calculer des probabilités Échantillonnage Utiliser les variables et les instructions élémentaires Vocabulaire ensembliste et logique : reconnaître ce qu'est une proposition mathématique, utiliser des variables pour écrire des propositions mathématiques ; lire et écrire des propositions contenant les connecteurs "et", "ou" ; formuler la négation de propositions simples (sans implication ni quantificateurs) ; mobiliser un contre-exemple pour montrer qu'une proposition est fausse ; formuler une implication, une équivalence logique, et les mobiliser dans un raisonnement simple ; formuler la réciproque d'une implication ; lire et écrire des propositions contenant une quantification universelle ou existentielle
Sciences numériques et technologies	Notions transversales de programmation : Affectations, variables, Séquences d'instruction, Instructions conditionnelles, Boucles bornées et non bornées, Définitions et appels de fonctions

TABLE B.13 – Connaissances du programme de seconde en lien avec la compétence "Savoir programmer"

Compétences transversales Ces compétences transversales ne font pas appel à des points spécifiques du programme mais sont travaillées dans toutes les matières :

- Savoir s'organiser son travail personnel, savoir comment apprendre
- Comprendre et respecter les règles communes
- Gérer et résoudre des conflits
- Développer l'honnêteté intellectuelle
- Développer sa capacité d'adaptation et sa flexibilité
- Développer son esprit de synthèse

Annexe C

Définitions des briques de conception en game design

C.1 Personnage

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *Characters are the agents through whose actions a drama is told. By identifying with a character and the outcome of their goals, the audience internalizes the story's events and empathizes with its movement toward resolution.*
- **On game design de Perry [265]** : *Characters in games range from one-dimensional drones to reasonably complex artificial characters and player heroes.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *The avatar is a player's gateway into the world of the game. Videogame verbs : run, shoot, jump, climb, throw, cast, punch, fly Movie verbs : talk, ask, negotiate, convince, argue, shout, plead, complain*
- **Level up de Rogers [266]** : *I will be talking about how the character is presented to the player and the activities the player does with that character. The very important rule about character design is : FORM FOLLOWS FUNCTION. All gameplay flows from the main character. You have to think about the player's relationship to the world*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Play can consist not only of deploying actions or submitting to one's fate in an imaginary milieu, but of becoming an illusory character oneself, and of so behaving*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *Immersion occurs when the player's experience mirrors the character's experience. The fictional experience draws his identity into a character in a make-believe world. The player sees and hears what the character sees and hears, and feels what the character feels. The player is the character*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *The representation of a person in a narrative or dramatic work of art"(Wiki). Flat, round, foil, realistic, absurd, lead, support, human, animal, ethereal; Characters come in all varieties. Realism is not necessarily a component of the best types of characters. Rather, being relatable or functional to the story are qualities that can be just as, or more, important.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Character > Patterns for narrative structures, predictability and immersion patterns Character development : improvement of characters skills or knowledge. Character developement is defined by two characteristics : what caused the development (rewards or investments) and what effect the development has (new*

abilities, improved abilities).

C.2 Organisation de la scène du jeu

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *The interface for a digital game is a combination of the camera viewpoint of the game environment and the visual display of the game status and controls that allow the user to interact with the system.*
- **On game design de Perry [265]** : *As in written literature, where you have first-person, second-person, and different sorts of third-person perspectives, games also use a viewer perspective.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *You see a view into the world from a virtual camera with a position in the virtual space of the game world.*
- **Level up de Rogers [266]** : *Choosing the right camera for your game is not only very important for determining how to program the camera, but it also impacts how you design your game, map your controls, and create your artwork. It's pretty common for a game to have more than one style of camera, but you should stick with one "main" camera style for the majority of your gameplay and only use other camera views for specific gameplay situations.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Visual scanning : visual perception, especially scanning the entire screen at once.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *The orientation and the nature of the game view.*

C.3 Contrôles

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *The basic controls of a game system are directly related to its physical design*
- **On game design de Perry [265]** : *Input device : Push a button, Click a mouse, Twist a dial, Move a stick, Press a key, Shout in a microphone, Dance on a dance pad, Use steering wheels, Use foot pedals, Beat on drums, Shake maracas, Touch screen/pad, Use stylus*
- **The art of game design de Schell [154]** : *"Interface" can mean many things—a game controller, a display device, a system of manipulating a virtual character, the way the game communicates information to the player, and many other things. On the simplest level, the interface is everything*

that is in between them. So, what is in there ? There is some way that the player touches something to make changes in the world.

