HEIG-VD HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

Communauté du savoir
Partager, étudier & innover dans l'Arc jurassien franco-suisse

Travail de Bachelor

L'Histoire dont vous êtes le héros : une immersion interactive en cours d'histoire

Non confidentiel

Département : COMEM+

Filière : Ingénierie des médias

Laurence Kohli

28 novembre 2025

Travail proposé par :

Xavier Nédélec

Doctorant à l'ELLIADD, Université de Franche-Comté

30-32 rue Mégevand, 25030 Besançon Cedex (France)

Supervisé par :

Simon Pinkas

Préambule

Ce travail de Bachelor (ci-après TB) est réalisé en fin de cursus d'études, en vue de l'obtention du titre de Bachelor of Science HES-SO en Ingénierie.

En tant que travail académique, son contenu, sans préjuger de sa valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celles du jury du travail de Bachelor et de l'Ecole.

Toute utilisation, même partielle, de ce TB doit être faite dans le respect du droit d'auteur.

HEIG-VD

Le Chef du Département

Yverdon-les-Bains, le 28 novembre 2025

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée durant le TB et la pré-étude.

Je voudrais tout d'abord remercier Xavier Nédélec, doctorant à l'ELLIAD et mandant de ce TB, pour sa disponibilité et sa confiance. Je remercie également Thibaud Hulin, docteur en philosophie et chercheur dans le laboratoire ELLIADD, et Olivier Ertz, professeur HES à la HEIG-VD à Yverdon-les-Bains pour leur temps et leurs retours constructifs tout au long du projet.

Lors de ce travail, j'ai pu me rendre à deux reprises à Pontault-Combault, en Île-de-France, grâce à une bourse de mobilité de la Communauté du Savoir que je remercie. Mon travail n'aurait pas pu commencer sans mon observation dans la classe de CM2 de M. Nédélec ni se terminer si les élèves de CM2 de l'école primaire Louis Granet n'avaient pas testé mon application. Un grand merci à tous ces élèves pour leur précieuse collaboration.

Je souhaite également remercier Simon Pinkas, maître d'enseignement à la HEIG-VD et enseignant responsable de mon TB, pour son temps, ses conseils avisés et son regard critique sur toute la durée de ce travail.

Ma gratitude s'adresse également à toute l'équipe du MEI (Media Engineering Institute) pour leur collaboration et leur soutien tout au long de cette expérience. Je remercie tout particulièrement Meryl pour son aide avec Unity et Julien pour ses conseils dans la préparation des tests.

Je tiens à remercier la HEIG-VD pour le prêt du matériel et l'impression des cartes.

Ce travail n'aurait pu aboutir sans la disponibilité et l'inspiration de Luca Correia Da Rocha et Joël Gaillard, que je remercie profondément pour la réalisation des maquettes.

Merci également à toutes celles et ceux qui ont testés des parties du prototypes ou donner leurs avis dans mes nombreuses réflexions : Damien, Vincent, Sébastien, Bluette, Sara et Grégoire.

Finalement, j'exprime toute ma reconnaissance à ma famille pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension durant la réalisation de ce travail et tout particulièrement à mes deux relecteurs Anne et Pierre-Alain qui ont eu le courage de lire tout ce rapport plusieurs fois.

Authentification

La soussignée, Laurence Kohli, atteste par la présente avoir réalisé seule ce travail et n'avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées.

Laurence Kohli



Yverdon-les-Bains, le 28 novembre 2025

Département : COMEM

Filière : Ingénierie des médias

Étudiant : Laurence Kohli

Enseignant responsable : Simon Pinkas

Travail de Bachelor 2024-2025

Résumé publiable

A quoi ressemble l'Histoire dont vous êtes le héros ? Les élèves partent à la découverte de la Première Guerre Mondiale avec Alex, un avatar de leur âge. Ils commencent par découvrir les notions importantes pour le cours sur une tablette puis explorent une carte de 1914 à l'aide de la réalité augmentée (RA). Enfin, une série d'exercices interactifs leur permet de valider leurs apprentissages. C'est sur la base de ce scénario pédagogique que j'ai développé un prototype de technologie éducative avec le logiciel Unity. Ce projet de Bachelor répond à la volonté du doctorant et enseignant de CM2 M. Nédélec d'intégrer les outils modernes à ses cours.

Avant de parler d'immersion, il m'a fallu me renseigner sur l'enseignement de l'histoire et les programmes scolaires. Ensuite, j'ai analysé des outils pédagogiques numériques pour m'en inspirer. La solution a été recherchée selon le modèle de conception du double-diamant. Après une longue phase de conception UX/UI, j'ai pu comparer différentes technologies de RA et déterminer la plus adaptée aux besoins de ce TB. La solution finale a été réalisée sur Unity à l'aide du SDK Vuforia Engine. L'application a été testée dans une classe de CM2 afin de valider que la RA est adaptée à l'enseignement dans le primaire. La RA est ancrée sur une carte format A0 réalisée à l'aide de QGIS et Inkscape.

L'analyse des tests a permis d'identifier les recommandations principales à mettre en place pour continuer la réalisation de l'application en vue d'expérimentations supplémentaires dans le cadre de la thèse de doctorat. Les conseils concernent autant l'interface que les contenus et les aides nécessaires à la bonne compréhension par les élèves. Ce projet novateur est une clé pour rendre les cours plus attractifs et permettre aux enfants de devenir acteurs de leur formation.

Étudiant :	Date et lieu :	Signature :
Laurence Kohli	26/11/2025 Bex	Kohli
Enseignant·e responsable :	Date et lieu :	Signature :
Simon Pinkas	28/11/2025, Yverdon	
Laboratoire ELLIADD et MEI : Xavier Nédélec (répondant externe)	Date et lieu : 25/11/2025	Signature :

Table des matières

Préambule ..... **I**
Remerciements ..... **III**
Authentification ..... **V**
Résumé publiable ..... **VII**
Chapitre 1 Introduction **1**
1.1 Contexte 3
1.2 Problématique 3
1.3 Définition des objectifs et livrables 5
1.4 Méthodologie 6
1.4.1 Planification 6
1.4.2 Gestion des risques 9
Chapitre 2 Recherches documentaires **10**
2.1 Les 9-11 ans 10
2.2 Apprendre 11
2.3 Le numérique en classe 12
2.4 L'utilisation de la RA et RV en pédagogie 14
2.4.1 Etude de différentes applications de RA 15
2.5 Cours d'Histoire 18
2.5.1 Les cartes en histoire 19
Chapitre 3 Public cible **20**
3.1 L'élève modèle 20
3.2 L'élève dynamique 21
3.3 L'élève turbulent 22
3.4 L'élève allophone 23
3.5 L'enseignante 24

Chapitre 4 Cartographie 25
4.1 Objectifs 25
4.2 Démarches 25
4.2.1 Les cartes de 1914 25
4.2.2 Recherches spécifiques 26
4.2.3 Brainstorming 27
4.2.4 Réalisation de la carte sur QGIS 29
4.2.5 Mise en page et impression 31
4.3 Analyse des résultats 34
Chapitre 5 Conception UX/UI 35
5.1 Objectifs 35
5.2 Démarches 35
5.2.1 Idéation 35
5.2.2 Notre sélection 37
5.2.3 Architecture de l'information 39
5.2.4 Maquettes basse et moyenne fidélité 39
5.2.5 Charte graphique 41
5.2.6 Scénario pédagogique 42
5.2.7 Maquettes haute fidélité 43
5.2.8 Maquette interactive 48
5.2.9 Création d'un premier logo 48
5.3 Analyse des résultats 49
Chapitre 6 Développement du prototype 50
6.1 Objectifs 50
6.2 Démarches 50
6.2.1 Recherches : l'ancrage en RA 50
6.2.2 Comparaison des technologies 51
6.2.3 Définition du prototype minimal 60
6.2.4 Diagramme de flux 60
6.2.5 Versions utilisées 61
6.2.6 Avant-propos / explications préliminaires 61
6.2.7 Implémentation de l'interface utilisateur 62
6.2.8 Implémentation d'une scène en RA 65
6.2.9 Mapping des données 68
6.3 Analyse des résultats 69

Chapitre 7 Tests utilisateurs 70
7.1 Objectifs 70
7.2 Démarches 70
7.2.1 Préparation 70
7.2.2 Introduction en classe 74
7.2.3 Mise en place 74
7.3 Analyse des résultats 75
7.3.1 Résultats 75
7.3.2 Priorisation 80
7.3.3 Recommandations 80
7.3.4 Conclusion 82
Chapitre 8 Recommandations / Prochaines étapes 83
Chapitre 9 Conclusion 84
Bibliographie 85
Annexes 97

Table des figures

Figure 1 - Pokémon Go. Source : The Editors of ProCon 2025. 1
Figure 2 - La réalité mixte. Source : Maubon 2025. 2
Figure 3 - Comparaison des systèmes scolaires. Source : Institut International de Lancy 2020. 4
Figure 4 - Diagramme de Gantt synthétique montré au bilan intermédiaire. Source : Kohli 2025. 6
Figure 5 - Une séquence du cours Genially observé. Source : Cours d'Histoire de M. Nédélec mai 2025. 10
Figure 6 - L'importance d'espacer les apprentissages. Source : Dehaene 2018, p. 257. 11
Figure 7 - Administration et gouvernance des écoles françaises. Source : ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2014. 12
Figure 8 - Les 5 niveaux d'interactivité possibles avec un TNI. Source : Julie Beaupré 2016. 13
Figure 9 - Interface du scénario l'Âge des découvertes. Source : Cleverbooks 2025. 15
Figure 10 - Extrait du tutoriel et du mode apprentissage (en haut). Affichage d'une puis deux cartes en RA. Source : 360ed Tech 2022. 16
Figure 11 - Interface du scénario Civil War. Source : McGraw Hill 2025. 17
Figure 12 - Extrait du livre d'Histoire utilisé en France. Source : Le Callennec 2019, pp.56-57 (photo prise par l'auteure). 18
Figure 13 - Persona de l'élève modèle. Source : Kohli 2025. 20
Figure 14 - Persona de l'élève dynamique. Source : Kohli 2025. 21
Figure 15 - Persona de l'élève turbulent. Source : Kohli 2025. 22
Figure 16 - Persona de l'élève allophone. Source : Kohli 2025. 23
Figure 17 - Persona secondaire (l'enseignante). Source : Kohli 2025. 24
Figure 18 - Différentes cartes datant ou parlant des années 1910. 25
Figure 19 - Diagramme explicatif des variations sur la carte en fonction du type de données. Source : Lambert 2024, p.15. 26
Figure 20 - Disposition de la salle pour le test des échelles de la carte physique. Source : Kohli 2025. 27
Figure 21 - Illustration du format de la carte validée. En rouge, le cadrage idéal pour notre prototype. Source : Kohli 2025. 28
Figure 22 - Capture d'écran QGIS de quelques noms de ville entrés. 30
Figure 23 - Capture d'écran QGIS des couches visibles sur la carte. 30
Figure 24 - Captures d'écran de QGIS. (Je changeais les positions selon la visualisation de gauche. A droite c'est la position réelle dans notre mise en page définie.) 31
Figure 25 - Première version imprimée de la carte. Source : Kohli 2025. 32
Figure 26 - Version finale de la carte. Le fichier original est dans l'annexe 18. Source : Kohli 2025. 33
Figure 27 - Découverte de la carte par les élèves lors de notre test. Source : Kohli 2025. 34
Figure 28 - Les médecins dans les tranchées. Source : Sébastien Jarry, Luc Charpentier, Nicolas Celié, Nam Thai Lai 1917. 35
Figure 29 - Synthèse des recherches visuelles 36

Figure 30 - Les contenus sélectionnés pendant le brainstorming pour notre prototype. Source : Brainstorming juillet 2025. 37
Figure 31 - Eléments que les élèves doivent retenir sur l'attentat de Sarajevo (original et autres pages disponibles dans l'annexe 10.3). Source : Brainstorming juillet 2025. 38
Figure 32 - Esquisse du prototype. Source : Brainstorming juillet 2025. 39
Figure 33 - Maquettes moyenne-fidélité. Source : Kohli 2025. 40
Figure 34 - Charte graphique. Source : Kohli 2025. 41
Figure 35 - Maquettes pour aller de l'accueil au cours voulu. Source : Kohli 2025. 43
Figure 36 - Maquettes de découverte des prérequis. Source : Kohli 2025. 43
Figure 37 - Maquettes des réponses possibles au choix du continent. De droite à gauche : correct, faux, indice. Source : Kohli 2025. 44
Figure 38 - Maquette de l'étape de recherche de la France. Source : Kohli 2025. 44
Figure 39 - Maquettes en RA permettant de comparer les frontières entre 1914 et 2025. Source : Kohli 2025. 44
Figure 40 - Consignes pour la première situation de recherche. Source : Kohli 2025. 45
Figure 41 - Maquettes initiale, intermédiaire et finale de la situation de recherche 1. Source : Kohli 2025. 45
Figure 42 - Maquettes pour en savoir plus sur la Suède. Source : Kohli 2025. 46
Figure 43 - Déroulement de la situation de recherche 2. Source : Kohli 2025. 46
Figure 44 - Une des questions suivant le dialogue avec Karl, un jeune soldat allemand. Source : Kohli 2025. 46
Figure 45 - Maquette représentant la perte de la carte. Source : Kohli 2025. 47
Figure 46 - Modélisation d'une question à choix multiple, d'un texte à trou et de l'option loupe. Source : Kohli 2025. 47
Figure 47 - Exemple de correction pour un exercice réalisé en RA. Source : Kohli 2025. 47
Figure 48 - Capture d'écran des maquettes interactives. Source : Kohli 2025. 48
Figure 49 - Propositions de logo. Source : Leonardo.ai selon le prompt ChatGPT, 27 octobre 2025. 48
Figure 50 - Marqueur servant d'ancrage pour le Tutoriel. Source : Kohli 2025. 49
Figure 51 - Les technologies utilisées dans la conception UI/UX : papier/crayon, Figma, Miro, Adobe Illustrator, Adobe Express, ChatGPT et Leonardo.ai. 49
Figure 52 - Les différents types de réalité augmentée. Source : Intelivita 2025. 50
Figure 53 - Arbre des balises nécessaires à l'utilisation de AR.js. Source : Kohli 2025. 52
Figure 54 - Capture d'écran des messages dans la console pour une image traquée avec AR.js 53
Figure 55 - Capture d'écran de la détection de deux images avec A-Frame. Les 4 cubes sont en RA, le jaune étant ancré sur la première image et les 3 autres sur la deuxième. 54
Figure 56 - Exemple de Visual Scripting sur Unity. Source : Unity Technologies 2025a. 55
Figure 57 - Capture d'écran de l'interface Unity. Source : Unity Technologies 2025b 56
Figure 58 - Captures d'écran des tests pour orienter le Sprite de la Suisse. 57
Figure 59 - Captures d'écran de l'application utilisant Vuforia Engine pour l'ancrage en RA. La pastille verte indique la qualité de l'ancrage, ici excellente peu importe le niveau de zoom effectué sur la carte. 58
Figure 60 - Diagramme de flux de la découverte de la composition des alliances. Source : Kohli 2025. 60
Figure 61 - Capture d'écran montrant les champs sérialisés dans l'Inspector. 61
Figure 62 - Capture d'écran de l'interface après avoir cliqué sur le bouton Home. 63
Figure 63 - Placement du Sprite du Royaume-Uni. Capture d'écran Unity. 65
Figure 64 - Gestion de la légende dans Unity. 67
Figure 65 - Illustration d'une zone de la salle pour le test. Source : Kohli 2025 70
Figure 66 - Extrait du protocole de test. Source : Kohli 2025. 71
Figure 67 - Mise à jour des différentes tablettes empruntées pour le test. Source : Kohli novembre 2025. 72
Figure 68 - SUS adapté pour les 9-11 ans. Ce document est dans l'annexe 5. Source : Kohli octobre 2025. 73
Figure 69 - Configuration de la classe pour les tests. Source : Kohli novembre 2025. 74
Figure 70 - Les objets à observer et deux photos prises dans la phase 1. 75
Figure 71 - Lecture de l'intro. Source : Kohli 2025. 76
Figure 72 - Deux idées des élèves pour placer la tablette sur la carte. Source : Kohli 2025. 76
Figure 73 - Capture extraite de l'enregistrement d'un test. On voit une jeune en train de cliquer sur un pays pour avancer dans l'expérience en RA. Source : Kohli 2025. 77

Figure 74 - Echelle des scores SUS. Source : Favre-Lamarine Jonathan 2024. 77
Figure 75 - Synthèse des problèmes identifiés. Source : Kohli 2025. 79
Figure 76 - Matrice montrant la priorisation des problèmes identifiés. Source : Kohli 2025. 80
Figure 77 - Captures d'écran de l'application dans deux versions. L'image de gauche est la version du 10 octobre et celle de droite est la version finale. 81

Liste des tableaux

Tableau 1 - Micro-planning des dernières semaines du TB 8
Tableau 2 - Risques et mesures définis pendant la pré-étude.....9
Tableau 3 - Réponse des 19 enseignants concernant leur fréquence d'utilisation des équipements numériques présents dans leur classe. Sondage effectué en mai. 13
Tableau 4 - Extrait du scénario pédagogique concernant la première situation de recherche.....45
Tableau 5 - Synthèse des tests réalisés avec AR.js.....53
Tableau 6 - Synthèse des fonctionnalités de chaque technologie testée.....59
Tableau 7 - Liste du matériel numérique nécessaire pour le test.....72

Liste des codes sources

Listing 1 - Requête QuickOSM pour afficher les lacs suisses et sa transformation pour l'API OSM (Kohli, 2025) 30
Listing 2 - Code pour l'affichage de la qualité d'ancrage dans la console (Kohli 2025).....52
Listing 3 - Extrait de code permettant de modifier des variables dans l'Inspector (Kohli 2025) 61
Listing 4 - Convention BEM utilisée pour les éléments UI. (Wilmer Lin 2025, p.58).....62
Listing 6 - Fichier Button.uxml (Kohli 2025).....63
Listing 5 - Extrait de code sur l'intégration d'un bouton Home sur une feuille UXML (Kohli 2025) 63
Listing 7 - Extrait de code permettant de récupérer le bouton Home dans le UI Document (Kohli 2025).....63
Listing 8 - Extrait de code gérant le clic sur le bouton Home (Kohli 2025) 64
Listing 9 - Ligne de code permettant de préciser un composant nécessaire à l'exécution du script (Kohli 2025) 64
Listing 10 - Extrait de code permettant de connaitre le statut de détection d'un marqueur (Kohli 2025). 65
Listing 11 - Extrait de code permettant de détecter les positions des interactions sur l'écran et de voir si un objet interactif se trouve à cette position (Kohli 2025) 66
Listing 12 - Extrait de code vérifiant si la découverte des alliances est terminée (Kohli 2025) 67
Listing 13 - Fichier ScriptableObject d'un pays et une instance vue dans Unity (Kohli 2025).....68

Chapitre 1
Introduction

Imaginez un cours d'histoire interactif et immersif où les élèves choisissent ce qu'ils souhaitent apprendre. Les cours ne seraient-ils pas plus attrayants qu'un cours ex cathedra [1] ? C'est la question de recherche de Xavier Nédélec, doctorant dans l'université de Franche-Comté, et enseignant de CM2 à Pontault Combault (France). Ce TB (travail de Bachelor) répond à cette volonté d'intégrer les outils modernes en classe. Après plusieurs mois de recherches et d'idéation, le doctorant aimerait utiliser la RA (réalité augmentée) ainsi que des cartes physiques pour augmenter la collaboration et l'engagement au sein de sa classe lors des cours d'histoire. Pour continuer sa thèse, il a besoin de tester la faisabilité technique et l'utilisabilité de cette technologie. Un projet commun a émergé avec le MEI (Media Engineering Institute) [2] pour répondre à cette nécessité. J'ai été mandatée dans le cadre de mon TB afin de réaliser une ébauche d'application et la tester en conditions réelles, dans une classe en France. L'objectif principal est donc de développer un prototype implémentant au moins une scène pédagogique en RA basée sur une carte physique.

Définissons tout d'abord cette nouvelle technologie, la RA. « C'est la possibilité d'inclure en surimpression de notre réalité quotidienne ce qui ne peut pas l'être, sous forme visuelle et sonore… Nous percevons ceci à l'aide d'un écran (téléphone ou tablette) ou de lunettes spéciales. » (Maubon 2025). L'invention du Sensorama par Morton Heilig en 1962 pose les bases de l'immersion utilisée en RA. Ce dispositif était « conçu pour simuler des expériences sensorielles complètes, comme une balade à moto dans New York » (Maubon 2025). En 1968, Ivan Sutherland développe un casque permettant de « superposer des graphiques informatiques sur la vue de l'utilisateur et de réagir aux mouvements de la tête. » Après ces deux inventions, la RA prend progressivement de l'ampleur et se popularise en 2016 grâce au jeu Pokémon Go. Il s'agit d'un jeu pour smartphone dont le but est de capturer des pokémons en explorant son environnement réel. De nos jours, la RA est utilisée dans tous les domaines, du tourisme à la construction en passant par la médecine et l'éducation (Intelivita 2025; Maubon 2025).

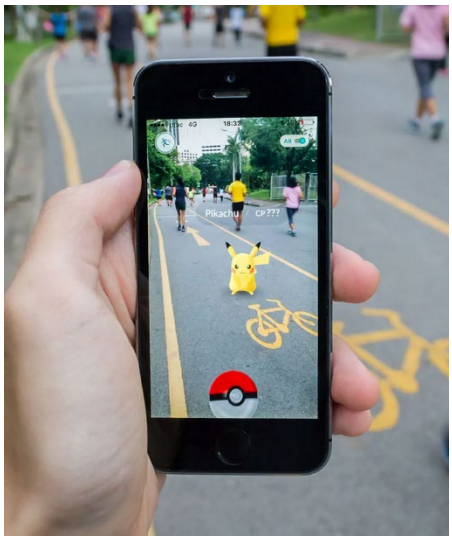


Figure 1 *- Pokémon Go. Source : The Editors of ProCon 2025.*

Je pense que la majorité des personnes a déjà utilisé de la RA même de manière inconsciente, par exemple en utilisant Google Lens. C'est un outil de recherche visuel qui permet entre autres de traduire un texte en l'affichant en superposition du contenu visé ou d'identifier un bâtiment en pointant la caméra de son smartphone sur ce dernier. Certains GPS ont également de nouvelles fonctionnalités permettant de superposer les indications de direction à la réalité en utilisant son smartphone. Techniquement, la RA fonctionne à travers un appareil photo et différents capteurs, comme le GPS, le gyroscope ou encore l'accéléromètre qui permettent de connaître la position et l'orientation de l'appareil utilisé. Nous reviendrons plus loin dans ce rapport sur les différents types de RA.

[1] « Les cours sont souvent donnés sous forme « ex cathedra » : l'enseignant est debout devant l'écran de l'auditoire, il montre une présentation PowerPoint pour expliquer ses idées. Peu d'implication des étudiants est requise » (Autism&Uni 2024).
[2] Le MEI (Media Engineering Institute) est l'institut de recherche lié à la filière d'Ingénierie des médias à la HEIG-VD.

La RA est souvent confondue avec la RV (réalité virtuelle). Ces deux technologies sont ce qu'on appelle des technologies immersives. Contrairement à la RA, la RV n'a pas de lien avec le monde réel. L'utilisateur est projeté dans un monde virtuel qui peut avoir des similitudes avec le monde physique. Il est nécessaire d'avoir un casque immersif pour entrer dans une application en RV. Actuellement, on parle de réalité mixte pour inclure tout ce qui se situe entre la réalité et la RV (Maubon 2025).

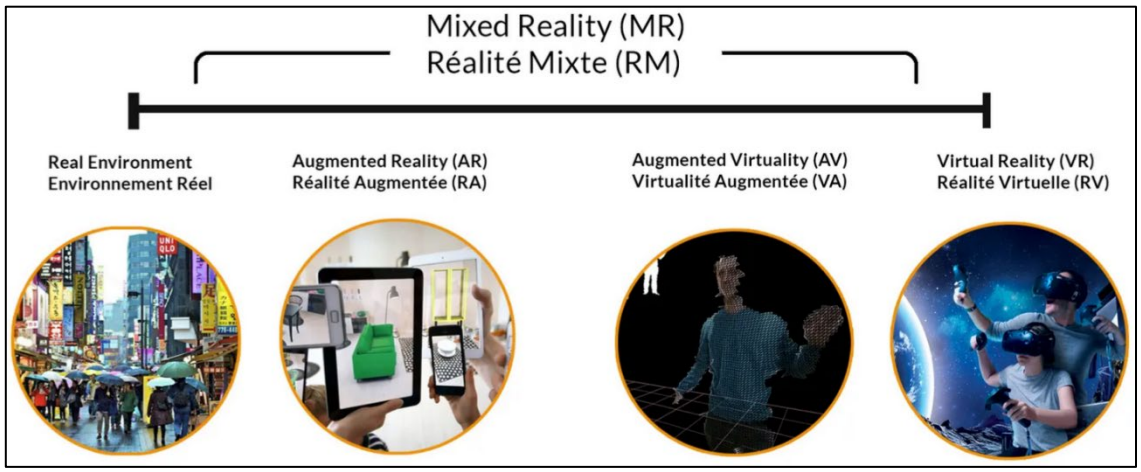


***Figure 2** - La réalité mixte. Source : Maubon 2025.*

Ce rapport comporte différents chapitres permettant de définir l'ensemble de mon TB. Je vais tout d'abord parler du contexte dans lequel s'inscrit ce travail ainsi que de la problématique et des objectifs. J'expliquerai également la méthodologie suivie et présenterai mon planning. Avant d'entrer dans le vif du sujet, un chapitre résumera mes recherches documentaires et un autre présentera le public cible de ce TB, soit les élèves de CM2. Nous passerons ensuite en revue les différentes phases de mon projet en commençant par la carte physique à réaliser. La partie principale de ce TB a été la réalisation des maquettes. Cette phase a commencé par des recherches visuelles et s'est poursuivie à travers différentes étapes de conception UX (expérience utilisateur) [3] et UI (interface utilisateur) [4]. Sur cette base, j'ai pu créer une application implémentant une scène en RA. Cette dernière a été testée avec une classe et a permis de finalement rédiger des recommandations à destination de la suite de la thèse de doctorat de M. Nédélec. Différents documents réalisés pendant ce travail sont cités dans ce rapport et se trouvent en annexe. Je vous invite à les consulter si vous souhaitez des détails supplémentaires sur un ou plusieurs aspects spécifiques.

[3] « L'UX design se réfère à l'étude des attentes et besoins de l'utilisateur pour la création d'un site web et/ou d'une application mobile » (Esokia 2022).

[4] « L'UI design sert quant à lui à améliorer l'interaction d'un utilisateur avec un produit » (Esokia 2022)

1.1 Contexte

Ce TB a été effectué dans le cadre du Bachelor en Ingénierie des médias à la HEIG-VD (Haute École d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud) à Yverdon-les-Bains. La plupart du temps, ce travail se réalise en entreprise et se déroule en plusieurs temps. A partir d'une demande spécifique de cette entreprise, l'étudiant-e définit le sujet précis de son TB ainsi que ses différents objectifs. Mon institution partenaire est l'ELLIADD[5].

Le TB commence officiellement en avril suite à la validation de tous les autres crédits ECTS (European Credit Transfer System)[6] de la formation. J'ai passé un premier mois à effectuer des recherches. Comme l'entreprise, les personnes référentes et les bénéficiaires du TB se trouvaient dans différentes villes françaises, j'ai travaillé depuis Yverdon. Je me suis rendue sur place une journée pour observer le contexte. Cela m'a permis de rédiger un rapport, disponible en annexe 1. La partie suivante se déroule généralement en 11 semaines et permet à l'étudiant-e de réaliser le projet. Dans mon cas, suite à un problème de santé, je l'ai réalisé en temps partiel. Les délais des différents rendus ont été adaptés afin de me permettre de disposer du même temps de travail que mes camarades. Le rapport que vous lisez actuellement est le compte rendu de cette phase.

1.2 Problématique

Ces dernières années, les outils numériques comme les TNI (Tableau numérique interactif) et les tablettes ont été introduits dans les écoles primaires françaises. A cause du manque de formations et de temps mis à disposition du corps enseignant, les usages de ces outils restent très limités. M. Nédélec, enseignant en France depuis 2003, a débuté une thèse de doctorat au sein du laboratoire ELLIADDen 2022. Son travail explore les possibilités d'intégrer de la RA (réalité augmentée) en cours d'histoire de manière pédagogique afin de rendre les élèves autonomes dans leurs apprentissages[7]. Comme M. Nédélec est actuellement enseignant de CM2 à Pontault-Combault, ses recherches se concentrent sur les élèves de cette année scolaire. Les élèves de CM2 ont entre 9 et 11 ans. Il s'agit de la dernière année de l'école élémentaire, ce qui correspond à la 8ème Harmos en Suisse. Dans les pays anglophones, on utilise généralement le terme K-12 pour parler du cursus scolaire dans sa globalité. K-12 signifie de la maternelle à la 12ème année. L'année que nous ciblons pour les recherches se dit Year 6, qui se trouve dans le Key Stage 2, au Royaume-Uni et Grade 5, qui est la dernière année de l'école primaire, aux USA.

[5] « Placé sous la double tutelle de l'Université de Franche-Comté et de l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard, ELLIADD est un laboratoire pluridisciplinaire situé dans le domaine des Sciences humaines et sociales» (Université Marie et Louis Pasteur).

[6] « Les crédits ECTS sont une mesure relative de la charge de travail que les étudiants doivent fournir au cours d'une année d'études. Ils incluent toutes les activités du cursus : fréquentation des cours, travaux pratiques, travail individuel, examens, etc. Les crédits sont attribués lorsque l'étudiant-e a satisfait aux conditions de validation de l'enseignement » (CSFO 2025).

[7] Les détails sur son parcours et sur la thèse sont disponibles dans l'annexe 1 : Pré-étude

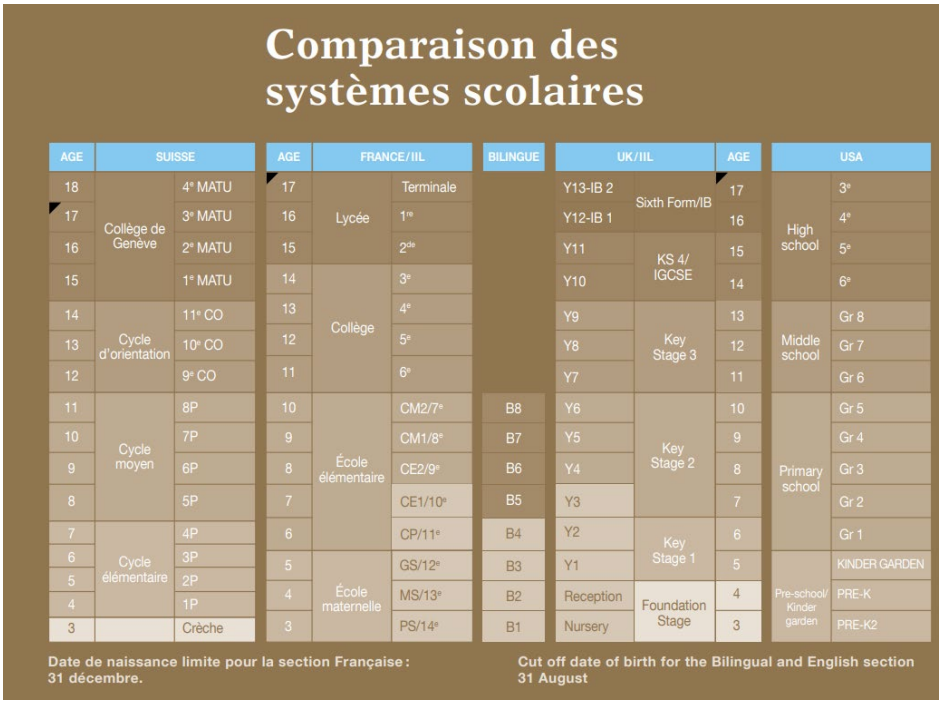


Figure 3 *- Comparaison des systèmes scolaires. Source : Institut International de Lancy 2020.*

Xavier Nédélec est encadré par Thibaud Hulin, docteur en philosophie et chercheur en sciences de l'information et de la communication dans le laboratoire ELLIADD (Hulin 2025), et Olivier Ertz, professeur HES à la HEIG-VD à Yverdon-les-Bains, spécialisé en cartographie, visualisation de données géospatiales et RA (HES-SO 2025). Leur rôle est d'encadrer la partie scientifique du projet, de trouver des financements et de conseiller M. Nédélec dans sa thèse. Ces trois personnes sont les mandants de ce TB.

Comme M. Nédélec n'avait pas les compétences techniques afin de développer un prototype pour sa phase d'expérimentation, un ingénieur avait été mandaté pour le réaliser au début du projet. Malheureusement, son contrat est arrivé à terme avant la fin de la thèse et le prototype est insuffisant pour les tests. M. Ertz a donc proposé de recruter une étudiante en Ingénierie des médias afin de les aider sur les aspects techniques lors d'un TB. L'objectif de ce projet est de tester la faisabilité technique des idées envisagées par les mandants.

Ce projet vise à explorer comment un outil immersif peut aider les élèves de CM2 à explorer l'Histoire activement. Les besoins spécifiques du projet ainsi que les contraintes ont été abordés lors de discussions avec les mandants.

L'objectif est de rendre les élèves autonomes, de leur permettre d'apprendre cette matière de manière active, immersive et guidée et de favoriser la collaboration entre eux. Le TB se concentrera sur le lien entre les aspects géographiques et historiques à travers un programme utilisant les tablettes. Le prototype doit également respecter les objectifs pédagogiques des cours d'histoire en France. L'histoire étant un sujet très large, notre prototype se concentrera sur une petite partie de la Première Guerre Mondiale.

Le programme doit être pensé de manière évolutive. Il est déjà prévu d'y ajouter une interface administrateur. Cette dernière permettra au corps enseignant de choisir les scénarios et les ressources qu'ils veulent mettre à disposition de leurs élèves. De plus, de nouveaux scénarios pourront s'ajouter au prototype réalisé. Ainsi, une documentation technique doit être fournie afin de pouvoir réutiliser le prototype dans le travail de doctorat.

M. Nédélec imagine un outil utilisant la RA avec une carte papier comme moyen d'ancrage. Cette idée a été challengée pendant la pré-étude à travers mes recherches. Une partie des conclusions sont disponibles dans le chapitre 2 de ce dossier. La problématique du TB a été déclinée en différents objectifs dont découlent des livrables à réaliser.

1.3 Définition des objectifs et livrables

Les objectifs principaux de ce travail de Bachelor sont :

- Développer un prototype fonctionnel en RA
- Garantir l'évolutivité du prototype
- Concevoir une carte physique adaptée au prototype immersif
- Favoriser l'apprentissage autonome et collaboratif
- Permettre l'apprentissage actif de l'histoire

Ces objectifs se déclinent dans les livrables suivants :

1. **Prototype fonctionnel**

   Le premier livrable est un prototype fonctionnel, implémentant au moins une scène pédagogique historique. Ce prototype devra répondre aux besoins des utilisateurs et leur permettre de travailler de manière autonome. Il doit implémenter la RA à travers la carte physique créée.

   Le projet s'intègre dans un travail plus large. Il est donc nécessaire de documenter le code à travers des commentaires et un *Read Me* explicite. Il faudra évoquer les bibliothèques utilisées, indiquer comment déployer ainsi que justifier les choix techniques. La structure du code devrait aussi être expliquée.

2. **Carte physique**

   Une carte est le point d'entrée pour notre prototype de RA. Il est important de définir cette ou ces carte(s). Le visuel, la dimension et les marqueurs pour la RA sont à prendre en considération.

3. **Documentation des tests utilisateurs**

   Un protocole pour les tests utilisateurs est nécessaire afin de pouvoir reproduire les tests après la fin du TB.

   Les observations seront documentées et les recommandations seront abordées de manière ordonnée en fonction du temps nécessaire et de leur difficulté à être implémentées.

4. **Rapport de développement**

   La réalisation du prototype se fera de manière itérative. Il est nécessaire de produire un rapport de développement qui décrit les limites rencontrées, les modifications apportées à chaque itération et les tests réalisés à chaque phase du développement. Ce document sera adressé à la personne qui reprendra le développement à la suite du TB.

Initialement un dernier objectif visait à former un enseignant sur l'utilisation du dispositif. Lors du bilan intermédiaire, réalisé le 22 août, nous avons décidé de supprimer cet objectif et le livrable en découlant afin de garder le temps restant pour la finalisation du prototype et son test dans une classe[8]. La méthodologie utilisée dans ce projet m'a permis de rebondir rapidement.

[8] Les détails concernant cette décision sont disponibles dans l'annexe 2 : Procès-verbal du bilan intermédiaire.

1.4 Méthodologie

J'ai vu les mandants de manière hebdomadaire tout au long du projet. Trois rencontres ont eu lieu en présentiel et les autres se sont faites sur Teams puis sur Discord. Afin de fluidifier le partage de documents, un dossier SharePoint a été créé. Les communications ont majoritairement été faites par Discord dans un serveur dédié avec différents canaux de communication. Un projet Figma et un Miro ont complété cet écosystème.

Simon Pinkas et moi faisions le point de manière bimensuelle sur Teams ou en présentiel. Ces moments étaient l'occasion de challenger mes idées et de me guider dans mes réflexions. Simon Pinkas a également aidé à réaliser les maquettes et suivi de près les avancées techniques du projet.

1.4.1 Planification

La planification du projet a été réalisée pendant la phase de pré-étude sur Figma sous la forme d'un diagramme de Gantt[9]. Suite à mes problèmes de santé, une nouvelle version de la planification a vu le jour en mai avec un taux de travail de 50% chaque semaine. Une troisième version a été présentée lors du bilan intermédiaire réunissant l'étudiante, Simon Pinkas, l'enseignant suivant le TB, et les mandants, représentés par Xavier Nédélec.[10]

Les différentes tâches sont interdépendantes. Elles sont également faites de manière itératives grâces à des retours des mandants, de M. Pinkas et/ou des tests utilisateurs réalisés. Une méthodologie agile a donc été mise en place.

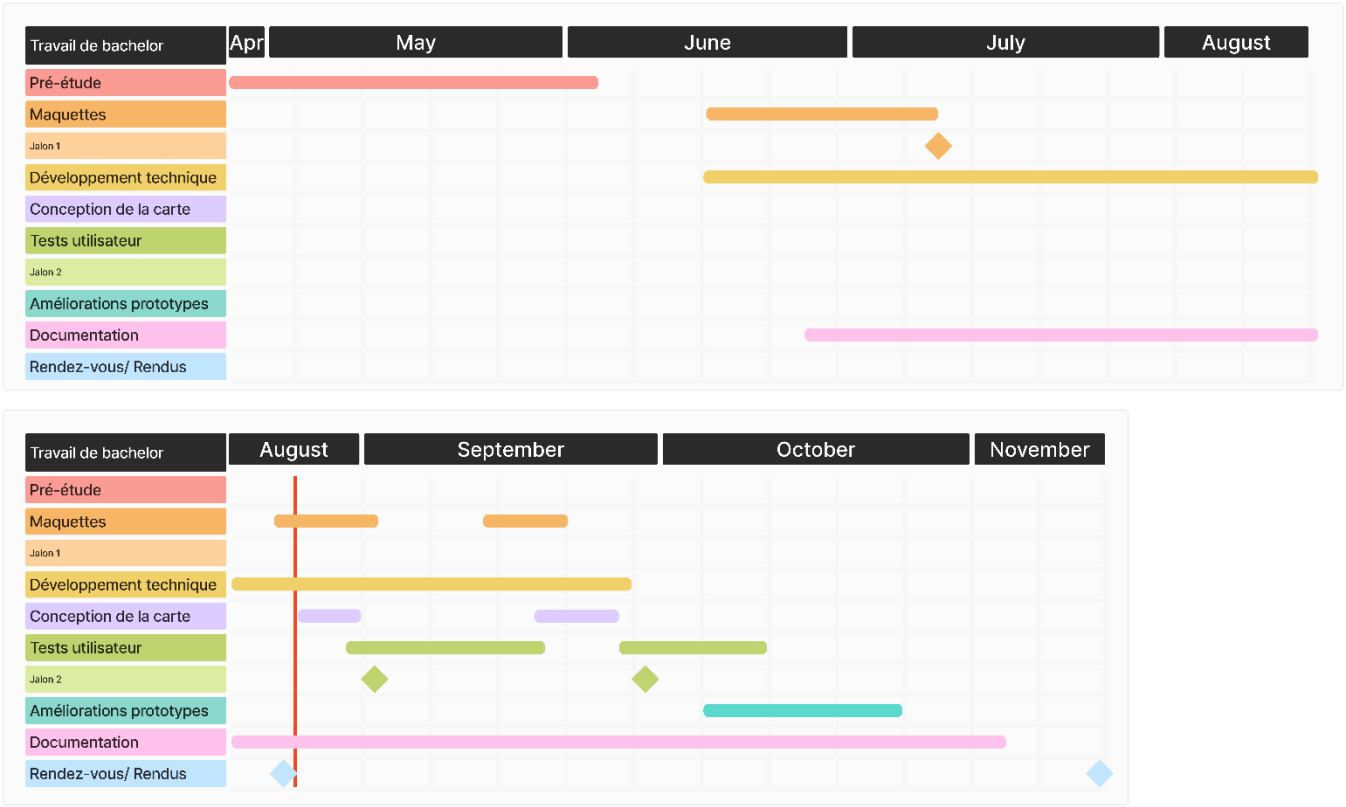


***Figure 4** - Diagramme de Gantt synthétique montré au bilan intermédiaire. Source : Kohli 2025.*

Les modifications s'expliquent par un temps de modélisation des maquettes plus long que prévu. De plus, j'ai dû prendre beaucoup de temps pour comparer A-Frame et Unity ainsi que les différentes extensions de chacun et leur compatibilité.

---

[9] « Le diagramme de Gantt, couramment utilisé en gestion de projet, est l'un des outils les plus efficaces pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités qui constituent un projet. Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin » (Gantt.com 2025).

[10] Les différents diagrammes de Gantt détaillés se trouvent dans l'annexe 8.

Les tests prévus le 30 septembre ont été déplacés suite à une discussion avec les mandants. Un micro-planning a été réalisé pour le dernier mois de TB afin de clarifier le temps défini pour chaque tâche.

Semaine	Demi-journée 1	Demi-journée 2	Demi-journée 3	Demi-journée 4	Demi-journée 5	Réunions prévues
13.10 au 19.10	Finalisation Unity Partie Alliances (2h) Finalisation carte et Comparaison carte sans et avec contraste (2h)	Impression carte A0 Test de l'interface Protocole test (2h)	Rédaction rapport	Rédaction rapport	MAJ protocole test selon retours (1h) Rédaction rapport	**15.10 Mandants (1h)** -- Discussion sur le protocole de test -- Présentation du prototype et explications pour le test
20.10 au 26.10	Unity Partie QR (1h) MAJ maquettes selon besoins Xavier	Rapport de développement	Rapport de développement	MAJ prototype selon retours (1h) Rédaction rapport	Rédaction rapport	**20.10 Xavier et Laurence** -- Discussion sur les maquettes et sur la partie apprentissage pendant le test du 04.11 **22.10 Mandants (1h)** -- retours sur le prototype -- présentation par Xavier de la partie apprentissage au test

27.10 au 02.11	Impressions carte et matériel Collecte matériel nécessaire Implémentation du logiciel et test sur chaque tablette	Résumé et affiche (1h) Rédaction rapport	Rapport de développement	Rédaction rapport	**02.11** 16h19-20h04 TGV	**29.10 Mandants (1h)** -- Peaufinages pour le test -- Retours sur affiche et résumé
03.11 au 09.11	**03.11 Pontault** 15h50 Arrivée école 16h00 Présentation 16h30 Mise en place	**04.11 Pontault** 8h20 Arrivée école Tests UX avec les élèves 13h30 Présenter la Suisse aux élèves	**05.11 Pontault** Analyse des observations Validation affiche et résumé **06.11** TGV retour Reporter résultats SUS Analyse vidéos	Rapport de développement	Analyse des SUS et vidéos (2h)	
10.11 au 16.11	Rédaction analyses (2h) Rédaction retour test (1h)	Modifications programme suite analyses (2h) Finalisation maquettes (2h)	Livrable : Maquettes et scénario pédagogique (2h) Dernières corrections au rapport	Assemblage et derniers peaufinages	**14.11** Impression TB 11h Rendu TB	

Tableau 1 *- Micro-planning des dernières semaines du TB*

1.4.2 Gestion des risques

Les différents risques ont été listés lors de la pré-étude (annexe 1).

N°	Risque	PS[11]	DI[12]	Mesure
1	Prototype pas utilisable avant les vacances scolaires	5	4	Groupe d'enfants disponible pendant les vacances à Bex
2	Grève de train en France	3	4	1 classe à Aigle est à disposition si besoin
3	Perte de données	2	5	Tout est mis sur le OneDrive HES-SO et les codes sont sur GitHub
4	Le prototype ne fonctionne pas sur les tablettes de l'école de M. Nédélec (version Android, droits, …)	5	5	Le MEI peut nous prêter le matériel nécessaire
5	Respect des délais	2	3	Prendre de la marge, rétroplanning ajustable
6	Manque de séparation entre la thèse du doctorant et le TB pendant les réunions	4	2	Olivier Ertz se charge de recentrer la discussion sur le TB
7	Manque de disponibilité des mandants	4	3	Fixer les dates des réunions pendant les vacances en avance

***Tableau 2** - Risques et mesures définis pendant la pré-étude*

Les risques numéro 1, 4, 5 et 6 se sont réalisés. Les tests ont eu lieu le 4 novembre sur les tablettes du MEI car celles de M. Nédélec avaient une version d'Android trop ancienne. Lors de nos discussions hebdomadaires, la thèse de doctorat a régulièrement été abordée. M. Ertz et moi-même avons recentré la discussion quand cela était nécessaire. Aucun problème anticipable supplémentaire n'a été remarqué pendant le TB.

[11] Probabilité de survenue : 1 Incroyable / 2 Peu probable / 3 Occasionnelle / 4 Probable / 5 Presque certaine
[12] Degré d'impact : 1 Mineur / 2 Significatif / 3 Très grave / 4 Majeur / 5 Catastrophique

Chapitre 2
Recherches documentaires

Lors de la pré-étude, de nombreuses recherches documentaires ont été menées. Une grande partie des contenus du chapitre ci-dessous découlent de cette phase. Quelques ajouts ont eu lieu au début du TB d'après les retours de M. Pinkas et en fonction de mes besoins spécifiques. L'ensemble des recherches documentaires de la pré-étude est disponible dans l'annexe 1.

2.1 Les 9-11 ans

Notre projet se concentre sur les élèves de CM2. Ils ont environ 10 ans. Comme cela fait pas mal d'années que j'ai fini ma 8ème Harmos (l'équivalent suisse du CM2), j'ai réalisé une session d'observation dans la classe de M. Nédélec afin de mieux saisir les enjeux de cette tranche d'âge. Elle s'est déroulée à l'école élémentaire Louis Granet à Pontault Combault (77).

Ce jour-là, le cours d'Histoire portait sur l'entre-deux guerres. La leçon s'est déroulée en trois parties. Tout d'abord, une phase introductive a eu lieu en plenum. Les élèves ont eu un rappel du dernier cours et des informations techniques sur les diapositives qu'ils devraient parcourir par la suite. Ensuite, ils ont travaillé en binôme sur des tablettes. Ils devaient suivre les diapositives et répondre à des questions sur les contenus parcourus. Quand ils avaient fini, ils devaient rédiger un court résumé par binôme. Finalement, l'enseignant a repris les slides avec l'ensemble de la classe afin de faire des compléments. Les cours sont réalisés sur Genially, une plateforme permettant d'insérer des présentations interactives.

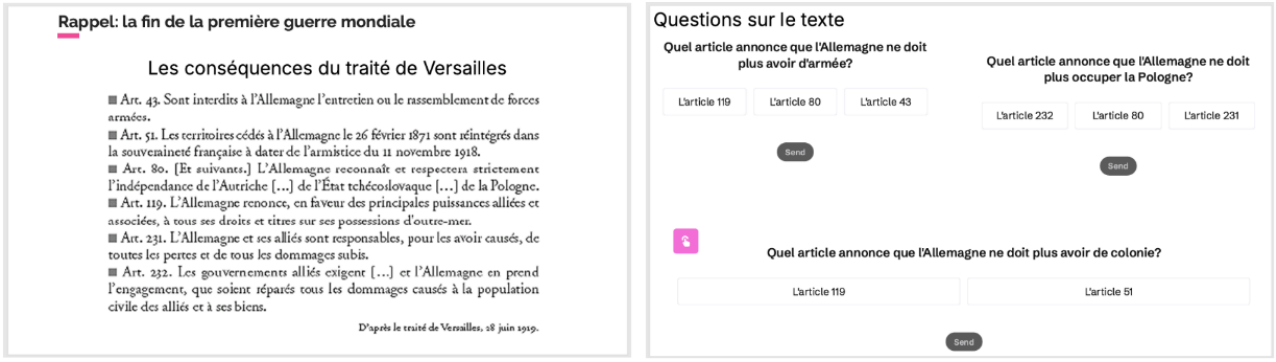


Figure 5 *- Une séquence du cours Genially observé. Source : Cours d'Histoire de M. Nédélec mai 2025.*

Avant l'observation, j'ai émis quelques hypothèses concernant la relation entre les élèves et la tablette et les interactions entre les binômes et celles avec l'enseignant. Elles se sont révélées exactes. Dans les binômes, il y avait toujours un élève qui clique et l'autre qui n'interagit pas ou très peu avec la tablette. Les élèves sont restés concentrés sur leur propre tablette et uniquement sur leur binôme. De plus, j'ai pu constater qu'il y a passablement d'interactions avec l'enseignant lors de la phase en binôme, que ce soit pour des problèmes techniques ou pour des questions de compréhension. Les rappels des interactions ont réduit les questions techniques et permis à l'enseignant de se concentrer sur les incompréhensions liées au contenu. Cependant, après 15 minutes de tablettes, les élèves ont commencé à être moins concentrés. Certains se sont laissé distraire par des éléments interactifs non essentiels, à perdre patience et n'arrivaient plus à se mettre d'accord quant aux réponses correctes à valider. Le retour en collectif a été difficile. Les élèves étaient peu attentifs et une petite moitié faisait autre chose.

Suite à cette observation, j'ai pu relever quelques points intéressants pour le projet à réaliser. Tout d'abord, il serait judicieux d'intégrer un guide ou des info-bulles dans notre interface pour aider les élèves dans leurs interactions avec l'outil. Ensuite, le résumé des élèves était concentré sur les dernières slides. La capacité de rétention des élèves semble faible et certains sujets plus marquants. Des résumés en fin d'expérience ou en fin de leçon pourraient aider les élèves à retenir l'essentiel. Mais regardons comment apprendre efficacement.

2.2 Apprendre

Stanislas Dehaene, neuroscientifique de renommée mondiale, dit dans son ouvrage *Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines* qu'«apprendre consiste à transformer les informations qui nous parviennent en un jeu de connaissances utiles et exploitables » (Dehaene 2018, p. 37). Il affirme que l'apprentissage se base sur quatre piliers fondamentaux : l'attention, l'engagement actif, les signaux d'erreur et la consolidation. Lorsque notre cerveau doit se concentrer sur trop de choses, une partie des données est mise de côté. Sans les clés pour savoir ce qu'on doit retenir, les informations retenues ne seront pas toujours adéquates malgré la bonne volonté des élèves. « Le cerveau n'apprend bien que s'il est attentif, concentré et en pleine activité de génération de modèles mentaux. Pour mieux digérer les faits à apprendre, un étudiant actif les reformule sans cesse en mots ou en pensées qui font sens pour lui. » (Dehaene 2018, p. 216). De plus, « Il est pratiquement impossible de progresser si l'on ne commence pas par échouer – à condition de recevoir un signal de feed-back. […] La qualité et la précision du retour que nous recevons déterminent la rapidité avec laquelle nous apprenons » (Dehaene 2018, p. 237). Finalement, répéter aide le cerveau à consolider certaines connexions dans notre cortex afin d'en faciliter l'accès. « (Le cerveau) dispose de mécanismes de routinisation qui « compilent » les opérations que nous utilisons régulièrement sous la forme de routines plus efficaces. Il les transfère dans d'autres régions du cerveau où elles pourront se dérouler inconsciemment, en toute autonomie, sans perturber les autres opérations en cours » (Dehaene 2018, p. 261). La répétition à intervalle espacé permet également au cerveau de retenir les informations sur le long terme comme en témoigne le schéma ci-dessous. Stanislas Dehaene affirme également que la curiosité et la motivation favorisent les apprentissages. « Piquer la curiosité des enfants, c'est avoir la partie à moitié gagnée : leur attention est mobilisée, leur esprit est déjà en recherche d'une explication – il ne reste plus qu'à les guider » (Dehaene 2018, p. 223).

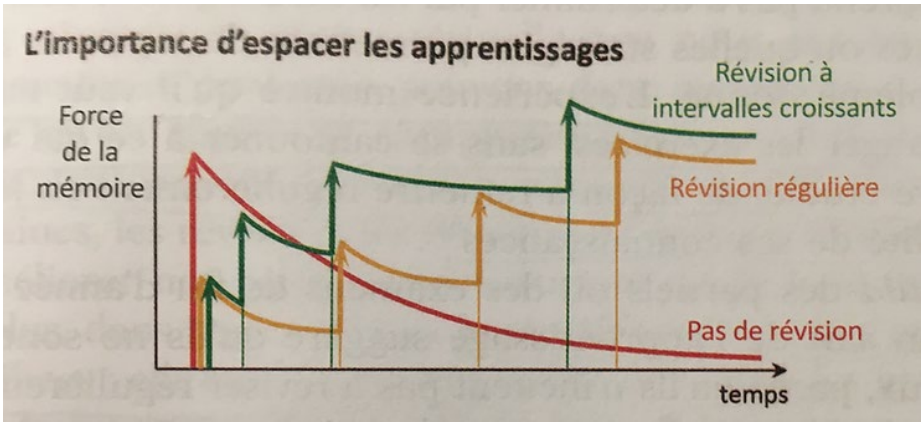


Figure 6 *- L'importance d'espacer les apprentissages. Source : Dehaene 2018, p. 257.*

L'apprentissage peut se faire de différentes manières en fonction des personnes. Les quatre principales sont les mémorisations visuelle, auditive, scripturale et kinesthésique. La première consiste à mémoriser des images et à retenir à quoi ressemblent les choses. On peut le faire à travers des illustrations ou encore à travers des résumés sous forme de cartes mentales (mind maps). La deuxième, la mémorisation auditive, fonctionne en écoutant attentivement et se répétant mentalement les discours entendus. Insister sur les mots importants à l'oral permet de les enregistrer plus efficacement. La mémorisation scripturale est souvent associée à la mémoire visuelle bien que différente. En effet, elle consiste à se souvenir des choses en les écrivant. Finalement, la mémorisation kinesthésique est liée au mouvement et au toucher (Mapiwee 2021).

Concrètement, afin d'aider les élèves à apprendre l'Histoire, le prototype imaginé devrait se baser sur ces fondamentaux. L'interface se doit d'être intuitive et engageante. Les informations importantes sont mises en valeur afin que l'élève puisse saisir ce qu'on cherche à lui transmettre. « S'il ne comprend pas à quoi il doit faire attention, il ne voit pas, et ce qu'il ne voit pas, il ne peut pas l'apprendre. » (Dehaene 2018, p. 194). Il est recommandé de permettre aux élèves d'explorer et d'émettre des hypothèses. De plus, notre leçon doit s'appuyer sur différents types de mémorisations et motiver les élèves à explorer et apprendre. Finalement, il serait nécessaire de créer un rituel utilisant les tablettes afin que les aspects techniques liés à l'utilisation de cet outil se déroulent inconsciemment.

2.3 Le numérique en classe

En France, les écoles primaires (maternelles, élémentaires) sont dirigées par un directeur d'école. L'école primaire fonctionne en partenariat avec la commune, qui est propriétaire des locaux, de leur entretien, des équipements et fournitures pédagogiques. Le ministère de l'Éducation Nationale a mis en place plusieurs outils numériques pour soutenir l'enseignement. La plateforme principale est *Eduscole*. Son objectif est d'accompagner les enseignants afin de leur permettre de diversifier leurs méthodes pédagogiques et d'enrichir leurs cours. Une banque de données nationale de scénarios pédagogiques, appelée *Edubase*, est également disponible. Les scénarios ont été réunis par la DNE (direction du numérique pour l'éducation) (Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2025). Il existe également un réseau de répondants pour le numérique mis en place afin de faire connaître les ressources disponibles, de les mutualiser et d'accompagner les enseignants dans l'utilisation du numérique (Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche).

Domaine de compétence	**École** **CITE 1**	**Collège** **CITE 2**	**Lycée** **CITE 3**
Enseignement : définition des programmes	État	État	État
Diplômes : définition et délivrance		État	État
Investissement (construction, reconstruction) et fonctionnement matériel	Commune	Département	Région
Fonctionnement pédagogique : acquisition de matériel pédagogique	Commune	État	État
Gestion des personnels enseignants : recrutement, formation, rémunération, etc.	État	État	État
Gestion des personnels administratifs, techniques, de santé : recrutement, formation, rémunération, etc.	État	État	Région
Gestion des personnels ouvriers : recrutement, formation, rémunération, etc.	Commune	Département	Région

***Figure 7** - Administration et gouvernance des écoles françaises. Source : ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2014.*

Malgré les impulsions données par l'Etat, le corps enseignant peine à intégrer les outils numériques dans les classes. Cela s'explique par différents facteurs. Tout d'abord, très peu de formations aux TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) sont proposées et se suivent de manière volontaire. Ensuite, les enseignants se retrouvent souvent seuls pour se former. De plus, la majorité des enseignants se questionne sur les utilisations possibles des outils numériques et sur la méthode pédagogique utilisée dans les logiciels. « Il existe une multitude d'applications dédiées aux nouvelles technologies mais faut prendre le temps de se pencher dessus et de les intégrer dans le dispositif pédagogique » (Extrait de l'entretien de M. Nédélec). La prise en main est aussi freinée par le contrôle strict exercé sur les appareils numériques. Il faut un mot de passe administrateur pour accéder aux paramètres et faire des modifications sur la tablette. Ce code n'est pas fourni aux enseignants. Finalement, les mises à jour sont rarement faites et certaines tablettes ont des problèmes récurrents.

Un sondage a été effectué auprès de 19 enseignants, dont 5 français, lors de ma pré-étude. Ce dernier a permis de constater que la majorité utilise quotidiennement le TNI et son ordinateur portable ou tablette professionnelle. Des tablettes semblent être disponibles dans toutes les classes bien que leur utilisation soit faible. M. Nédélec nous a appris que les tablettes étaient au nombre de 15 par étage dans son établissement.

	Vidéoprojecteur	TBI/TNI	Ordinateur sur le bureau de l'enseignant	Ordinateur fixe à disposition des élèves	Ordinateur portable à disposition des élèves	Tablettes à disposition des élèves	Tablette professionnelle pour l'enseignant	Ordinateur portable professionnel pour l'enseignant
Pas disponible	10	4	10	14	12	0	8	4
Jamais	2	0	1	2	2	2	2	0
Moins d'une fois par mois	1	0	0	2	3	6	2	1
Moins d'une fois par semaine	0	0	0	1	0	4	0	0
Au moins une fois par semaine	0	0	0	0	0	4	1	0
Plusieurs fois par semaine	2	3	2	0	2	3	1	0
Chaque jour	4	12	6	0	0	0	5	14

Tableau 3 *- Réponse des 19 enseignants concernant leur fréquence d'utilisation des équipements numériques présents dans leur classe. Sondage effectué en mai.*

Une question complémentaire révèle que ce n'est pas le manque de tablettes qui bloque leur utilisation. En effet, la majorité a répondu que même avec une tablette par enfant, elle ne les utiliserait que ponctuellement. Les enseignants français qui ont répondu à notre sondage trouvent les tablettes et ordinateurs utiles. Ils les utilisent pour de la recherche, des exercices en ligne et du visionnage de contenus pédagogiques. Le corps enseignant trouve que le contenu pédagogique des logiciels est insuffisant et que les formations ne traitent pas assez des TICE. De plus, les problèmes techniques fréquents, comme les bugs ou les erreurs de connexion, empêchent les enseignants de laisser les élèves en autonomie sur les tablettes. Finalement, les applications collaboratives et centrées sur l'autonomie sont rares et peu intéressantes.

L'outil numérique le plus utilisé lors des cours semble être le TNI. Une recherche menée au Québec a évalué l'impact des TNI sur les pratiques pédagogiques auprès de 200 enseignants. Les chercheurs ont classé les interactions faites avec des TNI selon 5 niveaux.

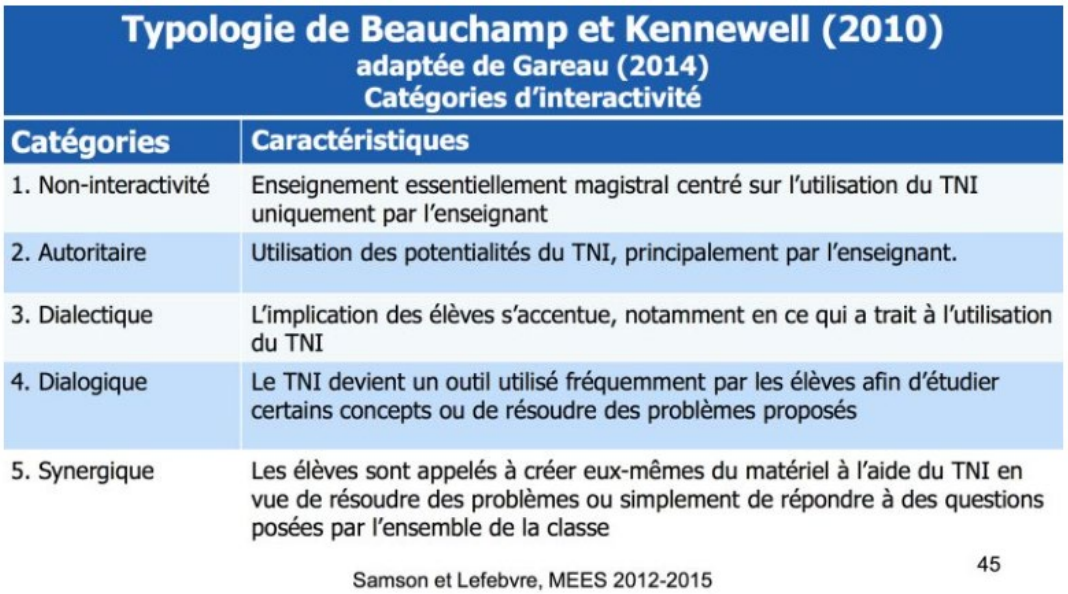


Figure 8 *- Les 5 niveaux d'interactivité possibles avec un TNI. Source : Julie Beaupré 2016.*

Les résultats montrent que moins de 30% des enseignants dépassaient le niveau 2 d'interactivité. Les principaux freins évoqués quant à l'utilisation des TNI sont le manque de temps et de ressources techniques, les différences de matériel entre les établissements qui limitent les échanges et le manque de connaissances des techniques sur les TNI notamment sur les possibilités d'enseignement. Les chercheurs recommandent d'impliquer les élèves de manière active. Les TNI peuvent s'intégrer en cours pour favoriser l'expérimentation et les projets coopératifs. D'autres technologies peuvent être combinées au TNI pour en augmenter l'efficacité (Samson Ghislain, Lefebvre Sonia, Gareau Alexandre 2016).

Selon Xavier Nédélec, les résultats de cette recherche sont également valides en France. La majorité des enseignants utilisent le TNI comme un vidéoprojecteur ou tableau blanc. Quelques interactions sont citées comme des exercices en glisser-déposer ou la possibilité d'interagir directement avec l'écran pour valider des données ou passer les diapositives d'une présentation.

Ainsi, des outils sont à disposition mais faute de formations et de connaissances ainsi que de logiciels pertinents, ils sont rarement exploités. De nouvelles technologies, comme la RA (réalité augmentée) et la RV (réalité virtuelle) font parler d'elles et semblent pouvoir s'intégrer aux modes d'enseignements traditionnels afin de rendre l'enseignement plus engageant.

2.4 L'utilisation de la RA et RV en pédagogie

Les outils numériques peuvent faciliter les apprentissages en les rendant plus attrayants. Ils permettent à l'enseignant de jouer un rôle passif. Stanislas Dehaene affirme que plus l'élève a envie de suivre le cours, plus il retiendra d'informations. Ainsi, ce mode d'enseignement peut rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages.

La RV permet de visualiser des situations complexes, d'explorer le passé ou le futur et de vivre des expériences inédites. Elle offre une immersion authentique et multisensorielle. Différentes études montrent que cette technologie renforce les apprentissages car la motivation des élèves augmente. Plus l'expérience utilise de sens, plus les résultats pédagogiques s'améliorent. Cependant, l'usage de la RV en classe est compliqué. En effet, le matériel coûte cher, les scénarios pédagogiques sont rares et certains élèves souffrent du mal des transports lors d'expériences virtuelles avec les casques. Les enseignants interrogés pensent que cette technologie aurait de l'avenir en classe si des collaborations entre les développeurs et les enseignants permettent de créer des outils adaptés aux programmes scolaires. Pour l'instant, les utilisations restent faibles et peu concluantes surtout par manque de matière à exploiter et de moyens financiers (Fransson, Holmberg, Westelius 2020).

Des publications concernant l'intégration de la RA dans l'éducation ont été recensées depuis 2006 avec une augmentation dès l'arrivée des lunettes Google en 2014. D'après ces publications, la RA est utilisée dans les domaines de la science, notamment pour visualiser ce qui n'est pas visible. La tablette est le principal outil utilisé pour la RA bien que le smartphone reste plus pratique et plus interactif. Contre toutes attentes, les meilleurs résultats provenant des 129 articles analysés sont obtenus quand les élèves ne sont pas guidés. La RA semble motiver les élèves mais les auteurs se questionnent sur l'impact de l'effet de nouveauté induit par cette technologie. S'ils ont raison, alors les effets de la RA deviendront plus faibles au fil du temps car la nouveauté s'estompe. Ils recommandent donc de faire des études sur le long terme en gardant toujours les mêmes élèves afin de pouvoir évaluer les effets de la RA sur l'apprentissage (Zhang et al. 2022). Une seconde synthèse, basée sur 45 expériences réalisées entre 2010 et 2022, ajoute que la RA est très efficace quand les élèves peuvent collaborer entre eux. L'aspect immersif de la RA joue un grand rôle sur la motivation des élèves. Cependant, bien qu'une partie des distractions puisse être limitée en classe, l'attention des élèves reste faible (Na, Yun 2024).

Fort de ces constats, l'utilisation de la RV ne semble pas adéquate pour notre projet. En effet, les enfants sont isolés une fois qu'ils ont mis les casques. La collaboration entre les participants parait difficile dans ces conditions. De plus, l'enseignant aurait de la peine à guider les élèves sans voir dans les casques. J'ai donc poursuivi cette phase exploratoire en parcourant différentes applications pédagogiques adaptées aux élèves de CM2 utilisant la RA.

2.4.1 Etude de différentes applications de RA

Le nombre de logiciels utilisant la RA ne cesse d'augmenter mais la question de leur pertinence et de leur utilisation dans les salles de classe se pose rarement. Dans mon étude, j'ai essayé de trouver l'objectif pédagogique que chaque application pouvait remplir. J'ai également analysé leurs points positifs et négatifs ainsi que la pertinence d'utiliser la RA plutôt qu'un autre moyen de visualisation des informations.

J'ai classé les applications en deux catégories. Il y a celles qui se basent sur des supports physiques précis et celles qui se basent sur l'environnement que ce soit une surface précise à détecter ou la pièce dans sa globalité.

2.4.1.1 Les applications utilisant un support physique

CleverBooks est une entreprise qui a créé plusieurs livres et applications pédagogiques pour permettre aux enseignants de primaire d'utiliser des visualisations 3D en RA pendant leurs cours, dont Augmented Classroom. J'ai testé leur application **ARC Geography** qui permet d'augmenter une carte. En lançant l'application, divers scénarios sont proposés et permettent à l'enseignant et/ ou aux élèves de choisir ce qu'ils veulent découvrir en RA sur la carte. En fonction de cela, différents objectifs pourraient être atteints en histoire, en environnement ou encore en géographie. L'idée marketing derrière ce projet est que les enseignants se basent sur un scénario afin d'enrichir un court moment dans leurs cours sans pour autant remplacer un enseignement traditionnel. Durant son projet de thèse, M. Nédélec a testé le scénario « l'Âge de la Découverte » avec quelques enfants pour observer leur compréhension de la RA. Ce scénario permet de suivre les explorateurs de différents pays pendant la recherche de la route vers l'Asie. Après avoir placé leur tablette au-dessus de la carte du monde imprimée, les élèves sont invités à cliquer sur l'un des drapeaux (à droite de l'écran) afin de voir apparaitre les divers chemins que suivent de petits bateaux. Lors de ses observations, le doctorant a remarqué que la carte était difficile à comprendre par les élèves. Il estime qu'elle était trop chargée. De plus, la seule interaction possible était le fait de cliquer sur les drapeaux. Les élèves ne comprenaient pas ce qu'ils observaient et ne pouvaient pas avoir d'informations sur les bateaux ou les dates des abordages. De mon côté, je me questionne sur la plus-value de faire cela en RA. Ce serait beaucoup plus simple et clair pour les élèves si on leur montrait une vidéo et que l'enseignant la commentait. Je me demande également pourquoi la carte est autant chargée et de la pertinence de montrer en RA les reliefs des différents continents si l'on ne s'intéresse qu'aux déplacements marins partant de l'Europe. Les informations augmentées sur la carte ci-dessous sont les continents qui sont maintenant en 3D, les traits jaunes représentant les explorations et les petits bateaux. Tout le reste provient de la carte imprimée sur la table.



Figure 9 *- Interface du scénario l'Âge des découvertes. Source : Cleverbooks 2025.*

Une autre entreprise active dans le domaine de l'éducation a développé des services en RA. Il s'agit de 360ed Tech Corp avec ses applications Electric Circuit AR, Elements AR, Vocabulary Builder Ar et Alphabet AR. Ces quatre logiciels s'appuient sur des flashcards. J'ai testé l'application **Elements AR** avec les deux cartes recto-verso gratuites mises à disposition sur le site. L'objectif est d'en apprendre plus sur les éléments du tableau périodique. Les cartes contiennent passablement d'informations. Le tutoriel est très facile à suivre et permet une prise en main rapide de l'application. En les survolant avec l'application, on les place sur le tableau périodique et les informations importantes ressortent de manière synthétique dans un texte et oralement. Des images apparaissent également en 3D pour illustrer les propos. En superposant légèrement deux flashcards, on peut soit les comparer, si elles sont du même groupe, soit les combiner pour faire d'autres matériaux. L'application a également un mode apprentissage. Ce dernier est un dialogue entre un robot et un humain. Les textes sont illustrés et un quiz final permet de ressortir les éléments importants. De plus, l'interface est sobre. Je trouve qu'une approche par flashcards permet l'utilisation du même support avec ou sans les tablettes. Les élèves pourraient ainsi découvrir les contenus des cartes lors d'un premier cours, les augmenter et obtenir de plus amples informations dans un deuxième temps puis utiliser les cartes lors de leurs révisions en vue de l'évaluation.

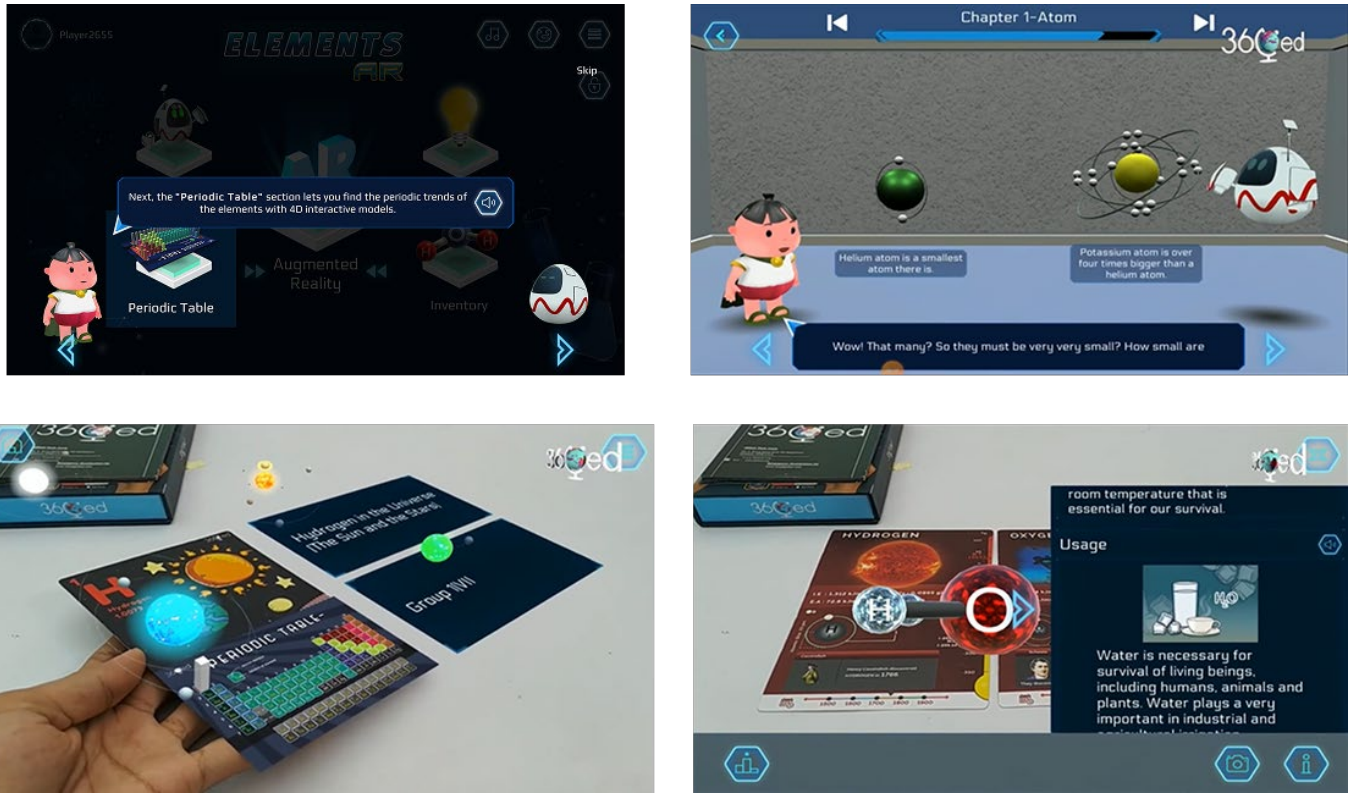


Figure 10 *- Extrait du tutoriel et du mode apprentissage (en haut). Affichage d'une puis deux cartes en RA. Source : 360ed Tech 2022.*

Plusieurs autres applications ont attiré mon attention sans pour autant pouvoir être testées. En effet, **Augmentales** ainsi qu'**ARLoopa** nécessitaient un livre spécifique pour fonctionner. Les tutoriels disponibles pour ARLoopa sont des vidéos Youtube sans paroles. Je trouve dommage de sortir de l'environnement du jeu et de ne pas avoir d'explications claires sur comment utiliser l'interface. **Exploraglobe** pour sa part demandait un globe pour l'utiliser. J'ai cependant pu tester un mode quiz multijoueur. Ce jeu, utilisant une seule tablette, permet à deux enfants de s'affronter. J'ai trouvé intéressant que si un joueur répond faux, l'autre peut répondre immédiatement et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un joueur trouve la bonne réponse. Afin d'éviter que la réponse du deuxième joueur soit déduite de la réponse fausse déjà tentée, les réponses ne sont pas aux mêmes emplacements pour chaque joueur. Ce mécanisme pourrait être repris afin de s'assurer que les élèves lisent et utilisent leurs propres avis pour répondre aux questions.

2.4.1.2 Les applications détectant des surfaces ou sans support

McGraw-Hill Education, une entreprise américaine proposant des services d'enseignement pour tout âge, a également une application de RA, appelée **McGraw Hill AR**. Cette dernière détecte une surface plane puis affiche des contenus spécifiques en fonction du scénario choisi. Dans la présentation de la Guerre Civile aux USA, une première partie est expliquée sur la tablette. Nous sommes ensuite invités à découvrir les ressources disponibles dans chaque état grâce à une carte en RA puis nous accédons à un quiz et finalement à une brève conclusion. J'ai bien aimé ce déroulé qui permet de voir si les enfants ont compris ce qu'ils ont observé. Je trouve que le résumé à la fin pourrait mettre en évidence des chiffres et des mots-clés importants. La partie interactive en RA ne semble pas apporter beaucoup de nouveautés. Les mêmes interactions seraient possibles si la carte était simplement affichée à l'écran. L'interface est sombre et les boutons très visibles. Un bouton permet même de cacher tous les éléments hors RA afin de concentrer toute l'attention des élèves sur le contenu affiché en RA.

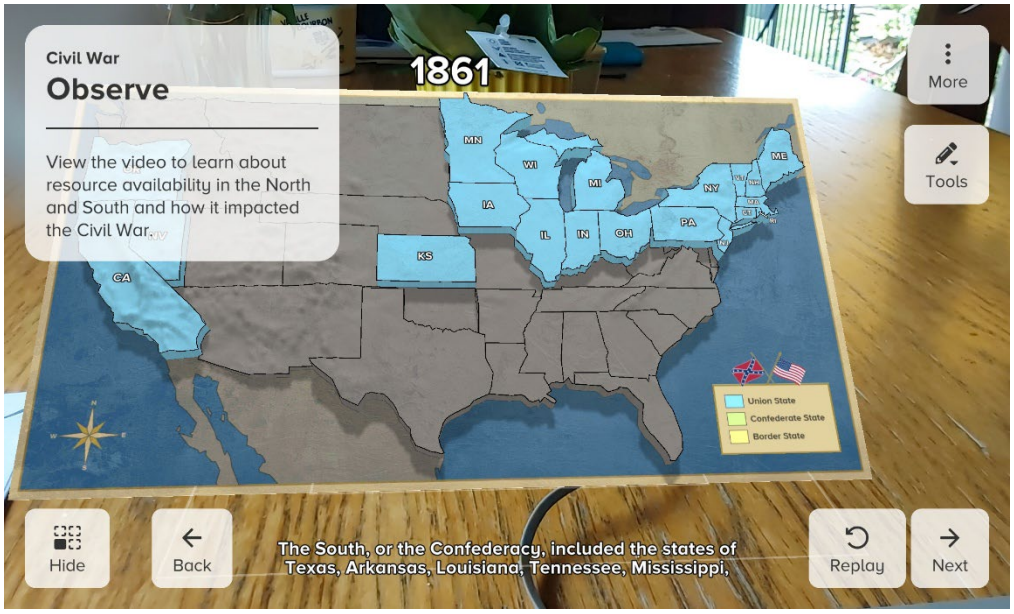


Figure 11 *- Interface du scénario Civil War.*
Source : McGraw Hill 2025.

Une autre application que j'ai testée se nomme **DEVAR**. Elle permet entre autres de déplacer des objets 3D dans notre environnement ou de dessiner avec un pinceau. Un mini-jeu avec un lama sur un bloc au-dessus d'une rivière de lave est disponible. Pour un calcul donné, nous devons trouver laquelle des deux réponses est correcte. Lorsqu'on clique sur la réponse voulue, le lama saute. Si elle est juste, il atterrit sur le bloc suivant, sinon le bloc casse sous son poids, il se brûle les pattes et on perd une vie. La RA semble uniquement être un prétexte car elle ajoute de la lave mais aucune interaction n'est possible en dehors de cliquer sur la bonne réponse. L'objectif derrière cette application reste un mystère.

J'ai aussi essayé une application d'astronomie, **PlanetsAR**. Cependant, j'ai été déçue car ce n'était qu'une représentation 3D du système solaire. Un mode nuit permettait de ne plus voir la pièce en fond et donc d'uniquement observer les planètes. La RA est de l'ordre du gadget car il n'était pas possible de parcourir le système solaire en se déplaçant.

En conclusion, les applications testées ne semblent pas adéquates pour l'enseignement. Les seules que je me verrais recommander à des enseignants sont celles développées par 360ed Tech Corp et basées sur les flashcards.

2.5 Cours d'Histoire

L'histoire à proprement parler est enseignée dès le CM1. Le programme dans cette matière est curriculaire[13]. Chaque cycle a une organisation thématique et chronologique. Par exemple, en CM2, les élèves parcourent la période allant de la Révolution française à la construction de l'Europe. A la fin de la sixième, les élèves doivent être capables d'avoir des repères historiques et géographiques. Ils sont aussi en mesure de comprendre les notions de causalité et de conséquences ainsi que d'avoir un regard critique sur des documents (Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche).

La majorité du temps, l'histoire est enseignée sous forme magistrale. L'enseignant raconte et les élèves écoutent. Lors de la pré-étude, j'ai réalisé un sondage auprès de neuf enseignants d'histoire. Ils affirment utiliser, pour la plupart, des présentations faites par leurs soins, des reportages historiques et les livres fournis par leur établissement. Quelques-uns utilisent d'autres livres ou encore des images ou objets.

Au CM2, c'est le livre Histoire Géographie EMC de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan qui est utilisé. Chaque thématique est abordée sur une double page. Des questions et des pistes de réflexion sont associées à chaque document. La partie sur l'histoire comprend également une frise chronologique permettant aux élèves de se repérer dans le temps. Chaque double page contient également des mots de vocabulaire.

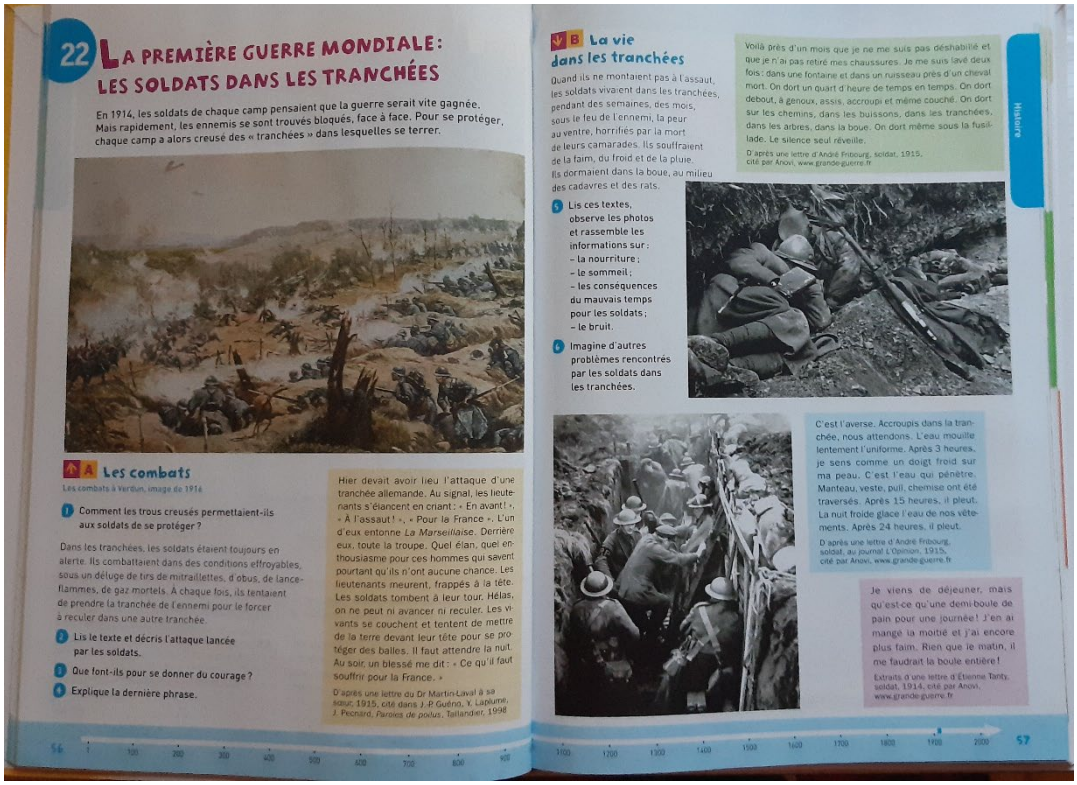


Figure 12 *- Extrait du livre d'Histoire utilisé en France.*
Source : Le Callennec 2019, pp.56-57 (photo prise par l'auteure).

Les objectifs pédagogiques des cours d'histoire sont souvent intégrés à travers les contenus explorés. Il est nécessaire d'apprendre aux élèves à développer leur regard critique. On peut aider les élèves en leur apprenant à évaluer des sources et à confronter leurs opinions. Cependant, l'esprit critique se base également sur des attitudes comme la curiosité et l'ouverture d'esprit (Denis 2021). De plus, les élèves doivent acquérir les notions de temporalité. Cela

[13] « Ce sont les exigences de la « vie réelle » qui sont ciblées, dont il s'agit de comprendre la complexité, les valeurs qui la traversent, et pour laquelle il convient d'armer les élèves pour qu'ils puissent y construire leur trajectoire personnelle, professionnelle, et citoyenne » (Didier Delignières 2020).

peut se faire à travers des fresques chronologiques coconstruites[14] afin de placer les événements dans l'Histoire (Eduscol 2016).

2.5.1 Les cartes en histoire

La carte, fréquemment utilisée en cours de géographie, peut être pleinement exploitée dans les cours d'histoire. En effet, une bonne utilisation des cartes permet de développer l'esprit critique et le raisonnement ainsi que de construire des repères historiques et géographiques afin de mieux comprendre certains documents. « Les situations géopolitiques et les conflits sont souvent complexes à appréhender, car ils se jouent entre plusieurs acteurs, à différentes échelles, et sur des territoires que l'on ne connait pas forcément. Lorsqu'une carte est bien conçue, la manière dont les éléments sont représentés et surtout la légende permet de prendre le lecteur par la main et de l'emmener d'un point A à un point B » (Lambert 2024, p. 3).

Bien évidemment, la carte seule ne suffit pas à comprendre l'histoire. Il faut également permettre aux élèves de contextualiser leurs analyses à l'aide de documents explicatifs. L'alternance entre différents supports favorise une compréhension de l'histoire basée sur des connaissances autant historiques que spatiales (Duvina 2018).

[14] « Processus par lequel divers acteurs, sur un pied d'égalité, collaborent de manière volontaire en vue de l'atteinte d'un but commun» (Office québécois de la langue française 2018).

Chapitre 3
Public cible

Après avoir fait toutes ces recherches, il a fallu se renseigner sur notre public cible. J'ai réalisé quatre personas primaires et un secondaire. Le rôle d'un persona est d'aider les développeurs à prendre des décisions. Il permet de se placer du point de vue des utilisateurs et de mieux comprendre leurs besoins. Les primaires représentent des élèves de 9 à 11 ans tandis que le secondaire représente une enseignante. Pour les réaliser, j'ai puisé dans nos observations à Pontault-Combault ainsi que dans mes expériences avec des enfants du même âge aux scouts. Les personas ont ensuite été complétés par Xavier Nédélec lors d'un appel vidéo ainsi que lors de notre session de brainstorming du 8 juillet 2025. Nous sommes conscients qu'il y a autant d'élèves que de particularités. Nous avons dû faire des choix. Idéalement, notre cours d'histoire devrait satisfaire tous nos personas et donc, implicitement, une grande majorité des élèves.[15]

3.1 L'élève modèle

Benoît a 10 ans. Il est très intéressé par tous les cours, participe et prend souvent le rôle de meneur. Ses résultats scolaires sont excellents. Les cours d'histoire l'intéressent beaucoup. En effet, après avoir regardé les « C'est pas sorcier » sur YouTube, il continue à suivre Fred et Jamy dans les « Quelle aventure ! ». Il est capable de situer les événements dans leur contexte historique.

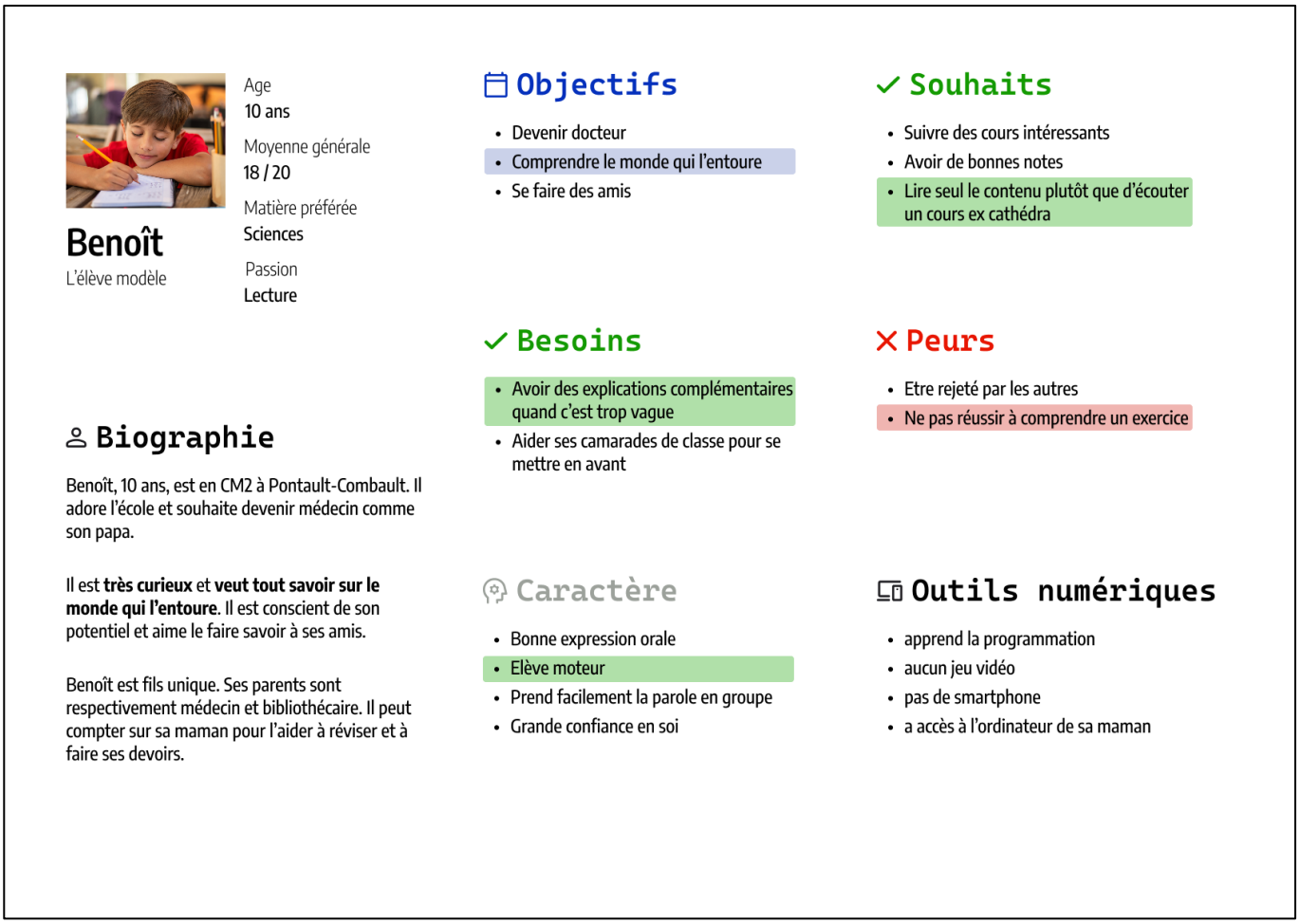


Figure 13 *- Persona de l'élève modèle. Source : Kohli 2025.*

[15] Les différents personas sont disponible également en annexe 9.

3.2 L'élève dynamique

Diana, 9 ans, est une élève dynamique. Elle fait partie d'une fratrie de trois enfants. Elle est plus intéressée par les réseaux sociaux et ses camarades que par le contenu des cours. En histoire, elle est attentive lorsqu'on parle de batailles comme dans les dessins animés. D'ailleurs, son personnage préféré est Mulan qu'elle considère comme un modèle de courage et de vaillance.



Diana

L'élève dynamique

Age
9 ans

Moyenne générale
15 / 20

Matière préférée
Sport

Passion
Brawl Stars

Biographie

Diana, 9 ans, est en CM2 à Pontault-Combault. Elle a de la peine à retenir les cours et préfère jouer avec ses copines qu'apprendre.

Très **bavarde**, Diana discute beaucoup avec ses copines. Elle est au courant des derniers potins et partage aussi sur ses jeux préférés. En dehors de l'école, Diana fait de la gymnastique les lundis et les jeudis soirs. Elle **joue tous les jours à Brawl Stars** ou à Fortnite.

Diana fait partie d'une fraterie avec Madeleine, 6 ans et Thomas, 4 ans. Ses parents sont respectivement agent d'entretien et infirmière à domicile. Les enfants restent régulièrement seuls les mercredis et les soirs. Ils sont **très autonomes** dans leurs devoirs.

Objectifs

- Avoir le plus de trophées possibles
- Raconter les potins à ses copines
- Aller au collège

Souhaits

- Pas trop de devoirs
- Plus de temps en famille
- Être première au classement avec ses amis sur Brawl Stars

Besoins

- Pouvoir partager avec d'autres élèves
- Retenir l'essentiel sans trop d'efforts
- Être active pendant les cours

Peurs

- Redoubler l'année
- Descendre de ligue Brawl Stars

Caractère

- Bonne expression orale
- Bonne confiance en soi
- Autonome

Outils numériques

- smartphone
- réseaux sociaux
- switch

Figure 14 *- Persona de l'élève dynamique. Source : Kohli 2025.*

3.3 L'élève turbulent

Théo, 11 ans, est un élève turbulent. TDAH (trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité)[16] et dyslexique, il lui est difficile de lire un long texte et de rester concentré en classe. Quand le professeur raconte, Théo essaie d'être attentif par contre cela devient plus difficile pour lui lorsqu'il doit lire seul dans les manuels. Ses prises de notes sont difficilement lisibles et il ne comprend alors plus tous les mots.

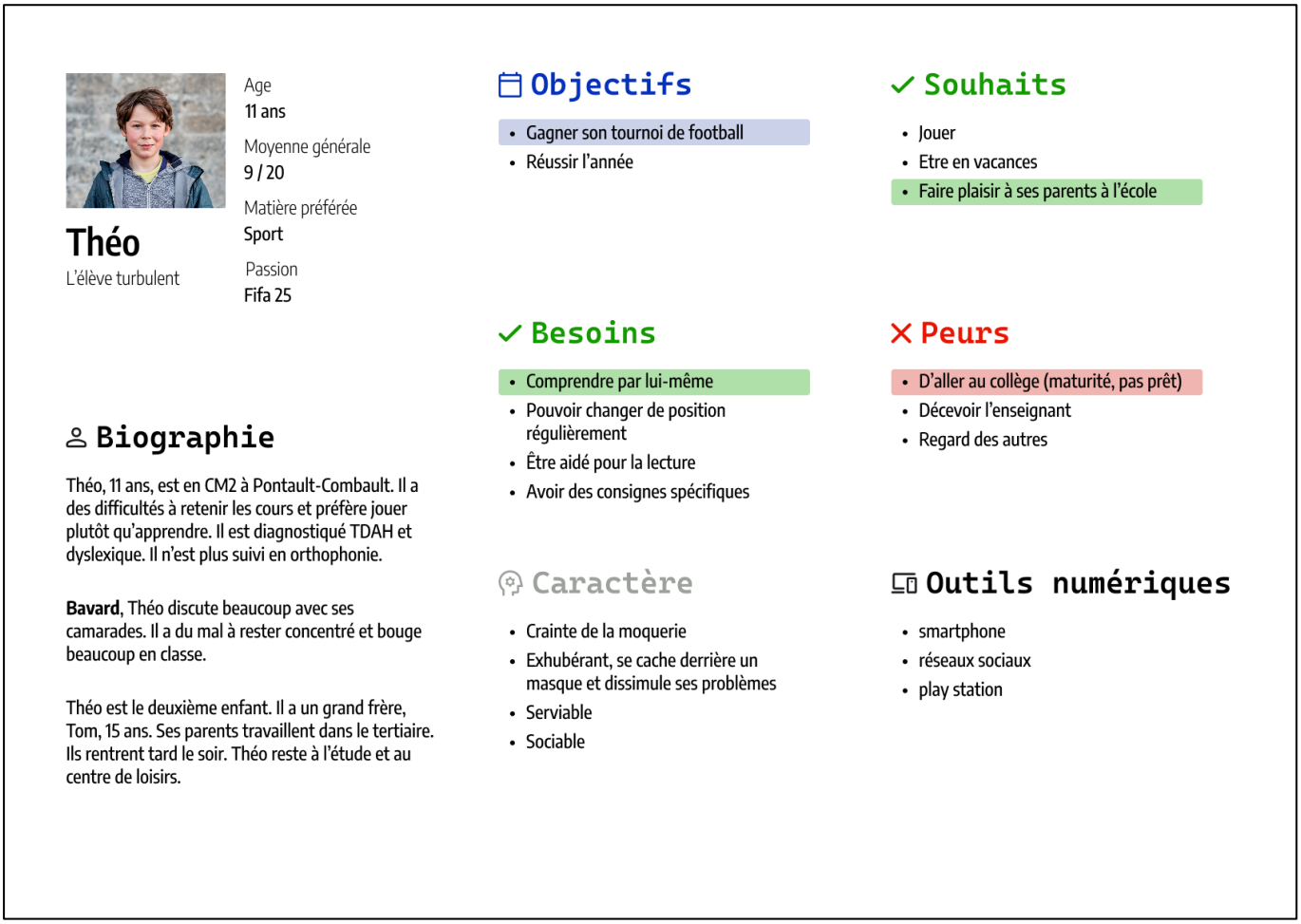


Figure 15 *- Persona de l'élève turbulent. Source : Kohli 2025.*

[16] « Le TDAH est un problème neurologique qui apparaît durant l'enfance. Ce trouble est lié à des anomalies de développement et de fonctionnement du cerveau. […] Les personnes souffrant d'un TDAH ont des difficultés d'attention et/ou d'impulsivité et d'hyperactivité qui affectent différentes sphères de leur vie (sociale, scolaire et professionnelle). Ce trouble se présente plus souvent chez l'enfant que chez l'adulte mais il persiste à l'âge adulte chez la moitié des enfants qui en sont atteints. On estime à environ 4% la prévalence de ce trouble chez la population adulte » (Marie-Hélène Simard 2023).

3.4 L'élève allophone

Olga est une élève allophone de 11 ans qui vient d'arriver du Portugal avec sa famille. Elle participe peu en classe à cause de son manque de vocabulaire et de sa timidité. Elle est très intéressée par les vidéos et les cours de dessin. L'histoire de France, pourquoi pas, mais il lui faut un support visuel afin de pouvoir comprendre.

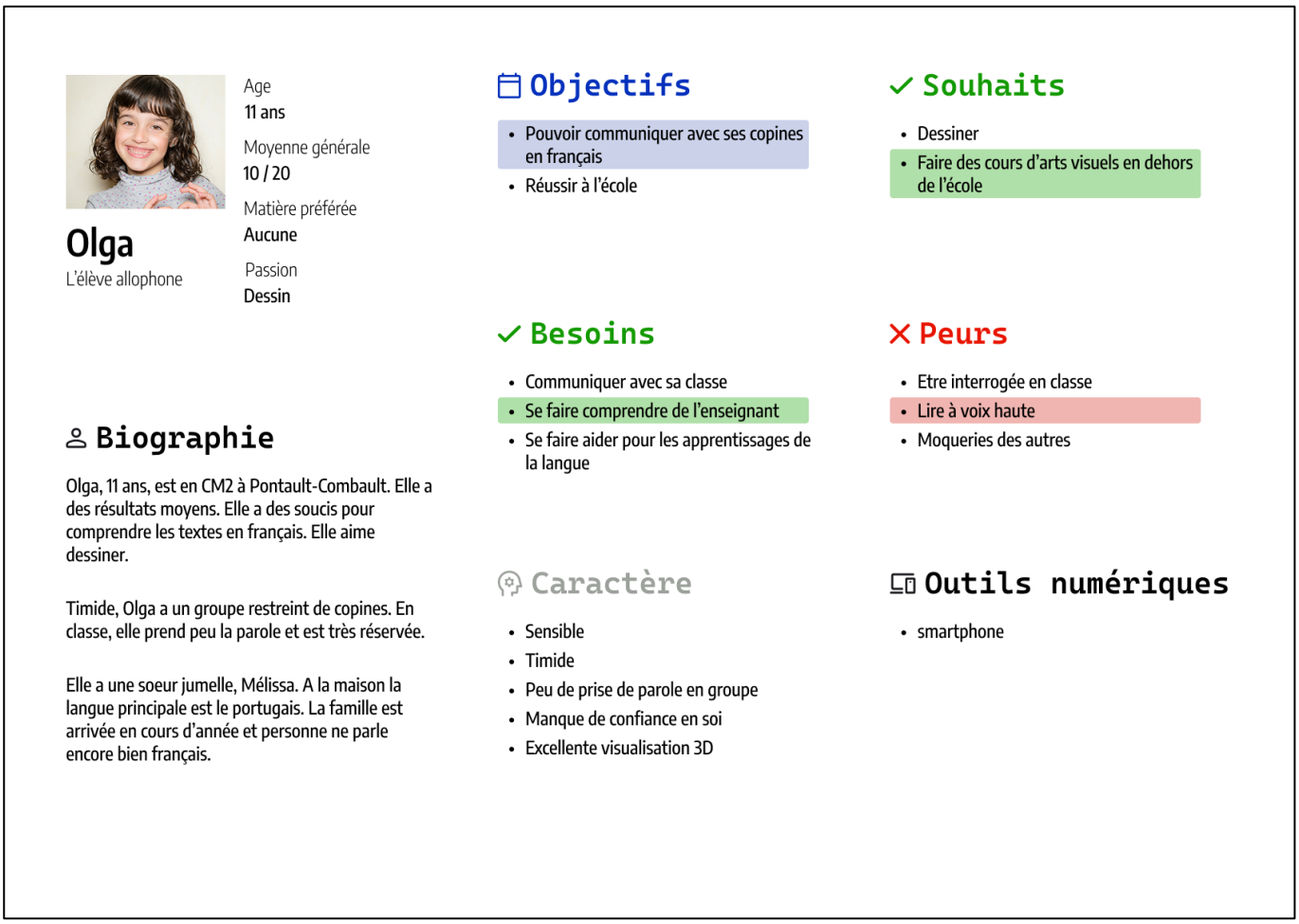


Figure 16 *- Persona de l'élève allophone. Source : Kohli 2025.*

3.5 L'enseignante

L'enseignante, Hélène, est très investie dans son travail. Elle a la cinquantaine, deux grandes filles et un mari avocat. Elle essaie de garder ses élèves motivés et est prête à se former à de nouvelles approches pour cela. Elle se méfie néanmoins des moyens numériques à cause de plantages fréquents lors de leur utilisation en classe. Passionnée de biographies, elle essaie de rendre ses cours d'histoire vivants en racontant le contenu des manuels à la manière d'une conteuse. Elle emmène ainsi ses élèves dans une autre époque.