- **Level up de Rogers [266]** : *Ergonomics is the study of fitting equipment to fit the worker. When you are designing controls, try establishing design rules for your controls schemes based on hand placement. Very important thing about controls : AS THE BUTTON IS PRESSED, THE ACTION SHOULD HAPPEN*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *A common misconception about digital interactivity is that it offers players a broad and expressive range of inter-action-that a computer can mimic any medium and provide any kind of experience. In fact, the kind of interaction that a participant can have with a computer is quite narrow. Interaction with a home computer is generally restricted to mouse and keyboard input, and screen and speaker output.*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *This communication runs both ways. Players must also be able to signal their intent to the game. To get this done, we work through buttons, sticks, gamepads, touchscreens, and motion sensors. But none of these is a perfect solution. Joysticks and buttons don't naturally lend themselves to controlling a human in a 3D environment, architecting castles, or commanding armies.*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *Input to the computer must come in through the keyboard or the controllers. This can make things very difficult for the game designer. In the first place, you can't say much with a joystick or keyboard. A joystick can say only five fundamental words : "up", "down", "right", "left", and "button". A keyboard can say more, but only through a lengthy and error-prone sequence of key presses.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *Terms for categorizing and describing the devices and actions of manipulating controllers. Player initiated actions from controller inputs as designated by the game designers. These actions have effects on the gamestate in terms of the variables and dynamics of the gameplay system.*

C.4 Environnement / monde

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *World building is the deep and intricate design of a fictional world often beginning with maps and histories, but potentially including complete cultural studies of inhabitants, languages, governments, politics, economies, etc*

- **On game design de Perry [265]** : *The terrain of a world can be anything. It can be as vast as space or as contained as a single building, or even a single room. Wherever the game takes place, that is the game world.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *It defines the various places that can exist in a game and how those places are related to one another. as a game mechanic, space is a mathematical construct. The world of your game is a thing that exists apart. Your game is a doorway to this magic place that exists only in the imagination of your players.*
- **Level up de Rogers [266]** : *World : a video game location that is distinguished primarily by its visual or genre theme and may be comprised of multiple locations that share this theme.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Playing a game means interacting with and within a representational universe, a space of possibility with narrative dimensions.Environment is the context that surrounds the system*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *Environmentally driven emotions are diverse and strong. Games have used environments, weather, and season to accentuate feelings ranging from depression to giddy triumph*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *Your game must give the authentic feel, the texture of the real world, and this can only be achieved if you firmly understand the environment of the game. The game designer must identify some key element from the topic environment and build the game around that key element*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *The arrangement of player, level, and enemy elements to create gameplay challenges, communicate ideas, and convey experiences.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Game world > Patterns for Game element. The environment in which the gameplay or parts of the gameplay takes place is determined by the spatial relation ships of the game elements.Game worlds give players an alternative reality where they can experience immersion*

C.5 Objets

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *Objects are the basic building blocks of a system. Systems can be thought of as a group of interrelated pieces called objects, which can be physical,*

abstract, or both, depending on the nature of the system. Objects are defined by their properties and behaviors. They are also defined by their relationships with other objects

- **On game design de Perry [265]** : *In game terms, an object is generally a collection of graphics and associated code that represents a piece of the overall game system. It has attributes that give it uniqueness and possibly behaviors within the game context. In addition, it may have relationships with various other objects, characters, and other aspects of the system.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *Objects generally have one or more attributes, one of which is often the current position in the game space.*
- **Level up de Rogers [266]** : *Props items can be placed by designers and artists into the level to make it feel more like a real place.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *As systems, games provide contexts for interaction, which can be spaces, objects, and behaviors that players explore, manipulate, and inhabit*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *The spatial, physical, non-threatening elements in games.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Objects > Patterns for Game Element. These patterns describe different type of game elements that can be manipulated by players or are game elements through which players manipulate the game state.*