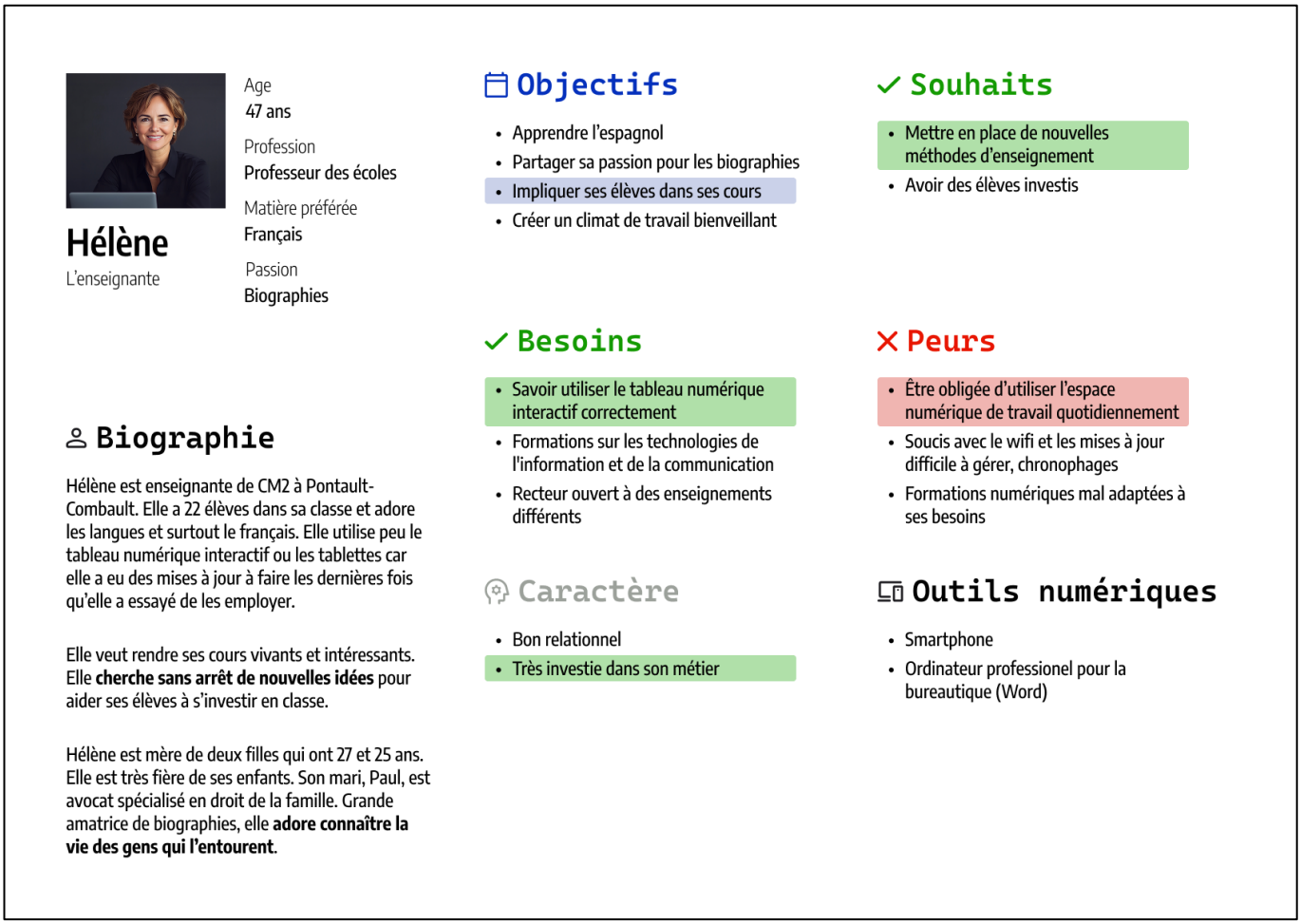


Figure 17 *- Persona secondaire (l'enseignante). Source : Kohli 2025.*

Ce persona secondaire est suffisant pour le TB qui se concentre sur l'utilisabilité de l'application par les élèves. Dans ce contexte l'enseignant sert de guide. Il lance le cours et répond aux questions qui surviennent. Les élèves sont autonomes avec leurs tablettes. Xavier Nédélec a le rôle d'apporter les objectifs pédagogiques. Cependant, lorsque le projet intégrera la configuration des cours et les choix pouvant être fait par le corps enseignant, il sera pertinent d'ajouter différentes sortes d'enseignants afin de mieux répondre à leurs besoins. Les questionnaires réalisés au cours de la pré-étude auprès d'enseignants suisses et français peuvent servir de base pour les réaliser.

Chapitre 4
Cartographie

4.1 Objectifs

Le projet se décline en plusieurs parties bien distinctes. Nous allons nous concentrer sur la carte physique dans le chapitre ci-dessous. Cette dernière est le point d'entrée pour notre prototype de RA. Des recherches ont été menées autant pour le visuel que pour le contenu. Par la suite, un test de différents formats de carte a été réalisé avec les mandants afin de trouver la dimension idéale ainsi que l'échelle de cette dernière. Nous avons aussi challengé le contenu nécessaire autant pour la qualité de l'ancrage RA que pour la compréhension. Finalement, la carte a été réalisée et imprimée de manière à être testée en classe en novembre.

4.2 Démarches

4.2.1 Les cartes de 1914

Un cours d'histoire se doit d'être fidèle à la réalité historique. Je me suis donc intéressée aux cartes réalisées dans les années 1910 ainsi qu'aux cartes traitant de la Première Guerre Mondiale. De plus, pendant ma pré-étude, j'ai eu l'opportunité d'aller visiter le musée de la Grande Guerre à Meaux, en France. Avec plus de 70'000 documents et objets historiques, il est le plus grand musée d'Europe sur cette thématique (Communauté d'Agglomération du Pays de Meaux – Musée de la Grande Guerre). Je me suis particulièrement intéressée aux cartes présentes.

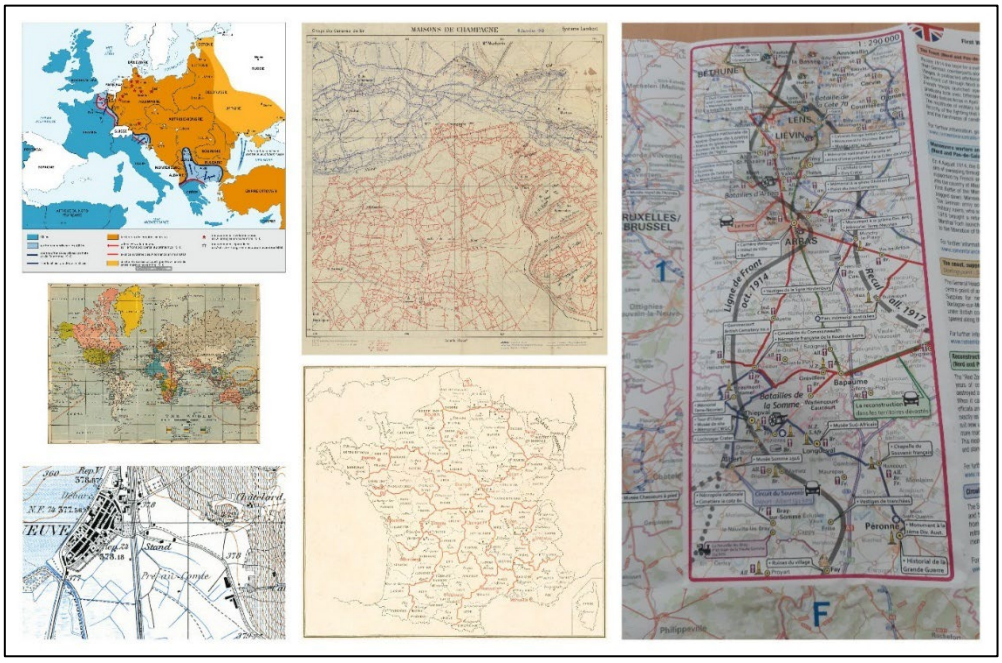


***Figure 18** - Différentes cartes datant ou parlant des années 1910.*

Toutes ces observations ont permis de voir que les cartes utilisent des polices d'écritures et des styles rappelant le fait main. La carte utilisée dans le cadre scolaire (en haut à gauche) est beaucoup plus épurée. La carte tout à droite a été réalisée par IGN dans le cadre du centenaire de la Grande Guerre. Elle est beaucoup trop détaillée pour notre contexte tout comme celle représentant les tranchées des deux camps (en haut au centre). Ces deux cartes rappellent celle proposée par CleverBooks et définie comme trop chargée pour les élèves. Il nous faut trouver le juste milieu entre ces deux extrêmes tout en insérant les éléments nécessaires à une carte. Des recherches spécifiques ont permis de trouver ce juste compromis sans perdre l'exactitude de la carte.

4.2.2 *Recherches spécifiques*[17]

Réaliser une carte demande quelques connaissances spécifiques. En effet, une carte est « un moyen de représenter la Terre » (Lambert 2024, p. 5). Elle « parle tout de suite, elle cadre une situation dans l'espace, permettant de la comprendre assez rapidement et facilement » (Lambert 2024, p. 3). Cependant, une carte reflète toujours une intention. Il faut donc fait des choix conscients et savoir les biais qu'ils créent. Le premier de ces choix est la projection de la carte.

Il existe quatre types de conservation, les projections équivalentes, équidistantes, aphylactiques et conformes. Les projections équivalentes respectent les surfaces des territoires et déforment les distances et angles de routes sur la carte. Les cartes projetées de manière équidistante respectent pour leur part certaines distances précises mais déforment les surfaces et les angles. Si les angles des routes restent corrects, alors notre carte suit une projection conforme. Les surfaces et les distances seront déformées. Quant aux cartes aphylactiques, elles sont un compromis qui minimise au mieux les déformations. En fonction de la projection choisie, certaines parties du monde peuvent sembler plus petites, plus lointaines ou au contraire plus grandes que dans la réalité. Ce choix peut être un acte politique et avoir de grandes conséquences sur la perception des personnes tout comme le choix des frontières et le cadrage de la carte. En effet, le cadrage et l'échelle sont choisis de manière à représenter au mieux le phénomène que nous souhaitons cartographier. Le niveau de détails dépend également de l'échelle choisie.

Une fois ces aspects techniques définis, le cartographe s'intéresse aux données qu'il veut utiliser ainsi qu'à leur provenance. Les sources peuvent être primaires, rapports officiels, données brutes, ou secondaires, compilations, représentations. Le choix des sources définit également la crédibilité de la carte. Dans le cas de conflits ou de situations locales, il est primordial de croiser différentes sources afin de créer une carte fiable. Les données issues de ces sources peuvent être quantitatives ou qualitatives. Les premières sont mesurables tandis que les autres servent à décrire ou classer des éléments. En fonction du type de données choisi, leur représentation diffère. Le graphique ci-dessous explique de manière précise comment représenter chaque type de données.

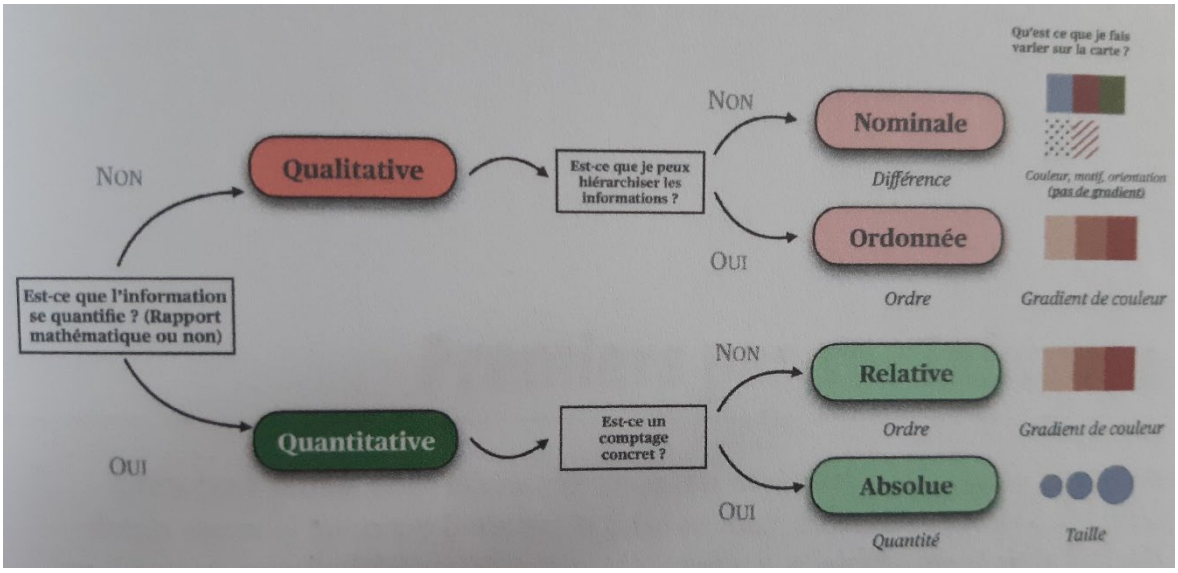


Figure 19 *- Diagramme explicatif des variations sur la carte en fonction du type de données. Source : Lambert 2024, p.15.*

[17] Ce sous-chapitre se base essentiellement sur le livre *Se former à la cartographie avec Inkscape* (Lambert 2024). Ce dernier nous apprend à utiliser un logiciel open-source de dessin vectoriel, Inkscape.

Finalement, une carte doit toujours contenir 5 éléments qui sont résumés dans le livre *Se former à la cartographie avec Inkscape*, par l'acronyme **TOLES**. Ce dernier signifie Titre, Orientation, Légende, Echelle et Sources. Le titre est la première chose que les personnes vont aller lire. Il doit être succinct et explicite. Les lecteurs vont ensuite s'intéresser à la légende. Cette dernière doit être brève et aller droit au but. Elle fournit les clés de lecture nécessaires à la compréhension de la carte. Son objectif final est de convaincre les lecteurs. L'échelle de la carte peut être difficilement mesurable en fonction de la projection choisie. Une convention cartographique définit que l'échelle mentionne une « distance valable à l'équateur ou du centre de la projection en cas de carte à très petite échelle » (Lambert 2024, p. 11). L'orientation de la carte peut être indiquée à côté de l'échelle ou en haut à droite, bien qu'elle puisse aussi être implicite. Les sources sont pour leur part indiquées dans les crédits.

Les crédits sont importants afin de respecter les droits d'auteurs et d'éviter le plagiat. Sur une carte, il est important de mettre au moins votre nom, la date de réalisation ainsi que les sources. La première mentionnée est celle qui a servi de fond. On indique ensuite toutes les autres sources d'informations utilisées.

M. Ertz, un des mandants de ce projet, a de nombreuses compétences dans la réalisation de cartes. Il m'a été d'une grande aide pour les recherches mais aussi pour l'utilisation du logiciel de cartographie QGIS. Une grande partie des recherches ci-dessus seront également utiles lors de la réalisation de nos couches en RA. Ces dernières utilisent des jeux de données variés pour faire différentes représentations sur la carte. Les choix techniques concernant l'échelle, la projection ainsi que les détails à afficher sur la carte papier ont été discutés avec les mandants, notamment lors d'une session de brainstorming à Lausanne en juillet 2025.

4.2.3 Brainstorming

Le 8 juillet, lors de nos deux jours d'idéation, nous avons également parlé de la carte. Afin de de réfléchir à la disposition de la carte, j'ai organisé une petite mise en condition. Deux des mandants se sont prêtés au jeu. Ils avaient plusieurs cartes à des tailles et des échelles différentes. L'objectif était de viser l'Alsace-Lorraine, en rose sur les cartes, à travers l'appareil photo de différents outils numériques. Dans un premier temps, les deux participants devaient regarder la zone en même temps avec une seule tablette. Puis, ils devaient refaire le test mais avec chacun un smartphone et finalement avec deux tablettes en même temps sur la même carte. Le compte-rendu complet de ce test est disponible dans le chapitre *Mise en condition* de l'annexe 10.

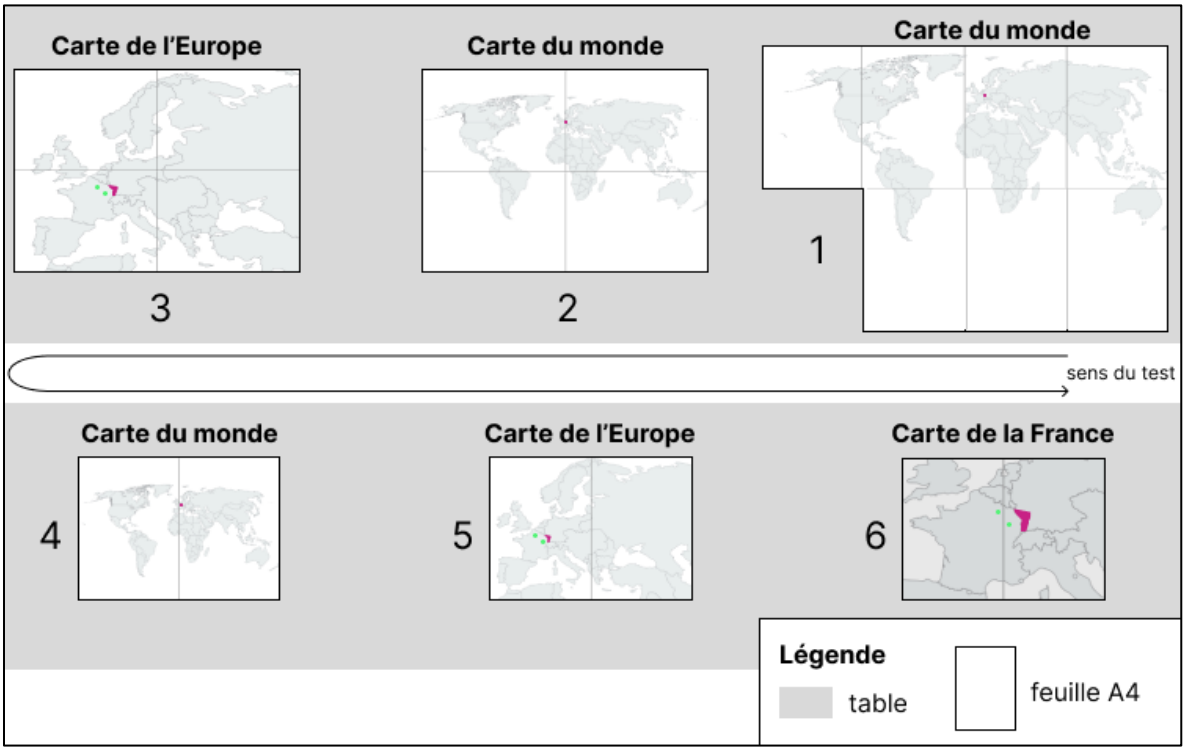


***Figure 20** - Disposition de la salle pour le test des échelles de la carte physique. Source : Kohli 2025.*

4.2.3.1 Echelle, cadrage et taille de la carte

Cette expérimentation a permis de ressortir différents points tant sur les outils numériques que sur la carte. Les observations concernant les tablettes et la disposition de la classe seront reprises plus loin dans ce rapport. Au sujet de la carte, nous avons observé que sur les plus petites, le réflexe des mandants était de zoomer à l'aide de l'appareil photo afin de mieux voir la zone. Les deux meilleures configurations sont les cartes 3 (carte de l'Europe en A2) et 6 (carte de la France en A3). Cependant, la carte 6 devrait être agrandie afin de voir toute l'Europe pour nous satisfaire pleinement. Cette configuration a été testée le lendemain matin et nous avons pu valider qu'au moins deux tablettes pourraient être utilisées en même temps sur une carte de cette taille et avec cette échelle. Cette taille de carte permettra d'afficher passablement de détails visibles depuis une distance raisonnable.

Le jour suivant, nous avons défini la partie de la Première Guerre Mondiale que nous allions aborder dans le prototype. Le cadrage de la carte a donc pu être choisi et validé par les mandants. Pour trouver le cadrage judicieux, M. Ertz conseille de prendre 10% de plus que la zone dont on va parler. Comme nous souhaitons parler des alliances, nous avons pris un cadrage européen. Le centrage précis sera défini par la taille de notre impression, soit un format A0 classique. Nous avons ensuite pu aborder la question du contenu de cette carte physique.



***Figure 21** - Illustration du format de la carte validée. En rouge, le cadrage idéal pour notre prototype. Source : Kohli 2025.*

4.2.3.2 Définition des éléments visuels sur la carte

Pendant le test, j'avais demandé à M. Nédélec et M. Hulin de se concentrer sur la zone rose de l'Alsace-Lorraine. J'avais cependant mis deux autres points en couleur dans la France. Ces deux points ont passablement perturbé les participants tout au long des tests. De même, le fait que plusieurs actions soient possibles en même temps sur la carte pourrait intriguer les élèves et les pousser à tous les explorer dans un ordre aléatoire.

La première réflexion que nous avons eu portait sur la couche de fond de notre carte. Plusieurs propositions ont été faites : frontières politiques 2025, frontières politiques 1914, carte géographique avec uniquement des éléments environnementaux (montagnes, rivières), etc. Ces idées ont été discutées, assemblées et argumentées. Une carte 2025 permettrait aux élèves de reconnaître les pays car ils ont l'habitude d'utiliser un tel atlas. Pendant nos discussions, nous avons convenu qu'il serait intéressant de prendre la tablette pour révéler quelque chose puis de la remettre de côté afin de retourner sur la carte pour continuer l'activité. Cela éviterait d'être tout le temps la tête dans la tablette et de perdre la pertinence de la carte physique. De ce fait, la carte avec les frontières 2025 a été exclue. En effet, les enjeux de la guerre ne serait pas visibles physiquement sur une telle représentation. L'absence de frontières ne semblait pas non plus correspondre à notre besoin. Les élèves devraient pouvoir faire une première analyse de la carte dans un contexte historique sans avoir besoin de la RA. Par ce fait, nous trouvons pertinent que la carte ait les frontières politiques de 1914.

Nous avons ensuite discuté des éléments à mettre sur la carte et ceux en RA. Il est clair qu'un titre devrait être présent sur la carte. Les noms des empires devraient apparaitre à un moment donné. Par la suite, nous avons défini que cela pourrait être visible en RA car les noms des empires sont importants mais pas leur position géographique. En effet, une fois la guerre lancée, les armées se déplacent et sortent de leur territoire.

Après une première esquisse de carte, nous la trouvions un peu vide. J'ai donc ajouté les noms des mers et océans, les massifs montagneux ainsi que les rivières et lacs principaux. Cette seconde proposition a été à nouveau challengée. Nous avons ensuite essayé d'ajouter les capitales européennes de 1914 sous différentes formes. Je les ai indiquées sous la forme de points uniquement, avec leur nom actuel ou avec leur nom de 1914. J'ai aussi tenté de ne mettre que les capitales des acteurs de la guerre mais cela ne semblait pas faire sens. Finalement, nous avons convenu de mettre les noms des capitales datant de 1914 avec entre parenthèse leur nom actuel. De plus, les noms des rivières et des massifs montagneux principaux ont complété la carte. Finalement, c'est l'ensemble de ces éléments qui a satisfait tout le monde.

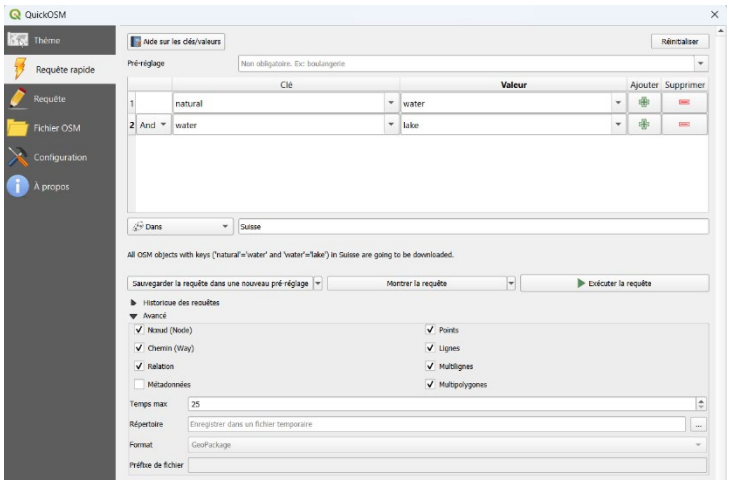
4.2.4 Réalisation de la carte sur QGIS

La carte a été réalisée en plusieurs temps. Tout d'abord, j'ai cherché des sources de données permettant de retracer les frontières de 1914. Ensuite, j'ai parcouru différentes sources d'informations pour trouver les éléments que nous voulions ajouter. Finalement, les différentes données ont été compilées sur QGIS, une application open-source permettant de réaliser des cartes.

Trouver les frontières de 1914 est facile, mais trouver ces données dans un format modifiable et de bonne qualité l'est beaucoup moins. Certaines sources ont simplifié les petits pays (Liechtenstein, Saint-Marin, etc.) en les remplaçant par des cercles, d'autres encore les supprimaient ou avaient des parties manquantes. Plusieurs sites étaient propriétaires et ne permettaient pas l'utilisation de leurs données. J'ai finalement trouvé une carte satisfaisante sur ArcGIS, une plateforme SIG (Systèmes d'informations géographiques), mais je n'ai pas pu exporter les données dans un format compatible avec QGIS. M. Ertz m'a donné un coup de main et a réussi à extraire les frontières 1914 des différents pays. De plus, il m'a fourni le fond visuel pour les reliefs.

J'ai ensuite importé ces deux couches de données sur QGIS. C'est un logiciel SIG très performant pour réaliser des cartes. Les cartographes utilisent ce genre de logiciel pour faire des cartes précises. En effet, QGIS traite efficacement beaucoup d'informations et possède une interface permettant de superposer facilement plusieurs jeux de données géographique. De plus, il est lié à OSM (OpenStreetMap) à travers QuickOSM. Cela permet d'atteindre énormément de données en libre accès grâce à de simples requêtes sous forme clé-valeur. La documentation précise de l'API (interface de programmation d'application) d'OSM est disponible en ligne.

Mon défi suivant a été d'importer les rivières et les lacs. J'ai cherché les bons termes puis j'ai tenté une requête avec QuickOSM. Malheureusement, indiquer le niveau européen était trop ambitieux. J'ai donc vu plus petit et réussi à afficher les lacs en Suisse, puis à les filtrer pour ne garder que les plus grands. Par contre, la même requête au niveau de la France était trop importante.



Requête Overpass

```
[out:xml] [timeout:25];
 {{geocodeArea:Suisse}} -> .area_0;
(
   node["natural"="water"]["water"="lake"](area.area_0);
   way["natural"="water"]["water"="lake"](area.area_0);
   relation["natural"="water"]["water"="lake"](area.area_0);
);
(._;>;);
out body;
```

Listing 1 *- Requête QuickOSM pour afficher les lacs suisses et sa transformation pour l'API OSM (Kohli, 2025)*

N'ayant pas le temps de faire une requête par région et n'ayant aucune garantie de la réussite de cette démarche, j'ai finalement trouvé les données sur Natural Earth, une plateforme fournissant beaucoup de données géographiques libres d'utilisation (Natural Earth 2022).

Les capitales ont été insérées à la main car je n'ai pas trouvé d'archives qui comportaient uniquement les villes qui m'intéressaient. J'ai donc affiché en arrière-plan la carte actuelle provenant de OSM et j'ai inséré une nouvelle couche de données sous forme de points avec chacun quatre attributs. A travers des recherches Google, je cherchais pour chaque pays le nom de la capitale en 1914. Je regardais également si la ville avait conservé le même nom en 2025. Ensuite, je repérais la ville sur ma carte QGIS. Trouver les villes n'a pas été simple car la carte indiquait les noms des villes dans les langues nationales de chaque pays. Une fois cela réalisé, j'entrais les différents attributs du point. J'ai procédé de cette manière pour chaque pays.

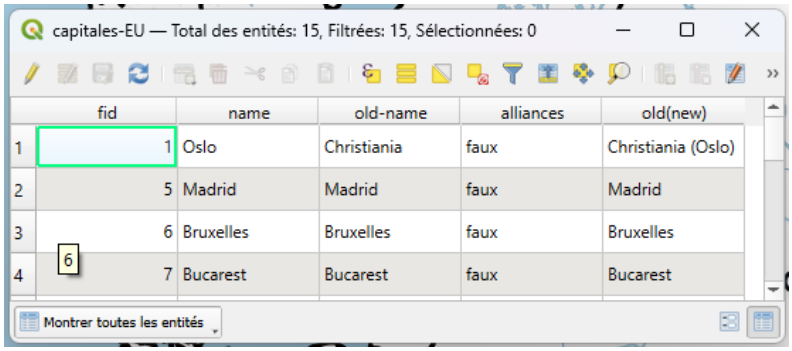


Figure 22 *- Capture d'écran QGIS de quelques noms de ville entrés.*

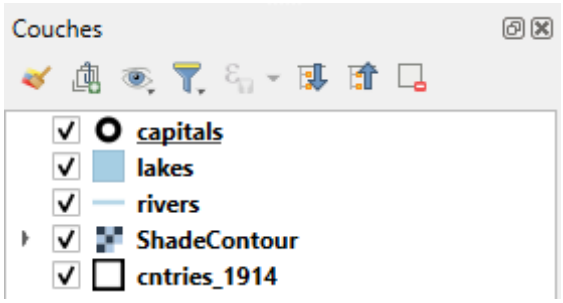


Figure 23 *- Capture d'écran QGIS des couches visibles sur la carte.*

Par la suite, j'ai encore intégré Moscou sur demande des mandants. En effet, cette ville semblait nécessaire pour aider les élèves à se situer. Une fois que toutes les couches ont été ajoutées, je suis passée à la mise en page de la carte en vue de son impression.

4.2.5 Mise en page et impression

J'ai tout d'abord réalisé une première version de mise en page directement sur QGIS. Ce logiciel a une fenêtre spéciale permettant de le faire. On peut ensuite l'exporter en PDF, JPG ou SVG. Grâce à cette fonctionnalité, j'ai pu ajouter le titre, les noms des océans, mers et massifs montagneux ainsi que les crédits.

La page a été définie en format A0. J'ai ensuite ajouté la carte, défini l'échelle comme 1 : 2'300'000 et ajusté le cadrage. Pour définir le style des éléments ajoutés, je me suis basée sur les recommandations faites par Mme Lambert dans son livre. Elle conseille d'écrire les noms des mers et océans en italique et d'augmenter l'interligne ainsi que l'espacement entre les lettres (Lambert 2024, p. 107). La position du titre et des crédits provient également des bonnes pratiques données dans son ouvrage. Les tailles de police sont basées sur les conseils de la bibliothèque universitaire de la Rochelle. « Un poster devant pouvoir être lu à 2 mètres de distance (voire 5 mètres pour le titre), la taille des polices devra donc être conséquente. Par exemple, 84 pt pour le titre, 36 pt pour les titres de rubriques et 24 pt pour le corps du texte » (Marige 2021). Les noms des massifs montagneux, quant à eux, correspondent à ceux qui ont été enseignés à l'école élémentaire Descartes B en 2020 à des élèves de CM2 (Mme Quioc 2020).

Avant de pouvoir faire une impression, j'ai encore ajusté la position des différentes étiquettes des villes et des rivières sur la carte. Cette tâche était compliquée car les tailles de polices étaient en points. Ce choix, bien qu'adapté à la visualisation dans la mise en page A0, a passablement dérangé pour le positionnement précis des étiquettes. Ces dernières gardaient la même taille peu importe le niveau de zoom de la carte. J'ai donc dû déplacer les éléments de manière approximative, puis retourner sur la mise en page finale pour voir le résultat, retoucher la carte, et cetera. De plus, en fonction du niveau de zoom, certains éléments disparaissaient car ils se chevauchaient. Dans la capture ci-dessous, c'est le cas de Petrograd.

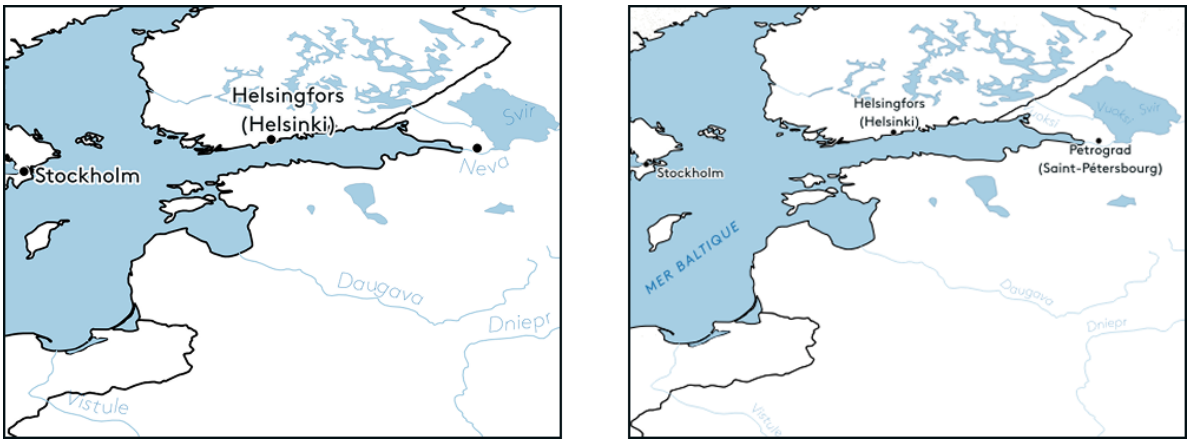


Figure 24 *- Captures d'écran de QGIS. (Je changeais les positions selon la visualisation de gauche. A droite c'est la position réelle dans notre mise en page définie.)*

Plusieurs versions de la carte ont été proposées aux mandants en ajoutant plus ou moins de détails. Nous nous sommes également demandé s'il ne fallait pas mettre uniquement les noms des pays participant aux combats ou alors les représenter différemment. La version finale comprend tous les éléments évoqués précédemment.

L'impression en format A0 n'est pas possible partout. Heureusement le MEI (Media Engineering Institute), institut de la HEIG-VD où j'ai mon bureau, a un plotter compatible avec ce format d'impression. La carte, devant être fréquemment déplacée et rester de bonne qualité, doit être imprimée sur un support robuste. En discutant au MEI, on m'a proposé d'imprimer sur du canvas[18] plutôt que sur du papier. C'est une matière textile. L'impression pourra ainsi être roulée lors des déplacements et un petit peu chiffonnée.

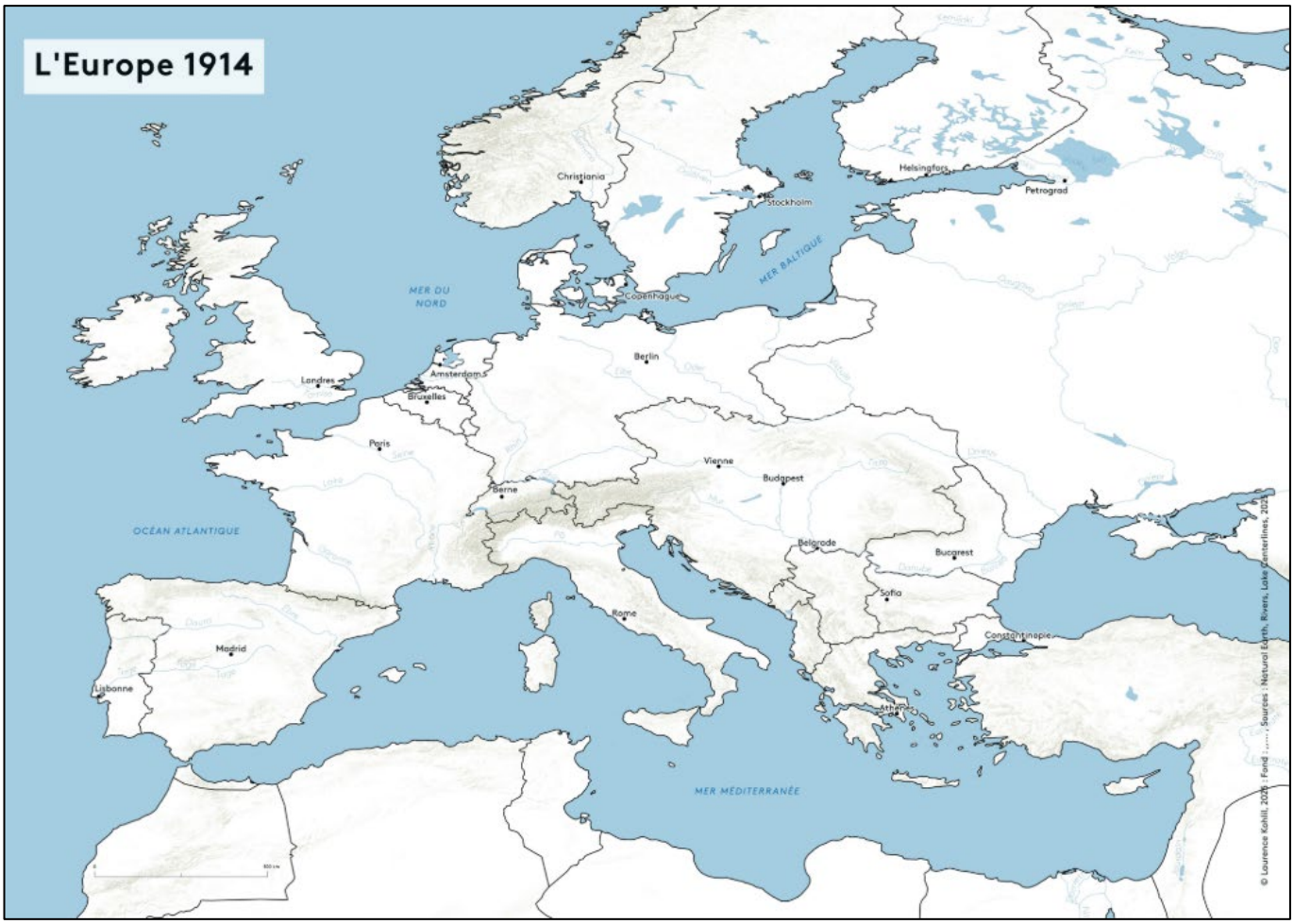


Figure 25 *- Première version imprimée de la carte. Source : Kohli 2025.*

Après cette première impression en format A0, j'ai montré la carte à différentes personnes que ce soit au MEI ou dans ma famille. Chacun a eu des retours à faire et les plus pertinents ont été pris en compte pour la réalisation de la carte finale. Tout d'abord, plusieurs personnes ont remarqué que la carte semblait aplatie. De plus, l'étiquette de l'océan Atlantique n'était pas semblable aux autres. Le titre a été challengé ainsi que les éléments indiqués ou non. Certains pays au Sud-Est de l'Europe n'avaient pas de ville indiquée et l'étiquette de la mer Noire n'était pas présente. De plus, la carte a également été testée sur Unity comme ancrage pour la RA. J'expliquerai le processus dans le chapitre 6.2.1. Un outil en ligne permet de tester la qualité de l'ancrage selon une image. La carte n'a obtenu qu'un score de deux étoiles sur cinq. En jouant avec le contraste de l'image sur Photoshop, nous avons vu que le score augmentait si les contrastes étaient plus visibles. Suite à tous ces constats, une nouvelle version de la carte a vu le jour.

Les villes manquantes ont été ajoutées et la projection modifiée. Nous avons choisi la projection EPSG :3857 ou de Mercator. C'est une projection cylindrique conforme qui est utilisée notamment par les services Web Google Maps et OSM. Comme les données liées aux montagnes étaient réalisées avec Mercator, il était difficile de les adapter à

[18] « La toile canvas est un support pouvant être composé à 100 % de coton de différents grammages ou d'un mélange de polyester et de coton. Le tissu canvas permet une adhérence optimale des pigments de couleur pour un résultat éclatant sur un support durable » (Giovanni Blandino 2019).

une autre projection. A l'échelle de l'Europe la projection de Mercator ne déforme rien. Les pôles sont les seuls impactés ce qui veut dire que cette projection ne serait pas adaptée à une carte mondiale. (ArcMap 10.8 2021).

Pour avoir plus de libertés visuelles, j'ai finalisé la carte avec M. Ertz sur Inkscape. C'est un logiciel de DAO (dessin assisté par ordinateur). «Il est un allié précieux pour sublimer ses cartes et travailler les aspects suivants : lisibilité, précision, esthétisme » (Lambert 2024, p. 4). Nous avons tout d'abord exporté un JPG avec uniquement le fond bleu et les frontières des pays. Cela nous a permis de contraster les océans. Ensuite nous avons exporté la carte, la barre d'échelle et la flèche du Nord en format SVG. Ce fichier a été retravaillé dans Inkscape. Nous avons importé l'arrière-plan contrasté et ajouté le titre et les crédits. Finalement, nous avons inséré des étiquettes portant les noms des océans et mers ainsi que des massifs. Nous avons notamment pu courber les noms des massifs, ce qui n'était pas possible sur QGIS. Après tous ces changements, la carte était enfin terminée et a pu être imprimée en vue des tests.



Figure 26 *- Version finale de la carte. Le fichier original est dans l'annexe 18. Source : Kohli 2025.*

La nouvelle carte a été imprimée par le service de reprographie de l'école. En discutant avec les professionnels présents, deux matières ont été utilisées. Une première impression a été faite sur canvas et une autre sur du papier indéchirable. Ce dernier est fréquemment utilisé pour les affiches en roll-up. Le bleu et les reliefs ne ressortent pas de la même manière sur les deux supports. Le service de reprographie a également testé la résistance à l'eau d'une impression sur canvas. Après une demi-heure dans l'eau, l'impression testée avait uniquement perdu un peu de jaune. On peut donc garantir que ce type d'impression répond à nos besoins.

4.3 Analyse des résultats

La réalisation de la carte n'a pas été une mince affaire. Cependant je n'ai pas eu le luxe de challenger et tester mes choix autant que j'aurais aimé. Un grand parti pris de ma part a été le choix de la taille de la carte. Je suis partie de l'hypothèse qu'une carte plus grande que la tablette peut être un avantage. En effet, si elle est dans le champ de la vision périphérique des élèves lors de l'utilisation du logiciel, ils auront sûrement plus le réflexe de la regarder. Je me suis donc intéressée uniquement à un format de carte A3 ou plus grand. La taille a été définie lors de notre session de brainstorming à travers un test de confort visuel. Nous n'avons jamais remis cela en question ni cherché à avoir l'avis d'autres enseignants. Il serait intéressant dans la suite de la thèse de doctorat de M. Nédélec de prendre le temps de challenger la carte autant sur sa taille que sur son contenu. La carte doit avoir assez de détails pour mériter d'attirer l'attention mais ne pas être surchargée afin de garantir une bonne lecture de tous les éléments ajoutés en RA.

De plus, pour ne pas surcharger les élèves lors des expériences en RA, j'ai pris la décision de ne pas légender la carte physique. En effet, je pense que les élèves comprendront rapidement de quoi il s'agit. Les seuls éléments qui peuvent être questionnables sont pourquoi ces villes et pas des autres. Pendant le test de novembre, un petit temps a été accordé à la découverte de la carte. Les principales remarques et questions qui en ressortent sont dans le chapitre 7.3 de ce rapport.



***Figure 27** - Découverte de la carte par les élèves lors de notre test. Source : Kohli 2025.*

Pour conclure, le cadrage que nous avons validé est adapté pour parler de l'avant-guerre. Je ne suis pas certaine qu'il suffirait pour d'autres moments, notamment pour parler des aspects mondiaux ou des tranchées. Je pense qu'il serait pertinent d'avoir plusieurs cartes en fonction des cours d'histoire. Cependant, utiliser plusieurs cartes sur une même leçon risque de perdre les élèves. Je recommande donc de challenger la taille, les éléments visuels ainsi que le cadrage en fonction de la charge cognitive des élèves et du sujet précis qui est traité dans le cours.

Chapitre 5
Conception UX/UI

5.1 Objectifs

Ce chapitre décrit le processus de conception UX/UI de ce projet. Le but principal est de transformer les objectifs pédagogiques des cours d'histoire en une expérience interactive et engageante. Notre interface doit également être adaptée à notre public cible. Ce processus est une phase importante dans la réalisation du logiciel. Il fait le lien entre les recherches menées et la réalisation du prototype. La réflexion sur le contenu historique et pédagogique a défini les grandes lignes de notre interface. J'ai ensuite produit de premières maquettes qui ont servi de base pour discuter avec les mandants des contenus exacts. Les choix graphiques et la réalisation du scénario pédagogique complet ont permis de designer les maquettes finales et de définir les besoins techniques ainsi que la partie à prototyper.

5.2 Démarches

5.2.1 Idéation

La phase d'idéation du projet a débuté lors de la pré-étude. J'ai commencé par effectuer des recherches sur la Première Guerre Mondiale et son enseignement en CM2. Des investigations graphiques ont complété cette partie.

5.2.1.1 La Première Guerre Mondiale

La Première Guerre mondiale, qui se déroule de 1914 à 1918, oppose les Alliés, notamment la France, le Royaume-Uni et la Russie, aux Empires centraux menés par l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie. Déclenché par l'assassinat de l'archiduc François-Ferdinand, le conflit se caractérise par une guerre de tranchées éprouvante, l'usage de nouvelles armes et une mobilisation massive. Des batailles symboliques comme Verdun, la Somme ou encore la Marne ont entraîné des pertes humaines considérables et bouleversé durablement les territoires concernés. L'entrée en guerre des États-Unis en 1917 et le retrait de la Russie à la suite de la révolution bolchévique ont encore accentué les dynamiques du conflit. La signature de l'armistice le 11 novembre 1918 a mis fin aux hostilités, ouvrant une période de recomposition politique en Europe. A la suite de cela, le traité de Versailles de 1919 a imposé des sanctions sévères à l'Allemagne, nourrissant un ressentiment durable. Cette guerre a profondément redessiné les frontières, provoqué l'effondrement de plusieurs empires et laissé une empreinte marquante dans les mémoires individuelles et collectives. (Vince 2023).[19]



***Figure 28** - Les médecins dans les tranchées. Source : Sébastien Jarry, Luc Charpentier, Nicolas Celié, Nam Thai Lai 1917.*

[19] Résumé fait par Copilot Microsoft avec quelques reformulations (prompt disponible en annexe 12).

L'étude de la Première Guerre Mondiale à l'école primaire vise à faire comprendre ses conséquences humaines, politiques et sociales à travers une approche fondée sur la mémoire collective et l'analyse de documents historiques. En CM2, les élèves découvrent les faits marquants : alliances, conditions de vie dans les tranchées, impact sur les civils, armistice et conséquences culturelles et politiques. De plus, à travers le livre d'histoire, les élèves sont confrontés à des témoignages et des images réelles ce qui touche leur émotionnel.[20]

Pendant la visite du musée de la Grande Guerre, j'ai pu observer que la guerre était traitée de manière thématique. Il y avait une partie dédiée à l'armement, une autre aux tranchées, une à la médecine de guerre, et ainsi de suite. Les visiteurs avaient la possibilité de toucher un grand nombre d'objets et de voir les coupes de certains missiles. La visite se termine par une représentation à taille réelle d'une tranchée française avec des bruits de missile en fond sonore. J'ai trouvé que tous ces éléments permettent de mieux se rendre compte des conditions de vie des soldats. Les enfants, pour leur part, pouvaient compléter une brochure remplie de jeux d'observation lors de leur visite. Ces fascicules parlent des pays composant les alliances, du matériel nécessaire au combat, des noms d'animaux donnés à certains objets dans les tranchées (grenade, fils barbelés, etc.) et de l'implication des femmes dans le conflit que ce soit dans les usines ou en tant que secouristes. J'ai remarqué que plus les enfants étaient âgés, plus l'émotionnel était mis en avant. En effet, dans la brochure, les 5-7 ans n'ont accès qu'aux faits historiques tandis que les adolescents étaient poussés à se remettre en question durant leur visite.[21]

5.2.1.2 Recherches visuelles

Lors des tests des logiciels et dans mes recherches, j'ai pris note de tout ce que je trouvais intéressant. Je me suis concentrée surtout sur les fonctionnalités et sur ce qui touchait à la tranche d'âge 9-11 ans. La sélection ci-dessous a été retenue pour les réflexions sur l'expérience utilisateur et le design de l'interface.

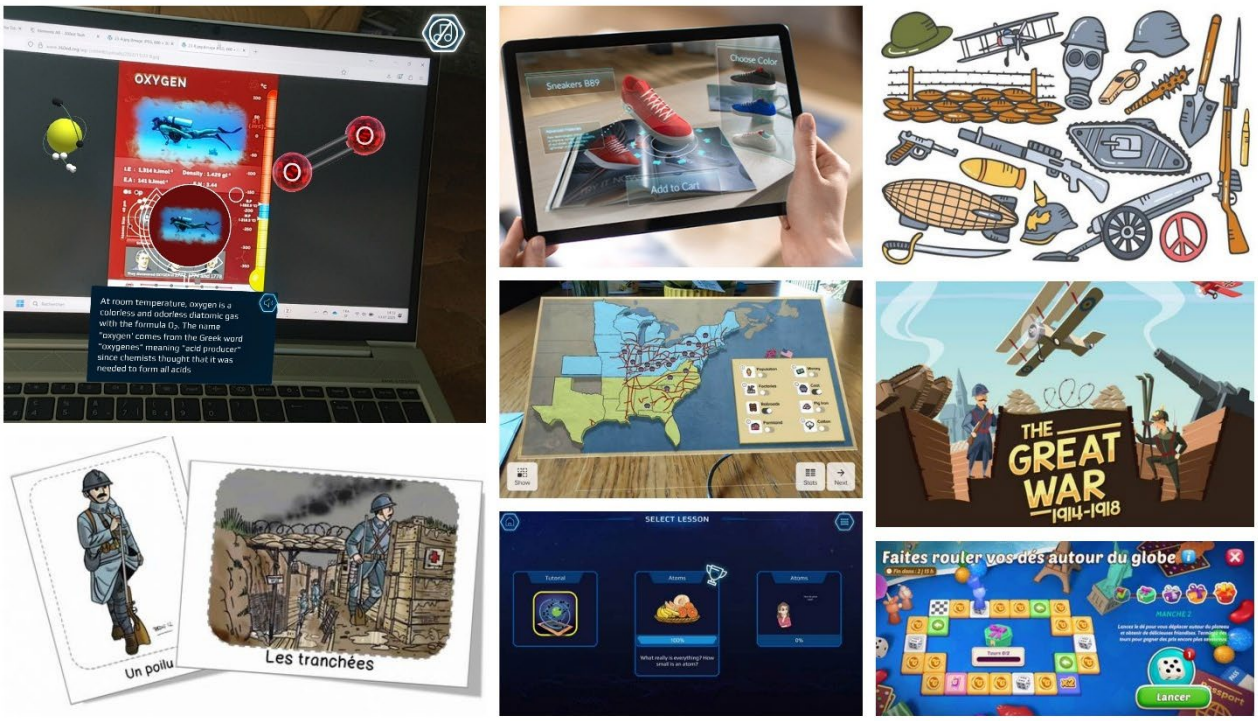


***Figure 29** - Synthèse des recherches visuelles*

[20]Les détails sont disponibles dans le chapitre 3.6 de la pré-étude (annexe 1).
[21] Idem que précédent.

5.2.1.3 Conclusions

Entre les tests d'application, les recherches sur la Grande Guerre, l'apprentissage et notre public cible ainsi que l'expérimentation de différentes applications, j'ai pu synthétiser les besoins de notre interface :

- **Clarté de l'interface** : les éléments visuels doivent être hiérarchisés et facilement compréhensibles.
- **Autonomie** : les études montrent que la motivation et la mémorisation augmentent quand les élèves explorent librement tout en disposant d'un cadre clair.
- **Narration** : les élèves ont besoin d'être guidés et de comprendre ce qu'ils découvrent. Des textes, des images ainsi que des audios permettent de répondre aux besoins spécifiques des élèves.
- **Interactions** : la RA doit être une aide à la compréhension. Il faut penser à l'appropriation des connaissances par les élèves en premier.
- **Pédagogique** : les critères pédagogiques des cours d'histoire doivent avoir autant d'importance que l'expérience utilisateur.

5.2.2 Notre sélection[22]

Lors de notre session de brainstorming en juillet, nous avons listé tous les éléments concernant la Première Guerre mondiale. Ensuite, nous les avons classés en fonction de thématiques, de la chronologie et de ce que nous dirions durant la même leçon. Après cet exercice, nous avons défini ce que nous voulions traiter dans notre prototype idéal. La limite de contenu acceptable était un cours d'histoire d'environ 45 minutes. Nous avons arrêté notre choix sur l'avant-guerre. Cette partie semble être la plus intéressante d'un point de vue cartographique.

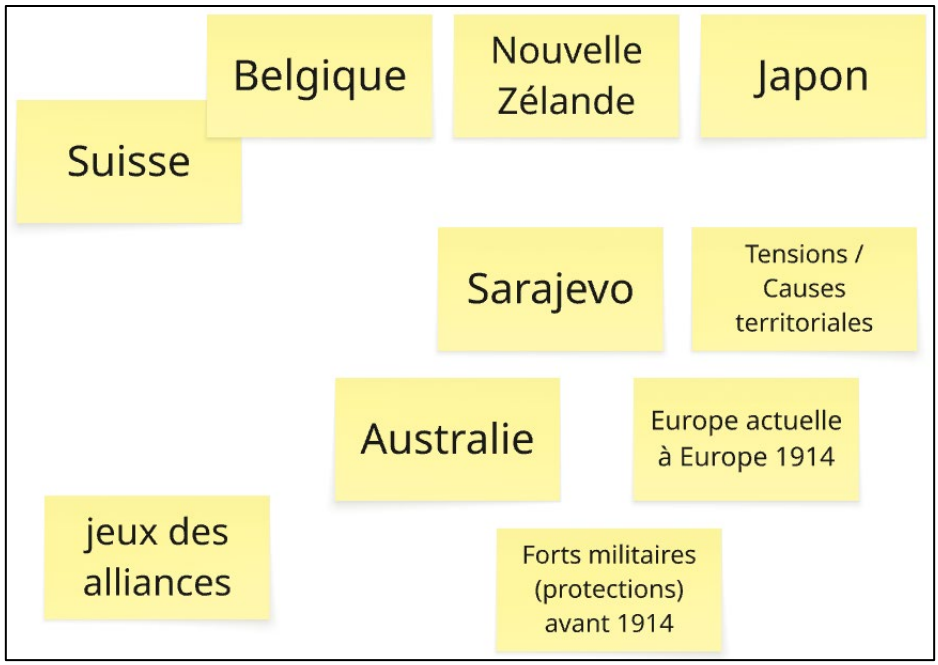


***Figure 30** - Les contenus sélectionnés pendant le brainstorming pour notre prototype. Source : Brainstorming juillet 2025.*

[22] L'ensemble des réflexions est disponible à l'annexe 10 et les autres thématiques possibles sont dans l'annexe 10.2.

Après avoir défini notre thématique pour le cours, M. Nédélec et moi-même avons réfléchi aux contenus plus précis à aborder dans notre leçon. Le choix de thématiques a été restreint aux alliances, aux causes de la guerre et à Sarajevo. Pour chacun de ces éléments, l'enseignant a noté ce qu'il faudrait que les élèves retiennent.

Dès lors, les objectifs de ce cours seraient :

- Identifier les principaux acteurs du conflit
- Connaître les jeux d'alliances européens
- Connaître les enjeux territoriaux de 1914
- Identifier l'élément déclencheur du conflit

Ces objectifs nous ont permis de discuter du contenu précis du prototype. Mais avant de pouvoir penser aux contenus, il nous fallait définir le déroulement des cours imaginés afin d'avoir une architecture d'information initiale.

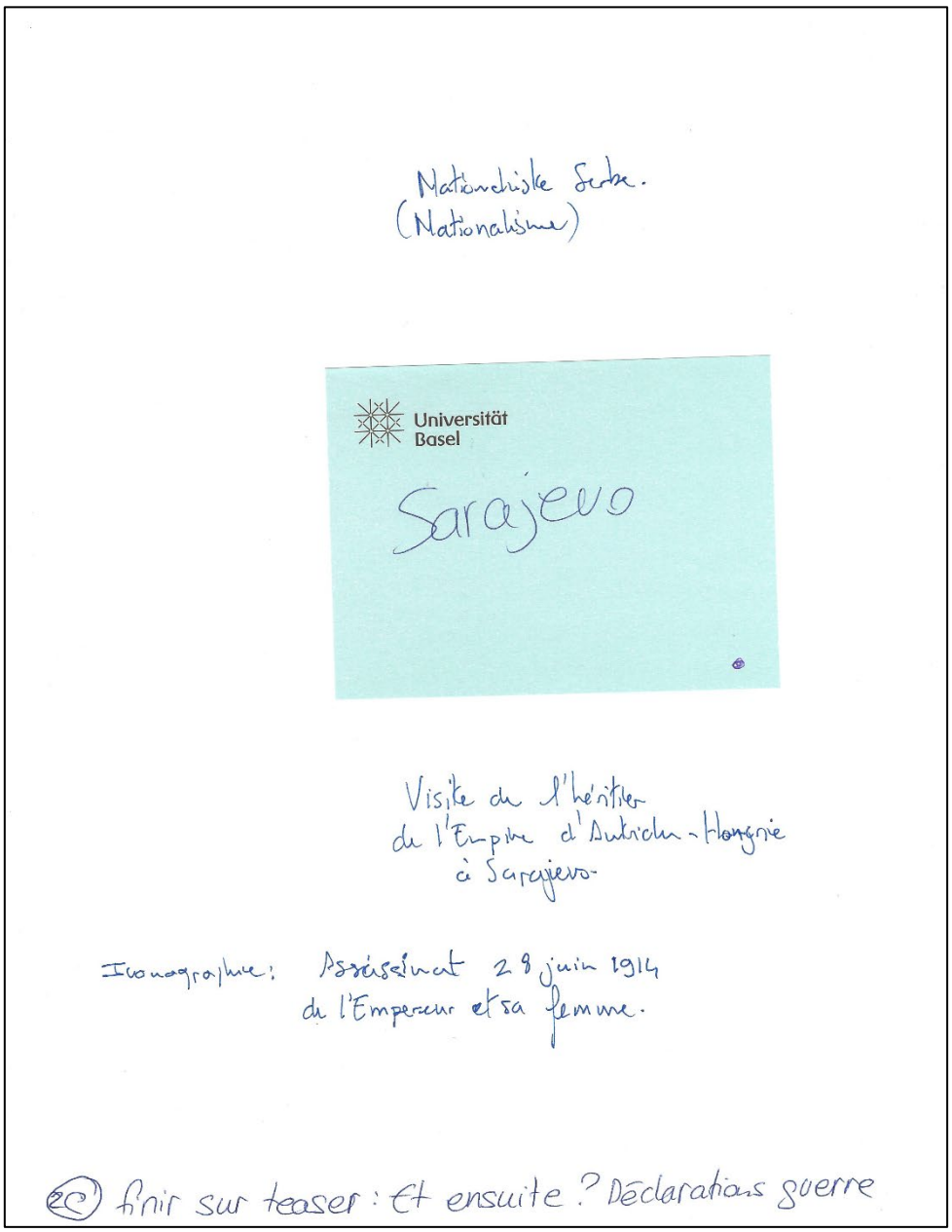


Figure 31 *- Eléments que les élèves doivent retenir sur l'attentat de Sarajevo (original et autres pages disponibles dans l'annexe 10.3).*
Source : Brainstorming juillet 2025.

5.2.3 *Architecture de l'information*

D'après les recherches effectuées, un enfant a besoin de reformuler et de s'approprier les contenus pour les apprendre. Il a également plus de facilité à retenir des informations s'il sait ce qu'on attend de lui et que des liens avec ses connaissances existantes peuvent être créés. A partir de ces constats, nous avons réfléchi au déroulement global des cours d'histoire que nous voulions créer.

D'après M. Nédélec, les rituels ont une importance pour les élèves. Nous avons donc décidé de faire un déroulement similaire pour chaque thématique qui sera abordée dans l'application. Chaque leçon suivra un déroulement constitué de cinq phases :

1. Prérequis ou résumé didactique
2. Découverte de la thématique du jour
3. Exercices de compréhension
4. Reformulation des apprentissages
5. Résumé de la leçon
    a. Copie du résumé pour réviser en vue du test
    b. Résumé oral par l'enseignant

Ces différentes parties permettront à l'élève de s'approprier les contenus en plusieurs itérations. La carte et la RA seront utilisées le plus souvent possible quand cela est pertinent. De plus, chaque type de mémorisation est utilisé au moins une fois ce qui permet de correspondre à un maximum d'élèves. La mémorisation visuelle est présente dans les interactions en RA ainsi que dans le résumé final. Le résumé oral de la leçon répond à la mémorisation auditive. Les interactions avec la tablette ainsi que le changement de support fréquent peuvent aider à la mémorisation kinesthésique[23]. Finalement, les élèves vont écrire leur propre résumé de la leçon. Cet aspect remplit les besoins scripturaux. Ainsi toutes les méthodes de mémorisation sont traitées dans nos cours d'histoire. La première phase réactive d'anciennes connaissances et permet la mémorisation à long terme tandis que les autres sont basées sur la mémorisation à court terme. Après avoir défini l'architecture de notre cours, nous avons pu réaliser des premières maquettes.[24]

5.2.4 *Maquettes basse et moyenne fidélité*[25]

Les premières maquettes ont été faites en plusieurs temps. Tout d'abord j'ai réalisé un premier scénario afin d'avoir une base concrète pour discuter. Ensuite, lors de notre session de brainstorming de juillet, chacun a réalisé une maquette papier en deux minutes. Le but était d'esquisser ce que les élèves verraient après avoir cliqué sur la zone de l'Alsace-Lorraine en RA. Le lendemain, nous avons passé en revue les différentes phases du cours ainsi que les contenus spécifiques de notre prototype et réalisé des maquettes papier des différentes interactions souhaitées.

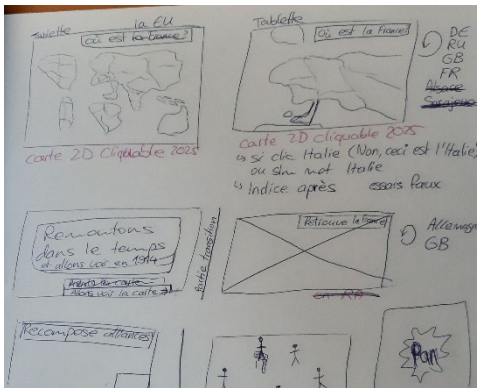


Figure 32 *- Esquisse du prototype.*
Source : Brainstorming juillet 2025.

Le prototype débute par une activation des connaissances préalables à travers un quiz cartographique sur tablette, où les élèves localisent des pays clés de l'Europe actuelle. Ensuite, une carte physique de l'Europe de 1914 est explorée en RA. Les élèves y découvrent les alliances grâce à un système de couleurs et de barres de progression, puis interagissent avec des avatars géolocalisés représentant différents points de vue historiques. Une fois toutes les interactions réalisées, une animation déclenche l'attentat de Sarajevo. Il y a ensuite une phase d'exercices permettant aux élèves de réinvestir les connaissances acquises, notamment à travers des activités en RA.

[23] Mémorisation liée au mouvement et au toucher.
[24] Les détails sont disponibles dans l'annexe 10 et les autres esquisses sont dans l'annexe 10.1.
[25] « La maquette basse-fidélité (low-fidelity mockup) est une maquette papier ou une maquette écran très basique, graphique en noir et blanc ou avec zones de couleurs, et peu travaillée d'un point de vue visuel » (MartinMTL 2011).

Après avoir fait ces maquettes, nous nous sommes demandé si elles étaient adaptées à nos personas. En pensant à Benoît, nous avons ajouté des contenus supplémentaires et des liens pour en savoir plus. Par exemple, lors de la découverte des pays faisant partie des alliances, les pays neutres seraient également cliquables et les élèves découvriraient leur situation politique en 1914. Grâce aux personas d'Olga et de Théo, nous avons ajouté une fonctionnalité de lecture audio des différents contenus de l'application. L'idéal serait que cette version audio ressemble aux karaokés ; le mot en train d'être lu est en surbrillance. Cela aidera également à la mémorisation auditive.

Ensuite, nous avons réfléchi à différents aspects spécifiques du projet comme l'étayage[26]. En effet, l'accompagnement des élèves dans leurs apprentissages favorise leur autonomie. M. Nédélec nous a appris que pour intéresser les élèves, il faut avoir quelque chose qui leur parle à leur âge, un élément auquel ils puissent s'identifier. Nous avons donc ajouté Alex, un avatar représentant un enfant de 10 ans, à notre prototype. Il intervient en cas de difficulté, relie les différentes étapes du cours et soutient la compréhension grâce à un langage accessible. L'enseignant peut ainsi répondre aux questions spécifiques et valider les résumés sans pour autant être accaparé par les questions de compréhension de l'interface. Le prénom Alex a été choisi pour sa neutralité de genre.[27]

Nous nous sommes aussi intéressés à la collaboration entre les élèves. Les outils numériques disponibles dans l'établissement scolaire de M. Nédélec ne permettent pas à chaque élève d'avoir une tablette. Nous sommes partis de l'idée que les élèves travailleront par binôme sur une seule tablette comme c'est le cas actuellement pour les cours d'histoire sur Genially. Pour rappel, lors de mon observation en mai, j'ai pu constater que dans ces binômes, il y avait toujours un élève qui clique et que l'autre n'interagit pas ou très peu avec la tablette. Les élèves étaient restés concentrés sur leur propre tablette et uniquement sur leur binôme. Il nous semble important que chaque enfant puisse interagir avec le logiciel et répondre activement aux questions. Pour favoriser ces échanges, nous avons imaginé plusieurs pistes. Le logiciel pourrait demander le nombre d'élèves ainsi que les prénoms lorsqu'on lance une thématique. Cela permettrait de questionner chaque élève de manière plus personnelle à certains moments ainsi que d'indiquer qui doit tenir la tablette. Une autre idée serait de mettre des moments de discussion entre plusieurs binômes ou d'avoir besoin de contenus présents sur d'autres tablettes pour avancer dans le cours. Nous avons pris la voie de la facilité pour notre prototype et n'avons pas poussé plus loin ces réflexions.

Une nouvelle version des maquettes a été réalisée en prenant tous ces éléments en considération. Nous avons ensuite défini la charte graphique et le parcours utilisateur final qui se base sur un scénario pédagogique.

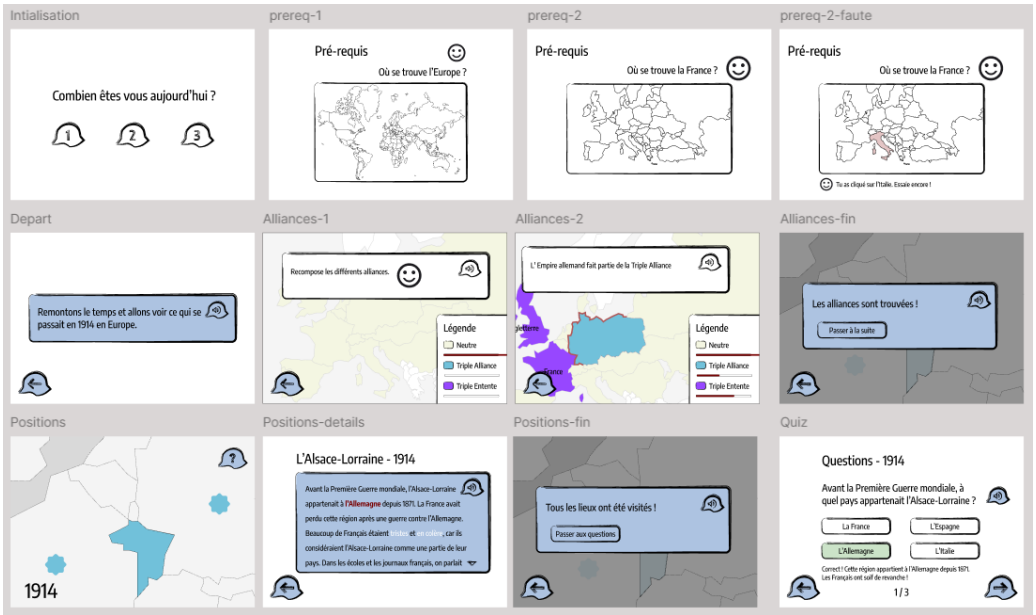


Figure 33 *- Maquettes moyenne-fidélité. Source : Kohli 2025.*

[26] L'étayage est une aide, un guidage pour l'élève dans son acte d'apprentissage.

[27] La réflexion complète et l'explication sur le nom sont disponibles dans le chapitre *étayage* de l'annexe 10.

5.2.5 Charte graphique

Afin d'assurer une cohérence visuelle, une charte graphique a été créé. Les couleurs sont parties d'une envie des mandants d'avoir du bleu, couleur des uniformes français pendant la Grande Guerre. La teinte de blanc pour les surfaces et celle des textes sont donc dérivés du bleu. La couleur primaire a été choisie arbitrairement pour garantir un bon contraste avec la couleur de fond. Tandis que la secondaire a été proposée par le site https://coolors.co/ en fonction de notre couleur principale et du blanc. Il fallait encore des couleurs pour la correction des exercices ainsi que pour signifier les erreurs. « Le rouge est associé au danger. Il s'agit tout d'abord de la couleur du sang : lorsqu'on en aperçoit, cela signifie rarement que tout roule […]. Le vert devient la couleur complémentaire du rouge et par conséquent devient symboliquement son opposé : il est la permission, la liberté, quand le rouge est l'interdit » (Morsche 2023). J'ai donc choisi une teinte de rouge et de vert qui avaient de bons contrastes avec les couleurs déjà présentes.

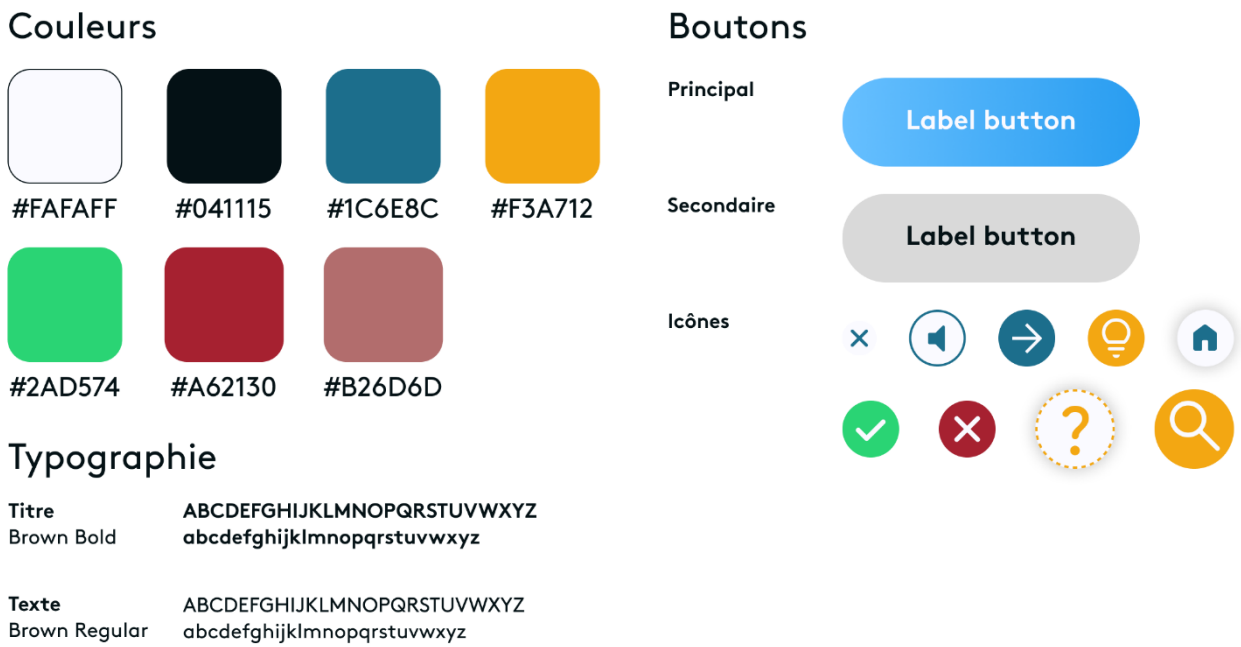


Figure 34 *- Charte graphique. Source : Kohli 2025.*

La typographie devait être adaptée aux enfants. J'ai été conseillée par une graphiste. Elle a proposé d'utiliser la police d'écriture Brown qui est une police assez ronde et douce ce qui rappelle le côté enfantin recherché. Les icônes proviennent de Google Material Symbols. Ils sont utilisés dans le format arrondi (rounded) pour garder la rondeur de la police. Tous les éléments visuels seront arrondis également. En parallèle de la création de la charte graphique, M. Nédélec a réalisé le début du scénario pédagogique servant de base aux maquettes finales.

5.2.6 Scénario pédagogique

Mes recherches montrent que les logiciels existants sont rarement exploités par les enseignants. Cela s'explique notamment par le manque de liens entre le contenu étudié dans le programme scolaire et ces logiciels. Afin de garantir une adhésion des enseignants français à notre projet, nous avons pris le temps de penser au scénario pédagogique. M. Nédélec a réalisé un document détaillant cela pour le cours prototypé. Pour chaque phase du déroulement idéal imaginé, il a suivi le même processus :

- Objectifs pédagogiques
- Compétences développées
- Description (ce qui est fait et ce qu'on voit à l'écran)
- RA (ce qui pourrait être augmenté)
- Tâche de l'élève
- Avatar Alex (ce qu'il dit ou les indices qu'il donnerait)
- Commentaires

Après cela, nous avons challengé l'intégration de la RA dans chaque phase. Il est important que la RA soit une véritable plus-value pour les élèves. Par exemple, pour la situation de recherche 2 (explications des alliances par des personnages), il était prévu que l'interaction avec la RA ne serve qu'à afficher un texte. Nous avons donc ajouté de petites animations en RA avant ces textes afin d'augmenter les interactions entre la carte et l'application.

Afin d'aider les élèves à retenir les éléments importants, nous avons décidé de les questionner sur chaque phase ou sous-partie explorée. De plus, un petit résumé de la phase servira de transition. Pour que les élèves aient de la matière à réviser pour le test, le doctorant a proposé de donner également un document papier à chaque élève. Ce dernier contiendra les questions importantes posées par Alex. Les élèves seront invités à recopier la réponse juste sur la feuille au cours de leur découverte du thème. Pour les alliances, une carte à colorier sera également fournie aux élèves. Ce document n'a pas été réalisé avant la fin du TB. Une partie des incitations à copier les contenus a tout de même été ajoutée aux maquettes.

Le scénario pédagogique réalisé[28] m'a servi de parcours utilisateurs :

1. Prérequis : situer l'Europe dans le monde
2. Test RA
3. Situations de recherche
    a. La composition des alliances
    b. Les forces en présence
        I. Jean, jeune soldat français
        II. Karl, jeune soldat allemand
        III. Nikolai, jeune étudiant russe
        IV. Edward, jeune marin britannique
        V. Stefan, jeune étudiant viennois.
        VI. Giovanni, jeune ouvrier italien
    c. L'attentat de Sarajevo
4. Evaluation : évaluation formative & feedbacks
6. Institutionnalisation (résumé de la leçon)
    a. Copie du résumé pour réviser en vue du test
    b. Résumé oral par l'enseignant

Les maquettes haute-fidélité ont ainsi pu être réalisées en vue de l'implémentation du prototype.

[28] Ce document est disponible en annexe 11.

5.2.7 *Maquettes haute fidélité*[29]

Les maquettes finales se basent sur la charte graphique, le parcours utilisateur et les différentes inspirations visuelles trouvées. Deux camarades de classe ainsi que M. Pinkas m'ont prodigué des conseils afin d'améliorer mon design. La majorité des contenus sont corrects. Les pages pour en savoir plus ainsi que l'introduction au chapitre n'ont pas été rédigées. Ces contenus ont été remplacés par des *lorem ipsum*[30]. Les scènes en RA sont difficilement modélisables. Pour que tout le monde comprenne que la maquette utilise la RA, j'ai ajouté un filtre rose. Tout ce qui est rosé sur la maquette est en RA et ce qui ne l'est pas est sur l'interface.

En raison de la contrainte de temps imposée par le TB, je me suis arrêtée à la modélisation des phases 1 et 2. La partie concernant l'attentat de Sarajevo ainsi que l'évaluation et l'institutionnalisation pourraient être facilement imaginées grâce aux prototypes créés. De plus, Alex, notre avatar, n'a pas été imaginé. Je me suis contentée de prendre un modèle 2D d'un garçon qui avait plusieurs expressions et postures pour représenter Alex dans les maquettes.

5.2.7.1 Accueil et choix de la thématique

Notre application devant être imaginée comme une plateforme permettant de donner tous les cours d'histoire de CM2, je me suis intéressée à la page d'accueil ainsi qu'aux étapes précédant les prérequis du cours. Un thème d'histoire est vu en plusieurs leçons de 45 minutes. J'ai trouvé judicieux de choisir dans un premier temps la période étudiée puis la thématique précise.



Figure 35 *- Maquettes pour aller de l'accueil au cours voulu. Source : Kohli 2025.*

5.2.7.2 Prérequis

La leçon débute par une phase de prérequis ou de réactivation des connaissances. Comme notre prototype correspond au premier cours sur le sujet de la Première Guerre Mondiale, nous n'avons pas de rappel du dernier cours. L'objectif pédagogique est de situer l'Europe et quelques pays européens sur une carte de 2025. En effet, c'est la carte que les enfants ont l'habitude d'utiliser. Pour certains élèves cela sera un rappel mais pour d'autres une découverte du contenu.



Figure 36 *- Maquettes de découverte des prérequis. Source : Kohli 2025.*

[29] « La maquette haute-fidélité (high-fidelity mockup) est une maquette très détaillée qui intègre des principes graphiques. On fait parfois référence à une maquette conceptuelle (conceptual mockup) ou à un prototype plus achevé » (MartinMTL 2011).
[30] « Le *lorem ipsum* est un texte de substitution utilisé dans la conception graphique. Ce langage factice rassemble toutes les lettres de l'alphabet dans un court paragraphe. La répartition des caractères y est équitable pour que l'attention du lecteur soit portée sur l'aspect graphique du document, et non sur le contenu textuel » (Druide informatique 2020).

Une fois que les élèves cliquent sur un continent, le programme peut répondre de deux manières différentes. Soit le continent touché est le bon et dans ce cas, on valide la réponse et on passe à la suite, soit le continent est faux et on doit l'expliquer à l'élève. En effet, comme le dit M. Dehaene, il est important de guider les élèves et de leur donner des feedbacks pertinents. Le texte expliquant la mauvaise réponse est accompagné de la possibilité de voir un indice. Cette action est visuellement représentée par une ampoule.



Figure 37 *- Maquettes des réponses possibles au choix du continent. De droite à gauche : correct, faux, indice. Source : Kohli 2025.*

Après avoir identifié l'Europe, les élèves sont invités à retrouver différents pays européens. La carte utilisée est une carte de l'Europe avec les frontières politiques 2025. La France, l'Allemagne, la Russie ainsi que l'Angleterre sont à identifier. Le mécanisme de réponses et de feedbacks est similaire à celui expliqué ci-dessus. Lorsque le dernier pays est découvert, l'élève passe à la phase 2 du cours, soit la découverte de la thématique.



Figure 38 *- Maquette de l'étape de recherche de la France. Source : Kohli 2025.*

5.2.7.3 Test RA

Une fois que les prérequis sont validés, il est intéressant de présenter la carte physique aux élèves. L'objectif des élèves est de voir les changements que l'Europe a connus entre 1914 et 2025. Cette partie est réalisée en RA à l'aide d'un curseur temporel permettant de comparer les frontières des pays en 2025 en les superposant aux frontières de 1914. Puis, les élèves entrent dans le vif du sujet avec la première situation de recherche.

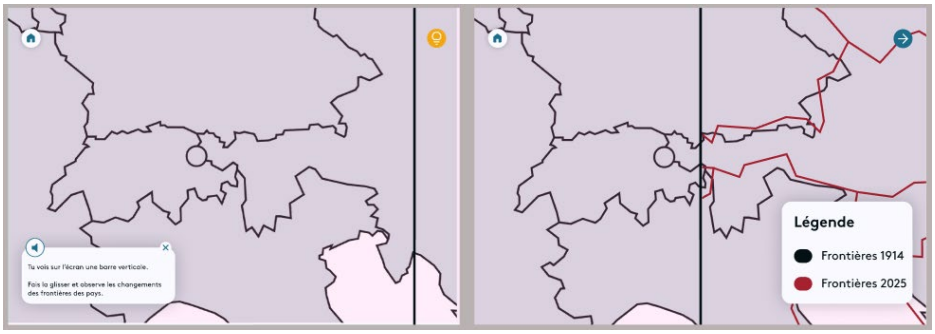


Figure 39 *- Maquettes en RA permettant de comparer les frontières entre 1914 et 2025. Source : Kohli 2025.*

5.2.7.4 Situations de recherche

Après un écran de transition permettant de poser le contexte historique, les élèves passent à la découverte de la composition de la Triple-Alliance et de la Triple-Entente.

Cette maquette possède l'icône d'un crayon. Ce dernier signifie que quelque chose doit être recopié sur la feuille annexe. En l'occurrence, les élèves doivent écrire les noms des pays appartenant à chaque alliance.



Figure 40 *- Consignes pour la première situation de recherche. Source : Kohli 2025.*

5.2.7.4.1 La composition des alliances

Objectifs	Identifier, nommer et mémoriser les pays appartenant à la Triple-Alliance et à la Triple-Entente à l'aide de la carte et de la RA.
Compétences	Formuler des hypothèses : Mettre en relation deux informations pour émettre une hypothèse. Connaître différents systèmes d'information et les utiliser : Savoir naviguer à l'intérieur d'une ressource (dispositif cartographique et RA) afin de pouvoir trouver les informations nécessaires pour un travail donné.
Description	L'élève doit retrouver les pays appartenant aux deux blocs d'alliance. Une légende indique trois informations : le nom des deux alliances et la neutralité d'autres pays. Découverte intuitive de l'appartenance des pays aux blocs. Ceux-ci prennent les couleurs de la légende. Une information textuelle donne le bloc auquel appartient le pays (neutre, Triple-Alliance, Triple-Entente). La consigne est formulée par l'avatar, aucun étayage.
RA	Les pays des deux blocs apparaissent en RA lorsqu'on clique dessus.

Tableau 4 *- Extrait du scénario pédagogique concernant la première situation de recherche.*

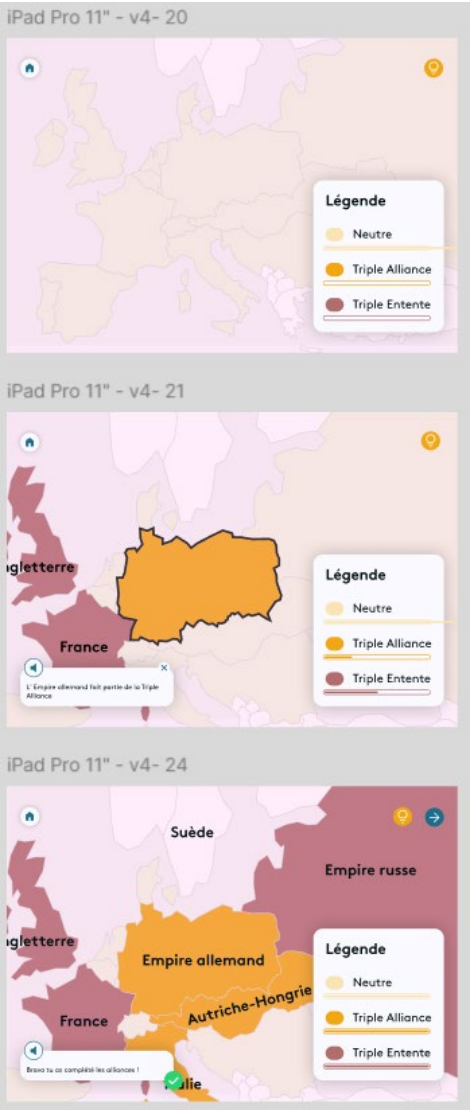


Figure 41 *- Maquettes initiale, intermédiaire et finale de la situation de recherche 1. Source : Kohli 2025.*

Le choix de la couleur représentant chaque alliance a été difficile. Au musée de Meaux, la Triple-Entente (France, Royaume-Uni, Russie et leurs alliés) est représentée en rouge et la Triple-Alliance (Allemagne, Autriche-Hongrie et leurs alliés) en vert sur tous les atlas. Cependant, nous avons défini que le rouge signifiait ce qui était faux. De ce fait, les élèves pourraient interpréter les pays en rouge comme les méchants. Nous avons donc choisi des couleurs plus neutres, un orange pour la Triple-Alliance et un rose pour la Triple-Entente.

Les pays ne faisant pas partie d'une alliance ne seront pas traités dans la suite du cours. Il a été choisi d'ajouter un lien pour en savoir plus sur ces pays. Ces contenus sont facultatifs et ne feront pas partie de la matière à retenir. Des élèves comme Benoît pourraient être intéressés tout comme des immigrés voulant en savoir davantage sur leur pays en 1914.



Figure 42 *- Maquettes pour en savoir plus sur la Suède. Source : Kohli 2025.*

En cas de doute sur ce qu'il faut faire, les élèves peuvent cliquer sur l'ampoule. Cela permet d'afficher un texte d'aide au milieu de l'écran. Une fois que les alliances ont été reconstituées, l'accès à la suite est débloqué. Les enfants peuvent tout de même continuer à explorer les autres pays. En cliquant sur la flèche en haut à droite, ils passent à la situation de recherche suivante.

5.2.7.4.2 Les forces en présence

Connaître les noms des pays impliqués dans le jeu des alliances est un début, mais il faut encore comprendre les raisons de ces alliances et les objectifs des pays. Les élèves commencent par poser une ou plusieurs hypothèses permettant d'expliquer les alliances. Ensuite, en cliquant sur un personnage, ils observent une petite animation en RA du point important à retenir pour le pays. Alex entame finalement une discussion avec ce personnage. Bien évidemment, la conversation est transcrite en français dans l'interface.



Figure 43 *- Déroulement de la situation de recherche 2. Source : Kohli 2025.*

A l'issue de chaque dialogue, deux questions de compréhension sont posées. Certaines réponses doivent être écrites sur la feuille annexe. Quand tous les personnages ont été interrogés, les élèves continuent le cours.

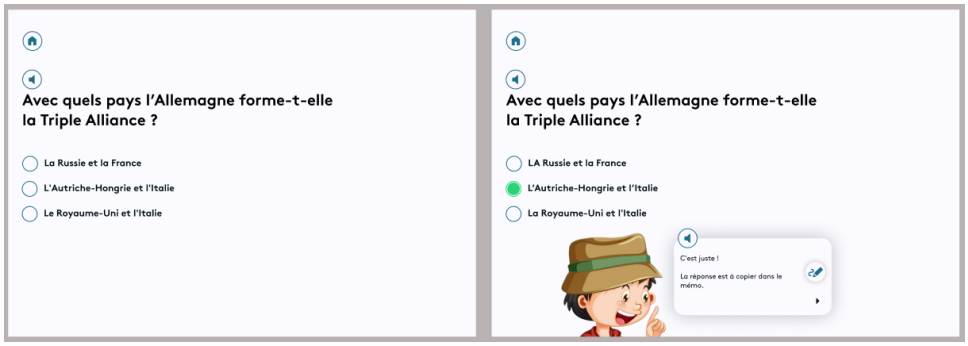


Figure 44 *- Une des questions suivant le dialogue avec Karl, un jeune soldat allemand. Source : Kohli 2025.*

Bien que toutes les maquettes n'aient pas été modélisées, plusieurs propositions visuelles ont été faites pour les besoins du projet.

5.2.7.5 Autres maquettes réalisées

Un écran dédié à la perte de la carte en RA semblait nécessaire. Ce dernier est inspiré de celui de l'application ARC Geography. Chaque fois qu'aucun marqueur de la carte n'est détecté par l'application, cet écran apparaît afin de guider les élèves.

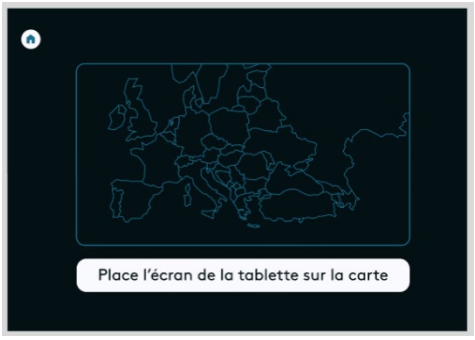


Figure 45 *- Maquette représentant la perte de la carte. Source : Kohli 2025.*

J'ai également réfléchi à d'autres visuels pour les quiz ainsi qu'à ce qui pourrait aider les élèves à répondre aux questions dans la phase trois, exercices de compréhension. J'ai imaginé qu'un texte à trous pourrait compléter les questions à choix multiples. Pour aider les élèves à répondre, une loupe serait disponible. En cliquant dessus, l'élève serait invité à retourner sur la carte en RA. Il aurait ainsi accès à tous les éléments visités lors de la phase de découverte de la leçon. Chaque interaction faite pourrait être réalisée à nouveau afin de trouver la réponse. L'élève reviendrait ensuite à la question en cliquant sur le point d'interrogation. Une petite animation accompagnerait ce changement comme si la loupe et le point d'interrogation étaient les deux côtés d'une pièce.



Figure 46 *- Modélisation d'une question à choix multiple, d'un texte à trou et de l'option loupe. Source : Kohli 2025.*

Finalement, j'ai également pensé à la RA pendant la phase de compréhension et de synthétisation. Une nouvelle forme d'interaction en RA a ainsi vu le jour. Il s'agit de la correction dynamique d'un exercice réalisé sur la carte physique.

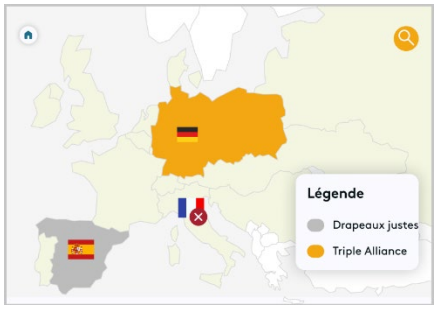


Figure 47 *- Exemple de correction pour un exercice réalisé en RA. Source : Kohli 2025.*

Pour notre leçon prototypée, il pourrait s'agir de positionner les drapeaux des différents pays appartenant à la Triple-Alliance aux bons endroits. La tablette permettrait de faire la correction de l'exercice. Les pays changeraient de couleur sur la tablette en fonction des positionnements des drapeaux. Le pays serait de la couleur de l'alliance si le drapeau est positionné correctement et que le pays fait réellement partie de l'alliance demandée. Si le drapeau est correctement placé mais que le pays ne fait pas partie de la Triple-Alliance, alors le pays serait gris.

Les maquettes haute-fidélité m'ont permis de réaliser un prototype interactif permettant aux mandants de mieux se projeter dans le projet.

5.2.8 Maquette interactive

Grâce à toutes les maquettes réalisées, j'ai pu faire un prototype interactif sur Figma.[31] L'ajout de l'interactivité permet d'obtenir un résultat concret. C'est sur cette base que le prototype a pu être validé par les mandants en vue de son développement technique.

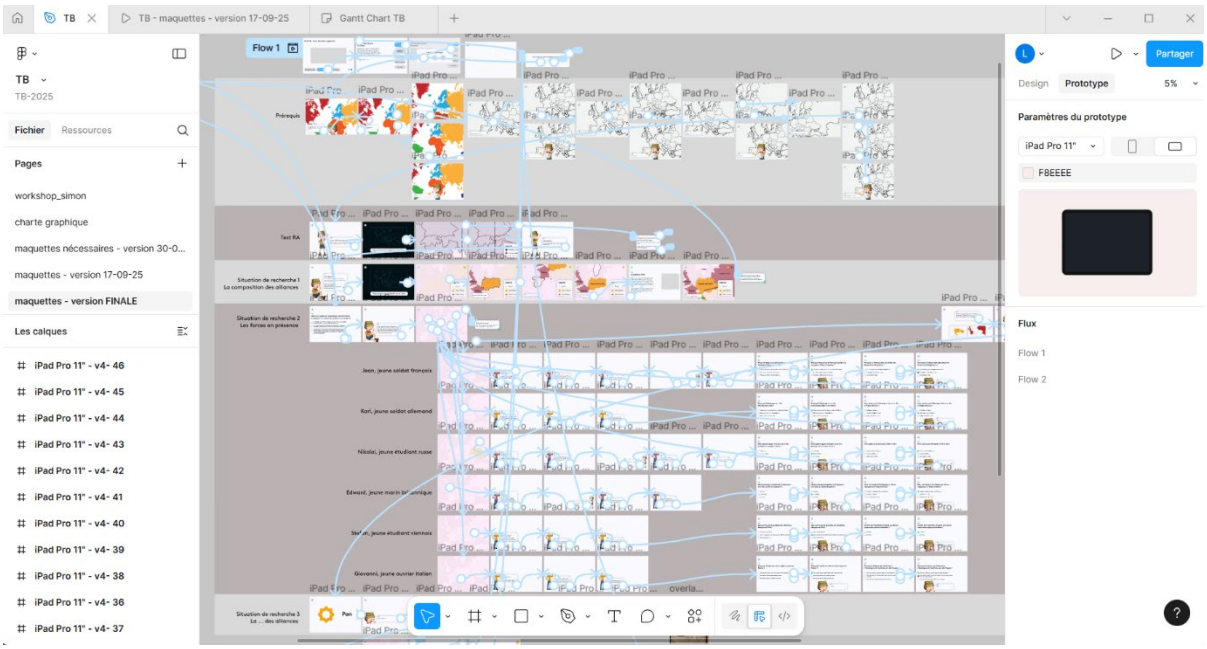


***Figure 48** - Capture d'écran des maquettes interactives. Source : Kohli 2025.*

5.2.9 Création d'un premier logo

Pendant la phase de développement, j'ai dû choisir l'icône de l'application visible sur les tablettes. N'ayant que peu de temps à disposition, j'ai décidé d'utiliser l'IA (intelligence artificielle) pour réaliser un premier logo. Je voulais que l'histoire et le numérique soit présent dans ce dernier. J'ai tout d'abord demandé à ChatGPT 5o de définir le prompt et les paramètres nécessaires à la réalisation d'un icône noir et blanc avec Leonardo.ai, une IA qui permet de réaliser des images dans différents styles. La réponse générée a servi de base pour générer les logos dans cette deuxième interface. Pour avoir plus de variété, j'ai fait deux itérations de la requête en modifiant uniquement une partie du prompt. Les différentes requêtes sont disponibles dans l'annexe 12.



***Figure 49** - Propositions de logo. Source : Leonardo.ai selon le prompt ChatGPT, 27 octobre 2025.*

[31] Lien pour accéder à la maquette interactive : https://www.figma.com/proto/AkehGFeUoc1bNYcqbYWIAB/TB?page-id=577%3A4505&node-id=577-4514&p=f&viewport=129%2C-42%2C0.05&t=FBOoSenlzXs90YWT-1&scaling=scale-down&content-scaling=fixed&starting-point-node-id=577%3A4514&show-proto-sidebar=1

J'ai trouvé que le sablier en bas à gauche reflétait bien l'histoire tout en ayant un aspect moderne. Les divers motifs sur les côtés me font penser aux flux de données et donc au domaine digital. Ce logo a finalement été vectorisé avec Adobe Express puis intégré à l'application comme icône.

J'ai également généré différents QR-code servant d'ancrage pour la partie Tutoriel de notre test. Ces derniers ont été faits sur une plateforme prévue à cet effet et permettant de les optimiser pour la technologie choisie. Je les ai ensuite vectorisés et modifiés sur Adobe Illustrator. J'ai supprimé le centre de chaque marqueur afin d'y ajouter le logo et un numéro. En testant rapidement le premier point d'ancrage, j'ai pu constater que la rotation verticale du QR-code permettait d'en réaliser un deuxième rapidement. J'ai ainsi généré huit QR-code pour en réaliser 15. Les différents marqueurs sont disponibles en annexe 3.



***Figure 50** - Marqueur servant d'ancrage pour le Tutoriel. Source : Kohli 2025.*

5.3 Analyse des résultats

La conception UI/UX a été une partie importante de mon TB. Afin de pouvoir développer un prototype, je n'ai pas pu aller aussi loin que j'aurais aimé dans les maquettes. La fin de la leçon n'a pas encore été modélisée. La partie de synthétisation des contenus est importante afin de pouvoir évaluer notre concept. Il faudrait également réaliser le document papier accompagnant notre prototype. Après tout cela, il aurait été nécessaire de réaliser des tests utilisateurs à ce moment afin de challenger les contenus et le parcours utilisateur. La couleur des différentes alliances mérite également un plus grand temps de réflexion. Je pense que certaines consignes ne sont pas assez précises pour que les élèves puissent être autonomes. D'ailleurs quand une partie des contenus a été implémentée dans le prototype, plusieurs phrases ont été reformulées. Ces étapes seraient d'autant plus nécessaires avant de continuer l'implémentation.

De plus, la place de la RA pourrait encore être augmentée. Une collaboration avec des personnes externes au projet serait bénéfique pour remettre en question nos utilisations de cette technologie. Je pense que chaque phase du cours aurait intérêt à contenir de la RA afin de mieux aider les élèves à visualiser l'Histoire. Il faudrait également imaginer Alex et le modéliser. La place de ce guide pourrait être approfondie afin de garantir un étayage suffisant. Finalement, le logo devrait être analysé et amélioré afin de refléter au mieux le projet.



***Figure 51** - Les technologies utilisées dans la conception UI/UX : papier/crayon, Figma, Miro, Adobe Illustrator, Adobe Express, ChatGPT et Leonardo.ai.*

Mon titre de TB stipule clairement que c'est une Histoire dont vous êtes le héros. Bien que le cours soit structuré, les élèves peuvent parcourir les contenus dans l'ordre de leur choix. Ils ont aussi accès à des contenus complémentaires non-essentiels. De plus, ils sont acteurs de leurs apprentissages par les différentes questions et hypothèses à formuler. Je pense que ce concept pourrait encore être augmenté. Lors de notre brainstorming de juillet, nous avions évoqué la possibilité de laisser les élèves parcourir les thématiques dans l'ordre de leur choix. Cette idée avait été mise de côté car nous n'avons réalisé qu'un cours. Je suis certaine que cette idée ou d'autres idées inspirées des nombreux livres dont vous êtes le héros pourraient augmenter l'implication des élèves dans les leçons.

Chapitre 6
Développement du prototype

6.1 Objectifs

Ce chapitre traite des différentes étapes pour réaliser le premier livrable, soit le prototype fonctionnel. Le but principal est de transformer les maquettes d'au moins une scène pédagogique en une interface compatible avec des tablettes Android. Il doit également implémenter la RA à travers la carte physique créée. Il a été réalisé sur la base des différentes études et livrables évoqués précédemment. La recherche sur les ancrages possibles a permis de ressortir deux technologies. Il s'agit de A-Frame et Unity. J'ai ensuite fait des tests avec chacune des deux afin de définir laquelle était la plus adaptée. Finalement, j'ai implémenté une scène complète en RA en vue d'un test avec des élèves.

6.2 Démarches

6.2.1 Recherches : l'ancrage en RA

Il existe plusieurs types de RA. En effet, elle peut être basée sur des marqueurs, sans marqueur, par projection, par superposition ou encore basée sur la localisation. Dans ce TB, je vais uniquement parler de la première catégorie.

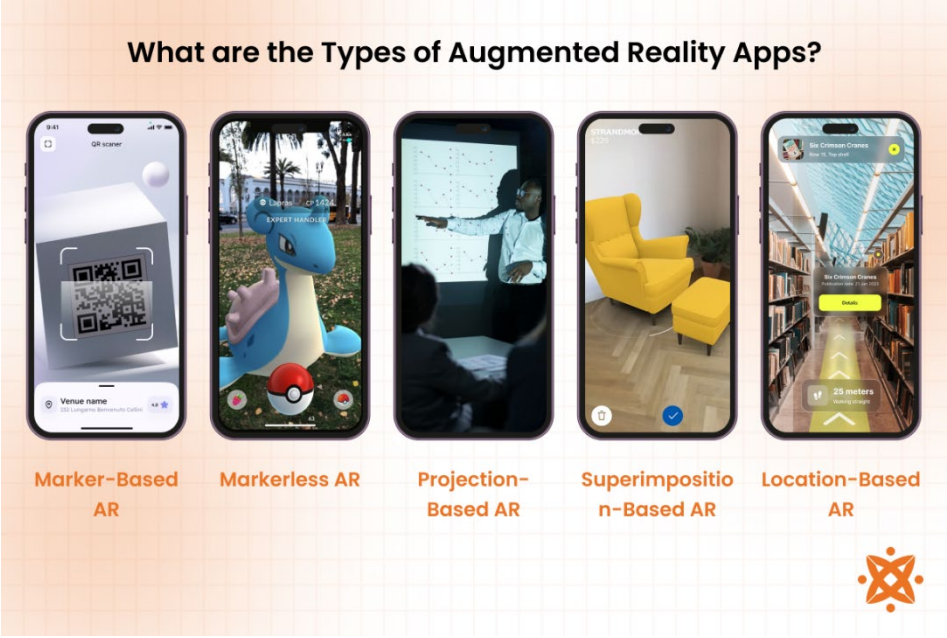


***Figure 52** - Les différents types de réalité augmentée. Source : Intelivita 2025.*

La RA basée sur des marqueurs utilise des images physiques prédéfinies, souvent des codes QR, comme repères pour afficher du contenu. Pour convertir une image en marqueurs, on utilise la méthode NFT (Natural Feature Tracing). Cette technique utilise les caractéristiques naturelles de l'image comme points clés. Afin de garantir une détection fiable par l'application, il est nécessaire d'utiliser des images de bonne qualité avec beaucoup de détails (formes, couleurs, textures). De plus, le marqueur physique doit être fidèle à l'image d'origine et limiter les reflets (Navan Chauhan 2025; Daniel Fernandes Gonçalves de Oliveira 2020).