C.6 Objectifs

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *Objectives give your players something to strive for. They define what players are trying to accomplish within the rules of the game. In the best-case scenario, these objectives seem challenging—but achievable—to the players.*
- **On game design de Perry [265]** : *Goals are what must be accomplished. The three types of goals (long-term, intermediate, and moment-to-moment) form a hierarchy of the player’s experience and direction in the game.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *Games are about achieving goals—you must be able to state your game’s goal and state it clearly. Often, there is not just one goal in a game, but a sequence of them—you will need to state each and how they relate to one another. Good game goals are as follows : concrete, achievable, rewarding.*
- **Level up de Rogers [266]** : *Your game objective should be simple. You should be able to sum a*

game's objectives up quickly and clearly. If you can't, you've got a problem.

- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *The goal of a game is a key component in shaping the experience of pleasure. The goal is the object of desire held out to entice players to continue playing. Goals in a game are never easy to achieve. As players struggle toward the goal, conflict arises. Game conflict provides both opportunity for narrative events and a narrative context that frames the obstacles a player must overcome.*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *Threaten the player with justifiable, fair, gamelike threats. Give him explicitly balanced, attainable goals. Most games assign players goals : get the highest score, defeat the opponent, or survive as long as possible. Up to now we've assumed that players will actually care about these goals just because we tell them to.*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *A game must have a clearly defined goal. This goal must be expressed in terms of the effect that it will have on the player.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *The smaller steps or requirements to fulfill a goal.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Goals > Patterns of goals structure. The pattern focus on the possible variations for basic goal : predefined goals are preset by the game designer usually arranged in a rigid hierarchy which can only be adaptable by players choices or interpretations if the design allows it. Predefined goals require that explicit boundaries be set by the game design to what games states are considered successes and how players can reach those game states. Dynamic goals ; certain characteristics of the goals, usually the information available to the players, change during gameplay. Optional goals : there are goals the player does not necessarily have to reach during the game. Interferable goals : the game system or others players can directly influence the players progress toward the goal. Player defined goals : goals and subgoals that player can create or customize within the game itself*

C.7 Dispositifs d'information

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *For players to make choices about how to proceed in a game, they need information about the state of the game objects and their current relationships to each other. The less information players have, the less informed their choices will be. This affects the sense of control they have over their progress*
- **On game design de Perry [265]** : *Getting players to understand the game they are playing and to*

do the things we want them to do often involves giving them clues or in some way alerting them to what is going on in the game. This is what we think of as communication with the player. Not all games have exactly the same types of interactions, but most games, in one way or another, have ways to communicate information to the people playing them, and it is the designer who determines how to accomplish that communication

- **The art of game design de Schell [154]** : *Virtual interfaces : all these things are part of a conceptual layer that exists between the physical input/output and the game world. This layer is usually called virtual interface and has both input elements (such as a virtual menu where the player makes a selection) and output elements (such as a score display)*
- **Level up de Rogers [266]** : *Named after the heads -up display found in modern aircraft, the HUD is the most effective way of communicating with the player. The HUD refers to any visual element that communicates information to the player.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Digital games can and do make good use of data : they are often filled to bursting with text, images, video, audio, animations, 3D content, and other forms of stored data. In fact, it is fair to say that digital games tax the data-rendering capabilities of computers far more than any other genre of consumer software. High-end personal computers, specially configured for the best display of 3D graphics and audio, are marketed as "gamer" machines.*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *That which is never communicated might as well never have occurred at all. A game must establish a METAPHOR VOCABULARY that indicates which elements are simulated mechanically. It must then remain consistent with this vocabulary. To make input work effortlessly, we have to design an intricate combination of restrictions, conventions, and assistance systems to help players along.*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *Graphics are there for a reason : to communicate. Use graphics to communicate to the user forcefully and with feeling, and for no other reason. Plan functional, meaningful graphics that convey the critical game information while supporting the fantasy of the game. Use of sound should follow the same rules : use it to tell the player what's going on in the game.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *Feedback : How information about the game state is communicated to the player (usually in response to player actions). Includes visual, auditory,*

and tactile elements.

- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Interfaces : two intertwined roles : expressing the theme and feel of the game and giving players information about the state and possible actions in the game.*

C.8 Ressources

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *Resources are, by definition, items made valuable by their scarcity and utility. In the real world, and in game worlds, resources can be used to further our aims ; they can be combined to make new products or items ; and they can be bought and sold in various types of markets. What exactly is a resource ? In the real world, resources are assets (i.e., natural resources, economic resources, human resources) that can be used to accomplish certain goals. In a game, resources play much the same role.*
- **On game design de Perry [265]** : *Resources are always a part of games in one form or another. Resources management : Collect resources, Spend or utilize resources, Grow and tend to resources(as in farming), Sell or buy resources, Recombine resources, Store resources, Drop or destroy, Salvage material from resources, Deconstruct*
- **The art of game design de Schell [154]** : *While casino games and lotteries reward the player with real money, videogames more frequently reward the player with resources they can only use in the game (e.g., food, energy, ammunition, hit points). Some games, instead of giving resources directly, give virtual money that the player can choose how to spend. Usually the things that one can buy with this money are resources, powers, prolonged play, or expression.*
- **Level up de Rogers [266]** : *Collectibles are items that are collected (well, duh) by the player that don't have an immediate impact on gameplay. These can be coins, puzzle pieces, or trophy items. What does the player collect ? What is the benefit of collecting them ? Can they be used to buy items, access new abilities, unlock material later in the game ? Will they earn the player trophies or achievements ?*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Resource management : player decisions hinge on manipulating resources.*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *in many games, players collect and use resources like ammo and health. Often, the fiction implies that these resources should be very limited :*

- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *Thus, the human player is given resources that allow him to bring his superior planning power to bear, and the computer gets resources that compensate for its lack of intelligence.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *Any type of collectible item or upgrading system or economic resource. Elements in this category are often part of the major game loop. They are often suspended over large parts of the game experience.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Resources > Patterns of resource and resource management. Game elements that are used by players to enable actions in a game. The primary question regarding a resource is what it is used for. The next question is how players gain access to the Resources. The next question is how control of resources is decided. Resources provide players with quantifiable measures to judge their progress and plan possible future actions and thereby provide one way for players to have emotional Immersion in games.*

C.9 Histoire

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *In many games, story is actually limited to backstory, sort of an elaborate version of premise. The backstory gives a setting and context for the game's conflict, and it can create motivation for the characters, but its progression from one point to the next is not affected by gameplay. A game does not have to have a story to be fun, but story can be a powerful mechanism for engaging people's emotions.*
- **On game design de Perry [265]** : *The concept of story is that somebody (the hero or the player's character, if not necessarily a hero) has to fix something about himself (or sometimes discover something about himself). The hero or character commonly also resolves conflicts and, in the end, finds some resolution.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *Most videogames do not happen in world of words, but in a physical place. by making sketches and drawings of this place, often a story will naturally take shape, as you are compelled to consider who lives there, what they do, and why. So much more can be said about a story that we cannot possibly cover it all here. but whatever you create, whether it be an abstract game with only the thinnest veneer of theme and setting or a vast epic adventure with hundreds of detailed characters, you are wise to make the story elements of your game as meaningful and powerful as possible.*