Notre carte semble assez riche en formes et couleurs. Son impression en format A0 ainsi que la texture du papier utilisé garantissent également un bon ancrage. Comme A-Frame à travers la librairie AR.js ainsi que Unity sont compatibles avec les marqueurs NFT et qu'elles sont fréquemment citées dans des projets en RA, nous les avons comparées afin de choisir la technologie la mieux adaptée à nos besoins.

6.2.2 *Comparaison des technologies*

Différents critères ont permis de sélectionner la technologie finale :

- Capacités techniques en RA
  - Positionnement précis d'éléments en RA
  - Stabilité de la détection
  - Possibilité de lire plusieurs marqueurs en même temps
- Autres besoins techniques
  - Possibilité de faire des moments en 2D
  - Code modulaire (réutilisable)
  - Possibilité de créer le logiciel à plusieurs
  - Facilité d'apprentissage de la technologie
  - Possibilité de faire des modifications sans connaissances techniques
- Maintenance et support
  - Tutoriels et ressources facilement identifiables
  - Mise à jour régulière de la technologie
  - Communauté active / forum d'entraide
  - Documentation claire et complète
- Performances
  - Temps de lancement de l'application
  - Performances pendant l'utilisation
  - Mode hors-ligne
- Accessibilité et compatibilité
  - Compatibilité avec un maximum d'appareils
  - Optimisation possible pour différents appareils (responsive[32])

Des tests et des recherches ont ensuite été effectués pour analyser chaque technologie. Le critère décisif choisi est la possibilité de lire plusieurs marqueurs de RA en même temps et de pouvoir définir leurs positions relatives les uns par rapport aux autres. Cette fonctionnalité sera utilisée pour la correction dynamique d'un exercice. Lors de ce cours, les élèves devront positionner différents drapeaux sur la carte physique puis corriger à l'aide du logiciel.[33]

6.2.2.1 A-FRAME

A-Frame est un framework[34] Web open source qui permet de créer des scènes en 3D et AR/VR directement dans le navigateur. AR.js est une bibliothèque JavaScript qui s'intègre avec A-Frame pour ajouter des fonctionnalités de RA. Ces technologies permettent de construire des expériences en RA directement accessibles via un lien web sans installation préalable sur les appareils. Elles fonctionnent à travers des composants basés sur Javascript ce qui permet de rendre le code modulaire. De plus, nous sommes dans l'écosystème web ce qui facilite la création de scènes en 2D et la collaboration à travers des outils comme GitHub, une plateforme utilisant le système de contrôle de version Git. La dernière version d'A-Frame (1.7.1) a été publiée il y a sept mois (soit en avril 2025) et plusieurs mises à jour sont mises en place chaque année. Plus de 10'000 personnes utilisent ce framework et la communauté semble active, ce qui permet d'affirmer que la maintenance et le support d'A-Frame sont corrects (Supermedium 2025; A-Frame authors 2025).

Pour ce qui est d'AR.js, les mises à jour ont lieu une fois par an et 600 personnes l'utilisent selon la page GitHub de cette bibliothèque. Les exemples et tutoriels disponibles sont peu nombreux. La documentation spécifique est très courte et peu détaillée (AR.js 2025; Nicolò Carpignoli, Daniel Fernandes Gonçalves de Oliveira).

---

[32] « Le "responsive" ou "responsive design" est le terme anglo-saxon qui s'est imposé pour désigner l'ensemble des techniques et des outils visant à créer un site web capable de s'adapter sur tout type d'appareil » (Pure illusion)

[33] Cette idée a été expliquée dans le chapitre 5.2.7.5 de ce rapport.

[34] « Un Framework est une boite à outils pour un développeur web. […] Il contient des composants autonomes qui permettent de faciliter le développement d'un site web ou d'une application » (Pure illusion).

Globalement ces deux technologies ne semblent pas difficiles à apprendre car elles se basent sur les langages Web qui sont assez simples à comprendre. Un fichier JSON pourrait également être ajouté au code afin de faire de petites modifications rapidement sans avoir besoin de toucher au code. Comme nous sommes liés aux technologies du Web, nous pouvons très facilement rendre notre design adaptatif ainsi que garantir la compatibilité de notre code, car les navigateurs sont majoritairement compatibles et disponibles sur les appareils ciblés. Cependant nous sommes contraints par les navigateurs pour le temps de chargement, qui est lié à la connexion réseau. Le mode hors-ligne est possible à travers une PWA (Applications web progressives)[35] mais cela reste très limitant.

Les tests ont été réalisés en plusieurs temps. Tout d'abord, j'ai essayé d'afficher un cube sur différentes images afin de tester la détection de l'image ainsi que la qualité des ancrages. Pour qu'une image soit détectée par la librairie AR.js, il faut la convertir en format FSET. J'ai réalisé ce fichier avec un générateur de NFT en ligne NFT Creator, créé par Carnaux[36]. Il suffit ensuite de l'ajouter à l'endroit voulu dans le projet (dans mon cas dans Public ou Public/assets).

Le code doit obligatoirement contenir les balises suivantes pour réaliser de la RA :

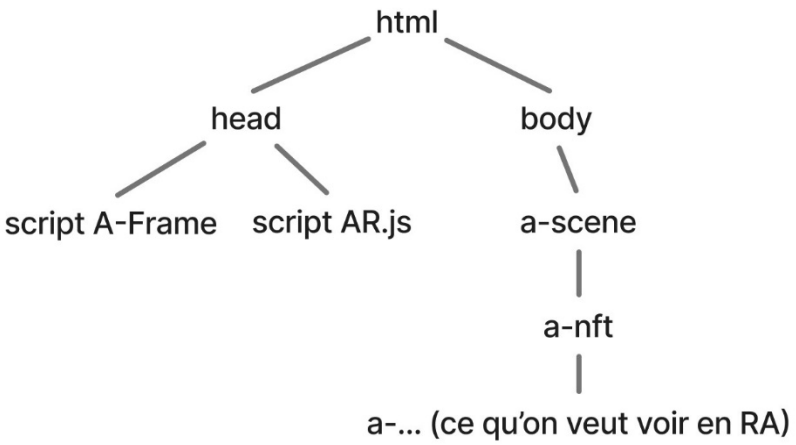


Figure 53 *- Arbre des balises nécessaires à l'utilisation de AR.js. Source : Kohli 2025.*

La qualité d'ancrage peut être affichée dans la console de l'inspecteur[37] en passant le paramètre *debugUIEnabled* à true dans la balise a-scene.

```
<a-scene
    vr-mode-ui="enabled: false;"
    renderer="logarithmicDepthBuffer: true;"
    embedded
    arjs="debugUIEnabled: true; sourceType: webcam; markersAreaEnabled: true;"
>
```

Listing 2 *- Code pour l'affichage de la qualité d'ancrage dans la console (Kohli 2025)*

[35] « Les applications web progressives (ou progressive web applications en anglais, abrégées en PWAs) sont des applications web qui utilisent les service workers, les manifestes, et d'autres fonctionnalités de la plateforme web, avec l'amélioration progressive pour fournir aux utilisatrices et utilisateurs une expérience équivalente à celle des applications natives.
Les applications web progressives ont plusieurs avantages : elles peuvent être installées, améliorées progressivement, conçues de façon adaptative, maintenir l'engagement, être indiquées avec un lien, découvrables, indépendantes de l'état du réseau, et sécurisées » (MDN contributors 2025).

[36] Lien du générateur de NFT utilisé : https://carnaux.github.io/NFT-Marker-Creator/#/

[37] « Il s'agit d'un journal d'avertissement frontend pour un site, et c'est un endroit où vous pouvez également saisir des extraits de code pour effectuer un test rapide d'une idée » (Ravoof 2021).

Les messages ressemblent à ceux de la capture d'écran. A l'aide d'une requête ChatGPT, j'ai pu comprendre ce que cela signifiait :[38]

- « **Tracking lost** → Le tracker vient de perdre complètement la correspondance avec l'image de référence.
- **-3** est un code interne :
  - -1 = perte normale
  - -2 = mauvaise qualité d'image (flou, reflets)
  - -3 = points insuffisants pour recalculer la pose → souvent dû à sortie du champ de vision ou mouvement trop rapide.



Figure 54 - Capture d'écran des messages dans la console pour une image traquée avec AR.js

- **Page[0]** → Dans un marker NFT, l'image est découpée en plusieurs *pages* ou *tuiles* (pour faciliter le matching).
- **pre** : points-clés trouvés par l'algorithme (type ORB/SIFT simplifié).
- **aft** : points-clés qui passent le filtrage qualité. Ici, les deux sont identiques (13) → pas de perte.
- **Error** → Erreur moyenne (distance) entre les points-clés détectés dans la vidéo et ceux enregistrés dans le modèle .mind. Plus c'est proche de **0**, plus l'alignement est précis. <0.5 → bonne détection.
- **Tracked page** → Indique quelle page du marker NFT est actuellement suivie.
- **15810248** → ID interne de la page (non utile pour toi, juste un identifiant mémoire).
- **(max 0)** → Numéro de la meilleure page détectée dans cette frame (0 = première page). » (ChatGPT modèle GPT-5 08.08.2025).

Ainsi, j'ai pu remarquer que nos premières cartes sans détails n'étaient pas adéquates avec cette librairie. En effet, seule une image avec des détails en couleurs était jugée adéquate. De plus, la taille du fichier FSET ne doit pas dépasser 10 Ko. Le tableau ci-dessous synthétise mes différents tests effectués. La première image est l'une des images proposées pour tester la librairie.

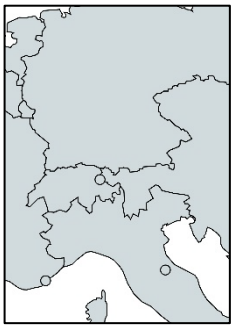
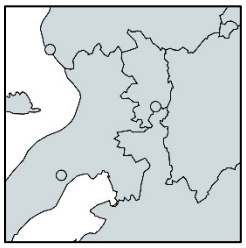
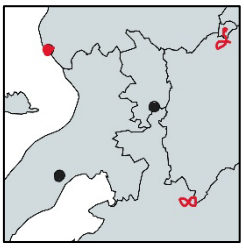
				
Taille du fichier FSET	5,78 Ko	10,3 Ko	8,07 Ko	8,23 Ko
Message dans la console	pre: 13, aft: 13, error = 0.434285	Out of memory	pre: 11, aft: 11, error = 0.624083	pre: 12, aft: 12, error = 0.325302
Remarque	Détectée facilement		Détectée très proche de l'écran	Détectée très proche de l'écran

Tableau 5 - Synthèse des tests réalisés avec AR.js

[38] Ce prompt ainsi que tous les autres utilisés dans le cadre du TB sont disponibles dans l'annexe 12.

J'ai également réalisé une version du code permettant d'afficher plusieurs images en même temps. Pour cela, il suffit d'ajouter une deuxième balise *a-nft* utilisant une image différente comme le propose Nicolò Carpignoli dans la discussion en parlant sur GitHub (Walter Perdan 2020). L'ancrage de cette double image est réalisable. L'annexe 13 fournit le lien du repo GitHub des différents tests A-Frame réalisés pendant le TB.

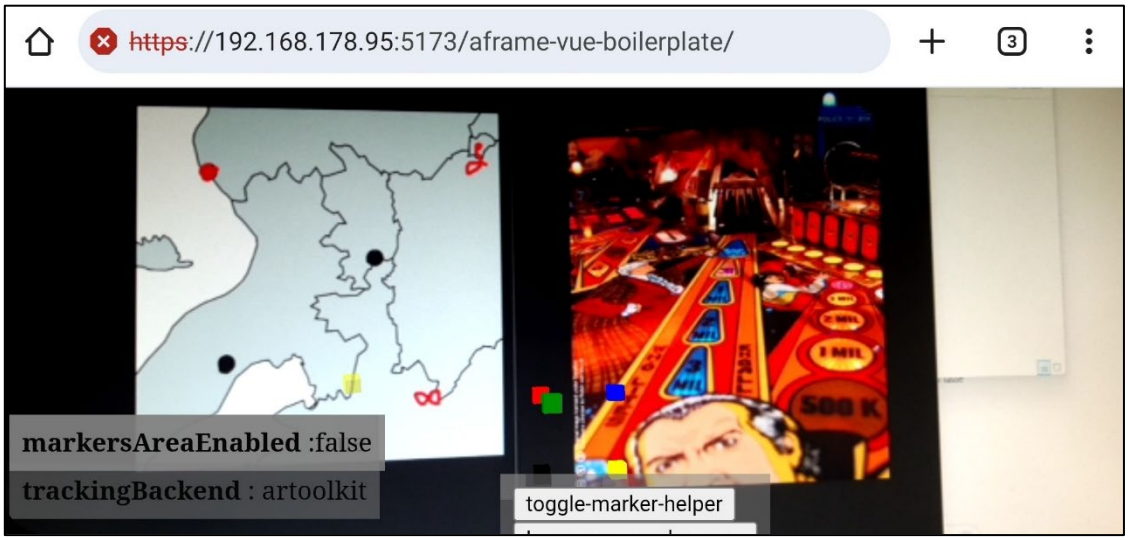


Figure 55 *- Capture d'écran de la détection de deux images avec A-Frame. Les 4 cubes sont en RA, le jaune étant ancré sur la première image et les 3 autres sur la deuxième.*

Après ces quelques tests, j'en conclus que A-Frame et AR.js permettent de faire de la RA. Cependant, le positionnement des objets en RA est peu fiable et la stabilité moyenne. La qualité de l'image à transformer en FSET doit être faible alors qu'il est recommandé d'avoir une image de bonne qualité pour que la RA fonctionne correctement. Ces technologies semblent convenir à de petits marqueurs ou images. De plus, les performances sont dépendantes de la taille de nos fichiers et de la complexité de notre code. Comme notre carte est très grande et nos fichiers lourds, je ne pense pas que cette configuration fonctionnera convenablement. En parallèle de ces tests, je me suis renseigné sur Unity et ses différentes librairies de RA.

6.2.2.2 Unity

« En quelques années, Unity a réussi à s'imposer comme le moteur de jeu[39] multiplateforme par excellence. Développé par Unity Technologies, il s'agit également d'un IDE (environnement de développement intégré)[40]. […] Le moteur prend en charge Android, MacOS, Linux, Windows, iOS ainsi que les consoles de dernière génération chez Microsoft, Sony et Nintendo. » Ce moteur permet donc de faire du responsive design. De plus, Unity « permet de mener facilement des projets 2D ou 3D, ou bien un mélange des deux. […] Il offre aussi la possibilité d'exporter le projet pour faire de la réalité augmentée ou virtuelle. » Ce logiciel utilise le langage de programmation C#. Il est aussi possible d'utiliser le Visual Scripting, une manière de faire créer la logique du jeu avec des blocs préconçus. Dans ce projet cependant, l'approche en C# a été privilégiée pour plus de flexibilité (Campus 2025).

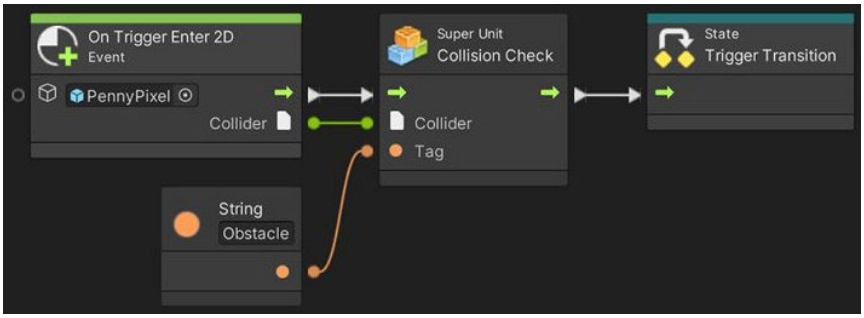


***Figure 56** - Exemple de Visual Scripting sur Unity. Source : Unity Technologies 2025a.*

« Un développeur ou graphic programmer de niveau intermédiaire peut le manier aisément. Ceux ayant déjà une expérience dans la POO (programmation orientée objet) seront à leur aise. » Ainsi, le code peut être modulaire. « Unity met à la disposition des débutants plusieurs tutoriels et cours destinés à tous les niveaux sur Unity Learn. Pour cela, ils peuvent consulter le parcours Unity Essentiels. Les tutoriels abordent des thématiques variées comme la présentation de l'interface et la création d'un projet simple. Le moteur possède également plusieurs forums rassemblant ses utilisateurs pour obtenir des aides supplémentaires. » Ce logiciel est mis à jour régulièrement. La version actuelle est Unity 6. En effet, une nouvelle version est disponible chaque année et des corrections ont lieu chaque mois. J'utilise la version 6000.2.6f2 dans le projet final. Finalement, de grands studios de jeux vidéo utilisent également Unity, comme Niantic, l'entreprise derrière le jeu Pokémon Go, ou encore Nintendo sur certains projets dont Super Mario Run. De nombreux outils collaboratifs sont donc disponibles. Pour ce TB, j'ai utilisé Unity Version Control qui fonctionne de manière semblable au système de contrôle de version Git (Campus 2025; Unity Technologies 2025a).

Afin de découvrir cette technologie, j'ai suivi différents tutoriels et lu quelques e-books de la plateforme Unity. Dans le parcours de formation Mobile AR Developpment, les conditions précises de déploiement sont explorées. Une application Unity est déployable pour iOS et Android si le code est généré par un MacOS uniquement. Sur un autre OS l'application ne sera compatible qu'avec Android. En effet, seuls les ordinateurs MacOS ont un programme nommé XCode qui permet le déploiement iOS. J'ai longuement exploré la documentation Unity. Elle est très fournie et différents livres digitaux gratuits sont également disponibles pour creuser des aspects précis (Unity Technologies 2025b).

[39] « Logiciel qui regroupe et gère en temps réel les fonctionnalités principales d'un jeu vidéo liées au graphisme, au son, à la simulation physique, à l'intelligence artificielle et à la communication réseau, et qui est conçu spécifiquement pour la création et le développement de jeux vidéo » (Office québécois de la langue française 2009).
[40] « Cela signifie qu'un développeur peut accéder à différentes ressources comme la documentation, les outils de débogage ou encore les outils de compilation pour créer son jeu » (Campus 2025).

Avant de pouvoir utiliser Unity, il est nécessaire de connaître quelques termes spécifiques :

- **Scène** : « Une scène en Unity représente un niveau ou un environnement dans un jeu. Les scènes peuvent contenir des GameObjects, des lumières, des caméras et d'autres ressources, permettant aux développeurs d'organiser et de gérer efficacement différentes parties de leurs projets » (NSdesignGames 2025).
- **GameObject** : « dans Unity, tout existe en tant que GameObject. Ce sont les éléments fondamentaux des scènes et peuvent représenter des personnages, des accessoires, des caméras, des lumières ou tout autre élément d'un jeu. Les objets de jeu peuvent avoir des composants qui leur sont attachés, définissant leur comportement et leur apparence » (NSdesignGames 2025).
- **Composant** : « les composants sont des éléments de fonctionnalité modulaires […]. Les exemples incluent les scripts pour définir la logique et le comportement des GameObjects, les collisionneurs, les moteurs de rendu, les corps rigides et les sources audio » (NSdesignGames 2025).
- **Script** : « Les scripts sont écrits pour définir la logique et le comportement des GameObjects et peuvent être attachés en tant que composants pour contrôler leurs actions » (NSdesignGames 2025).
- **Prefab** : « les préfabriqués sont des GameObjects préconfigurés qui peuvent être enregistrés en tant qu'actifs réutilisables. Ils sont particulièrement utiles pour créer et maintenir des éléments cohérents tout au long d'un projet, tels que des modèles de personnages, des armes ou des éléments d'interface utilisateur » (NSdesignGames 2025).

De plus, l'interface Unity se divise en cinq zones aux fonctionnalités distinctes :

1. **Scene View** : zone centrale de l'interface. Elle sert à construire le jeu. On peut y placer des éléments, les déplacer et les ajuster dans l'espace 2D ou 3D en fonction des projets.
   Un deuxième onglet (**Game**) permet de visualiser la scène actuelle du jeu.
2. **Hierarchy** : liste des GameObjects présents dans la scène sous forme d'arborescence.
3. **Inspector** : affichage des propriétés et composants de l'objet sélectionné. On peut les modifier à cet endroit.
4. **Project** : répertoire des fichiers présents dans le projet.
   Un deuxième onglet (**Console**) permet de voir entre autres les messages d'erreurs.

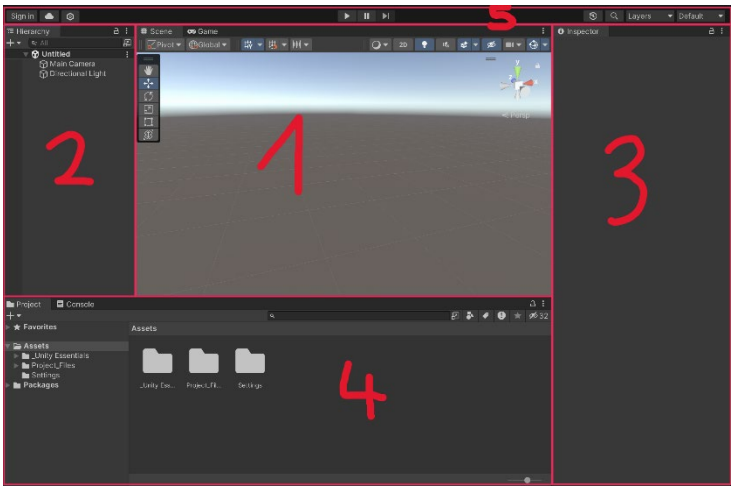


Figure 57 *- Capture d'écran de l'interface Unity.*
Source : Unity Technologies 2025b

5. **Toolbar** : barre d'outils de l'interface. Elle contient les commandes principales, notamment de lancement et l'arrêt du jeu avec les icônes présentes au centre.

« Les paramètres de construction déterminent la manière dont un projet Unity est compilé dans un package exécutable ou déployable pour différentes plates-formes, telles que les PC, les appareils mobiles, les consoles ou les navigateurs Web. Les développeurs peuvent configurer les paramètres de résolution, de qualité graphique et les exigences spécifiques à la plate-forme ». De plus, les performances sont également liées au CPU (central processing unit) et GPU (graphic processing unit) de l'appareil utilisé. Unity a défini un diagramme de flux permettant de cibler les problèmes de performances et des conseils sont disponibles pour chacun ainsi que des idées pour les limiter dès le commencement (Sean Duffy et al. 2023).

Cela est repris dans le rapport de développement (annexe 19).

6.2.2.2.1 AR Foundation

AR Foundation est un framework ajoutant des interfaces pour les fonctionnalités de RA dans Unity. Il doit être accompagné d'un package[41] fournisseur (provider plug-in) spécifique à la plateforme ciblée. Pour Android, il s'agit de Google ARCore XR Plug-in. Après avoir importé ces deux éléments, nous pouvons faire différentes sortes de RA sur Unity dont la RA basée sur des marqueurs ou des surfaces planes. La version importée dans le projet est la version 6.3.1 pour les deux éléments. De nouvelles versions voient le jour en même temps que celles de Unity et quelques petites modifications ont lieu entre deux versions. Il faut posséder un appareil Android tournant au minimum sur Android 7.0 ou un iPhone X ou plus récent tournant au moins sur iOS 11 pour que notre appareil puisse utiliser l'application générée avec AR Foundation. De plus, un bon marqueur RA doit avoir de forts contrastes, éviter les motifs répétitifs et être en format PNG ou JPG avec une taille minimale de 300x300 px. AR Foundation utilise uniquement les niveaux de gris pour détecter les images (Unity Technologies 2025c; 2025b).

Bien que Unity soit très utilisé, la partie RA de ce moteur de jeu est peu détaillée. Les tutoriels ne sont pas tous compatibles et n'utilisent pas les mêmes extensions/versions que celles utilisées dans mon projet. Chaque apprentissage est donc ralenti par la recherche de l'endroit où se trouve actuellement la fonctionnalité citée dans une vidéo explicative ou l'obsolescence des propositions. J'ai fait différents tests qui ont permis de voir que l'ancrage était très stable et que le positionnement des objets en RA pouvait se faire de manière précise. Cependant, tous les objets que j'ajoutais en RA étaient perpendiculaires à l'image servant d'ancrage. Malgré plusieurs tentatives sur un Sprite[42] rectangle définissant la Suisse, je n'ai pas réussi à tourner l'objet afin qu'il soit placé parallèlement à l'image. Comme on peut le voir sur l'image ci-dessous, le Sprite restait dans son orientation initiale peu importe les angles de rotation appliqués (valeurs indiquées au coin des captures).

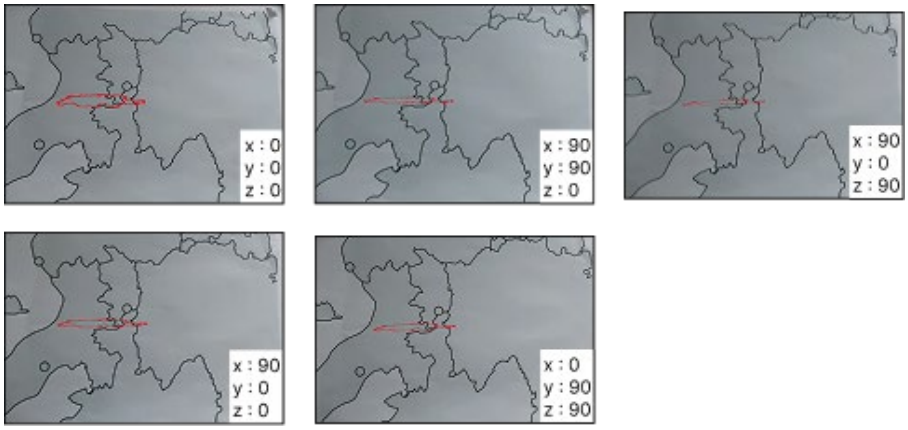


***Figure 58** - Captures d'écran des tests pour orienter le Sprite de la Suisse.*

A la découverte de ce problème et en raison du temps restant pour le projet, ce framework a été mis de côté. Je n'ai donc pas essayé d'analyser plusieurs images en même temps. J'ai ensuite combiné Unity avec Vuforia Engine.

[41] « Ensemble de logiciels munis d'une documentation, conçus pour répondre à des besoins spécifiques et permettre une utilisation autonome » (Le Robert).

[42] « Les Sprites sont des objets graphiques 2D utilisés pour les personnages, les éléments de décor, les projectiles et d'autres éléments du gameplay en 2D » [traduction libre] (Unity Technologies 2025d).

6.2.2.2.2 Vuforia Engine

Vuforia Engine est un SDK[43] (software development kit) spécialisé en RA réalisé par la société PTC. Ce produit est très largement utilisé dans les industries. Par exemple LEGO et Mercedes-Benz ont tous les deux au moins une application de RA réalisée avec Vuforia Engine. Cette technologie peut être ajoutée à Unity sous la forme d'un package. Ce dernier permet la reconnaissance d'image, d'objets et d'espaces. La version importée dans le projet est la version 11.4.4. La version 10 date de 2021 et la suivante de février 2025. Des mises à jour sont faites de manière régulière entre deux versions. Le package Vuforia Engine utilisé est compatible avec la majorité des téléphones, tablettes et autres appareils permettant de faire de la RA. Cependant il est nécessaire d'avoir un appareil tournant au minimum sur Android 10.0 ou sur iOS 16. Les tablettes à disposition de la classe de M. Nedelec, soit des tablettes Samsung Galaxy A (2016) avec un Android 8.1.0, ne sont donc pas compatibles avec ce package Unity. La documentation de Vuforia Engine est complète et les tutoriels nombreux et récents. Un grand nombre de chaines YouTube traite de ce sujet et beaucoup de personnes semblent répondre aux questions sur des forums dédiés. La seule fonctionnalité qui nécessite une connexion Internet est la *Cloud Image Recognition,* qui permet de reconnaitre des millions d'images basées sur le Cloud, mais elle n'est pas nécessaire au projet (Vuforia Engine Team 2025; PTC, chap. getting-started/vuforia-features/; chap. images-and-objects/cloud-recognition/cloud-recognition/; chap. platform-support/supported-versions/).

Dans notre cas, nous nous intéressons surtout à la fonctionnalité *Image Targets*, qui correspond aux images que Vuforia peut suivre et augmenter. Le nombre d'images traquées en même temps peut être défini dans un paramètre. Pour des raisons de performances, il ne faudrait pas traquer plus de cinq images simultanément. Les images utilisées comme ancrage doivent être en PNG ou JPG, avoir une taille minimale de 320 px et faire moins de 2.25MB. Une note d'augmentabilité, comprise en 0 et 5, définit dans quelle mesure une image peut être détectée et suivie à l'aide du moteur Vuforia. Les contrastes et les détails ainsi que les motifs non-répétitifs peuvent augmenter la note de l'image. D'autres conseils sont donnés dans la documentation officielle. Les différents tests réalisés ont permis de voir que les ancrages avec Vuforia sont excellents. On peut zoomer et se déplacer dans une image sans perdre la détection. Les différents objets augmentés se repositionnent et se redimensionnent en fonction de nos déplacements de manière quasiment instantanée. L'image ci-dessous montre plusieurs niveaux de zoom dans la carte. Un indicateur, sous la forme d'une pastille de couleur à droite de l'écran, me permettait de savoir si l'ancrage était bon. Il était rouge si l'ancrage n'était pas déterminé, jaune quand la qualité était insuffisante, vert si l'ancrage était bon et bleu quand le marker n'était plus visible, mais que Vuforia arrivait encore à estimer les positions des objets en RA. La carte a également été testée avec plusieurs niveaux d'éclairage et les capacités d'ancrage sont bluffantes. (PTC, chap. images-and-objects/image-targets/best-practices/best-practices-designing-and-developing-image-based-targets/; chap. images-and-objects/image-targets/detect-and-track-multiple-targets-simultaneously/).



Figure 59 *- Captures d'écran de l'application utilisant Vuforia Engine pour l'ancrage en RA. La pastille verte indique la qualité de l'ancrage, ici excellente peu importe le niveau de zoom effectué sur la carte.*

[43] « Un SDK est un morceau de code qui, lorsqu'il est implémenté dans une application mobile, permet d'utiliser des services tiers » (Unity Technologies).

6.2.2.3 Conclusion

Après avoir découvert ces trois technologies, j'ai réalisé un tableau récapitulatif de ces apprentissages :

	A-Frame + AR.js	**Unity + AR Foundation**	**Unity + Vuforia Engine**
Capacités techniques en RA			
Positionnement précis	Correct mais limité	Précis	Excellent
Stabilité de la détection	Moyenne	Bon	Excellent même si toute l'image n'est pas visible
Multi-marqueurs	Oui		Oui
Autres besoins techniques			
Moments 2D	Oui	Oui	
Code modulaire	Composants JS	Composants C#	
Travail en équipe	GitHub	Unity Version Control	
Facilité d'apprentissage	Facile	Moyenne	
Modifications rapides	JSON	Partielles dans l'Inspector	
Maintenance et support			
Tutoriels	Présents mais dispersés	AR Foundation est peu documenté	Nombreux
Mises à jour	Modérées	Fréquentes	Fréquentes
Communauté	Moyenne	Faible (AR Foundation)	Grande (Vuforia)
Documentation	Moyenne	Moyenne	Complète
Performances			
Temps de lancement	Dépend des assets et du réseau	Dépend de l'initialisation AR ainsi que des performances du CPU et GPU de l'appareil utilisé	
Performances runtime	Lourdes scènes 3D peuvent ramer	Optimisable	Optimisable
Mode hors-ligne	Limité		Oui, sauf *Cloud Image Recognition*
Accessibilité et compatibilité			
Compatibilité appareils	Liée aux versions des navigateurs disponibles sur l'appareil	Minimum : Android 7.0 / iPhone X (ou plus récent) avec iOS 11 Application déployable pour iOS uniquement si le code est généré par un MacOS	Minimum : Android 10 / iOS 16 Application déployable pour iOS uniquement si le code est généré par un MacOS
Responsive	Web responsive (CSS)	Possible	

***Tableau 6** - Synthèse des fonctionnalités de chaque technologie testée.*

Lors du bilan intermédiaire réalisé le 22 août, M. Pinkas m'a conseillé de choisir rapidement une technologie et de m'y tenir afin d'éviter de continuer à faire à double ou à triple le travail. Il recommande Unity. Bien que M. Nédélec aimerait pouvoir tester l'application dans sa classe, il comprend les recommandations et accepte de laisser le choix à l'étudiante en précisant que des tablettes devront être fournies pour tester l'application. [44] Cette discussion m'a permis de choisir **Unity** comme outil de développement. Les raisons principales sont un plus grand nombre de tutoriels disponibles, une documentation très fournie, beaucoup d'actions possibles sur les performances ainsi que la possibilité d'utiliser l'application hors ligne. **Vuforia Engine** a été privilégié pour ses meilleurs capacités en RA notamment sur la stabilité de la détection. La prochaine étape a été la définition du prototype minimal.

6.2.3 Définition du prototype minimal

Les mandants et moi-même avons convenu de réaliser un test dans la classe de M. Nédélec avant la fin du TB. Nous avons donc défini le minimum à développer pour cela. Dans un premier temps, nous pensions réaliser le début du cours jusqu'à l'attentat de Sarajevo. Les maquettes ayant pris passablement de temps en raison de leur quantité, cette proposition était trop importante. Nous avons donc décidé de nous concentrer sur une partie en RA afin de tester l'utilisabilité et la compréhension de cette technologie par des élèves. Il a été défini que le minimum à réaliser était la scène de composition des alliances, aussi appelée première situation de recherche[45]. J'ai ensuite réfléchi à la logique avant de commencer à développer sur Unity. Cette étape a été réalisée sous la forme d'un diagramme de flux. [46]

6.2.4 Diagramme de flux

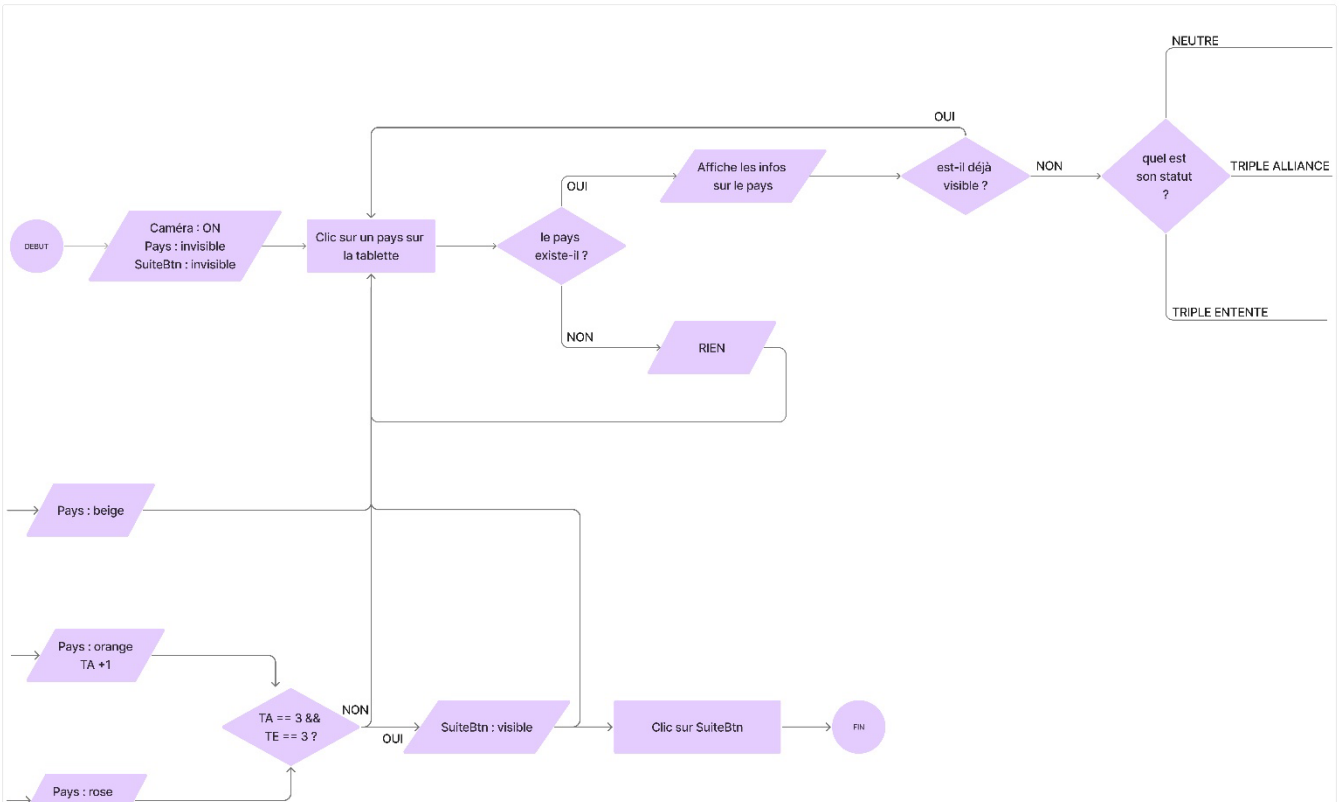


***Figure 60** - Diagramme de flux de la découverte de la composition des alliances. Source : Kohli 2025.*

[44] Le bilan intermédiaire complet est disponible en annexe 2.

[45] Les maquettes et les explications sont disponibles dans le chapitre 5.2.7.4.1.

[46] « Un diagramme de flux est un type de diagramme qui explique visuellement un processus ou un flux de travail. À l'aide de symboles et de définitions standardisés, les diagrammes de flux décrivent visuellement les différentes étapes et décisions d'un processus » (Miro 2025).

6.2.5 Versions utilisées

Le projet Unity a été réalisé avec Unity 6 version 6000.2.6f2 et Vuforia Engine version 11.4.4. J'ai utilisé le modèle Universal 3D (Universal Render Pipeline) version 17.0.14 pour débuter le projet, comme le conseillait la documentation de Vuforia.

6.2.6 Avant-propos / explications préliminaires

J'ai suivi les conseils du guide *CREATE A C# STYLE GUIDE : Write cleaner code that scales* pour le code. J'ai donc utilisé la convention de nommage Camel case[47] pour les variables et les paramètres des méthodes ainsi que le Pascal case[48] pour les noms des classes et méthodes. Les variables privées ont été préfixées d'un _ (Wilmer Lin 2022).

Afin de coder une grande partie des bases plus rapidement, j'ai utilisé l'IA Claude Sonnet 4, fournie par GitHub Education, dans Visual Studio Code pour m'aider. Beaucoup de mes lignes de code s'inspirent également du projet *Dragon Crashers - UI Toolkit Sample project*, qui a été développé par Unity pour expliquer les workflows[49] et possibilités de design sur Unity, ainsi que de quelques guides créés par Unity Technologies.

Les codes doivent être liés à des GameObjects en tant que composants pour qu'ils s'exécutent. Il est possible d'afficher des informations, sous forme de champs sérialisés, dans l'Inspector. « La sérialisation des scripts est le processus automatique qui transforme des structures de données ou l'état d'objets en un format que Unity peut enregistrer et reconstruire ultérieurement. […] L'attribut [*SerializeField*] peut être appliqué à des variables privées ou protégées pour les rendre visibles dans l'Inspecteur. Cela permet de mieux encapsuler les données que de simplement déclarer la variable publique, et empêche les objets externes de modifier directement ses valeurs » [traduction libre] (Wilmer Lin 2022, p. 23). J'ai passablement utilisé cette fonctionnalité dans mon projet. L'extrait de code et la figure ci-dessous en sont un exemple concret.

```
public class ButtonNextScene : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] string m_NextSceneName = "NextScene";
    [SerializeField] string m_NextButtonName = "NextButtonName";
      // Reste du code
}
```

Listing 3 *- Extrait de code permettant de modifier des variables dans l'Inspector (Kohli 2025)*

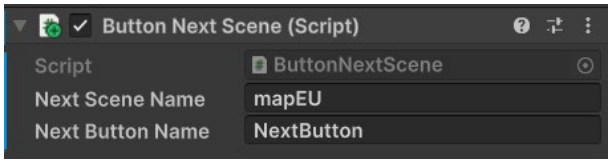


Figure 61 *- Capture d'écran montrant les champs sérialisés dans l'Inspector.*

L'implémentation sur Unity s'est faite en plusieurs temps. J'ai d'abord choisi le système UI que je voulais utiliser. Ensuite j'ai ajouté une première scène (mapCH) basée sur la première version de la carte A0 ne contenant que la Suisse et avec de l'UI sommaire. Une fois cela réalisé, j'ai simplifié le code et créé plusieurs composants. Une seconde scène avec les pays européens principaux (mapEU-old) a vu le jour.

---

[47] « Également appelé camel caps, le *Camel case* est une convention d'écriture consistant à écrire des expressions sans espaces ni ponctuation, en séparant les mots par une majuscule au début de chacun d'eux. La toute première lettre est en minuscule » [traduction libre] (Wilmer Lin 2022, p. 11).

[48] « Le *Pascal case* est une variation du *Camel case* commençant par une majuscule » [traduction libre] (Wilmer Lin 2022, p. 11).

[49] « Un workflow est une série d'étapes liées au traitement des données. […] Il est la modélisation et la gestion des tâches à accomplir et des différents acteurs impliqués dans la réalisation d'un processus métier ou processus opérationnel » (Robert 2022).

Finalement, j'ai ajouté la carte officielle en A0 pour une troisième scène (mapEU) avec davantage de pays. J'ai également fait des scènes transitoires et réalisé une introduction à la RA (TutorialScene) pour les élèves. Une vidéo de l'application ainsi que les codes sources et le projet Unity sont disponibles en annexe. Je vous recommande vivement de tester l'application ou de regarder la vidéo de présentation de l'application avant de continuer la lecture de ce rapport.

6.2.7 Implémentation de l'interface utilisateur

Il existe actuellement trois systèmes de UI sur Unity :

- « **uGUI** (ou Unity UI) est un système d'interface utilisateur stable utilisé pour développer des interfaces dans les jeux. C'est actuellement le système le plus couramment utilisé, et celui que vous êtes le plus susceptible de rencontrer dans d'autres projets Unity » [traduction libre] (Unity Technologies 2025e, chap. 9).
- « **IMGUI** (ou Immediate Mode GUI) est un système basé sur le code, principalement destiné aux programmeurs pour créer des outils de débogage et des inspecteurs personnalisés pour l'éditeur Unity lui-même. Il n'est généralement pas utilisé pour des interfaces destinées aux utilisateurs » [traduction libre] (Unity Technologies 2025e, chap. 9).
- « **UI Toolkit** est un nouveau système qui deviendra progressivement le système principal pour développer des interfaces utilisateur dans Unity. L'objectif est qu'il regroupe toutes les fonctionnalités de uGUI et d'IMGUI. Cependant, ce système est encore en cours de développement » [traduction libre] (Unity Technologies 2025e, chap. 9).

Après quelques recherches et comparaisons, j'ai éliminé IMGUI qui est surtout recommandé pour le développement et non pour les interfaces utilisateurs. uGUI et UI Toolkit sont adaptés à nos besoins. UI Toolkit est recommandé pour les applications ayant beaucoup d'UI, ce qui est notre cas. De plus, ce système ressemble grandement aux langages Web, HTML et CSS. Finalement, il est également recommandé pour la RA et a de meilleures performances. J'ai donc choisi **UI Toolkit** pour ce projet (Unity Technologies 2025f, chap. UI-system-compare.html)[50].

Concrètement, ce système d'interface utilisateur est composé au minimum de ces trois éléments :

- Fichier **UXML** : fichier contenant des éléments, inspiré du HTML et XML
- Fichier **USS** : feuille de styles, similaire au CSS
- Composant **UI Document** : permet d'ajouter les éléments UXML dans la scène voulue

Les fichiers peuvent être créés dans une interface de code, comme Visual Studio Code, ou dans l'interface Unity dédiée, UI Builder qui permet de lier des fichiers USS à des UXML. Cette seconde interface ne nécessite aucune connaissance en C# et permet de rapidement réaliser des éléments visuels. Il est composé d'une librairie d'éléments pouvant être ajoutés à nos fichiers. Michael Desharnais, Wilmer Lin et Eduardo Oriz ont réalisé un ensemble de livres digitaux permettant de prendre en main cet outil. Ils proposent notamment de suivre la convention de nommage BEM (Block Element Modifier) pour les éléments visuels et les feuilles de style. « À première vue, le nom d'un élément suivant la convention BEM peut indiquer ce qu'il fait, où il apparaît, et comment il se rapporte aux autres éléments qui l'entourent » [traduction libre] (Wilmer Lin 2025, p. 57).

```
block-name__element-name--modifier-name
```

***Listing 4** - Convention BEM utilisée pour les éléments UI. (Wilmer Lin 2025, p.58)*

[50] Les avantages et inconvénients de chaque système sont expliqués dans l'annexe 19, rapport de développement, ainsi que dans la documentation officielle de Unity.

UI Toolkit permet la réutilisation des composants ainsi que l'utilisation de fichiers UXML sous la forme de modèles. Les noms des attributs n'ont pas besoin d'être uniques. J'ai créé une feuille UXML pour un bouton qui a par défaut le style du bouton *Home* (Wilmer Lin 2025, p. 45).

```
<ui:UXML xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ui="UnityEngine.UIElements" xmlns:uie="UnityEditor.UIElements" noNamespaceSchemaLocation="../../UIElementsSchema/UIElements.xsd" editor-extension-mode="False">
    <Style src="project://database/Assets/UI%20Toolkit/USS/MainStyles.uss?fileID=7433441132597879392&amp;guid=5b3647ef0076a1d4988c6e2dc899951c&amp;type=3#MainStyles" />
    <Style src="project://database/Assets/UI%20Toolkit/USS/ButtonStyles.uss?fileID=7433441132597879392&amp;guid=81019d1f4556cf5468fb1ff56872a5e1&amp;type=3#ButtonStyles" />
    <ui:Button text="Label Button" name="Button" />
</ui:UXML>
```

Listing 5 *- Fichier Button.uxml (Kohli 2025)*

Ce bouton est ensuite intégré aux autres feuilles UXML sous la forme d'une instance de ce modèle.

```
<ui:Instance template="IconButton" name="HomeButton" />
```

Listing 6 *- Extrait de code sur l'intégration d'un bouton Home sur une feuille UXML (Kohli 2025)*

Il est possible d'appeler des éléments visuels dans un script. Je veux que, quand on appuie sur l'icône *Home*, une fenêtre s'ouvre sous la forme d'une fenêtre contextuelle. Si on veut quitter, il suffit de cliquer sur le bouton *oui* pour retourner à l'écran d'accueil.



Figure 62 *- Capture d'écran de l'interface après avoir cliqué sur le bouton Home.*

J'ai écrit un script spécifique, *ButtonGoHome.cs*, pour gérer cette logique d'interaction. Tout d'abord, on récupère les éléments visuels nécessaires. Dans notre cas, le bouton *Home*.

```
m_GameScreen = GetComponent<UIDocument>();
VisualElement rootElement = m_GameScreen.rootVisualElement.Q<VisualElement>("screen");

m_QuitButton = rootElement.Q<VisualElement>("HomeButton");
```

Listing 7 *- Extrait de code permettant de récupérer le bouton Home dans le UI Document (Kohli 2025).*

Ensuite, comme en JavaScript, nous devons écouter l'événement du clic avec *RegisterCallback<ClickEvent>* et définir ce qui se passe quand l'événement est déclenché. Dans notre cas, le clic sur le bouton *Home* masque le bouton et affiche le pop-up.

```
void ShowVisualElement(VisualElement visualElement, bool state)
{
  if (visualElement == null)
     return;

  visualElement.style.display = (state) ? DisplayStyle.Flex : DisplayStyle.None;
}

void ShowQuitScreen(ClickEvent evt)
{
  ShowVisualElement(m_QuitScreen, true);
  ShowVisualElement(m_QuitButton, false);
}
```

Listing 8 *- Extrait de code gérant le clic sur le bouton Home (Kohli 2025)*

Afin de retourner à la page d'accueil, il faut charger la scène indiquée dans la variable m_MainMenuSceneName. Ce script doit être ajouté aux GameObjects contenant un UI Document. On peut préciser cela avec la ligne ci-dessous qui se place avant la classe publique contenant notre code.

```
[RequireComponent(typeof(UIDocument))]
```

Listing 9 *- Ligne de code permettant de préciser un composant nécessaire à l'exécution du script (Kohli 2025)*

Cela fonctionnera pour autant qu'il contienne le bouton Home et la fenêtre contextuelle correspondante. Il est possible de choisir dans l'inspecteur les noms du pop-up et de la scène d'accueil désirée.

Dans ce projet, j'ai également réalisé un thème spécifique qui contient les variables de couleur. Il faudrait lui ajouter tous les éléments globaux afin de pouvoir facilement les modifier par la suite. Un exemple d'élément visuel réalisé ainsi que les bonnes pratiques et conseils d'optimisation sont disponibles dans le rapport de développement (annexe 19).

6.2.8 Implémentation d'une scène en RA

Une scène Unity nécessitant de la RA et utilisant Vuforia Engine est composée des GameObjects suivants :

- **DirectionalLight** : il simule le soleil et permet d'éclairer les objets en RA.
- **ARCamera** : il gère la capture vidéo et la position et l'orientation du tracking. Ses composants principaux sont Camera et Vuforia Behaviour.
- **ImageTarget** : c'est l'objet qui déclenche la RA. Ses composants sont des scripts qui permettent d'indiquer l'image ou marker utilisé (Image Target Behaviour) et d'activer les éléments enfants (Default Observer Event Handler). Ses enfants sont tous les GameObjects affichés lorsque l'image cible est détectée.

J'ai ajouté un script personnalisé (ImageTargetStatusController) dans le GameObject ImageTarget afin de savoir en un instant la qualité de la détection du marqueur. Comme expliqué brièvement dans le chapitre 6.2.2.2.2, un indicateur, sous la forme d'une pastille de couleur à droite de l'écran, me permettait ainsi de savoir en permanence l'état de la détection. Ce code permet également d'ajouter un écran d'information si la détection est perdue. Le statut de détection est toujours l'une de ces quatre valeurs : no Pose, limited, extended tracked et tracked. Le code suivant permet de détecter les changements de statut sur notre marqueur.

```
if (mObserverBehaviour != null)
{
   UpdateStatusIndicator(mObserverBehaviour.TargetStatus.Status);
}
```

Listing 10 *- Extrait de code permettant de connaitre le statut de détection d'un marqueur (Kohli 2025).*

A partir de ces informations, j'ai pu réaliser la scène de composition des alliances.

6.2.8.1 La composition des alliances

En partant des tutoriels de Vuforia Engine et du diagramme de flux présenté au chapitre 6.2.4, j'ai imaginé la logique permettant d'afficher un pays en RA sur la carte physique. Dans l'idée, un pays devient visible une fois que l'on a cliqué dessus et on a alors une description du pays. Les jauges de la légende sont également mises à jour au fur et à mesure de la découverte des pays.

Concrètement, chaque pays est un GameObject enfant de l'ImageTarget contenant la carte. J'ai tout d'abord créé une image de la surface de chaque pays dans la bonne couleur sur Adobe Illustrator. Je l'ai converti en Sprite puis ajouté comme composant du pays à travers Sprite Render qui permet de le dessiner dans la scène. Pour que l'on puisse interagir avec cet élément, il a fallu ajouter le composant Box Collider qui crée une boite invisible autour de notre élément permettant de détecter les collisions, dans notre cas l'appui sur la tablette. J'ai ensuite positionné chaque GameObject sur la carte dans Unity puis appliqué un léger décalage sur tous afin de bien les superposer dans l'application. Finalement, je leur ai assigné le tag *Country* afin de pouvoir les rendre invisibles plus facilement.

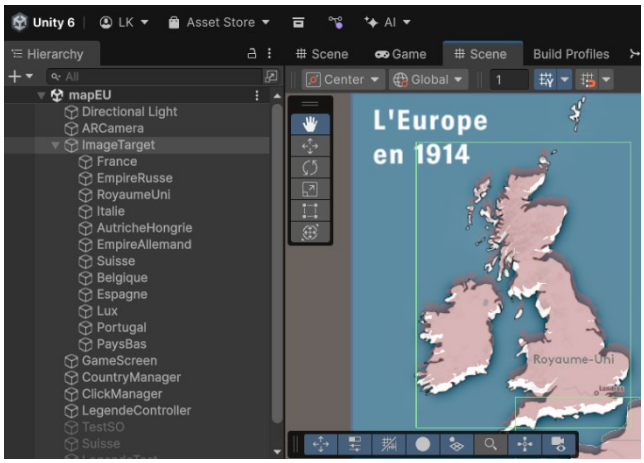


Figure 63 *- Placement du Sprite du Royaume-Uni. Capture d'écran Unity.*

La scène contient encore deux GameObjects permettant de gérer les interactions et la logique du jeu. Le script *ClickManagerV2* permet de gérer les actions suivant l'appui sur un pays. Ce code s'occupe de rendre visible le Sprite en question et d'envoyer les informations spécifiques au gestionnaire UI afin d'afficher la description adéquate dans l'interface. Ce script est adapté aux ordinateurs ainsi qu'aux appareils ayant un écran tactile. Quand on appuie ou clique sur l'écran, ce code récupère la position exacte de cette interaction et la compare aux positions des objets détectables sur la scène, dans notre cas les Box Collider des pays.

```
private void ProcessInput()
{
  if (Mouse.current?.leftButton.wasPressedThisFrame == true)
      HandleInput(Mouse.current.position.ReadValue());

  if (Touchscreen.current?.primaryTouch.press.wasPressedThisFrame == true)
      HandleInput(Touchscreen.current.primaryTouch.position.ReadValue());
}

private void HandleInput(Vector2 screenPosition)
{
  if (_mainCamera == null) return;

  var ray = _mainCamera.ScreenPointToRay(screenPosition);

  if (Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit) && hit.transform.CompareTag(tar-
getTag))
      ProcessCountryClick(hit.transform.gameObject);

}
```

Listing 11 *- Extrait de code permettant de détecter les positions des interactions sur l'écran et de voir si un objet interactif se trouve à cette position (Kohli 2025)*

Quant au script *CountryDataDisplay*, il gère l'interface utilisateur et maintient les compteurs de progression des alliances. Il notifie également au script gérant la légende si des mises à jour sont à faire. Un script spécifique à cette scène a également été ajouté au GameObject contenant le UI Document principal. Ce dernier sert à créer la légende et connaitre les différents menus accessibles ainsi que la condition permettant de passer à la suite du scénario et le nom de la scène suivante. L'indice disponible est également indiqué dans ce composant. La mise à jour de la légende se fait séparément.

6.2.8.2 Implémentation de la légende

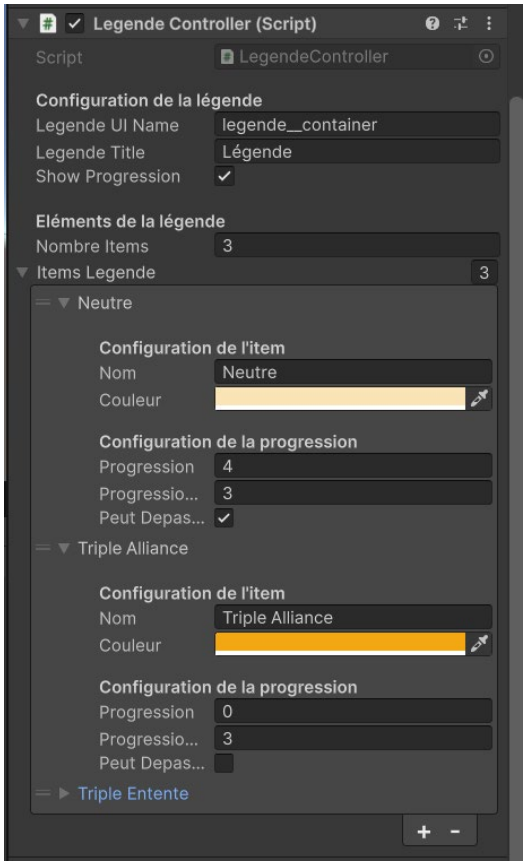


***Figure 64** - Gestion de la légende dans Unity.*

La création de la légende se fait de manière dynamique lors de l'implémentation de la scène. Les différents éléments présents dans la légende sont définis dans Unity à travers l'Inspector du GameObject LegendeController. Ce dernier contient uniquement un script du même nom. Le titre de la légende ainsi que le nombre d'éléments désirés sont les premières choses à définir. Nous pouvons aussi choisir si la légende contient des jauges de progression. Ensuite, un tableau contenant les différents éléments de la légende est défini.

Chaque entrée est en réalité une instance de *LegendeItemData.* Nous pouvons définir sur Unity son nom, sa couleur ainsi que dans le cas d'une jauge de progression, sa valeur actuelle et maximale. Pour respecter nos maquettes et permettre au neutre de déplacer initialement, une variable booléenne a été ajoutée.

LegendeItemData est un script représentant un élément de la légende. Il permet de récupérer dans d'autres codes les informations comme la couleur, la progression normalisée et la valeur maximale de l'instance sélectionnée.

La légende est créée et mise à jour dans le script *CountriesDiscoveryScreen*. La partie qui a été la plus compliquée pour moi a été la création de la progression de l'élément neutre devant déborder de la jauge. Le code final permet de le faire en ajoutant une classe USS à la barre de progression en question.

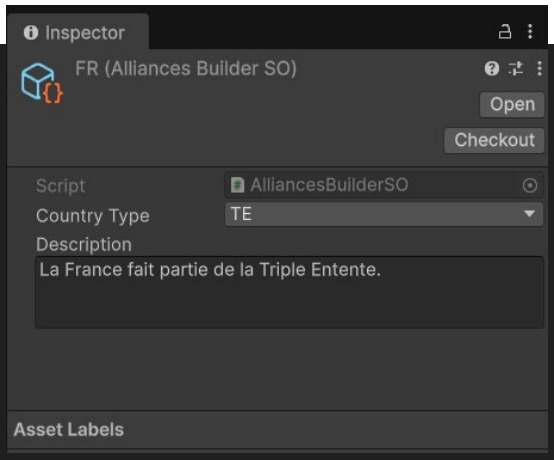
La fin de la découverte des pays dépend de plusieurs éléments de la légende. Selon mon diagramme de flux, je devais uniquement considérer les progressions des deux alliances. Pour des raisons de réutilisation du code, j'ai préféré définir une valeur totale à obtenir lors de l'addition de toutes les progressions. Ce nombre vaut 10 dans notre cas. En effet, la valeur de progression du Neutre vaut 4 et les autres doivent atteindre 3.

```
private void CheckAllProgressionsComplete()
{
  if (m_LegendeController == null) return;
      var itemsLegende = m_LegendeController.GetItemsLegende();
      float totalProgression = 0f;
      foreach (var item in itemsLegende)
      {
         if (item != null)
              totalProgression += item.Progression;
      }
  if (Mathf.Approximately(totalProgression, m_EndLegendValue) && m_EndLegendValue >
0)
      ShowSuccess();
}
```

***Listing 12** - Extrait de code vérifiant si la découverte des alliances est terminée (Kohli 2025)*

6.2.9 Mapping des données

Afin de différencier les valeurs propres à chaque pays, j'ai utilisé des SO (Scriptable Objects). Ce sont des ressources spécifiques indépendantes. Elles permettent de sauvegarder et stocker des données qui peuvent être partagées entre plusieurs GameObjects. Comme toutes les instances peuvent y accéder simultanément, l'utilisation de la mémoire nécessaire peut être réduite. De plus, ces valeurs sont visibles directement dans l'Inspector Unity ce qui permet de rapidement changer un paramètre. Dans notre cas, ce mode de fonctionnement permet notamment de modifier de manière dynamique les textes explicatifs des pays sans avoir à modifier le code en tant que tel (Unity Technologies 2025f, chap. class-ScriptableObject.html/).




```
using Unity.Properties;
using UnityEngine;

public enum CountryType
    {
        Neutre,
        TA,
        TE
    }


[CreateAssetMenu(fileName = "AlliancesBuilderSO",
menuName = "Scriptable Objects/AlliancesBuilderSO")]
public class AlliancesBuilderSO : ScriptableObject
{
    [SerializeField] CountryType m_CountryType;
    [TextArea][SerializeField] string m_Description;

    // Properties for data binding
    [CreateProperty] public CountryType CountryType => m_CountryType;
    [CreateProperty] public string Description => m_Description;
}
```

Listing 13 *- Fichier ScriptableObject d'un pays et une instance vue dans Unity (Kohli 2025)*

Ces données sont assignées au Sprite du pays correspondant à travers le script *SpriteClickHandler* assigné à chaque GameObject contenant un pays en RA. Les informations contenues dans ces fichiers sont reprises par exemple dans la méthode *GetCountryDescription* du script *CountryDataDisplay* qui permet de gérer l'affichage de la description dans la bulle de texte en bas de l'écran lors du clic sur un pays.

6.3 Analyse des résultats

Dans l'ensemble, je suis contente du résultat obtenu en peu de temps sur Unity. Cette plateforme demande des connaissances très spécifiques et est difficile à prendre en main de manière autonome. Le temps dédié au développement a été beaucoup plus court que prévu. Je n'ai donc pas pu aller en profondeur dans toute la compréhension des différentes librairies et composants déjà existants. Le code a, pour sa part, été fait en plusieurs itérations et en utilisant plusieurs aides externes. L'objectif était d'avoir une version testable pour notre test utilisateur début novembre. J'ai donc passablement codé sans penser à la suite ni à l'optimisation. Ces différents facteurs impliquent que des changements devront être faits avant de passer à la suite du développement. Tout d'abord, les scripts mériteraient une meilleure factorisation[51]. De plus, je n'ai pas eu le temps de vérifier que toutes mes lignes de code suivent les bonnes pratiques que j'ai lues et soient en Camel case ou Pascal case. Concernant le déroulement de la leçon, je pense que cela peut être amélioré afin de limiter le nombre de scènes supplémentaires à créer. Il faudrait également intégrer les liens pour en savoir plus sur chaque pays neutre et trouver une manière simple de les voir. Je pense qu'il faudrait charger une nouvelle scène 2D prenant les contenus dans le SO du pays neutre en question. Les SO devraient donc être enrichis pour permettre cela. Un bouton permettrait de retourner à la scène de RA. La progression devrait être sauvegardée autrement dans ce cas de figure car chaque appel de la scène remet les compteurs à leur valeur initiale et rend invisible les Sprites des pays.

Pour ce qui est de l'interface utilisateur, il serait intéressant d'ajouter des variables globales supplémentaires pour gérer les tailles des textes et de certains paramètres globaux comme la valeur de l'arrondi désiré. Cela permet de rendre tous les éléments CSS cohérents et de pouvoir tout adapter rapidement.

Chaque fois que j'ai montré le prototype à une personne, plusieurs améliorations ou propositions ont vu le jour. Mon père, par exemple, a trouvé dommage l'opacité des pays car on ne voyait plus les villes et rivières lorsqu'un pays était découvert. L'opacité des Sprites a donc été adaptée. Je n'ai cependant pas modifié ces images, ce qui fait que le nom du pays est également moins opaque. Je pense que, pour des questions de lisibilité, il serait mieux de les afficher de couleur plus foncée. Les autres changements majeurs sont l'ajout d'une scène introductive avant la découverte des alliances ainsi qu'un écran de conclusion. Suite à la compilation finale, nous avons remarqué que les tailles des textes et boutons avaient diminué. Je pense que cela va impacter la facilité avec laquelle les élèves vont interagir avec l'application. M. Pinkas m'a fait remarquer que notre positionnement du bouton *Indice* n'était pas adapté aux gauchers, qui masquent la fenêtre contextuelle en cliquant sur le bouton. L'accessibilité de notre application est donc à revoir et éventuellement à adapter. De plus, les mandants ont passablement modifié les contenus spécifiques des écrans quand ils ont testé le prototype. Cela prouve qu'il serait nécessaire de valider tous les contenus des maquettes avant de continuer l'implémentation sur Unity.

Un fichier détaillant la structure du projet ainsi que des instructions pour son exécution a été créé. Il est disponible en annexe tout comme une vidéo présentant l'application. Le projet Unity est également à disposition en annexe.

[51] « On parle souvent en informatique de factorisation du code, c'est à dire le fait d'éviter de répéter plusieurs fois le même code à divers endroits d'un projet. En programmation, cela se traduit par l'utilisation de fonctions (au sens large) qui permettent d'exécuter des tâches quand on en a besoin, en prenant éventuellement des paramètres en argument » (Alexandre Niveau, Jean-Marc Lecarpentier).

Chapitre 7
Tests utilisateurs

7.1 Objectifs

Les tests utilisateurs sont nécessaires pour vérifier que l'application répond aux besoins des élèves. L'objectif était de voir si les enfants comprenaient comment utiliser l'application et interagir avec la RA de manière autonome. Il s'agit là d'un test d'utilisabilité basique[52] sur la base de mon prototype minimaliste. Une vidéo de l'application complète est disponible en annexe. Les essais ont été réalisés dans la classe de Xavier Nédélec le 4 novembre 2025 à Pontault-Combault. La moitié de la classe expérimentait l'application pendant que l'autre demi-classe était à l'étude surveillée. Il a fallu tout préparer en avance afin de pouvoir justifier la demande auprès de la direction de l'établissement.

7.2 Démarches

7.2.1 Préparation

La préparation du test s'est déclinée en plusieurs points. J'ai tout d'abord réalisé un protocole de test précis puis commandé le matériel nécessaire. En pensant à l'évaluation de l'application par les élèves, j'ai remarqué que le formulaire standardisé à ma disposition n'était pas adapté. J'ai donc effectué une version simplifiée du document.

J'ai prévu que le test dure environ 30 minutes avec un débriefing de 15 minutes par la suite avec les élèves. J'ai ajouté 10 minutes complémentaires pour l'enseignant. Dans le planning de la matinée, j'ai donc prévu 1 heure 10 par groupe afin d'avoir 15 minutes de marge. Il y a également 15 minutes de marge en fin de matinée en cas de retard.

Dans le cadre de ce test, une douzaine d'élèves seraient présents à chaque session. Il avait été défini que notre application devait pouvoir être adaptée à une utilisation en binôme. Comme les cartes sont en format A0, nous avons émis l'hypothèse que deux groupes pouvaient utiliser la même carte. Ainsi, j'ai réalisé un plan de la salle pour notre test. La classe serait divisée en trois. Chaque partie aurait un îlot de tables pouvant accueillir la carte et un cercle de chaises pour les moments de discussion. Une caméra sur pieds serait positionnée de manière à filmer les élèves dans leurs interactions avec la tablette et la carte dans chaque zone.[53]

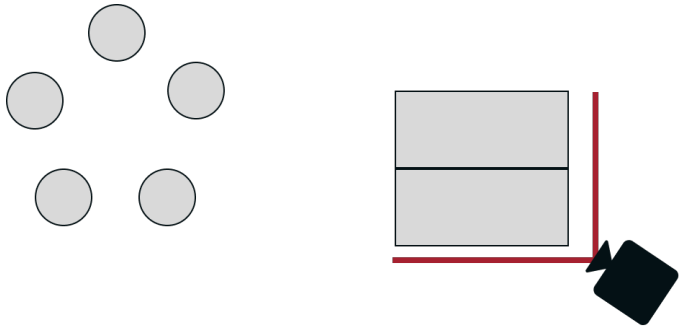


***Figure 65** - Illustration d'une zone de la salle pour le test.*
Source : Kohli 2025

[52] D'après la norme ISO 9241-11, l'utilisabilité est « le degré selon lequel un produit peut être utilisé par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (Capucine GIFFAUT, Alexis Favreau 2023).
[53] Le plan de la salle est disponible dans l'annexe 5.

7.2.1.1 Protocole de test

J'ai pensé mon test en cinq temps. Après une brève introduction, les élèves découvrent la RA à travers des QR-codes à leur disposition. Cette phase se fait en autonomie et est conclue par quelques questions posées oralement par un adulte. Ensuite, ils partent à la découverte de la carte en format A0 et doivent retrouver quelques pays sur cette dernière. Le plus gros du test se passe dans la phase 3 qui consiste à tester l'application afin de découvrir les alliances. Cette partie se conclut par la complétion individuelle d'un formulaire standardisé. La quatrième période est dédiée à une discussion par groupe avec un adulte posant des questions. Finalement, l'enseignant reprend la main et complète le test par des apports historiques sur ce qui a été parcouru. Bien entendu, chaque temps est introduit afin de donner les consignes aux élèves. Le protocole de test a été relu par les mandants.

15'	Phase 3 : Les alliances	
	« Maintenant, nous allons tester un logiciel que j'ai réalisé. Chaque binôme va reprendre sa tablette, retourner sur l'application et vous cliquez sur Première Guerre. On vous laisse découvrir la suite. » *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* Quand la carte est survolée, la caméra s'active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d'une alliance. *Laurence répond aux questions des élèves.* *Thibaud, Xavier et Olivier observent et prennent des notes.* Les groupes n'auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l'ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n'est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	3 cartes A0 1 tablette pour 2 Chronomètre

Figure 66 *- Extrait du protocole de test. Source : Kohli 2025.*

Comme nous aurons 12 élèves en même temps, il a été défini que nous serions quatre adultes dans la salle. Je resterais la meneuse du test. J'ai donc donné les différentes consignes et répondu aux questions des élèves. M. Ertz et M. Hulin ont accepté de venir comme observateurs. J'ai réalisé une feuille de déroulement spécifique pour chaque personne présente. Chacun serait responsable d'observer une zone pendant les phases autonomes. Un document expliquant brièvement comment prendre des notes lors d'un test d'utilisabilité a été réalisé. Je l'ai fait rédiger à ChatGPT 5o et l'ai ensuite corrigé.[54] M. Nédélec, pour sa part, aurait également le rôle d'observateur tout en restant l'enseignant. Il aurait quelques missions supplémentaires avant et au début du test. Il devrait entre autres s'assurer que tous les représentants légaux acceptaient notre présence et que l'on filme leur enfant dans ce contexte. Il devrait également avoir l'accord de la direction de son établissement. La liste complète de ses tâches préalables est disponible dans le protocole de test (annexe 5) au chapitre *En cas de test dans un établissement scolaire.* Lors des moments de questions en groupe, M. Ertz, M. Nédélec et moi-même prendrions un groupe. Une liste de questions serait fournie à chaque personne. M. Hulin vérifierait le bon fonctionnement de nos enregistreurs et mettrait en place la suite du matériel. [55].

[54] Ce prompt est disponible dans l'annexe 12. Il a été réalisé le 2 novembre 2025.

[55] Les différents déroulements et autres documents cités sont disponibles dans l'annexe 5.

7.2.1.2 Matériel

Afin de réaliser le test dans de bonnes conditions et de faire une analyse complète des résultats, j'ai décidé de tout enregistrer. Une liste de matériel a été réalisée. Elle est disponible dans l'annexe 5.

Matériel numérique	
6 tablettes Android + chargeurs + 1 secours	MEI
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	MEI
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	MEI
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	MEI
1 caméra portative (GoPro avec harnais)	MEI
1 smartphone pouvant enregistrer le son	MEI
1 smartphone pouvant enregistrer le son	Xavier
1 smartphone pouvant enregistrer le son	Olivier

***Tableau 7** - Liste du matériel numérique nécessaire pour le test.*

Comme le montre le tableau ci-dessus, une grande partie des appareils numériques a été empruntée au MEI. Après discussion avec le responsable de ce matériel, nous avons convenu d'utiliser des appareils photos Canon au lieu des caméras. Ils sont moins volumineux tout comme leurs trépieds, ce qui simplifiait le déplacement en train. Pour que le son soit meilleur, nous avons ajouté un micro RØDE ME sans fil sur chaque table. Les sept tablettes à notre disposition étaient toutes identiques. Il s'agit de Samsung Galaxy Tab Active 3 tournant sur Android 13. La fonctionnalité d'enregistrement de l'écran était disponible sur toutes. Finalement, une GoPro HERO10 black a complété ces outils numériques. J'ai trouvé dans mon entourage une sangle de poitrine adapté aux GoPro, ce qui m'a permis de filmer tout ce qui se passait pendant mes déplacements dans la classe.

Les différents appareils ont été testés avant le départ. Les appareils photo permettaient seulement de filmer pendant une trentaine de minutes à la fois. Il a donc été convenu de relancer un enregistrement après la phase 2. De plus, les tablettes n'étaient pour la plupart pas à jour. J'ai dû les actualiser avant de pouvoir effectuer les tests nécessaires. Suite à cela, l'application a été chargée et testée sur chaque appareil. L'enregistrement de l'écran, des appuis et du son a également été contrôlé.

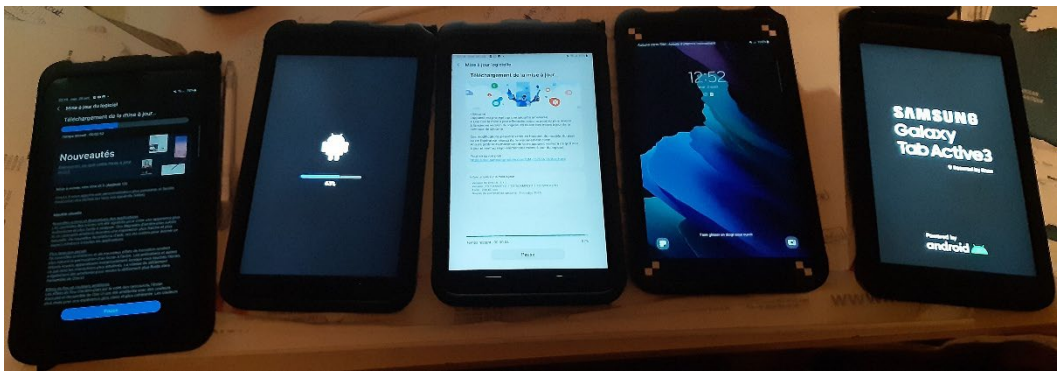


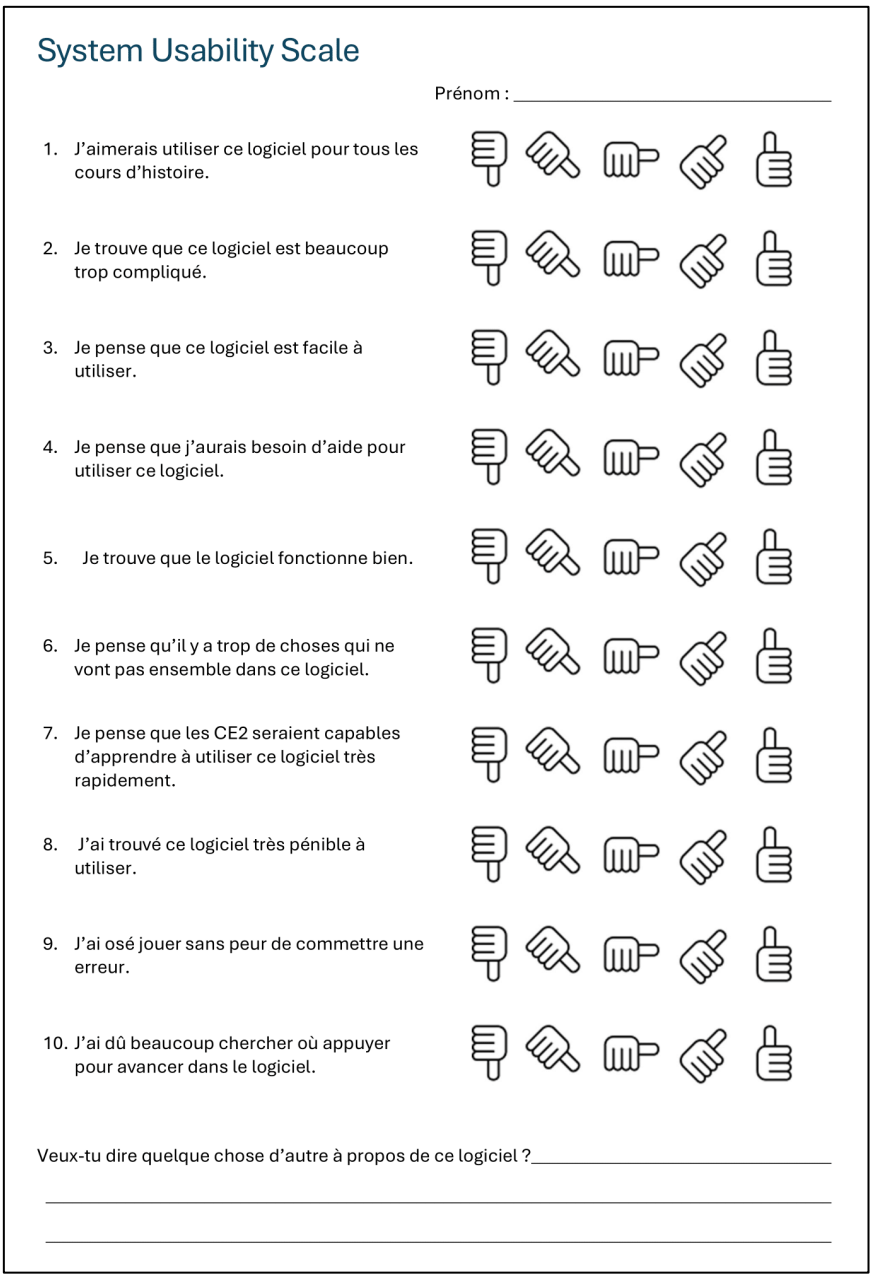
***Figure 67** - Mise à jour des différentes tablettes empruntées pour le test. Source : Kohli novembre 2025.*

Les différents documents ont été imprimés avec, pour la majorité, une copie supplémentaire en réserve. Des cartes ont également été imprimées en format A3 afin de servir de plan B. Finalement, en prévision des déplacements en train et métro, les cartes ont été roulées dans un tube de transport rigide en carton.

7.2.1.3 System Usability Scale

« Créé par John Brooke en 1986, [le SUS (System Usability Scale) est] un questionnaire ayant pour but de recueillir l'opinion des utilisateurs sur la facilité d'usage d'un produit. Il se compose de dix affirmations sur lesquelles l'utilisateur vient se positionner sur une échelle de Likert en 5 points de «1- Pas du tout d'accord » à « 5- Tout à fait d'accord ». L'objectif est de recueillir des informations sur l'opinion générale du système, sa capacité à satisfaire les attentes des utilisateurs, sa facilité d'utilisation » et « l'appétence de l'utilisateur à utiliser le système » (Capucine GIFFAUT, Alexis Favreau 2023). Il s'agit d'un formulaire standardisé ayant fait maintes fois ses preuves et considéré comme fiable par les chercheurs du monde entier.

Toutefois, j'ai décidé de reformuler les questions afin de les rendre plus faciles à comprendre par les enfants. Par exemple, l'affirmation 5 « J'ai trouvé que les différentes fonctions de ce service ont été bien intégrées. » a été modifié afin de devenir « Je trouve que le logiciel fonctionne bien. » De plus, l'échelle de Likert a été remplacée par une illustration d'un pouce allant de vers le bas à vers le haut. Ces changements peuvent impacter la fiabilité des résultats obtenus. Pour limiter cela, j'ai fait relire ce formulaire à Julien Mercier qui a effectué des tests d'utilisabilité avec des enfants dans le cadre de sa thèse de doctorat BiodivAR.



System Usability Scale

Prénom : _____

1. J'aimerais utiliser ce logiciel pour tous les cours d'histoire.
2. Je trouve que ce logiciel est beaucoup trop compliqué.
3. Je pense que ce logiciel est facile à utiliser.
4. Je pense que j'aurais besoin d'aide pour utiliser ce logiciel.
5. Je trouve que le logiciel fonctionne bien.
6. Je pense qu'il y a trop de choses qui ne vont pas ensemble dans ce logiciel.
7. Je pense que les CE2 seraient capables d'apprendre à utiliser ce logiciel très rapidement.
8. J'ai trouvé ce logiciel très pénible à utiliser.
9. J'ai osé jouer sans peur de commettre une erreur.
10. J'ai dû beaucoup chercher où appuyer pour avancer dans le logiciel.

Veux-tu dire quelque chose d'autre à propos de ce logiciel ?_____

_____

_____

***Figure 68** - SUS adapté pour les 9-11 ans. Ce document est dans l'annexe 5. Source : Kohli octobre 2025.*

7.2.2 Introduction en classe

Pour que les élèves soient à l'aise lors de notre test, nous avons décidé de faire une petite introduction le lundi en fin d'après-midi. Pendant cette demi-heure en classe, nous nous sommes présentés et avons parlé du test prévu le lendemain sans entrer dans les détails. Je voulais que les enfants découvrent la RA uniquement lors de la première phase du test. Nous avons donc évité de parler de la technologie utilisée pendant notre présentation. Ce moment a été l'occasion de leur expliquer le rôle des caméras et de leur demander de nous faire part de toutes leurs réflexions que le test se passe bien ou non. En effet, les enfants de cet âge ont tendance à ne pas vouloir vexer les adultes et donc à ne pas signaler leurs problèmes. Nous avons finalement présenté le plan de la classe pour permettre aux élèves de se projeter. Les enfants ont également eu du temps pour poser leurs questions sur le projet ou le déroulement de la matinée. L'ensemble des choses dites lors de cette phase est décrite dans le protocole de test (annexe 5).

7.2.3 Mise en place

Après avoir rencontré les élèves, nous avons mis la classe en place en vue des tests du lendemain matin. Le protocole de test précisait les choses à faire le jour avant et celles à réaliser le matin du test. Nous avons notamment déplacé les tables, installé les caméras sur leurs pieds et posé des micros sur chaque table. De plus, le matériel ayant besoin de charger a été branché. Finalement, nous avons revu les déroulements de chacun. Comme M. Hulin n'a pas pu se déplacer pour les tests, nous avons intégré au mieux ses différentes missions. Un déroulement à blanc a permis de régler les derniers détails, comme le sens des cartes sur les tables.



***Figure 69** - Configuration de la classe pour les tests. Source : Kohli novembre 2025.*

Le matin du test, nous avons placé les tablettes sur les tables, allumé les différents appareils et lancé les enregistrements afin que tout soit prêt pour l'arrivée du premier groupe.

7.3 Analyse des résultats

7.3.1 Résultats

Les tests se sont globalement bien déroulés. Les élèves étaient très motivés et coopératifs. Chaque binôme a réussi à compléter chaque phase dans les temps impartis. À la suite des deux périodes de test, nous avons pris le temps de débriefer entre adultes afin de partager nos points de vue sur les tests. J'ai ensuite regardé une partie des vidéos et captures pour compléter nos observations et ainsi trouver les problèmes principaux de l'application. Ce sous-chapitre est la synthèse de ces différents points.

7.3.1.1 Phase 1 : Découverte de la RA

L'arrivée des élèves dans la classe a été bien orchestrée. Un petit temps de rappel du cadre et de présentation du matériel a permis aux élèves d'être plus attentifs pendant les consignes. Il serait cependant judicieux de ne pas poser les tablettes et les QR-codes sur la table afin de ne pas tenter les enfants. Pour gagner du temps, nous pourrions aussi envisager de présenter la caméra sur ses pieds le soir avant afin de ne plus l'évoquer pendant le test.

La découverte de la RA a été un succès. Chaque groupe avait un avion, un casque français, un casque allemand et une forme géométrique à observer. Ces trois objets étaient entièrement blancs dans l'application. Les enfants ont été impressionnés par les objets 3D et ont réussi à utiliser le logiciel sans problèmes. Quelques groupes ont compris que tourner le QR-code ou tourner autour permettait de voir l'objet 3D sous différents angles. Lors du deuxième test, plusieurs élèves ont essayé de placer les casques sur leurs têtes et de déplacer les QR-codes des avions pour les faire voler. Un petit problème a tout de même été identifié. En effet, un groupe a réussi à afficher plusieurs objets différents avec le même marqueur. Ce bug serait à creuser en vue de l'amélioration de cette partie bien que cela n'ait pas perturbé les élèves.



***Figure 70** - Les objets à observer et deux photos prises dans la phase 1.*

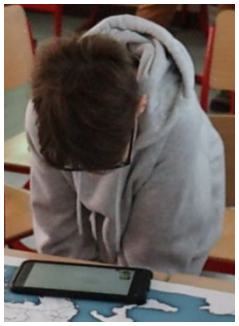
Les enfants ont trouvé cet exercice génial. En leur montrant les mêmes objets sous la forme d'une image, ils ont tout de suite exprimé le fait que les QR-codes étaient plus sympathiques car « il y a plus de choses à faire » (phrase dite par un élève lors du test). Ils préfèrent la 3D mais pensent que les couleurs ajouteraient encore plus de réalisme. Les casques ont été identifiés comme un casque de pompier et un casque de guerrier. Quelques élèves ont aperçu l'aigle et ont demandé s'il était allemand.

7.3.1.2 Phase 2 : Découverte de la carte physique

Nous leur avons ensuite présenté la carte. Les élèves ont été impressionnés par sa taille. En leur posant des questions, nous avons pu voir leur compréhension de la carte affichée. Plusieurs groupes ont dit que la carte était mondiale ou ont placé les Etats-Unis à la place de l'Irlande. Il faut relever que les élèves avaient observé une carte actuelle de l'Europe le lundi avec l'enseignant et avaient dû repérer les pays principaux, comme l'Allemagne, la France et la Russie. Dans l'ensemble, ces pays ont été retrouvés sur cette nouvelle carte. Cependant, peu d'élèves ont pu replacer l'Autriche et la Hongrie. Quelques-uns ont remarqué que la carte était différente de celle observée la veille. Mes deux groupes ont mis beaucoup de temps à regarder le titre de la carte. Ils ont ensuite compris pourquoi elle différait de celle de la veille bien qu'aucune explication n'ait été donnée à ce sujet.

Nous remarquons également que les connaissances relevant de la lecture de carte sont insuffisantes. Les frontières sont identifiées mais les fleuves sont confondus avec les mers. Les points qui représentaient des villes ont été décrits comme des pays par certains élèves. Si les connaissances cartographiques étaient un point important à la compréhension du scénario pédagogique, il faudrait prévoir un temps d'introduction dans les prérequis ou dans le tutoriel initial. Les consignes pour la suite du déroulement ont conclu cette phase d'observation.

7.3.1.3 Phase 3 : Les alliances



Chaque binôme a repris sa tablette pour continuer le test. La première étape était de quitter le tutoriel pour retourner à l'écran principal. Les élèves ont dû s'y prendre à plusieurs fois pour réussir à cliquer sur l'icône de la maison. De plus, le message indiqué dans la fenêtre contextuelle a semblé difficile à comprendre. La majorité des groupes a indiqué ne pas vouloir quitter la leçon dans un premier temps. Les mandants et moi-même avons dû dire aux groupes où cliquer pour sortir du tutoriel. Une fois la nouvelle thématique lancée, les enfants avaient un texte introductif à lire. Ils ont tous dû se rapprocher de l'écran. « Mais c'est trop dur à lire comme ça ! C'est trop petit. » Le binôme de cette élève a alors pris ses lunettes pour faire une loupe permettant aux deux enfants de lire le texte.

Figure 71 *- Lecture de l'intro. Source : Kohli 2025.*

Leur prochaine mission était de commencer l'activité en ancrant la carte. La compréhension de la consigne a mis beaucoup de temps. Certains ont posé la tablette sur la carte papier et attendaient que quelque chose se passe. Quand ils ont compris qu'il fallait positionner la tablette au-dessus de la carte, beaucoup d'actions ont dû être réalisées pour activer la RA. Après plusieurs déplacements sur la carte, plusieurs groupes ont levé la tablette avec les bras tendus au-dessus de la carte ou ont changé de position autour de la carte. Quelques groupes ont aussi tenté de se rapprocher de la carte comme pour zoomer. Nous avons tout d'abord pensé que cela était dû à l'éclairage. Cependant, les lumières n'ont pas résolu le problème. Finalement, seuls 3 binômes ont réussi à lancer l'activité sans aide. Nous pensons que cela est dû au fait que les élèves ayant la tablette étaient plus grands. Nous imaginons que ce problème d'ancrage provient du fait que la carte doit être entièrement visible pour lancer l'ancrage et que par la suite un nombre restreint de points clés est suffisant pour un bon ancrage. Un îlot composé de trois groupes a eu encore plus de mal à trouver un bon ancrage, nous estimons que cela est dû au nombre d'enfants présents autour de la table et que des mains ou bras masquaient les points d'ancrage.

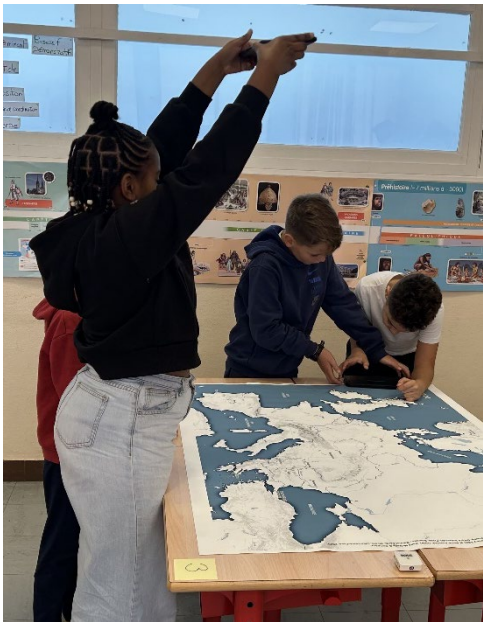


Figure 72 *- Deux idées des élèves pour placer la tablette sur la carte. Source : Kohli 2025.*



***Figure 73** - Capture extraite de l'enregistrement d'un test. On voit une jeune en train de cliquer sur un pays pour avancer dans l'expérience en RA. Source : Kohli 2025.*

Après ces quelques difficultés, les élèves ont enfin pu découvrir le cœur de l'application. Ils devaient cliquer sur les pays sur la tablette pour que ces derniers changent de couleur et complètent les jauges de la légende. Cette information n'a pas été comprise par les élèves dans un premier temps. En effet, un grand nombre d'enfants a appuyé sur les pays directement sur la carte imprimée et s'étonnait que cela ne fonctionne pas. D'autres encore ont cliqué sur les éléments de la légende. Le pays qui se trouvait en dessous était cliqué par la même occasion. Certains groupes ont fait toute la découverte ainsi.

Après quelques essais non-concluants, je leur ai conseillé de cliquer sur l'ampoule pour obtenir de l'aide. Cette intervention a permis de débloquer plusieurs binômes. Nous avons remarqué que les élèves n'ont pas essayé de cliquer sur l'ampoule avant que je le leur dise. L'étayage peut donc être amélioré en rendant cette aide plus visible ou alors en l'affichant de base sur l'écran quand l'ancrage est enclenché.

De plus, seuls les enfants du deuxième test ont vu qu'un bouton permettant de passer à la suite était apparu quand les jauges des alliances étaient remplies. Nous nous questionnons sur la lisibilité des textes ainsi que de la légende. Il serait intéressant d'analyser les différentes prises de vue de manière approfondie pour voir si les élèves lisent et comprennent ce qui se passe. En parallèle de cela, une analyse de l'ordre de découverte des pays ainsi que du nombre de passages sur chaque élément peut être pertinent. Nous pourrions savoir si des pays des Balkans étaient cherchés et connaître les pays qui intéressent le plus les élèves. Des liens pour en savoir plus sur ces derniers pourraient ainsi être ajoutés à l'interface.

7.3.1.4 Phase 4 : Retours sur l'expérience

Les élèves ont commencé par remplir les questionnaires SUS puis nous avons discuté en petits groupes de leur expérimentation de l'application.

7.3.1.4.1 SUS

Le questionnaire a été rempli de manière individuelle par chaque enfant. Les élèves ont eu de la peine à répondre à la première question négative. Une fois que l'on validait leur raisonnement, ils continuaient plus facilement. De plus, la question 9 (J'ai osé joué sans peur de commettre une erreur) a dû être reformulée à plusieurs reprises. A partir des résultats, un score a pu être calculé[56]. Notre application obtient une note moyenne de 83,1. Ce résultat indique que notre application est jugée bien par les enfants. Comme 14 élèves sur 24 ont donné une note supérieure à la moyenne, je crains que les élèves n'aient pas voulu me décevoir et ont mis des notes subjectives. De plus, quelques enfants ne semblaient pas avoir lu les questions. Ces hypothèses ont partiellement été vérifiées lors du débriefing.



***Figure 74** - Echelle des scores SUS. Source : Favre-Lamarine Jonathan 2024.*

[56] L'ensemble des résultats SUS est disponible dans l'annexe 5.

« Les élèves disaient que c'était simple mais quand on creusait, ils changeaient d'avis et finalement l'activité devenait compliquée » (Olivier Ertz lors de notre débriefing). Cette situation, vécue par tous les observateurs, montre que les enfants ont probablement répondu au questionnaire SUS sans prendre de recul. Ils ont trouvé l'activité chouette et différente, ce qui a élevé leurs notes dans les réponses. De plus, nous avons appris que certains élèves ne savaient pas lire. L'enseignant était étonné que nous ne l'avions pas remarqué. Nous pensons que les élèves ont eu peur de nous le dire et ont répondu en regardant les autres ou de manière aléatoire. En regardant les résultats du SUS avec ces connaissances, j'en déduis que Maëllan, Donna-Eser, Briava et Iking (trait vert dans l'annexe) n'ont pas tout compris dans les questions posées. En les enlevant, la moyenne augmente à 87,9.

7.3.1.4.2 Discussion en petit groupe

Les élèves nous ont fait part de leur enthousiasme. Une élève a même écrit « Grâce à ce logiciel, j'aime l'histoire. De base je n'aime pas ». Les élèves de mes groupes ont été déçus quand je leur ai dit qu'il n'y avait pas de suite au test. Ils auraient également aimé avoir des objets en 3D sur la carte et pouvoir jouer plus longtemps.

A travers la discussion, nous avons aussi constaté que plusieurs groupes n'avaient pas compris comment l'application fonctionnait à la fin de la découverte de tous les pays. Ils étaient convaincus que cliquer sur la carte ou sur la légende marchait également. De plus, peu de groupes ont su de quoi on parlait quand on leur a demandé si les jauges de la légende étaient pleines à la fin du temps de découverte. Un nombre très restreint a été capable de nous expliquer ce qu'ils avaient observé concrètement. L'enseignant leur a demandé de cocher les pays faisant partie de chaque alliance sur une feuille. Seuls 5 élèves ont répondu sans aucune erreur à cet exercice.

7.3.1.5 Autres retours

Concernant la préparation des tests et le protocole, il est ressorti que la prise de note était difficile. Pendant les phases d'observation, il était possible de noter quelques informations sans toutefois suivre précisément les consignes de prise de notes fournies. Il serait intéressant de garder ces conseils pour une relecture et mise au propre. Pendant les moments de discussion, M. Nédélec et moi-même n'avons pas réussi à prendre des notes. Il était difficile de mener la discussion, relancer les élèves et suivre les expressions corporelles des élèves si nous notions simultanément des choses sur une feuille. Nous avons tous deux privilégié les discussions étant donné qu'elles étaient enregistrées. De plus, les mandants ont oublié de relancer les enregistrements vidéo pendant le premier test. Ils recommandent donc d'avoir une personne dédiée à la technique, comme ce qui était prévu initialement. La répétition à blanc le lundi soir a permis à tout le monde d'être plus serein pendant les tests. Il serait important de le refaire si le protocole de test est à nouveau utilisé dans la suite de la thèse de doctorat.

7.3.1.6 Synthèse des problèmes avec l'application

Tous ces résultats nous ont permis de définir les 13 problèmes principaux de notre application. Ces derniers ont été regroupés par thématique. Certains éléments, comme la taille des contenus, étaient des hypothèses émises dans le chapitre 6.3. Elles ont donc pu être validées par nos observations.

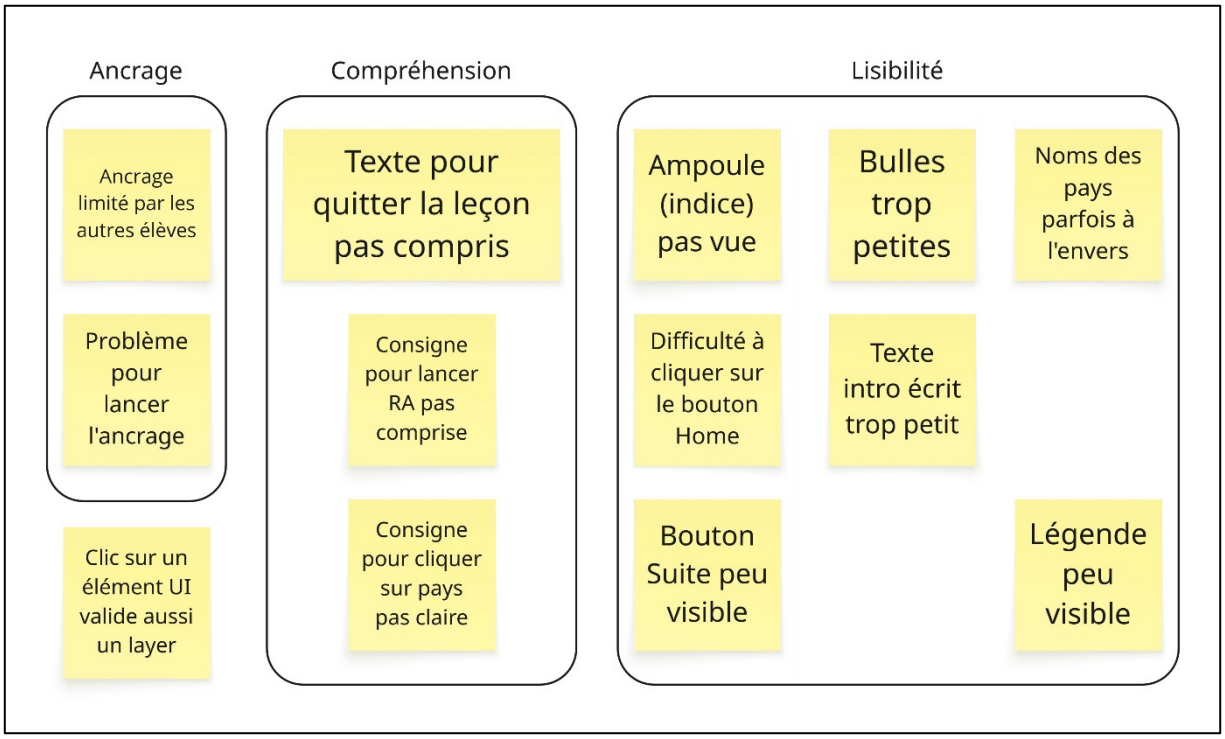


Figure 75 *- Synthèse des problèmes identifiés. Source : Kohli 2025.*

J'ai regroupé tous les problèmes liés à la taille des boutons, sous *Boutons trop petits*, ainsi que ceux parlant de la taille des contenus, sous *Textes trop* petits, car ils sont à résoudre simultanément. Il ne reste que 10 problèmes à prioriser.

7.3.2 Priorisation

Chaque problème a été placé dans une matrice à deux axes. Verticalement les problèmes sont classés en fonction de leur valeur ajoutée à l'application. Plus la résolution du problème impacte l'utilisation de l'application, plus le problème est en haut. Par exemple le fait que l'ancrage ne fonctionne pas bien est très bloquant pour utiliser ce logiciel. Sur l'autre axe, les problèmes identifiés sont positionnés en fonction de leur difficulté à être corrigés.

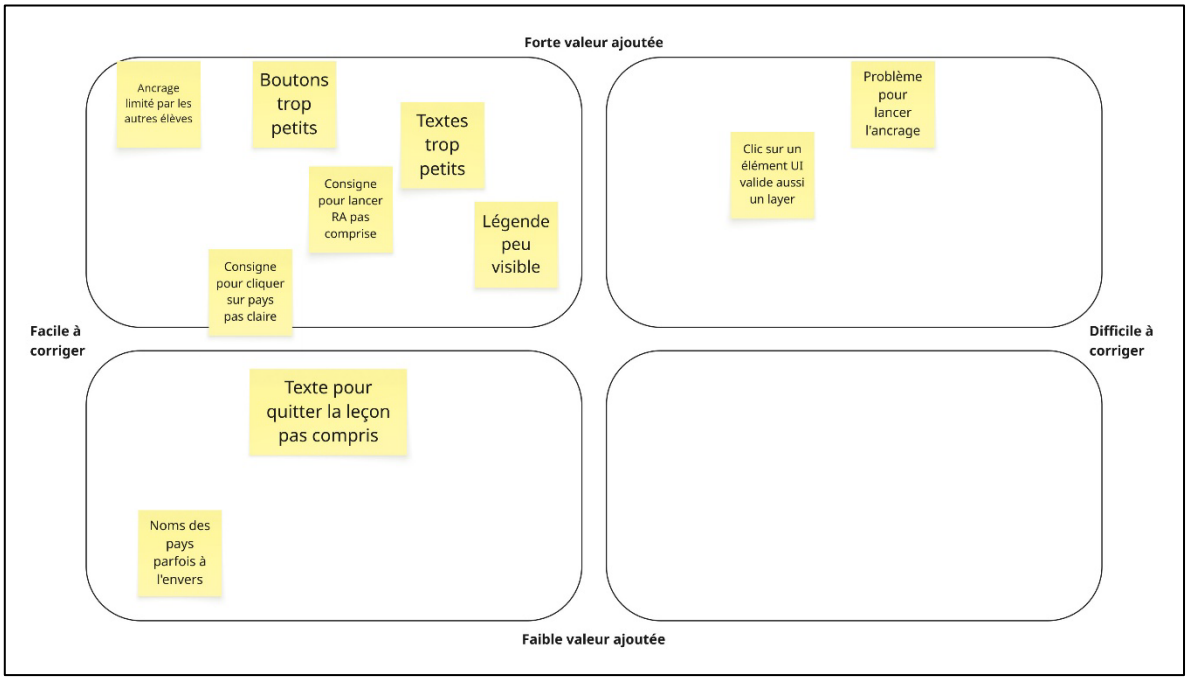


Figure 76 *- Matrice montrant la priorisation des problèmes identifiés. Source : Kohli 2025.*

Les problèmes sont à traiter dans un ordre précis. On commence par le carré en haut à gauche qui contient les problèmes importants les plus rapides à corriger. Il est recommandé d'agir en suivant une diagonale partant du coin en haut à gauche. Ensuite, il faut s'attaquer au cadran en haut à droite contenant le reste des problèmes importants. La liste en bas à gauche est à traiter dans un troisième temps. Le dernier cadrant est à faire si vraiment il nous reste du temps de développement. Des recommandations ont été émises pour régler chaque problème.