- **Level up de Rogers [266]** : *A game doesn't need to have a story, and yet it always has a story. Remember that no matter what your story is about, a story ALWAYS has a beginning, middle, and end.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *There must be, first of all, an initial situation, a sequence leading to a change or reversal of that situation, and a revelation made possible by the reversal of the situation. Second, there must be some use of personification whereby character is created out of signs— for example, the words on the page in a written narrative, the modulated sounds in the air in an oral narrative. However important plot may be, without personification there can be no story-telling. . . . Third, there must be some patterning or repetition of key elements*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *The fiction layer creates emotion through character, plot, and world.*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *A story is a collection of facts in time sequenced order that suggest a cause and effect relationship. Games also attempt to represent reality. The difference between the two is that a story presents the facts in an immutable sequence, while a game presents a branching tree of sequences and allows the player to create his own story by making choices at each branch point.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *Any report of connected events, actual or imaginary, presented in a sequence.*
- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *The main ingredients of Narrative Structures and Characters with their goals, Ultra powerful events that ensure dramatic points and challenges. The latter is commonly Enemies with Boss monsters representing points of extra tension and possible closure points. Narrative Structures can either be used to explain changes in the Game world that give varies gameplay or be used to explain players goals. Narrative Structures can be enabled by changing player abilities.*

C.10 Obstacles

- **Game Design Workshop de Fullerton [146]** : *Conflict emerges from the players trying to accomplish the goals of the game within its rules and boundaries. As we have already mentioned, conflict is designed into the game by creating rules, procedures, and situations (such as multiplayer competition) that do not allow players to accomplish their goals directly. Instead, the procedures*

offer fairly inefficient means toward accomplishing the game objective.

- **On game design de Perry [265]** : *I use the term barrier to describe something that prevents a character’s movement or advancement— generally something physical that stands in the way or something on a game map that is impassable. Although it is a subtle distinction, I define obstacles differently from barriers. All barriers are obstacles, but some obstacles are not necessarily barriers—though they are, by their very definition, challenges. Put another way, obstacles prevent you from doing what you want or intend to do.*
- **The art of game design de Schell [154]** : *A goal with no obstacles is not worth pursuing. As the character tries to overcome the obstacles, interesting conflicts tend to arise, particularly when another character has a conflicting goal. The goal of the main character will be the goal of the player and will be the driving force that keeps them moving along the string of pearls, if you choose to create one. and the obstacles that character meets will be the challenges the player faces.*
- **Level up de Rogers [266]** : *Bernard Suits wrote that “playing a game is a voluntary effort to overcome unnecessary obstacles. ”. A challenging game confronts the player with obstacles that can be overcome with skill and knowledge.*
- **Rules of play de Salen et Zimmerman [12]** : *Conflict : A third element appearing in all games is conflict. Conflict arises naturally from the interaction in a game. The player is actively pursuing some goal. Obstacles prevent him from easily achieving this goal. Conflict is an intrinsic element of all games.It can be direct or indirect, violent or nonviolent, but it is always present in every game*
- **Designing games de Sylvester [144]** : *Dopamine motivates players to push through obstacles so that they can get the triumph, social connection, or artistic satisfaction on the other side*
- **The art of computer game design de Crawford [15]** : *A third element appearing in all games is conflict. Conflict arises naturally from the interaction in a game. The player is actively pursuing some goal. Obstacles prevent him from easily achieving this goal. If the obstacles are passive or static, the challenge is a puzzle or athletic challenge. If they are active or dynamic, if they purposefully respond to the player, the challenge is a game.*
- **Design oriented Wheel de Terrel [165]** : *Elements that directly threaten the survivability of the player, that damage the player, or that have a primary interaction that players generally consider*

to be negative.

- **Patterns in game design de Bjork et Holopainen [156]** : *Obstacles .> Game Elements. Obstacles are game elements that hinder the players for taking the shortest route between two places. The choice of an obstacle determine how players can bypass it, if it all. Obstacles create movement limitations in how players can perform movement or maneuvering in game worlds.*

Annexe D

Outils de création de jeu vidéo étudiés

D.1 Liste des outils

Liste des outils analysés pour sélectionner l'outil de création servant de base aux templates :

- RPG Maker
- Inform
- Chatmapper
- Twine
- Visionaire Studio
- Tyrano Builder
- Ren'Py
- Visual Novel Maker
- Articy
- Quest / Squiffy
- Storystylus
- Inklewriter
- Adrift
- Jawa
- Bloxels
- Ready
- Code n slash
- Gdevelop
- Gamecode
- Construct3
- Buildbox
- Stencyl
- Game Salad
- Decklick
- Mongatari
- Craft studio

D.1. LISTE DES OUTILS

- Gamefroot
- Superpowers
- Make Code arcade
- Pocket Code
- Qintus
- Plank.js / Stage.js
- Unity Playground
- Novashell
- 001 Game creator
- Core
- Ct js
- Dreams
- Roblox
- Sok stories
- Fornite Creative
- Minecraft Education
- Tululoo Game maker
- Solar 2D
- Lumberyard
- Godot
- Atlantide Studio
- Android game creator
- Pocket game developer
- Tads
- Adventure game studio
- Flowlab
- Crayta
- Essenthel

D.1. LISTE DES OUTILS

- Puzzle script
- Ztab
- Undum
- Visual novelty
- LÖVE
- GB Studio
- Panda
- Cocos
- melonJS
- PhaserJS
- MelonJS
- PixiJS
- PlayCanvas
- AppGame Kit
- Urho 3D
- Stride
- Game composer
- Game guru
- Defold
- Flame
- Torque 3D
- 24a2
- Leadwerks
- Coopercube
- Scratch
- Unity
- Pico8
- Click team Fusion

D.1. LISTE DES OUTILS

- Smile game builder
- Pygame
- Monogame
- Amethyst
- Duality
- Solarus
- Jmonkey
- Pixel Game maker
- Hero engine
- Unreal
- L'atelier du jeu vidéo Nintendo Switch
- Tic 80
- Kaboom js
- Have Flixel
- Ogre3D
- Tilengine
- Neoaxis
- Crey
- Rpg in a box
- Wade
- Cubeetle
- Nekoland
- Gideros
- Bit me lo
- Ursina
- Bevy
- Limon
- Wicked

D.2. COMPARATIF DES OUTILS

- Rogue Engine
- Struckd
- AOZ Studio
- Flax
- Manu
- Orx
- Game maker studio 2
- Explorers
- Cood studio
- Agent Cubes
- Raylib
- Kodu
- Puzzle script
- Microstudio
- Krunker
- Arcweave

D.2 Comparatif des outils

Le comparatif complet des outils de création est accessible en ligne ou via ce lien : <https://urlz.fr/qm6U>

Annexe E

Questionnaires et grille d'observation des jeux

E.1 Questionnaire enseignants

Questionnaire anonyme rempli en ligne par les enseignants participants aux expérimentations :

Votre profil

- Quelle est votre discipline ? [champ libre]
- Depuis combien de temps enseignez-vous ? [champ libre]
- Êtes-vous joueur - joueuse de jeu vidéo ? [champ libre]
- Avant cette activité est-ce que vous avez déjà utilisé des jeux vidéo dans votre pratique pédagogique ? [champ libre]
- Avant cette activité est-ce que vous avez déjà utilisé des jeux vidéo dans votre pratique pédagogique ? [Oui / Non]
- Pouvez-vous préciser dans quel pédagogique ? [champ libre]
- Avant cet atelier, avez-vous utilisé des outils numériques en classe ? [Oui / Non]
- Lesquels ? [champ libre]
- Avant cet atelier, aviez-vous déjà proposé une activité de création de jeu vidéo avec vos élèves ? [Oui / Non]
- Pouvez-vous décrire le cadre de l'activité de création de jeu vidéo que vous avez déjà effectuée ? [champ libre]

L'organisation de l'atelier de création de jeu vidéo

- Combien d'heures en classe avez-vous consacrées à cet atelier de création de jeu vidéo ? [champ nombre]
- Combien d'heures de préparation ont été nécessaires pour mettre en place cet atelier ? [champ nombre]
- Avez-vous utilisé le support pédagogique fourni ? [Oui / Non]
- Si oui, pouvez-vous nous préciser le mode d'utilisation et votre avis sur cette ressource ? Si non, pourquoi ? [champ libre]
- Avez-vous rencontré des difficultés particulières lors de ces séances ? [Oui / Non]
- Préciser quelles difficultés vous avez rencontrées et comment vous les avez surmontées [champ libre]