7.3.3 Recommandations

Les conseils suivants ne concernent que les 4 problèmes qui sont les plus importants. Cependant, l'ensemble des recommandations est visible dans l'annexe 6.

7.3.3.1 Ancrage limité par les autres élèves

Nous avons remarqué que 4 élèves pouvaient travailler sur une même carte A0 sans se déranger s'ils sont en deux binômes. L'ancrage a été limité quand 5 élèves ayant 3 tablettes au total travaillaient sur la même carte. Il suffit donc d'avoir une carte A0 pour deux binômes pour résoudre cela. D'autre part, pendant notre débriefing, M. Nédélec a suggéré de diviser la classe en deux zones pendant les cours d'histoire. Les parties écrites seraient à faire à un autre endroit, ce qui réduirait la quantité d'élèves autour des cartes. Ces deux pistes pourraient résoudre ce problème.

7.3.3.2 Boutons et textes trop petits

Comme évoqué dans le sous-chapitre 7.3.1, les enfants ont de la peine à lire les textes sur l'application. De plus, quelques groupes ont dû appuyer plusieurs fois sur l'icône de la maison avant de réussir à cliquer dessus. Ce problème était déjà évoqué dans mon auto-critique du développement. Les boutons et textes étaient plus grands sur les versions précédentes de l'application comme le montre la comparaison ci-dessous. Quand j'ai fait la compilation finale en vue du test, je n'ai rien remarqué. Ce constat a été fait une fois que l'application était déjà installée sur toutes les tablettes en vue du test. Je ne l'ai donc pas résolu mais j'ai eu le temps de penser à plusieurs moyens de le résoudre.

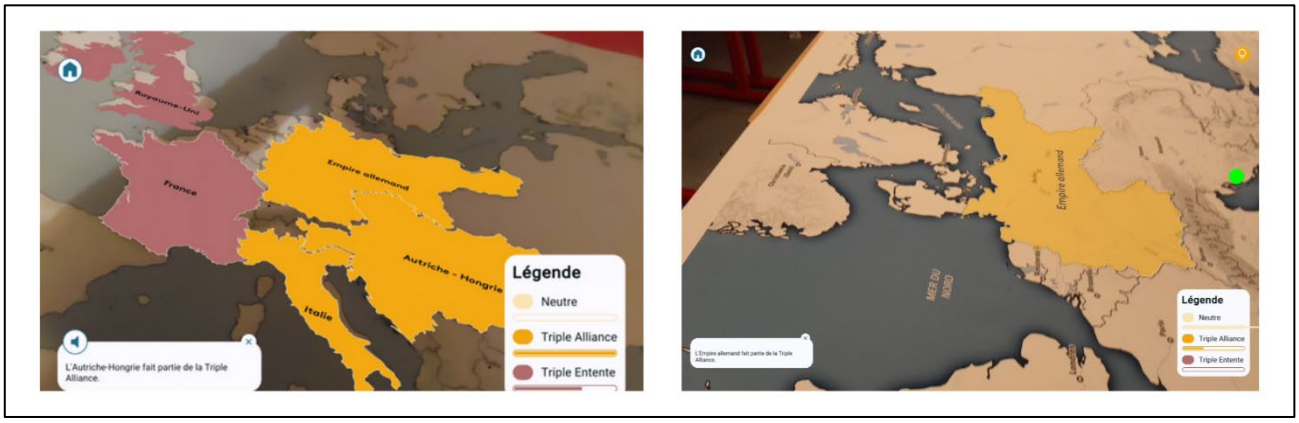


Figure 77 *- Captures d'écran de l'application dans deux versions. L'image de gauche est la version du 10 octobre et celle de droite est la version finale.*

Dans la version du 10 octobre, il y avait quelques problèmes d'UI importants. La légende et la bulle contenant le texte étaient coupées. De plus, on ne voyait que les boutons *oui* et *non* de la fenêtre contextuelle permettant de quitter la leçon. J'en ai déduit que j'avais un problème avec le positionnement relatif des différents éléments. Après plusieurs recherches Web infructueuses, j'ai demandé de l'aide à ChatGPT. Cette IA a proposé plusieurs solutions qui ne marchaient pas. Au fil des réponses, elle m'a codé un extrait de code permettant de forcer l'élément UI racine à prendre toute la taille de l'écran.[57] Il s'agit du fichier *ForceFullScreenUI.cs*. Ce script impliquait de mettre tous mes éléments UI enfants d'une balise **screen**. Il a été ajouté dans tous les GameObjects contenant le UI Document principal de la scène. Comme cela résolvait mon problème de pop-up et de positionnement des éléments, j'ai compilé et envoyé l'application à tout le monde. Ce n'est que quelques jours plus tard que j'ai remarqué que les tailles des textes et boutons avaient été impactées par ce code mais comme les tests étaient imminents, je n'ai rien pu changer.

Ce problème peut donc être résolu de deux manières. La première est plus rapide mais ne cherche pas à comprendre le code et son impact. Cela consiste à augmenter les tailles des boutons et textes directement dans les feuilles de style des différents composants UI. Si tout est plus grand de base, alors cela sera aussi plus grand dans l'application. La solution la plus juste serait de supprimer le code généré par ChatGPT et de trouver une autre approche pour résoudre le problème de positionnement des éléments UI. Cela implique des recherches et des tests et prend donc plus de temps.

Il serait aussi pertinent de s'interroger sur la position des boutons *Suite* et *Indice* qui étaient difficilement visibles par les enfants. L'icône d'ampoule pourrait aussi être remplacé ou mieux expliqué en avance afin d'aider les élèves à comprendre que ce dernier prodigue des conseils utiles pour avancer dans le logiciel.

[57] Le lien de cette discussion est disponible dans l'annexe 12. Il a été réalisé le 26 octobre 2025.

7.3.3.3 Problèmes pour lancer l'ancrage

Le problème d'ancrage provient probablement du fait que la carte doit être entièrement visible pour lancer l'ancrage. Comme toutes les personnes ayant testé l'application avec les élèves étaient des adultes, elles étaient plus grandes et arrivaient plus rapidement à voir la carte entière dans la tablette. Cette hypothèse doit être vérifiée avant de résoudre ce problème.

Si l'hypothèse est correcte, quelques pistes peuvent être envisagées pour améliorer l'activité. Tout d'abord, nous pourrions diviser la carte en plusieurs morceaux afin de réduire la surface minimale à cibler au début. Cette modification implique de changer le nombre d'images pouvant être lues en parallèle, de positionner les pays en fonction de ces nouvelles images et de s'assurer du bon fonctionnement de l'ancrage pour les pays étant sur deux morceaux de carte. Une instance de ces derniers par morceau de carte pourrait exister et se superposer. Une propriété booléenne indiquant si le Sprite doit être visible pourrait être ajoutée au SO du pays afin de se mettre à jour sur les deux images. Une autre piste serait de trouver un moyen de connaitre le nombre de points clés et la surface à voir pour lancer l'ancrage et d'adapter la carte en fonction en ajoutant éventuellement des éléments détectables.

7.3.4 Conclusion

Globalement le test s'est bien passé. Les enfants ont eu du plaisir et les essais nous ont permis de cibler les problèmes principaux de notre application. Le protocole peut être utilisé à d'autres reprises sans grandes adaptations si ce n'est de limiter la prise de note et de repasser sur les enregistrements dans un second temps. Idéalement, il faudrait être au moins deux et prendre dans ce cas les rôles de Laurence et Thibaud uniquement. Le nombre d'élèves présents dans cette configuration serait à revoir à la baisse.

Ces deux tests nous ont appris que les élèves de CM2 avaient de faibles connaissances en géographie. Une introduction à cette thématique pourrait être mise en place afin d'assurer la bonne utilisation des cartes pendant les cours d'histoire. De plus le lien entre le tutoriel de RA et l'activité suivante n'était peut-être pas clair pour les élèves. Étant donné les difficultés pour augmenter la carte, nous pensons que la définition de la RA n'a pas été comprise par tous les élèves. Nous suggérons donc d'ajouter un moment de définition tous ensemble après la phase 1 afin de clarifier ce terme et d'ajouter d'autres interactions en RA pendant le tutoriel. Les élèves pourraient par exemple interagir avec les objets pour en avoir une brève description et ainsi voir que l'application nécessite également des appuis sur la tablette. Finalement, il serait nécessaire de corriger les différents problèmes évoqués précédemment avant de refaire des tests. L'utilisabilité du logiciel n'est pour le moment pas parfaite mais en bonne voie.

Chapitre 8
Recommandations / Prochaines étapes

A ce stade du projet, nous pouvons affirmer que l'idée de rendre les cours d'histoire plus dynamique semble réaliste et plus engageante pour les élèves. Bien entendu, ce TB n'est que le commencement d'un projet de grande envergure. Il est primordial de réaliser un certain nombre de tâches avant de continuer le développement de l'application.

Tout d'abord, il faudrait effectuer de plus amples réflexions sur la carte. En effet, sa lisibilité et son cadrage n'ont pas fait le sujet de recherches approfondies. Il serait intéressant de consulter plusieurs enseignants afin de challenger son contenu et l'impact cognitif de cette carte sur les élèves. La question de légender cette carte physique reste également ouverte. De plus, le format A0 a été choisi de manière empirique. Nous pourrions remettre cela en question et tester d'autres formats compris entre du A3 et la carte actuelle. Plusieurs formats pourraient aussi être pertinents en fonction du contenu des cours envisagés.

Un deuxième point d'attention porterait sur la partie UI/UX de l'application. La finalisation des maquettes serait la première chose à faire. Ensuite, il serait intéressant de créer le support papier accompagnant le prototype afin d'avoir une vision globale du matériel à disposition des élèves. À la suite de cela, je recommande vivement de tester les maquettes interactives avec des élèves et éventuellement d'autres enseignants d'histoire en France. La compréhension des consignes ainsi que la fluidité du parcours pourraient être validés. Je pense que certains contenus sont encore à reformuler à la vue des conclusions de nos tests utilisateurs. La mission suivante du designer en charge du projet serait de créer Alex et de l'intégrer dans l'application afin d'aider les élèves. Le rôle de la RA ainsi que le concept d'"Histoire dont vous êtes le héros" pourraient encore être approfondies. De plus, le tutoriel initial pourrait être complété par d'autres interactions de RA afin de mieux expliquer l'application et également traiter des connaissances géographiques à avoir. Alex pourrait également faire son apparition dans cette partie et guider les élèves depuis le commencement. Finalement, le logo de l'application mériterait une réflexion plus approfondie.

Par ailleurs, l'accessibilité de notre application pourrait être améliorée. En effet, une adaptation de l'application en fonction des besoins spécifiques de certains élèves serait à envisager. Je pense surtout à la fonctionnalité évoquée de la lecture des textes pour des élèves comme Olga et Théo. Un dictionnaire pourrait également être ajouté afin que les élèves puissent voir les définitions de tous les termes en appuyant longuement dessus, comme le font par exemple les liseuses. D'autres pistes sont à envisager en fonction des cas d'école connus du doctorant et des autres enseignants de son établissement. De plus, la position de certains contenus ne semble pas adaptée aux gauchers. Ce problème devra être pris en considération dans la suite du projet.

Concernant la suite du développement, il faudrait tout d'abord résoudre les différents problèmes repérés pendant les tests utilisateurs. De plus, une refactorisation du code ainsi qu'une application rigoureuse des conventions de nommage choisies permettrait de simplifier la suite du projet. L'utilisation accrue de SO ainsi que de l'inspecteur permettrait à des non-codeurs de facilement adapter le contenu à leurs utilisations. Une version de l'application fonctionnant sur des iOS serait également un grand plus pour le projet. Une fois tout cela réalisé, des Prefab pourraient être créés afin de simplifier la création des nouveaux contenus. Les scènes réalisées actuellement pourraient devenir modulaires afin de servir de modèle pour les autres scènes identiques. Je pense que le changement dynamique des contenus serait à préférer à la démultiplication de scènes Unity.

Tester périodiquement l'application permettrait de repérer les problèmes au fil du temps. Une partie des tests futurs pourrait également être dédiée à des notions d'apprentissage afin de garantir que notre approche de l'Histoire n'est pas uniquement ludique mais adéquate aux besoins des élèves et des enseignants.

Chapitre 9
Conclusion

Ce travail de Bachelor répond à la volonté du doctorant M. Nédélec d'intégrer les outils modernes à ses cours d'histoire. L'objectif principal était de développer un prototype implémentant au moins une scène pédagogique en RA basée sur une carte physique. Le thème ciblait la Première Guerre Mondiale. L'application devait également permettre aux élèves de CM2 d'apprendre de manière autonome et collaborative.

Globalement les objectifs ont été atteints. Les différents livrables demandés ont été réalisés dans le temps imparti. Une carte physique en format A0 permet à notre application Unity de fonctionner. Le prototype explore la découverte du jeu des alliances en 1914. De plus, il a été testé début novembre auprès de 24 élèves et différentes améliorations ont pu en être déduites. Le projet Unity a été expliqué dans un rapport de développement permettant ainsi à mon successeur de reprendre au pied levé mon travail. Bien que le temps ne soit jamais suffisant pour tout ce que l'on imagine réaliser, je suis très satisfaite de mon TB et de ce que je rends aujourd'hui. Le projet a également permis de prendre du recul sur les cours d'histoire traditionnels et d'apporter de nouvelles idées aux enseignants afin de rendre l'apprentissage de l'histoire plus dynamique.

Le temps de réalisation des maquettes a été sous-estimé dans mon planning initial ce qui a retardé le développement. Malgré cela, tout a été finalisé pour le test à Pontault-Combault. Si je devais recommencer un projet de cette envergure, je pense que je limiterais le temps de maquettage afin de pouvoir mieux explorer les différentes technologies. A-Frame a été mis de côté mais peut-être que d'autres librairies compatibles auraient permis de continuer à l'utiliser.

Ce projet transfrontalier a été très enrichissant. J'ai apprécié pouvoir échanger avec les différentes parties prenantes de manière hebdomadaire en visio-conférence Teams ou Discord, bien que par moment une réunion physique aurait permis de débloquer plus rapidement des situations. Notre session de brainstorming en juillet 2025 a d'ailleurs été un accélérant non négligeable dans mon TB. A travers ces quelques mois, j'ai pu compléter mes connaissances Figma et découvrir un grand nombre de logiciels. La création de la carte sur QGIS et Inkscape m'ont permis de survoler le monde fascinant de la cartographie. De plus, le développement sur Unity n'est pas abordé dans mon Bachelor tout comme l'utilisation de la RA. Ces deux nouvelles compétences me permettent de me démarquer dans le monde du travail. Finalement, pouvoir réaliser un test avec des enfants m'a montré les limites de nos cours et méthodes. Le SUS par exemple ne semble pas être un outil adapté à la tranche d'âge de nos testeurs.

J'ai espoir que mon prototype permette à M. Nédélec de continuer sa thèse. Ce projet novateur est la clé pour rendre les cours plus attractifs et permettre aux enfants de devenir acteurs de leur formation. Notre travail ouvre le champ des possibles concernant la dynamisation des cours et l'utilisation des outils numériques actuels.

Bibliographie

A-FRAME AUTHORS, 2025. Introduction. *A-Frame* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://aframe.io [consulté le 9 novembre 2025].

ALEXANDRE NIVEAU et JEAN-MARC LECARPENTIER. CSS et factorisation du code. *Université Caen Normandie* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://ensweb.unicaen.fr/tuto/css/ [consulté le 14 novembre 2025].

ARCMAP 10.8, 2021. Projection de Mercator. *ArcGis Desktop* [en ligne]. 2021. Disponible à l'adresse : https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/map/projections/mercator.htm [consulté le 28 octobre 2025].

AR.JS, 2025. *AR-js-org/AR.js* [logiciel] [en ligne]. 8 novembre 2025. AR.js. [consulté le 9 novembre 2025]. Disponible à l'adresse : https://github.com/AR-js-org/AR.js [consulté le 9 novembre 2025].

AUTISM&UNI, 2024. Comprendre les types de cours et d'examens – Autism & Uni – Fribourg. *Autism&Uni* [en ligne]. 23 novembre 2024. Disponible à l'adresse : https://projects.unifr.ch/autism/comprendre-les-types-de-cours-et-dexamens/ [consulté le 22 novembre 2025].

CAMPUS, Gaming, 2025. Tout savoir sur Unity, le couteau suisse de la création de jeux -... *Gaming Campus* [en ligne]. 23 mai 2025. Disponible à l'adresse : https://gamingcampus.fr/boite-a-outils/tout-savoir-sur-unity-le-couteau-suisse-de-la-creation-de-jeux.html [consulté le 10 novembre 2025].

CAPUCINE GIFFAUT, ALEXIS FAVREAU, 2023. SUS : un atout pour évaluer votre produit/service. *OCTO Talks !* [en ligne]. 23 mars 2023. Disponible à l'adresse : https://blog.octo.com/sus-un-atout-pour-evaluer-votre-produit-service [consulté le 8 novembre 2025].

COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DU PAYS DE MEAUX – MUSÉE DE LA GRANDE GUERRE. Le musée de la Grande Guerre à Meaux. *Musée de la Grande Guerre* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.museedelagrandeguerre.com/musee-grande-guerre/ [consulté le 26 mai 2025].

CSFO, 2025. Organisation des études. *Orientation.ch* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.orientation.ch/SharerWeb/Index?id=L2R5bi9zaG93LzQxMDc4 [consulté le 19 novembre 2025].

DANIEL FERNANDES GONÇALVES DE OLIVEIRA, 2020. Creating good markers · Carnaux/NFT-Marker-Creator Wiki · GitHub. *Creator Wiki · GitHub* [en ligne]. 16 janvier 2020. Disponible à l'adresse : https://github.com/Carnaux/NFT-Marker-Creator/wiki/Creating-good-markers#visual-complexity [consulté le 8 novembre 2025].

DEHAENE, Stanislas, 2018. *Apprendre ! les talents du cerveau, le défi des machines* [en ligne]. Paris : Odile Jacob. ISBN 978-2-7381-4542-0. Disponible à l'adresse : https://fliphtml5.com/jlsww/fvrf/Apprendre_%21_Les_talents_du_cerveau%2C_le_de%CC%81fi_des_machines/ [consulté le 23 octobre 2025].

DENIS, Alice, 2021. *Développer le discernement des élèves de CM2: un travail sur l'information numérique écrite* [en ligne]. Master . Grenoble : Académie de Grenoble. Disponible à l'adresse : dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03690960/file/DENIS-Mem-PE-VC-2.pdf [consulté le 28 mai 2025].

DIDIER DELIGNIÈRES, 2020. Approche curriculaire, disciplines scolaires, et «éducations à…». *Libres Propos - le site de Didier Delignières* [en ligne]. 10 mars 2020. Disponible à l'adresse : https://didierdelignieresblog.wordpress.com/2020/03/10/approche-curriculaire-disciplines-scolaires-et-educations-a/ [consulté le 19 novembre 2025].

DRUIDE INFORMATIQUE, 2020. Lorem ipsum : le texte factice par excellence. *Tap'Touche* [en ligne]. 20 mai 2020. Disponible à l'adresse : https://www.taptouche.com/fr/blogue/lorem-ipsum-le-texte-factice-par-excellence [consulté le 1 novembre 2025].

DUVINA, Justine, 2018. *Les apports de l'utilisation de la carte en histoire dans les apprentissages* [en ligne]. Master . Cergy-Pontoise : ESPE de l'académie de Versailles. Disponible à l'adresse : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01828167/file/m%C3%A9moire_Duvina_2018.pdf [consulté le 31 mai 2025].

EDUSCOL, 2016. Ressources d'accompagnement pour questionner l'espace et le temps : explorer les organisations du monde, au cycle 2. *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. 2016. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/175/questionner-l-espace-et-le-temps-cycle-2 [consulté le 28 mai 2025].

ESOKIA, 2022. UX / UI : qu'est-ce que ça signifie ? | Design UX UI| Esokia. [en ligne]. 2022. Disponible à l'adresse : https://esokia.com/fr/blog/ux-ui-quest-ce-que-ca-signifie [consulté le 22 novembre 2025].

FRANSSON, Göran, HOLMBERG, Jörgen et WESTELIUS, Claes, 2020. The challenges of using head mounted virtual reality in K-12 schools from a teacher perspective. *Education and Information Technologies*. Vol. 25, no 4, pp. 3383-3404. DOI 10.1007/s10639-020-10119-1.

GANTT.COM, 2025. Qu'est-ce qu'un diagramme de Gantt ? *Gantt.com* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.gantt.com/fr/ [consulté le 19 novembre 2025].

GIOVANNI BLANDINO, 2019. Qu'est-ce que la toile canvas ? | Pixartprinting. *Le blog de Pixartprinting* [en ligne]. 18 janvier 2019. Disponible à l'adresse : https://www.pixartprinting.fr/blog/toile-canvas-decoration/ [consulté le 19 novembre 2025].

HES-SO, 2025. Ertz Olivier - Professeur HES associé - Recherche de collaboratrices et collaborateurs - HES-SO. *PEOPLE@HES-SO* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://people.hes-so.ch/fr/profile/2307382-olivier-ertz#contact [consulté le 22 mai 2025].

HULIN, Thibaud, 2025. Bio - Thibaud Hulin's lab. *Thibaud Hulin's lab* [en ligne]. 3 avril 2025. Disponible à l'adresse : https://thibaudhulin.net/biographie/ [consulté le 22 mai 2025].

INTELIVITA, 2025. What is AR (Augmented Reality)? *Intelivita UK* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.intelivita.co.uk/blog/augmented-reality [consulté le 22 novembre 2025].

LAMBERT, Blanche, 2024. *Se former à la cartographie sur Inkscape*. 1. Lille : Éditions D-BookeR. ISBN 978-2-8227-1147-0.

LE ROBERT. package - Définitions, synonymes, prononciation, exemples. *Dico en ligne Le Robert* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://dictionnaire.lerobert.com/definition/package [consulté le 10 novembre 2025].

MAPIWEE, la Team, 2021. Mémoire enfant : Les techniques - Eveil et apprentissage. *Mapiwee by Maped* [en ligne]. 22 février 2021. Disponible à l'adresse : https://mapiwee.com/les-techniques-de-memorisation-pour-enfant/ [consulté le 26 mai 2025].

MARIE-HÉLÈNE SIMARD, 2023. Le TDAH: Définition, traitements et ressources universitaires. *Centre d'aide à la communauté étudiante* [en ligne]. 2023. Disponible à l'adresse : https://www.aide.ulaval.ca/apprentissage-et-reussite/textes-et-outils/difficultes-frequentes-en-cours-d-apprentissage/le-tdah-definition-traitements-et-ressources-universitaires/ [consulté le 19 novembre 2025].

MARIGE, Pierre, 2021. Concevoir un poster scientifique. *Bibliothèque universitaire de la Rochelle* [en ligne]. 21 septembre 2021. Disponible à l'adresse : https://bu.univ-larochelle.fr/actualites/concevoir-un-poster-scientifique/ [consulté le 5 octobre 2025].

MARTINMTL, 2011. Maquettes. *Ergonomie Web* [en ligne]. 25 février 2011. Disponible à l'adresse : https://ergonomieweb.wordpress.com/2011/02/25/maquettes/ [consulté le 1 novembre 2025].

MAUBON, Grégory, 2025. Qu'est-ce que la Réalité Augmentée ? *Réalité Augmentée - Augmented Reality* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.augmented-reality.fr/cest-quoi-la-realite-augmentee/ [consulté le 8 novembre 2025].

MDN CONTRIBUTORS, 2025. Applications web progressives | MDN. *MDN Web Docs* [en ligne]. 7 septembre 2025. Disponible à l'adresse : https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/Progressive_web_apps [consulté le 9 novembre 2025].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE. Réseaux et interlocuteurs premier et second degré pour le numérique. *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/4117/reseaux-et-interlocuteurs-premier-et-second-degre-pour-le-numerique [consulté le 20 mai 2025 a].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE. Programmes et horaires à l'école élémentaire. *Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.education.gouv.fr/programmes-et-horaires-l-ecole-elementaire-9011 [consulté le 28 mai 2025 b].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2025. Accueil. *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/ [consulté le 28 mai 2025].

MIRO, 2025. Qu'est-ce qu'un diagramme de flux ? Types, symboles et exemples | Miro. *https://miro.com/* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://miro.com/fr/diagramme-de-flux/qu-est-ce-qu-un-diagramme-de-flux/ [consulté le 11 novembre 2025].

MME QUIOC, 2020. Géographie - Ecole élémentaire Descartes B. *élémentaire Descartes B* [en ligne]. 11 mai 2020. Disponible à l'adresse : https://ec-descartesb-asnieres.ac-versailles.fr/spip.php?article1140 [consulté le 14 octobre 2025].

MORSCHE, Mathieu te, 2023. Pourquoi rouge c'est non et vert c'est oui? *Slate.fr* [en ligne]. 26 juin 2023. Disponible à l'adresse : https://www.slate.fr/societe/lexplication/pourquoi-rouge-non-vert-oui-perception-couleurs [consulté le 24 octobre 2025].

NA, Hunhui et YUN, Saeyan, 2024. The effect of augmented reality on K-12 students' motivation: a meta-analysis. *Educational technology research and development*. Vol. 72, no 6, pp. 2989-3020. DOI 10.1007/s11423-024-10385-7.

NATURAL EARTH, 2022. Natural Earth » Blog Archive » Rivers, Lake Centerlines - Free vector and raster map data at 1:10m, 1:50m, and 1:110m scales. *Natural Earth Data* [en ligne]. 2022. Disponible à l'adresse : https://www.naturalearthdata.com/downloads/50m-physical-vectors/50m-rivers-lake-centerlines/ [consulté le 29 septembre 2025].

NAVAN CHAUHAN, 2025. Introduction to AR.js and Natural Feature Tracking. *Navan Chauhan* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://web.navan.dev/posts/2020-08-01-Natural-Feature-Tracking-ARJS.html [consulté le 7 août 2025].

NICOLÒ CARPIGNOLI et DANIEL FERNANDES GONÇALVES DE OLIVEIRA. Image Tracking - AR.js Documentation. *AR.js Documentation* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/image-tracking/ [consulté le 8 août 2025].

NSDESIGNGAMES, 2025. Terminologie couramment utilisée dans Unity Engine. *Sharp Coder Blog* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://fr.sharpcoderblog.com/blog/commonly-used-terminology-in-unity-engine [consulté le 11 novembre 2025].

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE, 2009. moteur de jeu. *Vitirne linguistique* [en ligne]. 2009. Disponible à l'adresse : https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/39373/moteur-de-jeu [consulté le 10 novembre 2025].

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE, 2018. coconstruction. [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26544885/coconstruction [consulté le 19 novembre 2025].

PTC. Vuforia Engine Library. [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://developer.vuforia.com/library/ [consulté le 10 novembre 2025].

PURE ILLUSION. Définition de Responsive. *Agence Pure Illusion* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.pure-illusion.com/lexique/definition-de-responsive [consulté le 9 novembre 2025 a].

PURE ILLUSION. Définition de Framework. *Agence Pure Illusion* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.pure-illusion.com/lexique/definition-de-framework [consulté le 9 novembre 2025 b].

RAVOOF, Salman, 2021. Comment utiliser l'outil « Inspecter l'élément » de votre navigateur pour modifier des pages web ? *Kinsta®* [en ligne]. 28 juillet 2021. Disponible à l'adresse : https://kinsta.com/fr/blog/inspecter-elements/ [consulté le 9 novembre 2025].

ROBERT, Jérémy, 2022. Workflow : qu'est-ce que c'est ? *DataScientest* [en ligne]. 18 mars 2022. Disponible à l'adresse : https://datascientest.com/workflow-tout-savoir [consulté le 12 novembre 2025].

SAMSON GHISLAIN, LEFEBVRE SONIA, et GAREAU ALEXANDRE, 2016. *L'impact de l'utilisation des tableaux numériques interactifs sur les pratiques pédagogiques des enseignants du primaire et du secondaire* [en ligne]. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières. Disponible à l'adresse : https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/portail/gscw031?owa_no_site=3065 [consulté le 28 mai 2025].

SEAN DUFFY et al., 2023. Best practices for profiling game performance. *Unity* [en ligne]. 2023. Disponible à l'adresse : https://unity.com/how-to/best-practices-for-profiling-game-performance [consulté le 10 novembre 2025].

SUPERMEDIUM, 2025. aframe/LICENSE at master · aframevr/aframe. *GitHub* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://github.com/aframevr/aframe/blob/master/LICENSE [consulté le 9 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES. Glossaire. *Unity* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://unity.com/glossary [consulté le 10 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025a. Download Archive. *Unity* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://unity.com/releases/editor/archive [consulté le 10 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025b. Unity Learn. *Unity Learn* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://learn.unity.com [consulté le 14 août 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025c. AR Foundation | AR Foundation | 6.3.1. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@6.3/manual/index.html [consulté le 10 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025d. Unity - Scripting API: Sprite. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://docs.unity3d.com/6000.2/Documentation/ScriptReference/Sprite.html [consulté le 10 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025e. Get started with user interfaces. *Unity Learn* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://learn.unity.com/tutorial/https:/learn.unity.com/tutorial/get-started-with-user-interfaces [consulté le 18 septembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025f. Unity - Manual: Unity 6.2 User Manual. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://docs.unity3d.com/Manual/ [consulté le 11 novembre 2025].

UNIVERSITÉ MARIE ET LOUIS PASTEUR. ELLIADD. *Université Marie & Louis Pasteur* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.univ-fcomte.fr/laboratoires-sciences-de-lhomme-et-humanites-s2h/elliadd [consulté le 23 mai 2025].

VINCE, Charlène, 2023. Première Guerre mondiale : résumé de la Grande Guerre 14-18. [en ligne]. 6 janvier 2023. Disponible à l'adresse : https://www.linternaute.fr/actualite/guide-histoire/2527156-premiere-guerre-mondiale-resume-de-la-grande-guerre-1914-1918/ [consulté le 30 octobre 2025].

VUFORIA ENGINE TEAM, 2025. News | Engine Developer Portal. [en ligne]. 10 septembre 2025. Disponible à l'adresse : https://developer.vuforia.com/news [consulté le 10 novembre 2025].

WALTER PERDAN, 2020. [Feature] Multi NFT markers support · Issue #40 · kalwalt/jsartoolkit5. *GitHub* [en ligne]. 1 février 2020. Disponible à l'adresse : https://github.com/kalwalt/jsartoolkit5/issues/40 [consulté le 14 août 2025].

WILMER LIN, 2022. *Create a C# style guide: Write cleaner code that scales* [en ligne]. Unity Technologies. Disponible à l'adresse : https://unity.com/resources/create-code-c-sharp-style-guide-e-book [consulté le 21 octobre 2025].

WILMER LIN, 2025. *UI Toolkit for advanced Unity developers (Unity 6 edition)* [en ligne]. Unity Technologies. Disponible à l'adresse : https://unity.com/resources/scalable-performant-ui-uitoolkit-unity-6 [consulté le 1 octobre 2025].

ZHANG, Jiakai et al., 2022. Augmented Reality in K–12 Education: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature from 2000 to 2020. *Sustainability*. Vol. 14, no 15, p. 17. DOI 10.3390/su14159725.

Sources des images

360ED TECH, 2022. Elements AR. *360ed Tech* [en ligne]. 31 août 2022. Disponible à l'adresse : https://www.360ed.org/products/elements-ar/ [consulté le 24 octobre 2025].

CLEVERBOOKS, 2023. ARC Geography. *Augmented Classroom* [en ligne]. 18 avril 2023. Disponible à l'adresse : https://lesson.augmented-classroom.com/home/arc-geography#h.26c57ddgnswx [consulté le 2 juin 2025].

DEHAENE, Stanislas, 2018. *Apprendre ! les talents du cerveau, le défi des machines*. Paris : Odile Jacob. ISBN 978-2-7381-4542-0.

FAVRE-LAMARINE JONATHAN, 2024. *System Usability Scale*. . HEIG-VD. Ce document a été reçu dans le cadre du cours UXLab, enseigné par Favre-Lamarine Jonathan au semestre 5 du Bachelor COMEM.

INSTITUT INTERNATIONAL DE LANCY, 2020. *Comparaison des systèmes scolaires* [en ligne]. [PDF]. Disponible à l'adresse : https://www.iil.ch/wp-content/uploads/2020/08/12425_iil_grille-comparative_FR_06-08-20201.pdf [consulté le 27 mai 2025].

INTELIVITA, 2025. Augmented Reality App: Definition, Examples, Features, Applications, Development. *Intelivita UK* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://admin.intelivita.co.uk/assets/frameworks/plugins/filemanager/userfiles/types-of-augmented-reality-apps.png [consulté le 8 novembre 2025].

JULIE BEAUPRÉ, 2016. 5 types d'utilisation du TNI dans les écoles du Québec. *École branchée* [en ligne]. 17 février 2016. Disponible à l'adresse : https://ecolebranchee.com/5-types-dutilisation-du-tni-dans-les-ecoles-du-quebec/ [consulté le 28 mai 2025].

LAMBERT, Blanche, 2024. *Se former à la cartographie sur Inkscape*. 1. Lille : Éditions D-BookeR. ISBN 978-2-8227-1147-0.

LE CALLENNEC, Sophie, 2019. *Histoire et histoire des arts, géographie, enseignement moral et civique: manuel, CM2*. Paris : Hatier. Magellan. ISBN 978-2-401-05350-2.

MAUBON, Grégory, 2025. Qu'est-ce que la Réalité Augmentée ? *Réalité Augmentée - Augmented Reality* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.augmented-reality.fr/cest-quoi-la-realite-augmentee/ [consulté le 8 novembre 2025].

MCGRAW HILL, 2025. Augmented Reality App for Education | McGraw Hill AR | McGraw Hill. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://www.mheducation.com/prek-12/program/microsites/mcgraw-hill-ar.html [consulté le 2 juillet 2025].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2014. Administration et gouvernance du système éducatif au niveau local et/ou des établissements. *Eurydice* [en ligne]. 2014. Disponible à l'adresse : https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/fr/eurypedia/france/administration-et-gouvernance-du-systeme-educatif-au-niveau-local-etou-des [consulté le 27 mai 2025].

SÉBASTIEN JARRY, LUC CHARPENTIER, NICOLAS CELIÉ, NAM THAI LAI, 1917. *Les médecins dans les tranchées* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.archivespasdecalais.fr/var/satellites/storage/images/mediatheque/archives/decouvrir/chroniques-de-la-guerre/articles/1915/15-04-07_medecins_soins-tranchees/786278-1-fre-FR/15-04-07_medecins_soins-tranchees_galleryfull.jpg [consulté le 30 octobre 2025].

THE EDITORS OF PROCON, 2025. Pokemon GO | Pros, Cons, Debate, Arguments, & Good for Society | Britannica. *Britannica* [en ligne]. 24 avril 2025. Disponible à l'adresse : https://www.britannica.com/procon/Pokemon-GO-debate [consulté le 3 juin 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025a. Unity Visual Scripting. *Unity* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://unity.com/features/unity-visual-scripting [consulté le 10 novembre 2025].

UNITY TECHNOLOGIES, 2025b. Unity Learn - Explore the Editor Interface. *Unity Learn* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://learn.unity.com/pathway/unity-essentials/unit/editor-essentials/tutorial/explore-the-editor-interface-1-1 [consulté le 11 novembre 2025].

Déclaration

Module Travail de Bachelor (TB) - Département COMEM – HEIG-VD

Déclaration sur la conduite des travaux évalués (bonne conduite académique). Les travaux évalués qui ne sont pas accompagnés de ce formulaire seront renvoyés sans être évalués.

Les pratiques frauduleuses identifiées dans le cadre du module Travail de Bachelor peuvent correspondre à l'une ou plusieurs des catégories résumées ci-dessous:

1. Plagiat

Le plagiat consiste à s'approprier le travail d'une autre personne ou d'une autre source et à l'utiliser comme s'il s'agissait du sien. Les travaux comprennent, entre autres, les travaux écrits, les idées, les compositions musicales, les programmes informatiques, les résultats de laboratoire ou d'enquête, les diagrammes, les graphiques, les dessins et les modèles.

2. Collusion

La collusion consiste à travailler avec d'autres personnes sur des tâches qui devraient être effectuées individuellement. La collusion ne doit pas être confondue avec le travail collaboratif qui est parfois utilisé comme moyen d'apprentissage. Sauf avis contraire, tout TB final soumis à l'évaluation doit être produit individuellement par les étudiants.

3. Falsification

Il peut s'agir d'une série d'éléments qui donnent l'impression que l'information a été recueillie par une enquête scientifique, à partir de la compilation des résultats d'un questionnaire, etc., alors qu'en réalité, elle a été inventée ou modifiée pour fournir un résultat plus favorable.

4. Délégation

Il s'agit de tout moyen par lequel une personne ou un service tiers (IA par exemple) effectue un travail pour le compte d'une autre. Il s'agit par exemple de l'obtention de matériel existant ou original à partir de sites ou de services en ligne ou d'autres sources non déclarées.

En soumettant mon rapport de TB et ses annexes, je déclare que :

Ce travail est le mien ;
J'ai dûment détaillé, avant la bibliographie, mon usage des services d'IA générative utilisés (quel service, quand, à quelles fins)
Je suis l'auteur·e des recherches documentaires, analyses et résultats proposés et discutés, qui sont entièrement originaux;
Je n'ai pas falsifié les résultats des recherches, sondages, interviews ou toute autre forme de collecte de données présentés dans mon travail ;
J'ai mentionné toutes les références utilisées dans le texte et dans une liste de référence complète, selon les normes en vigueur (APA7 ou Harvard)
J'ai lu et compris la politique de la HEIG-VD sur la conduite des travaux évalués.

Il est de la responsabilité de l'étudiant·e de prendre connaissance de cette politique et de cette procédure.

Signature Kohli

Nom : Laurence Kohli Date : 26.11.2025

Déclaration sur l'usage des IA

Durant ce TB, j'ai utilisé différentes IA :

- **ChatGPT** : compléter des idées, trier des éléments, trouver des termes de recherche, comprendre des extraits de codes ou messages d'erreur, générer des textes bateau, faire des traductions, trouver des synonymes dans un contexte précis
- **Copilot GPT ou Claude Sonnet (GitHub Education)** : autocomplétions de code dans Visual Studio Code, explication pour des messages d'erreur, mise à jour des codes selon les versions des librairies utilisées, factorisation du code, génération de la structure des commentaires
- **Leonardo.ai** : création d'un logo
- **Microsoft Copilot** : résumé de pages ou documents avant de les lire, traductions

Les prompts se trouvent dans l'annexe 12.

Glossaire

Applications web progressives :« Les applications web progressives (ou progressive web applications en anglais, abrégées en PWAs) sont des applications web qui utilisent les service workers, les manifestes, et d'autres fonctionnalités de la plateforme web, avec l'amélioration progressive pour fournir aux utilisatrices et utilisateurs une expérience équivalente à celle des applications natives. Les applications web progressives ont plusieurs avantages : elles peuvent être installées, améliorées progressivement, conçues de façon adaptative, maintenir l'engagement, être indiquées avec un lien, découvrables, indépendantes de l'état du réseau, et sécurisées » (MDN contributors 2025).

Camel case :« Également appelé camel caps, le Camel case est une convention d'écriture consistant à écrire des expressions sans espaces ni ponctuation, en séparant les mots par une majuscule au début de chacun d'eux. La toute première lettre est en minuscule » [traduction libre] (Wilmer Lin 2022, p. 11).

Canvas (toile) **:** « La toile canvas est un support pouvant être composé à 100 % de coton de différents grammages ou d'un mélange de polyester et de coton. Le tissu canvas permet une adhérence optimale des pigments de couleur pour un résultat éclatant sur un support durable » (Giovanni Blandino 2019).

Coconstruit : « Processus par lequel divers acteurs, sur un pied d'égalité, collaborent de manière volontaire en vue de l'atteinte d'un but commun» (Office québécois de la langue française 2018).

(Unity) **Composant** : « les composants sont des éléments de fonctionnalité modulaires […]. Les exemples incluent les scripts pour définir la logique et le comportement des GameObjects, les collisionneurs, les moteurs de rendu, les corps rigides et les sources audio »(NSdesignGames 2025).

Console de l'inspecteur « Il s'agit d'un journal d'avertissement frontend pour un site, et c'est un endroit où vous pouvez également saisir des extraits de code pour effectuer un test rapide d'une idée »(Ravoof 2021).

Curriculaire : « Ce sont les exigences de la « vie réelle » qui sont ciblées, dont il s'agit de comprendre la complexité, les valeurs qui la traversent, et pour laquelle il convient d'armer les élèves pour qu'ils puissent y construire leur trajectoire personnelle, professionnelle, et citoyenne » (Didier Delignières 2020).

Crédits ECTS : « Les crédits ECTS sont une mesure relative de la charge de travail que les étudiants doivent fournir au cours d'une année d'études. Ils incluent toutes les activités du cursus : fréquentation des cours, travaux pratiques, travail individuel, examens, etc. Les crédits sont attribués lorsque l'étudiant-e a satisfait aux conditions de validation de l'enseignement » (CSFO 2025).

Diagramme de flux : « Un diagramme de flux est un type de diagramme qui explique visuellement un processus ou un flux de travail. À l'aide de symboles et de définitions standardisés, les diagrammes de flux décrivent visuellement les différentes étapes et décisions d'un processus » (Miro 2025).

Diagramme de Gantt : « Le diagramme de Gantt, couramment utilisé en gestion de projet, est l'un des outils les plus efficaces pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités qui constituent un projet. Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin » (Gantt.com 2025).

ELLIADD : « Placé sous la double tutelle de l'Université de Franche-Comté et de l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard, ELLIADD est un laboratoire pluridisciplinaire situé dans le domaine des Sciences humaines et sociales. » (Université Marie et Louis Pasteur).

Etayage : L'étayage est une aide, un guidage pour l'élève dans son acte d'apprentissage.

Ex cathedra : « Les cours sont souvent donnés sous forme « ex cathedra » : l'enseignant est debout devant l'écran de l'auditoire, il montre une présentation PowerPoint pour expliquer ses idées. Peu d'implication des étudiants est requise »(Autism&Uni 2024).

Factorisation : « On parle souvent en informatique de factorisation du code, c'est à dire le fait d'éviter de répéter plusieurs fois le même code à divers endroits d'un projet. En programmation, cela se traduit par l'utilisation de fonctions (au sens large) qui permettent d'exécuter des tâches quand on en a besoin, en prenant éventuellement des paramètres en argument » (Alexandre Niveau, Jean-Marc Lecarpentier).

Framework : « Un Framework est une boite à outils pour un développeur web. […] Il contient des composants autonomes qui permettent de faciliter le développement d'un site web ou d'une application » (Pure illusion).

(Unity) **GameObject** : « dans Unity, tout existe en tant que GameObject. Ce sont les éléments fondamentaux des scènes et peuvent représenter des personnages, des accessoires, des caméras, des lumières ou tout autre élément d'un jeu. Les objets de jeu peuvent avoir des composants qui leur sont attachés, définissant leur comportement et leur apparence » (NSdesignGames 2025).

IDE : « Cela signifie qu'un développeur peut accéder à différentes ressources comme la documentation, les outils de débogage ou encore les outils de compilation pour créer son jeu » (Campus 2025).

Lorem ipsum :« Le lorem ipsum est un texte de substitution utilisé dans la conception graphique. Ce langage factice rassemble toutes les lettres de l'alphabet dans un court paragraphe. La répartition des caractères y est équitable pour que l'attention du lecteur soit portée sur l'aspect graphique du document, et non sur le contenu textuel »(Druide informatique 2020).

Maquette basse-fidélité :« La maquette basse-fidélité (low-fidelity mockup) est une maquette papier ou une maquette écran très basique, graphique en noir et blanc ou avec zones de couleurs, et peu travaillée d'un point de vue visuel » (MartinMTL 2011).

Maquette haute-fidélité :« La maquette haute-fidélité (high-fidelity mockup) est une maquette très détaillée qui intègre des principes graphiques. On fait parfois référence à une maquette conceptuelle (conceptual mockup) ou à un prototype plus achevé » (MartinMTL 2011).

MEI : Le MEI est l'institut de recherche lié à la filière d'Ingénierie des médias à la HEIG-VD

Moteur de jeu : « Logiciel qui regroupe et gère en temps réel les fonctionnalités principales d'un jeu vidéo liées au graphisme, au son, à la simulation physique, à l'intelligence artificielle et à la communication réseau, et qui est conçu spécifiquement pour la création et le développement de jeux vidéo » (Office québécois de la langue française 2009).

Package : « Ensemble de logiciels munis d'une documentation, conçus pour répondre à des besoins spécifiques et permettre une utilisation autonome » (Le Robert).

Pascal case : « Le Pascal case est une variation du Camel case commençant par une majuscule » [traduction libre] (Wilmer Lin 2022, p. 11).

(Unity) **Prefab** : « les préfabriqués sont des GameObjects préconfigurés qui peuvent être enregistrés en tant qu'actifs réutilisables. Ils sont particulièrement utiles pour créer et maintenir des éléments cohérents tout au long d'un projet, tels que des modèles de personnages, des armes ou des éléments d'interface utilisateur » (NSdesignGames 2025).

Réalité augmentée : « C'est la possibilité d'inclure en surimpression de notre réalité quotidienne ce qui ne peut pas l'être, sous forme visuelle et sonore… Nous percevons ceci à l'aide d'un écran (téléphone ou tablette) ou de lunettes spéciales. » (Maubon 2025).

Responsive : « Le “responsive” ou “responsive design” est le terme anglo-saxon qui s’est imposé pour désigner l’ensemble des techniques et des outils visant à créer un site web capable de s’adapter sur tout type d’appareil » (Pure illusion)

(Unity) **Scène** : « Une scène en Unity représente un niveau ou un environnement dans un jeu. Les scènes peuvent contenir des GameObjects, des lumières, des caméras et d'autres ressources, permettant aux développeurs d'organiser et de gérer efficacement différentes parties de leurs projets » (NSdesignGames 2025).

(Unity) **Script** : « Les scripts sont écrits pour définir la logique et le comportement des GameObjects et peuvent être attachés en tant que composants pour contrôler leurs actions » (NSdesignGames 2025).

SDK : « Un SDK est un morceau de code qui, lorsqu’il est implémenté dans une application mobile, permet d’utiliser des services tiers » (Unity Technologies).

(Unity) **Sprite** :« Les Sprites sont des objets graphiques 2D utilisés pour les personnages, les éléments de décor, les projectiles et d’autres éléments du gameplay en 2D » [traduction libre] (Unity Technologies 2025d).

TDAH : « Le TDAH est un problème neurologique qui apparaît durant l’enfance. Ce trouble est lié à des anomalies de développement et de fonctionnement du cerveau. […] Les personnes souffrant d’un TDAH ont des difficultés d’attention et/ou d’impulsivité et d’hyperactivité qui affectent différentes sphères de leur vie (sociale, scolaire et professionnelle). Ce trouble se présente plus souvent chez l’enfant que chez l’adulte mais il persiste à l’âge adulte chez la moitié des enfants qui en sont atteints. On estime à environ 4% la prévalence de ce trouble chez la population adulte » (Marie-Hélène Simard 2023).

UI : « L’UI design sert quant à lui à améliorer l’interaction d’un utilisateur avec un produit » (Esokia 2022).

Utilisabilité : D’après la norme ISO 9241-11, l’utilisabilité est « le degré selon lequel un produit peut être utilisé par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d’utilisation spécifié » (Capucine GIFFAUT, Alexis Favreau 2023).

UX : « L’UX design se réfère à l’étude des attentes et besoins de l’utilisateur pour la création d’un site web et/ou d’une appli-cation mobile » (Esokia 2022).

Workflow : « Un workflow est une série d’étapes liées au traitement des données. […] Il est la modélisation et la gestion des tâches à accomplir et des différents acteurs impliqués dans la réalisation d’un processus métier ou processus opérationnel » (Robert 2022).

Table des abréviations et acronymes

API	Interface de programmation d'application
BEM	Block Element Modifier
CPU	Central processing unit
DAO	Dessin assisté par ordinateur
DNE	Direction du numérique pour l'éducation
ECTS	European Credit Transfer System
GPU	Graphic processing unit
HEIG-VD	Haute École d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud
IA	Intelligence artificielle
IDE	Environnement de développement intégré
MEI	Media Engineering Institute
NFT	Natural Feature Tracing
OSM	OpenStreetMap
POO	Programmation orientée objet
PWA	Applications web progressives
RA	Réalité augmentée
RV	Réalité virtuelle
SDK	Software development kit
SIG	Systèmes d'informations géographique
SO	Scriptable Objects
SUS	System Usability Scale
TB	Travail de Bachelor
TDAH	Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité)
TICE	Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement
TNI	Tableau numérique interactif
UI	Interface utilisateur
UX	Expérience utilisateur

Annexes

Annexe 1 Pré-étude

Annexe 2 Procès-verbal du bilan intermédiaire

Annexe 3 Marqueurs

Annexe 4 Carte

Annexe 5 Documents nécessaires pour réaliser un test utilisateur de l'application

Annexe 6 Recommandations et prochaines étapes

Annexe 7 Extraits du rapport de développement

Annexe 8 Diagrammes de Gantt détaillés

Annexe 9 Personas

Annexe 10 Brainstorming 8-9 juillet

- Annexe 10.1 Croquis brainstorming
- Annexe 10.2 Thématiques possibles dans la Grande Guerre
- Annexe 10.3 Eléments à retenir lors de notre premier cours d'histoire

Annexe 11 Scénario pédagogique

Annexe 12 Prompts générés pendant le TB

Annexe 13 Liens utiles

Annexe 14 Clause de confidentialité

Annexe 15 Affiche

Annexe sur stockage externe

Annexe 16 Vidéo de présentation du prototype

Annexe 17 Prototype

Annexe 18 Carte finale version A3 et A0

Annexe 19 Rapport de développement

HEIG VD HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

Communauté du savoir
Partager, étudier & innover dans l'Arc jurassien franco-suisse

Annexes

L'Histoire dont vous êtes le héros : une immersion interactive en cours d'histoire

Non confidentiel

Département : COMEM+

Filière : Ingénierie des médias

Laurence Kohli

28 novembre 2025

Travail proposé par :

Xavier Nédélec

Doctorant à l'ELLIADD, Université de Franche-Comté

30-32 rue Mégevand, 25030 Besançon Cedex (France)

Supervisé par :

Simon Pinkas

Annexes

Annexe 1 Pré-étude

Annexe 2 Procès-verbal du bilan intermédiaire

Annexe 3 Marqueurs

Annexe 4 Carte

Annexe 5 Documents nécessaires pour réaliser un test utilisateur de l'application

Annexe 6 Recommandations et prochaines étapes

Annexe 7 Extraits du rapport de développement

Annexe 8 Diagrammes de Gantt détaillés

Annexe 9 Personas

Annexe 10 Brainstorming 8-9 juillet

- Annexe 10.1 Croquis brainstorming
- Annexe 10.2 Thématiques possibles dans la Grande Guerre
- Annexe 10.3 Eléments à retenir lors de notre premier cours d'histoire

Annexe 11 Scénario pédagogique

Annexe 12 Prompts générés pendant le TB

Annexe 13 Liens utiles

Annexe 14 Clause de confidentialité

Annexe 15 Affiche

Annexe sur stockage externe

Annexe 16 Vidéo de présentation du prototype

Annexe 17 Prototype

Annexe 18 Carte finale version A3 et A0

Annexe 19 Rapport de développement

HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

Communauté du savoir
Partager, étudier & innover dans l'Arc jurassien franco-suisse

Département : COMEM+

Filière : Ingénierie des médias

Pré-étude

L'Histoire dont vous êtes le héros : une immersion interactive en cours d'histoire

Non confidentiel

Etudiant : Laurence Kohli

Travail proposé par : Xavier Nedelec

Doctorant à l'ELLIADD, Université de Franche-Comté

30-32 rue Mégevand

25030 Besançon Cedex (France)

Enseignant responsable : Simon Pinkas

Année académique : 2024-2025

Yverdon-les-Bains, le 04.06.2025

Département : COMEM

Filière : Ingénierie des médias

Etudiant : Laurence Kohli

Enseignant responsable : Simon Pinkas

Authentification

La soussignée, atteste par la présente avoir réalisé seule ce travail et n'avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées.