E.1. QUESTIONNAIRE ENSEIGNANTS

- Quelles sont les ressources que vous auriez aimé avoir ? [champ libre]
- Dans la classe où vous avez mis en place l'activité avez-vous des élèves à profils particuliers ? [champ libre]

Vos objectifs pédagogiques

- Selon vous, est-ce que l'activité a permis aux élèves de travailler les compétences / connaissances suivantes ? [Echelle appliquée à toutes les compétences : Pas du tout travaillées, Insuffisamment travaillées, Suffisamment travaillées par rapport aux attendus, Travaillées et approfondies]
 - Comprendre et s'exprimer à l'oral et à l'écrit
 - Développer sa créativité
 - Résoudre des problèmes
 - Savoir utiliser des outils numériques pour échanger et communiquer
 - Développer l'honnêteté intellectuelle (ex : droit d'auteur, connaissance des licences, etc)
 - Comprendre et respecter les règles communes
 - Savoir organiser son travail personnel et le travail de groupe
- Pouvez-vous préciser de quelle manière ces compétences ont été travaillées ? [champ libre]
- Quelles autres compétences ont été travaillées ? [champ libre]
- Que pensez-vous des productions finales des élèves ? [champ libre]
- Qu'est-ce qui pourrait être amélioré dans l'activité ? [champ libre]

Questions spécifiques au 2ème template

- Pour chaque affirmation, pouvez-vous donner une note entre 0 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord)
 - Je pense que j'aimerais utiliser ce template fréquemment
 - J'ai trouvé le template inutilement complexe
 - J'ai trouvé le template facile d'utilisation
 - J'ai trouvé que les paramètres de personnalisation de ce système étaient bien intégrés
 - J'ai trouvé qu'il y avait trop d'incohérences dans ce template.
 - Je pense que la plupart des enseignants peuvent apprendre à utiliser ce template très rapidement
 - J'ai trouvé le template très lourd à utiliser
 - Je me suis sentie très à l'aise dans l'utilisation du template
 - J'ai dû apprendre beaucoup de choses de choses avant de pouvoir commencer avec ce template

E.2 Questionnaire élèves

Questionnaire anonyme rempli en ligne par les élèves à l'issue d'une séance d'expérimentation

Ton profil

- Quel est ton genre ? [Masculin - Féminin - Non binaire - Je ne préfère pas répondre]
- Quel est ton âge ? [champ nombre]
- Numéro sur de ta clé usb [champ nombre]
- Avant cet atelier, as-tu déjà utilisé un outil en rapport avec la création de jeu vidéo (moteur de jeu, langages de programmation, logiciels de dessin / retouche image, logiciels de sons) [Oui / Non]
- Si oui, lesquels et dans quel cadre ? [champ libre]

Tes réalisations

- Est-ce que tu as réalisé les tâches suivantes dans l'activité ? [Echelle appliquée à chaque tâche : Pas du tout, Un peu, Beaucoup, J'ai tout fait]
 - Rédiger des textes sur l'ordinateur
 - Trouver des images sur internet
 - Trouver des images libres de droit sur internet
 - Charger des nouvelles images dans le jeu
 - Modifier des indices
 - Identifier des formats images et sons
 - Trouver des sons libres de droit sur internet
 - Enregistrer / modifier des sons
 - Changer les sons dans le jeu
 - Mettre les crédits des images et des sons

E.2. QUESTIONNAIRE ÉLÈVES

- Parmi les tâches réalisées, lesquelles étaient nouvelles pour toi ? [Sélection des tâches nouvelles]
 - Rédiger des textes sur l'ordinateur
 - Trouver des images sur internet
 - Trouver des images libres de droit sur internet
 - Charger des nouvelles images dans le jeu
 - Modifier des indices
 - Identifier des formats images et sons
 - Trouver des sons libres de droit sur internet
 - Enregistrer / modifier des sons
 - Changer les sons dans le jeu
 - Mettre les crédits des images et des sons
- Est-ce que tu as l'impression d'avoir créé un jeu ? [Oui / Non]
- Pourquoi ? [champ libre]
- Est-ce que tu considères que ton jeu est terminé ? [Oui / Non]
- Pourquoi ? [champ libre]
- Es-tu fier(e) du résultat obtenu ? [Oui / Non]
- Pourquoi ? [champ libre]
- Est-ce que le modèle de jeu t'a [Aidé / Mis en difficulté / Ni l'un ni l'autre] ?
- As-tu rencontré d'autres difficultés dans l'activité ? [Oui / Non]
- Lesquelles ? [champ libre]
- Qu'as-tu appris pendant cette activité ? [champ libre]
- Qu'est-ce qui pourrait être amélioré dans cette activité ? [champ libre]

E.3 Grille d'observation des jeux

Grille d'observation rempli après chaque test d'un jeu

Vue globale

- Numéro de la clé usb [champ nombre]
- Est-ce que le jeu est fonctionnel (il peut être démarré, on peut jouer sans bug) ? [Oui / Non]
- Est-ce que le jeu est jouable (le jeu est cohérent et peut être terminé grâce aux indices) [Oui / Non]

Textes

- Est-ce que les textes ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Est-ce que tous les textes ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Origine des textes personnalisés [création / récupération sur internet / création et récupération sur internet / enregistrement / autres sources / NA]
- Type de personnalisation [modification / ajout / suppression / modification et ajout / ajout et suppression / NA]
- Qualité des textes personnalisés [pas de modification de l'histoire / base de nouvelle histoire / production d'une nouvelle histoire / NA]
- Nombre de textes personnalisés [champ nombre]
- Autres commentaires sur les textes personnalisés [champ libre]

Images

- Est-ce que les images ont été personnalisées ? [Oui / Non]
- Est-ce que toutes les images ont été personnalisées ? [Oui / Non]
- Origine des images personnalisées [création / récupération sur internet / création et récupération sur internet / enregistrement / autres sources / NA]
- Type de personnalisation [modification / ajout / suppression / modification et ajout / ajout et suppression / NA]
- Qualité des images personnalisées [images brutes et/ou non png / images png / images travaillées / NA]

E.3. GRILLE D'OBSERVATION DES JEUX

- Détail sur la personnalisation des images [player modifié / player et 1 pnj modifié / player et 2 pnjs modifiés / player et 3 pnjs modifiés / 1 ou 2 pnj modifiés / NA]
- Nombre d'images personnalisées [champ nombre]
- Autres commentaires sur les images personnalisées [champ libre]

Sons

- Est-ce que les sons ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Est-ce que tous les sons ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Origine des sons personnalisés [création / récupération sur internet / création et récupération sur internet / enregistrement / autres sources / NA]
- Type de personnalisation [modification / ajout / suppression / modification et ajout / ajout et suppression / NA]
- Qualité des sons personnalisés [mauvaise qualité sonore / qualité sonore moyenne / bonne qualité sonore / NA]
- Modification d'un son impactant le gameplay [Oui / Non]
- Nombre de sons personnalisés [champ nombre]
- Autres commentaires sur les sons personnalisés [champ libre]

Programmation

- Est-ce que les variables (template Construct3) ou les scripts (template Godot) ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Est-ce que toutes les variables (template Construct3) ou tous les scripts (template Godot) ont été personnalisés ? [Oui / Non]
- Type de personnalisation [modification / ajout / suppression / modification et ajout / ajout et suppression / NA]
- Détails des variables ou scripts modifiés [liste des variables ou liste des scripts selon le template]
- Nombre de variables ou scripts personnalisés [champ nombre]
- Autres commentaires sur les variables ou scripts personnalisés [champ libre]