Laurence Kohli



Yverdon-les-Bains, le 04.06.2025

Table des matières

1. Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité 5
2. Présentation de la problématique 7
3. Synthèse de recherche documentaire 8
   3.1. La place du numérique dans l'école française 9
   3.2. Les cours d'Histoire en France 13
   3.3. Les outils numériques immersifs dans l'éducation 15
   3.4. La méthodologie d'historien 16
   3.5. L'importance des cartes 17
   3.6. La Première Guerre mondiale 17
4. Analyse et description des besoins liés à la problématique 22
5. Définition des objectifs et livrables 24
6. Organisation et description des tâches 25
7. Planning 27
8. Gestion des risques et facteurs de succès 28
9. Apport critique 29

Bibliographie 30

Index 34

Annexes 35

Table des figures

Figure 1 : Comparaison des systèmes scolaires. Source : Institut International de Lancy, 2020 5
Figure 2 : Administration et gouvernance des écoles françaises. Source : ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2014 6
Figure 3 : Le modèle TPaCK. Source : Samson Ghislain, Lefebvre Sonia, Gareau Alexandre 2016, p.11. 9
Figure 4 : Réponse des 5 enseignants français concernant leur fréquence d'utilisation des équipements numériques présents dans leur classe. Source : Annexe E, p.10. 11
Figure 5 : Les 5 niveaux d'interactivité possibles avec un TNI. Source : Julie Beaupré 2016 11
Figure 6 : livre Histoire Géographie EMC de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan. Photo prise par l'auteure (mai 2025). 13
Figure 7 : Une séquence du cours Genially observé. Source : Annexe K, pp.6-7. 14
Figure 8 : Les guerres mondiales dans le livre Histoire Géographie EMC de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan. Photo prise par l'auteure (mai 2025). 17
Figure 9 : Cartouche et coupe d'un obus. Photo prise par l'auteure (mai 2025) 19
Figure 10 : Animation montrant les déplacements des troupes en début de conflit. Photo prise par l'auteure (mai 2025) 19
Figure 11 : Visualisation de la zone de conflit à travers plusieurs niveaux de détails. Photo prise par l'auteure (mai 2025) 20
Figure 12 : Superposition de la France de 1914 et de 2025. Photo prise par l'auteure (mai 2025) 20
Figure 13 : Extrait des brochures du musée de Meaux. De gauche à droite : les pas d'Oscar (5-7 ans), Bêtes de Guerre (dès 8 ans) et le carnet de Zoé (adolescents) 21
Figure 14 : Inspirations pour les fonctionnalités prévues dans le logiciel final. Disponibles en grand dans l'annexe C 23
Figure 15 : diagramme de Gantt synthétique pour le TB 27
Figure 16 : Tableau des risques et mesures 28
Figure 17 : Matrice des risques 28
Figure 18 : Matrice des risques après mitigation 28

1. Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité

Chaque pays a son propre système scolaire. Dans ce travail, nous nous intéressons aux élèves de CM2 en France. Ils ont entre 9 et 11 ans. Il s'agit de la dernière année de l'école élémentaire, ce qui correspond à la 8ème Harmos en Suisse. En anglais, on utilise généralement le terme K-12 pour parler du cursus scolaire dans sa globalité. K-12 signifie de la maternelle à la 12ème année. L'année que nous ciblons pour les recherches se dit Year 6, qui se trouve dans le Key Stage 2, au Royaume-Uni et Grade 5, qui est la dernière année de l'école primaire, aux USA.

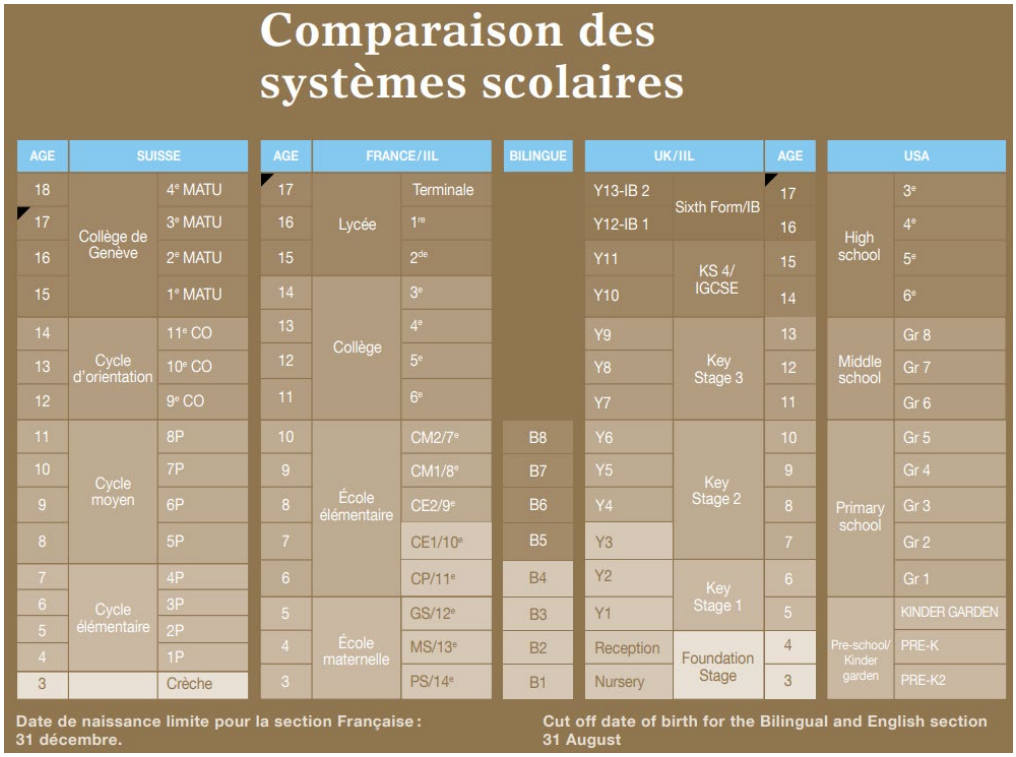


Figure 1 : Comparaison des systèmes scolaires. Source : Institut International de Lancy, 2020

En France, l'école est obligatoire dès 3 ans. Elle est gratuite et laïque. L'école obligatoire se termine à 16 ans en 1ère. Les élèves peuvent faire une année supplémentaire pour obtenir le baccalauréat, diplôme national qui permet d'accéder à l'enseignement supérieur. (France Education international 2021)

Le système éducatif français est gouverné par l'Etat. Le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche est entre autres responsable des programmes d'étude, du recrutement du corps enseignant et de la répartition des moyens financiers alloués à l'enseignement global.
La France est divisée en 30 académies. Une académie est une circonscription administrative en charge de la politique éducative régionale. Chaque académie est dirigée par un recteur, nommé par le président de la République.(Eurydice 2023) Le recteur est responsable de la totalité du service publique de l'éducation de la maternelle à l'université. Son représentant à l'échelon départemental est l'inspecteur d'académie - directeur académique des services de l'Éducation nationale (IA-DASEN). Il dirige, entre autres, les services départementaux de l'Éducation nationale du département. Il est assisté d'inspecteurs de l'Éducation nationale du premier degré chargés de circonscriptions. Les écoles primaires (maternelles, élémentaires) sont dirigées par

un directeur d'école. L'école primaire fonctionne en partenariat avec la commune, qui est propriétaire des locaux, de leur entretien, des équipements et fournitures pédagogiques (équipement numérique par exemple).

M. Nedelec est enseignant depuis 2003. Après une courte période dans l'enseignement privé, il s'est tourné vers le public où il enseigne en CM2 depuis 2007. Il travaille actuellement dans

Domaine de compétence	École CITE 1	Collège CITE 2	Lycée CITE 3
Enseignement : définition des programmes	État	État	État
Diplômes : définition et délivrance		État	État
Investissement (construction, reconstruction) et fonctionnement matériel	Commune	Département	Région
Fonctionnement pédagogique : acquisition de matériel pédagogique	Commune	État	État
Gestion des personnels enseignants : recrutement, formation, rémunération, etc.	État	État	État
Gestion des personnels administratifs, techniques, de santé : recrutement, formation, rémunération, etc.	État	État	Région
Gestion des personnels ouvriers : recrutement, formation, rémunération, etc.	Commune	Département	Région

Figure 2 : Administration et gouvernance des écoles françaises. Source : ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2014

l'école élémentaire Louis Granet à Pontault-Combault (77), en France. Intrigué par l'investissement financier de la commune pour équiper toutes les classes des écoles élémentaires de la ville, et intéressé pour investir ces outils dans sa pratique pédagogique, il reprend ses études, suit le DU TICE[1] « Enjeux, Apports et Limites des TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) », puis le M2 EdTech en management de l'innovation, à Sorbonne-Université. Il achève son master par un stage sur la pensée informatique et son enseignement à l'école primaire avec une équipe de chercheurs du laboratoire ICAR de l'université de Lyon. A la suite de cette expérience, il choisit de s'engager sur un projet de thèse de doctorat au sein du laboratoire ELLIADD[2].
Le sujet de sa thèse s'intéresse à l'usage de la réalité augmentée (RA) pour l'enseignement de l'Histoire à l'école élémentaire : méthodologie de conception et modèle d'apprentissage. Ce projet questionne la conception et l'emploi de la RA pour enrichir l'apprentissage de l'histoire : quelle est l'efficience d'une technologie pour l'apprentissage de l'histoire ? Est-il possible de concevoir un modèle générique ? L'objectif est de transformer le rôle de l'enseignant et de renforcer l'autonomie des élèves.

[1] DU TICE : Diplôme universitaire en Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement
[2] « Placé sous la double tutelle de l'Université de Franche-Comté et de l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard, ELLIADD est un laboratoire pluridisciplinaire situé dans le domaine des Sciences humaines et sociales. » (*ELLIADD*)

Le choix de cette thèse repose sur plusieurs facteurs. Tout d'abord, l'enseignant se questionne sur les usages pédagogiques que l'on peut faire avec ces nouveaux outils numériques. De plus, M. Nedelec a toujours eu de l'appétence pour le numérique et l'innovation. Finalement, en tant qu'enseignant, il a cherché à rendre l'enseignement de l'histoire engageant. Cette thèse pourrait être une réponse afin d'aider les élèves à explorer activement le passé en utilisant de manière pédagogique le matériel numérique.

Xavier Nedelec est encadré par Thibaud Hulin, docteur en philosophie et chercheur en sciences de l'information et de la communication dans le laboratoire ELLIADD (Hulin 2025), et Olivier Ertz, professeur HES à la HEIG-VD à Yverdon-les-Bains, spécialisé en cartographie, visualisation de données géospatiales et RA (HES-SO 2025). Leur rôle est d'encadrer la partie scientifique du projet, de trouver des financements et de conseiller M. Nedelec dans sa thèse.

2. Présentation de la problématique

Ces dernières années, les outils numériques comme les TNI (Tableau numérique interactif) et les tablettes ont été introduits dans les écoles primaires françaises. Dû au manque de formations et de temps mis à disposition du corps enseignant, les usages de ces outils restent très limités. Le potentiel pédagogique et interactif de ces outils est rarement exploité. M. Nedelec a débuté une thèse sur les possibilités d'intégrer de la RA en cours d'histoire de manière pédagogique afin de rendre les élèves autonomes dans leurs apprentissages.

Le doctorant n'a pas les compétences techniques afin de développer un prototype pour sa phase d'expérimentation. Un ingénieur avait été mandaté pour le réaliser au début du projet. Malheureusement son contrat est arrivé à terme avant la fin de la thèse et le prototype est insuffisant pour les tests. M. Ertz a donc proposé de recruter une étudiante en Ingénierie des médias afin de les aider sur les aspects techniques lors d'un TB (travail de bachelor). L'objectif de ce projet est de tester la faisabilité technique des idées envisagées par les mandants.

Ce projet vise à explorer comment un outil immersif peut aider les élèves de CM2 travailler des notions et développer des compétences complexes en histoire telles que la causalité et la temporalité des événements ainsi que la critique des sources.

À la suite d'une session de brainstorming dans l'école de Pontault-Combault (Annexe B) et d'un entretien avec Xavier Nedelec (Annexe A), nous avons défini les besoins précis auxquels le projet devra répondre ainsi que les contraintes à considérer.

1. Besoins pédagogiques

L'outil numérique devra transformer l'enseignement de l'histoire afin de placer l'enseignant comme guide pédagogique. L'objectif est de rendre les élèves autonomes, de leur permettre d'apprendre cette matière de manière active, immersive et guidée et de favoriser la collaboration entre eux. Le prototype doit respecter les objectifs pédagogiques des cours d'histoire en France à savoir la compréhension de la causalité entre les événements, de la chronologie et l'identification de sources historiques ainsi que leur analyse critique.

2. Besoins techniques

L'interface utilisateur doit être intuitive et adaptée aux élèves de CM2. Le programme doit être utilisable sur plusieurs supports numériques en même temps. Il faut envisager d'introduire un guide narratif ou avatar afin d'aider les élèves à comprendre l'interface et les actions réalisables. Une documentation technique doit être fournie afin de pouvoir réutiliser le prototype dans d'autres expériences par la suite. Le développement doit être réalisé de manière itérative. Des tests utilisateurs sont à planifier au fil du projet.

3. Contraintes

L'histoire étant un sujet très large, notre prototype se concentrera sur une petite partie de la Première Guerre Mondiale. Il faudra également produire une carte qui servira de base au scénario pédagogique.

Idéalement le projet doit être compatible avec tout type d'appareil numérique. A minima, le programme devrait tourner sur les tablettes à disposition de la classe de M. Nedelec, soit des tablettes Samsung Galaxy A (2016) avec un Android 8.1.0. Cette demande a été mise entre parenthèse afin de pouvoir profiter pleinement des avancées technologiques et logicielles.

Afin d'éviter les problèmes techniques pendant les cours, le programme doit être léger et stable. En principe une version sans connexion internet est également à développer.

Le programme doit être pensé de manière évolutive. Il est déjà prévu d'y ajouter une interface administrateur. Cette dernière permettra au corps enseignant de choisir les scénarios et les ressources qu'ils veulent mettre à disposition de leurs élèves. De plus, de nouveaux scénarios et de nouvelles cartes pourront s'ajouter au prototype réalisé.

3. Synthèse de recherche documentaire

Afin de répondre à la problématique de ce dossier, il est nécessaire d'effectuer des recherches dans différents domaines. Tout d'abord, nous commencerons par situer la place du numérique dans les écoles. Ensuite, nous regarderons comment est enseigné l'histoire en France, analyserons quelques outils numériques immersifs utilisés dans l'éducation ainsi que les dangers de ces technologies sur les enfants. La synthèse abordera également la méthodologie d'historien et l'importance des cartes dans l'apprentissage de l'histoire.

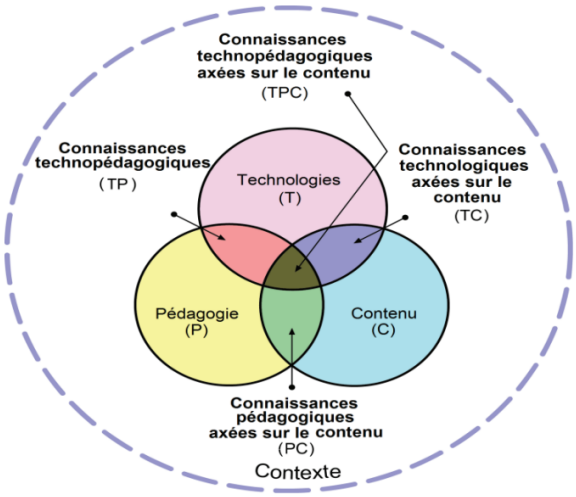
Dans un second temps, nous nous intéresserons à la Première Guerre mondiale. L'analyse portera sur ses modalités d'enseignement en France et sa mise en avant dans le musée de Meaux.

3.1. La place du numérique dans l'école française

En France, les communes sont responsables de l'infrastructure numérique mise à disposition du corps enseignant. Il est donc difficile d'avoir une idée précise de l'implémentation dans chaque établissement. Cependant, nous pouvons nous baser sur la documentation nationale, un sondage effectué après de 19 personnes, dont 5 françaises[3], et les différents témoignages de M. Nedelec pour faire une esquisse de la situation.

1. L'intégration pédagogique du numérique

Le modèle TPaCK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) décrit les connaissances nécessaires pour utiliser un outil technologique de manière pédagogique. Tout d'abord, il faut savoir comment fonctionne l'outil et être capable de résoudre des problèmes techniques simples. C'est ce qu'on appelle le savoir technologique (T). Ensuite, l'enseignant doit avoir des compétences pédagogiques (P) afin d'adapter les activités aux élèves. Finalement, il doit connaitre le programme scolaire et les contenus à traiter dans la branche sélectionnée, ce qui s'appelle dans ce modèle un savoir disciplinaire (C).



Reproduction autorisée, © 2012 by tpack.org

Figure 3 : Le modèle TPaCK. Source : Samson Ghislain, Lefebvre Sonia, Gareau Alexandre 2016, p.11.

Leur combinaison permet une utilisation réfléchie et cohérente de la technologie. Ainsi, un enseignant ne se contente pas d'utiliser un outil numérique mais l'intègre de manière stratégique pour enrichir les apprentissages. Il comprend comment, pourquoi et dans quel contexte utiliser l'outil numérique.(Samson Ghislain, Lefebvre Sonia, Gareau Alexandre 2016)

Cette méthodologie doit être enseignée aux enseignants afin qu'ils puissent valoriser les outils numériques pendant leurs cours. Des cours techniques pourraient être ajouter aux modules de formation du corps enseignant afin de combler leurs lacunes. Une meilleure connaissance permettra de réduire les réticences d'utilisation de ces outils.

[3] Les questions se trouvent dans l'annexe D et les réponses dans l'annexe E.

2. Les impulsions étatiques

Le ministère de l'Éducation Nationale a mis en place plusieurs outils numériques pour soutenir l'enseignement. La plateforme principale est *Eduscole*. Son objectif est d'accompagner les enseignants afin de leur permettre de diversifier leurs méthodes pédagogiques et d'enrichir leurs cours. Une banque de données nationale de scénarios pédagogiques, appelée Edubase, est également disponible. Les scénarios ont été réunis par la DNE (direction du numérique pour l'éducation). (*Accueil*)

Pour aider les enseignants à avoir accès aux ressources numériques et comprendre leurs usages pédagogiques, l'Education Nationale a mis en place un réseau de répondants pour le numérique, appelés IAN (interlocuteur académique pour le numérique) et IEN (inspecteurs en éducation national). L'objectif du réseau est de faire connaître les ressources disponibles, de les mutualiser et d'accompagner les enseignants dans l'utilisation du numérique et dans la mise en place des outils pédagogiques numériques. Il existe des réseaux dans à peu près tous les domaines : biotechnologie, éducation musicale, sport, histoire-géo, mathématique, etc. (*Réseaux et interlocuteurs premier et second degré pour le numérique*).

De plus, des ENT (espace numérique de travail) sont à disposition de toutes les parties prenantes de l'éducation afin de faciliter les communications de manière sécurisée. En fonction de la volonté du corps enseignant, on y retrouve les devoirs à effectuer, les thématiques qui seront abordées afin de préparer le cours en classe inversée, les absences prévues des enseignants, etc. (*Qu'est-ce qu'un ENT ?*) La Ministre en charge de l'éducation recommande une utilisation retreinte des ENT en dehors des cours. Les élèves devraient avoir le droit à une pause numérique les soirs de semaine et les week-ends.(C.A. avec AFP 2025) À la suite de son intervention, quelques parents se sont questionnés sur la place que prenait le numérique dans les écoles mais ce sujet n'est pas bloquant dans le primaire. En effet, les appareils numériques personnels sont interdits dans les écoles avant le secondaire et les tablettes sont très peu utilisées pendant les cours.

3. La prise en main des outils numériques par les enseignants

Malgré les impulsions données par l'Etat, le corps enseignant peine à intégrer les outils numériques dans les classes. Cela s'explique par différents facteurs. Tout d'abord, très peu de formations aux TICE sont proposées et se suivent de manière volontaire. Ensuite, les IEN sont très sollicités. Les enseignants se retrouvent souvent seuls pour se former. De plus, la majorité des enseignants se questionne sur les utilisations possibles des outils numériques et sur la méthode pédagogique utilisée dans les logiciels. « Il existe une multitude d'applications dédiées aux nouvelles technologies mais faut prendre le temps de se pencher dessus et de les intégrer dans le dispositif pédagogique » (Extrait de l'entretien de M. Nedelec, annexe A).

La prise en main est aussi freinée par le contrôle strict exercé sur les appareils numériques. Il faut un mot de passe administrateur pour accéder aux paramètres et faire des modifications sur la tablette. Ce code n'est pas fourni aux enseignants. Il faut faire une demande au service informatique et justifier son besoin. Les mises à jour sont rarement faites et certaines tablettes ont des problèmes récurrents. « Si ça arrive à un enseignant qui n'a pas trop l'habitude, il ne les prendra plus. » (Extrait de l'entretien de M. Nedelec, annexe A). Le doctorant nous confie également qu'il dépanne ses collègues quand ils ont des problèmes avec les tablettes, ordinateur ou TNI mais tous les établissements n'ont pas la chance d'avoir un enseignant qui s'intéresse aux TICE. Même avec ce code, certaines applications restent bloquées et ne peuvent pas être ajoutées sur les tablettes. Par exemple, CleverBooks, une application testée dans la

thèse de M. Nedelec, n'a jamais pu être téléchargé sur les tablettes alors qu'elle a été développée spécialement pour l'éducation.

3.1. Les outils présents dans les classes

Une faible participation d'enseignants français rend l'analyse du sondage (annexe E) peu représentative. Toutefois, nous pouvons constater que la majorité utilise quotidiennement le TNI et son ordinateur portable professionnel. Des tablettes semblent être disponibles dans toutes les classes bien que leur utilisation soit faible. M. Nedelec nous a appris que les tablettes étaient au nombre de 15 par étage dans son établissement. Une question complémentaire dans le sondage révèle que ce n'est pas le manque de tablettes qui bloque leur utilisation. En effet, la majorité a répondu que même avec une tablette par enfant, elle ne les utiliserait que ponctuellement.

	Vidéoprojecteur	TBI/TNI	Ordinateur sur le bureau de l'enseignant	Ordinateur fixe à disposition des élèves	Ordinateur portable à disposition des élèves	Tablettes à disposition des élèves	Tablette professionnelle pour l'enseignant	Ordinateur portable professionnel pour l'enseignant
pas disponible	2	1	2	4	3	0	4	0
jamais	1	0	0	1	2	1	1	0
Moins d'une fois par mois	0	0	0	0	0	3	0	1
Moins d'une fois par semaine	0	0	0	0	0	1	0	0
Au moins une fois par semaine	0	0	0	0	0	0	0	0
Plusieurs fois par semaine	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaque jour	2	4	3	0	0	0	0	4

Figure 4 : Réponse des 5 enseignants français concernant leur fréquence d'utilisation des équipements numériques présents dans leur classe. Source : Annexe E, p.10.

3.2. L'utilisation du TNI

Les interactions faites avec des TNI peuvent être classés selon 5 niveaux.

Typologie de Beauchamp et Kennewell (2010)
adaptée de Gareau (2014)
Catégories d'interactivité

Catégories	Caractéristiques
1. Non-interactivité	Enseignement essentiellement magistral centré sur l'utilisation du TNI uniquement par l'enseignant
2. Autoritaire	Utilisation des potentialités du TNI, principalement par l'enseignant.
3. Dialectique	L'implication des élèves s'accentue, notamment en ce qui a trait à l'utilisation du TNI
4. Dialogique	Le TNI devient un outil utilisé fréquemment par les élèves afin d'étudier certains concepts ou de résoudre des problèmes proposés
5. Synergique	Les élèves sont appelés à créer eux-mêmes du matériel à l'aide du TNI en vue de résoudre des problèmes ou simplement de répondre à des questions posées par l'ensemble de la classe

Samson et Lefebvre, MEES 2012-2015

45

Figure 5 : Les 5 niveaux d'interactivité possibles avec un TNI. Source : Julie Beaupré 2016

Une étude a été faite au Québec afin de d'étudier l'impact des TNI sur les pratiques pédagogiques du corps enseignant. La recherche a été faite en deux phases. 231 enseignants ont participé à la première phase et 158 à la seconde. Une majorité des répondants enseignait dans le primaire. La majorité du temps la partie interactive des TNI n'est pas exploitée par les enseignants ou alors de manière très limitée. Les résultats montrent que moins de 30% des répondants dépassent le niveau 2 d'interactivité. 29% des participants se situent dans la

catégorie 1, non-interactivité lors de la première phase et 23% lors de la deuxième. Les chercheurs recommandent d'impliquer les élèves de manière active. Les TNI peuvent s'intégrer en cours pour favoriser l'expérimentation et les projets coopératifs. D'autres technologies peuvent être combinées au TNI pour en augmenter l'efficacité. Les principaux freins quant à l'utilisation des TNI sont le manque de temps et de ressources techniques, les différences de matériel entre les établissements qui limitent les échanges et le manque de connaissances des techniques sur les TNI notamment sur les possibilités d'enseignement. (Samson Ghislain, Lefebvre Sonia, Gareau Alexandre 2016)

Selon Xavier Nedelec, la majorité des enseignants utilisent le TNI comme un vidéoprojecteur ou tableau blanc. Quelques interactions sont citées comme des exercices en glisser-déposer ou la possibilité d'interagir directement avec l'écran pour valider des données ou passer les diapositives d'une présentation. Le doctorant pense que le corps enseignant manque de formation sur les utilisations possibles d'un TNI.

3.3. Les avis des enseignants sur le numérique

Les enseignants français qui ont répondu à notre sondage trouvent que les tablettes et ordinateurs sont utiles. Ils les utilisent pour de la recherche, des exercices en ligne et du visionnage de contenu pédagogiques. Cependant, le manque de formation ainsi que de contenu adapté aux élèves sont des éléments bloquants.[4]

M. Nedelec a également posé la question autour de lui. Le corps enseignant trouve que le contenu pédagogique des logiciels est insuffisant et que les formations ne traitent pas assez des TICE. De plus, les problèmes techniques fréquents, comme les bugs ou les erreurs de connexion, empêchent les enseignants de laisser les élèves en autonomie sur les tablettes. Finalement, les applications collaboratives et centrées sur l'autonomie sont rares et peu intéressantes.

Nathan Zweifel affirme en 2022 dans son TB que les enseignants vaudois ont également des freins concernant l'adoption des outils numériques. Le manque de temps mis à disposition des enseignants pour apprendre à utiliser ces outils ainsi que les directives floues ou inexistantes les poussent à continuer l'enseignement traditionnel. De plus, les applications intéressantes sont généralement à télécharger et les codes administrateurs ne sont pas donnés. Le service informatique peine à faire le suivi des demandes. (Zweifel 2022)

4. La place du numérique en France par rapport à d'autres pays

L'intégration du numérique en France n'est pas avant-gardiste. Des pays comme les États-Unis, le Canada ou encore l'Espagne semblent plus actifs dans les TICE. Le système éducatif français est considéré comme conservateur. « On n'est pas comme les anglo-saxons. Je pense qu'on attend de voir, on attend la preuve. » (Extrait de l'entretien de M. Nedelec, annexe A).

12 des 14 enseignants suisses ayant répondu à notre sondage ont une tablette ou un ordinateur portable professionnel à disposition. Les TNI sont présents dans 11 classes sur 14 et utilisés plusieurs fois chaque semaine. Des tablettes sont à disposition des élèves bien qu'elles ne soient pas souvent utilisées dans la majorité des classes. « Le risque que les élèves fassent autre chose (navigation internet) est grand et cela est pour moi un frein à l'utilisation des ordis ou tablettes » (réponse d'une enseignante de primaire, annexe E). Son avis est partagé par quatre autres personnes interrogées.[4]

[4] Les réponses complètes sont disponibles dans l'annexe E.

3.2. Les cours d'Histoire en France

De l'école maternelle au CE2, les élèves apprennent à s'orienter dans l'espace et le temps. Ils se posent des questions comme qu'est-ce que c'est ou comment cela fonctionne-t-il. L'histoire à proprement parler est enseignée dès le CM1. Le programme dans cette matière est curriculaire. Chaque cycle a une organisation thématique et chronologique. Par exemple, en CM2, les élèves parcourent la période allant de la Révolution française à la construction de l'Europe.

A la fin de la sixième, les élèves doivent être capables d'avoir des repères historiques et géographiques. Ils sont aussi en mesure de comprendre les notions de causalité et conséquences et d'avoir un regard critique sur des documents. (*Programmes et horaires à l'école élémentaire*)

La majorité du temps, l'histoire est enseignée sous forme magistrale. L'enseignant raconte et les élèves écoutent. Selon leur âge, ils doivent également prendre des notes. Il y a aussi un manuel d'histoire à disposition des élèves et des enseignants. Les 9 enseignants d'histoire ayant répondu à notre sondage affirment utiliser pour la plupart des présentations faites par leurs soins, des reportages historiques et les livres fournis par leur établissement. Quelques-uns utilisent d'autres livres ou encore des images ou objets.

Au CM2, c'est le livre *Histoire Géographie EMC* de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan qui est utilisé. Chaque thématique est abordée sur une double page. Des questions et des pistes de réflexion sont associées à chaque document. La partie sur l'histoire comprend également une frise chronologique permettant aux élèves de se repérer dans le temps. Chaque double page contient également des mots de vocabulaire.

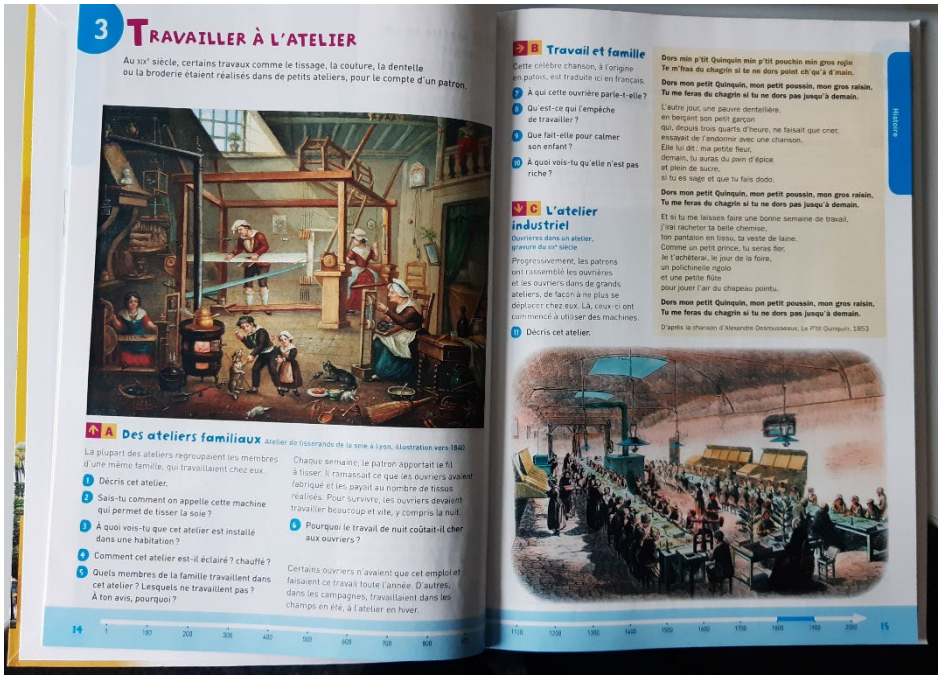


Figure 6 : livre Histoire Géographie EMC de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan. Photo prise par l'auteure (mai 2025).

1. Observation d'un cours[5]

Le 15 mai 2025, j'ai eu la chance de pouvoir observer une heure d'histoire donnée par M. Nedelec. Elle se déroulait dans une classe de CM2 à l'école élémentaire Louis Granet à Pontault-Combault (77). Les cours d'histoire de cet enseignant sont réalisés sur Genially, une plateforme permettant d'insérer des présentations interactives. Ce jour-là, le cours portait sur la période entre la fin de la Première Guerre mondiale et le début de la Seconde.

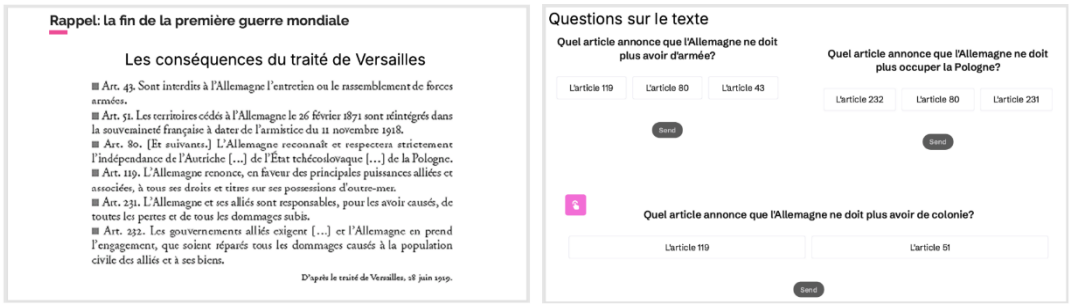


Figure 7 : Une séquence du cours Genially observé. Source : Annexe K, pp.6-7.

La leçon s'est déroulée en trois parties. Tout d'abord, une phase introductive a eu lieu en plenum. Les élèves ont eu un rappel du dernier cours et des informations techniques sur les diapositives qu'ils devraient parcourir par la suite. Ensuite, ils ont travaillé en binôme sur des tablettes. Ils devaient suivre les diapositives et répondre à des questions sur les contenus parcourus. Quand ils avaient fini, ils devaient rédiger un court résumé par binôme. Finalement, l'enseignant a repris les slides avec l'ensemble de la classe afin de faire des compléments. Le déroulement du cours sollicite trois types de mémorisation différents : la mémorisation visuelle, auditive et scripturale.[6]

Globalement les élèves étaient à l'aise avec les outils numériques. 64% d'entre eux en utilisent quotidiennement en dehors des cours. L'utilisation de Genially permet aux élèves d'être autonomes et de réfléchir en binôme à différentes thématiques. Cependant, après 15 minutes de tablettes, les élèves ont commencé à être moins concentrés. Certains ont commencé à être distraits par des éléments interactifs non essentiels, à perdre patience et n'arrivaient plus à se mettre d'accord quant aux réponses correctes à valider. Le retour en collectif a été difficile. Les élèves étaient peu attentifs et une petite moitié faisait autre chose. A mon avis, les élèves étaient centrés sur le fait de donner les réponses aux questions plutôt que sur les compléments de l'enseignant.

Suite à cette observation, j'ai pu retirer quelques points intéressants pour le projet à réaliser. Tout d'abord, les rappels des interactions a réduit les questions techniques et permis à l'enseignant de se concentrer sur les incompréhensions liées au contenu. Il serait judicieux d'intégrer un guide ou des info-bulles dans notre interface pour aider les élèves dans leurs interactions avec l'outil. Ensuite, le résumé des élèves était concentré sur les dernières slides. La capacité de rétention des élèves étant faible et certains sujets plus marquants, il faut cibler les informations à retenir. Des résumés en fin d'expérience ou en fin de leçon pourraient également aider les élèves à retenir l'essentiel. Troisièmement, il faut augmenter le temps d'attention des

[5] L'annexe F contient toutes les remarques et réflexions sur le cours observé.

[6] Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour mémoriser des informations. Chaque personne a sa propre préférence. Les quatre principales sont la mémorisation visuelle, auditive, scripturale et kinesthésique. (Mapiwee 2021)

élèves. La variation des interactions ainsi que des types de contenu peut réduire ce problème. Notre interface devra également être très sobre afin d'attirer l'attention uniquement sur les informations pertinentes et éviter les distractions et actions non-désirées. Finalement, les élèves ont pris du plaisir à déplacer les images et les textes. Ce mécanisme pourrait être utilisé dans notre programme pour certaines interactions.

3.3. Les outils numériques immersifs dans l'éducation

Apprendre est un travail personnel qui ne peut pas être forcé. Le rôle de l'enseignant est de proposer un cadre propice à l'apprentissage et de guider les enfants. Le mode d'enseignement magistral devrait être un moyen parmi d'autres de transmettre du savoir. De plus, l'apprentissage ne peut pas se faire sans motivation. Plus l'élève a envie de suivre le cours, plus il retiendra d'informations. Le plaisir peut inciter les élèves à donner du temps et de l'énergie pour apprendre une matière. Il est également important de confronter ses opinions à celles d'autres personnes. (Dehaene 2018)

Les outils numériques peuvent faciliter les apprentissages en les rendant plus attrayants. Ils permettent à l'enseignant de jouer un rôle passif. Ce mode d'enseignement peut aussi être attractif pour rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages.

1. La réalité virtuelle (RV)

La RV permet de visualiser des situations complexes, d'explorer le passé ou le futur et de vivre des expériences inédites. Elle offre une immersion authentique et multisensorielle. Différentes études montrent que cette technologie renforce les apprentissages car la motivation des élèves augmente. Plus l'expérience utilise de sens, plus les résultats pédagogiques augmentent. Cependant, l'usage de la RV en classe est compliqué. En effet, le matériel coûte cher, les scénarios pédagogiques sont rares et certains élèves ont le mal des transports lors d'expériences virtuelles avec les casques. Les enseignants interrogés pensent que cette technologie a de l'avenir dans les classes. Selon eux, des collaborations entre les développeurs et les enseignants permettraient de créer des outils adaptés aux programmes scolaires et de mieux l'intégrer dans les classes. Pour l'instant les utilisations restent faibles et peu concluantes surtout par manque de matière à exploiter et de moyens financiers. (Fransson, Holmberg, Westelius 2020)

2. La réalité augmentée (RA)

Des publications concernant l'intégration de la RA dans l'éducation ont été recensées depuis 2006 avec une augmentation dès l'arrivée des lunettes Google en 2014. D'après ces publications, la RA est utilisée dans les domaines de la science, notamment pour visualiser ce qui n'est pas visible. La tablette est le principal outil utilisé pour la RA bien que le smartphone reste plus pratique et plus interactif. Contre toutes attentes, les meilleurs résultats provenant des 129 articles analysés sont obtenus quand les élèves ne sont pas guidés. La RA semble motiver les élèves mais les auteurs se questionnent sur l'impact de l'effet de nouveauté induit par cette technologie. S'ils ont raison, alors les effets de la RA deviendront plus faibles au fil du temps car la nouveauté s'estompe. Ils recommandent donc de faire des études sur le long terme en gardant toujours les mêmes élèves afin de pouvoir évaluer les effets de la RA sur l'apprentissage pédagogique. (Zhang et al. 2022)

Une étude a été effectuée sur les effets de la RA sur la motivation des élèves en 2024. Cette étude se base sur 45 expériences réalisées entre 2010 et 2022. On y apprend que la RA est très efficace quand les élèves peuvent collaborer entre eux. L'aspect immersif de la RA joue un grand rôle dans la motivation des élèves. Les auteurs se questionnent sur les effets à long terme de

cette technologie. Bien qu'une partie des distractions puisse être limitée en classe, l'attention des élèves reste faible. L'effet de nouveauté n'a pas pu être enlevée dans cette étude également. (Na, Yun 2024)

3. Les dangers des outils numériques

La vision binoculaire s'achève autour de 10 ans avec l'emmétropisation. C'est un processus durant lequel l'œil s'allonge. Le cristallin et la cornée s'adaptent afin de conserver une vision nette. Plusieurs facteurs peuvent perturber ce processus et entraîner une myopie, notamment la distance d'observation et les effets de la lumière bleue. Les écrans devraient être à plus de 30 cm des yeux afin de réduire la fatigue visuelle. De plus, les écrans des outils numériques émettent de la lumière bleue qui est potentiellement toxique. Le phénomène est augmenté avec les écrans OLED qui s'utilisent à des distances moindres et plus longtemps. Afin de réduire les risques, les enfants de moins de 18 ans ne devraient pas passer plus de deux heures derrière un écran et faire des pauses toutes les 30 minutes. (Michaud 2011)

Les écrans ont de plus en plus d'influence sur le développement des enfants. L'usage excessif de smartphones, télévisions et contenus audiovisuels modifie la manière d'enseigner, de percevoir le monde et d'apprendre. Cette culture privilégie le visuel immédiat au détriment de la parole, de la distance critique et de l'imagination, provoquant une crise de la représentation. (Maillet 2016) De plus, un temps d'écran excessif nuit à la concentration de l'enfant en fragmentant son attention par des stimulations constantes. Il devient alors moins enclin à fournir l'effort nécessaire aux apprentissages scolaires. (Vassieux 2020) L'usage croissant des appareils électroniques impacte tous les piliers du développement, que ce soient les interactions sociales, le langage ou la concentration. Les écrans peuvent également impacter le sommeil en provoquant des insomnies et des cauchemars. Il est important de vérifier les contenus visionnés et d'éviter d'habituer les enfants au multitasking pour limiter les effets des écrans. (Desmurget 2019)

4. Le choix de l'outil numérique

L'utilisation de la RV ne semble pas adéquate pour notre projet. En effet, la distance minimale recommandée pour les écrans ne sera pas respectée. De plus, les enfants sont isolés une fois qu'ils ont mis les casques. La collaboration entre les participants parait difficile dans ces conditions. Finalement, l'enseignant aurait de la peine à guider les élèves sans voir dans les casques et la prise en main de l'outil est conséquente.

La RA semble plus adéquate pour notre projet. Les études démontrent que la motivation des élèves augmente grâce au côté immersif et collaboratif. La thèse de doctorat durant encore plusieurs années, il serait pertinent de tester la RA plusieurs fois avec les mêmes élèves afin d'observer l'impact réel de cette technologie sur la motivation.

3.4. La méthodologie d'historien

On peut considérer qu'être élève est un métier avec ses codes et ses routines. Il faut prendre le temps de les comprendre et de les intérioriser avant de pouvoir être opérationnel.(Dehaene 2018) Développer la méthodologie d'historien nécessaire aux cours d'histoire part du même postulat, il faut intérioriser les concepts avant de pouvoir les appliquer.

Tout d'abord, il faut aider l'élève à développer un regard critique grâce à une démarche didactique centrée sur la problématisation. L'esprit critique se développe au fil du temps. On peut aider les élèves en leur apprenant à évaluer des sources et à confronter leurs opinions.

Cependant, l'esprit critique se base également sur des attitudes comme la curiosité et l'ouverture d'esprit. (Denis 2021)

En histoire, la notion de causalité est importante et complexe. Afin d'aider les élèves à comprendre cette notion, on pourrait visualiser les conséquences de chaque action sous forme de graphique. Cette technique a été utilisée dans les recherches de plusieurs étudiants japonais. Les résultats montrent une faible augmentation du nombre d'élèves qui comprennent les liens entre les événements historiques. (Kojiri, Nate, Tokutake 2018)

Finalement, les élèves doivent acquérir les notions de temporalité. Pour travailler cela, le plus simple est de partir des situations familiales des élèves, c'est ce qui est réalisé jusqu'au CM1. Ensuite, des frisques chronologiques coconstruites avec les élèves les aideront à placer les événements dans l'Histoire. (éduscol 2016)

3.5. L'importance des cartes

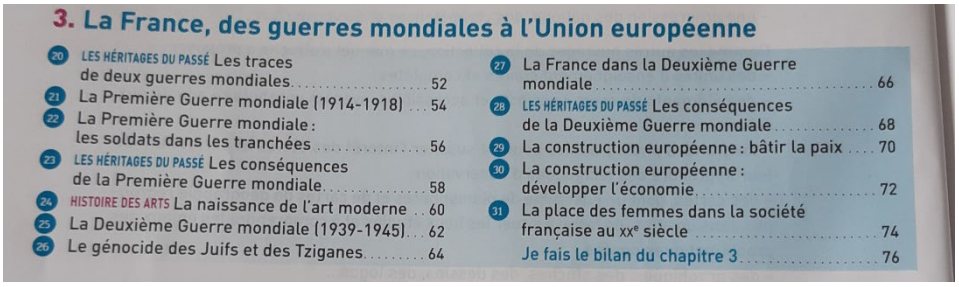
La carte, fréquemment utilisée en cours de géographie, peut être pleinement exploitée dans les cours d'histoire. En effet, une bonne utilisation des cartes permet de développer l'esprit critique et le raisonnement ainsi que de construire des repères historiques et géographiques afin de mieux comprendre certains documents. Pour que la carte soit efficace, il est nécessaire que les enfants l'analysent pleinement afin d'en extraire des informations. Ils peuvent ainsi créer leurs propres cartes pour développer leurs capacités à structurer leurs connaissances historiques. Bien évidemment, la carte seule ne suffit pas à comprendre l'histoire. Il faut également leur permettre de contextualiser leurs analyses à l'aide de documents explicatifs. L'alternance entre différents supports favorise une compréhension de l'histoire basée sur des connaissances autant historiques que spatiales. (Duvina 2018)

3.6. La Première Guerre mondiale

1. Dans les écoles françaises

La Première Guerre mondiale est abordée en CM2 et en 3ème. Dans les deux cas, l'objectif est de comprendre les conséquences humaines, politiques et sociales de la Première Guerre mondiale. La méthodologie est basée sur la mémoire collective, l'analyse de documents et les repères temporels. Cependant, les élèves de CM2 auront une approche centrée sur les faits marquants alors que les élèves de 3ème traiteront des idéologies, crises et régimes politiques. (Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2016a; 2016b)

Dans le livre d'histoire du CM2, la Grande Guerre est abordée de manière brève. On explique les alliances, l'impact de la guerre sur les civils, notamment à travers les bombardements, l'armistice, les conditions dans les tranchées avec des images et des témoignages et les conséquences sur l'armement et l'envie de revanche allemande ainsi que sur l'art moderne. A travers le livre d'histoire, les élèves seront confrontés à des témoignages et des images réelles ce qui touchera leur émotionnel.


3. La France, des guerres mondiales à l'Union européenne

20 LES HÉRITAGES DU PASSÉ Les traces de deux guerres mondiales ... 52
21 La Première Guerre mondiale (1914-1918) ... 54
22 La Première Guerre mondiale : les soldats dans les tranchées ... 56
23 LES HÉRITAGES DU PASSÉ Les conséquences de la Première Guerre mondiale ... 58
24 HISTOIRE DES ARTS La naissance de l'art moderne ... 60
25 La Deuxième Guerre mondiale (1939-1945) ... 62
26 Le génocide des Juifs et des Tziganes ... 64
27 La France dans la Deuxième Guerre mondiale ... 66
28 LES HÉRITAGES DU PASSÉ Les conséquences de la Deuxième Guerre mondiale ... 68
29 La construction européenne : bâtir la paix ... 70
30 La construction européenne : développer l'économie ... 72
31 La place des femmes dans la société française au XXe siècle ... 74
Je fais le bilan du chapitre 3 ... 76

Figure 8 : Les guerres mondiales dans le livre Histoire Géographie EMC de Sophie Le Callennec dans la collection Magellan. Photo prise par l'auteure (mai 2025).

Sur Edubase, la banque de données nationale de scénarios, on trouve une vingtaine de propositions sur le thème de la Grande Guerre.[7] Il y a des propositions de jeux que ce soit en ligne, Escape Game ou jeux de plateau, des expositions numériques, des ressources et des témoignages. Chaque proposition est accompagnée d'un déroulement pédagogique pour l'exploiter. En ajoutant le filtre CM2, on obtient 3 résultats. Il y a une proposition d'un parcours des endroits importants avec des QR codes dans la ville de Joeuf. On a également un cours pour traiter de la commémoration de 2018 et de l'impact actuel de la Grande Guerre ainsi qu'un lien vers le document *La mort des siens, la mort des autres* (Hervé Pierrick 2023). Il y est conseillé d'utiliser *la plateforme 14/18* (Tristan Lecoq, Marie-Christine Bonneau-Darmagnac, Pierrick Hervé) pour parler de la mort pendant la Première Guerre mondiale à travers des lettres de soldats et de leurs proches. Ce site, à destination des classes de secondaire, regroupe énormément de ressources liées à la Grande Guerre notamment des lettres, des films et des images historiques.

2. Dans le musée de Meaux

Le 14 mai, j'ai eu l'opportunité d'aller visiter le musée de la Grande Guerre à Meaux, en France. Avec plus de 70'000 documents et objets historiques il est le plus grand musée d'Europe sur cette thématique. (Le musée de la Grande Guerre à Meaux) La visite commence par la période 1870-1914. On y découvre la vie des Français suite à leur défaite dans la guerre franco-allemande (1870-1871). La visite continue avec les causes de la Première Guerre Mondiale. La période de guerre est traitée par thématiques. On a un espace dédié à l'armement, un autre à la médecine et ainsi de suite. La visite se termine par une représentation à taille réelle d'une tranchée française. Les bruits et certaines odeurs présentes permettent de se plonger dans le quotidien des soldats au front.

[7] Lien vers les ressources filtrées : https://edubase.eduscol.education.fr/recherche?discipline[0]=Histoire%20%2F%20G%C3%A9ographie&domainTheme[0]=la%20France%20des%20guerres%20mondiales%20%C3%A0%20l%27Union%20europ%C3%A9enne%20%28histoire%20CM2%29&domainTheme[1]=deux%20guerres%20mondiales%20au%20vingti%C3%A8me%20si%C3%A8cle%20%28histoire%20CM2%29&domainTheme[2]=l%27Europe%2C%20un%20th%C3%A9%C3%A2tre%20majeur%20des%20guerres%20totales%201914-1945%20%28histoire%203e%29&domainTheme[3]=civils%20et%20militaires%20dans%20la%20Premi%C3%A8re%20Guerre%20mondiale%20%28histoire%203e%29&domainTheme[4]=la%20Premi%C3%A8re%20Guerre%20mondiale%20et%20la%20fin%20des%20empires%20europ%C3%A9ens&p=2 [consulté le 03.06.2025]

Un certain nombre d'éléments ont attiré mon attention. Les visiteurs avaient la possibilité de toucher un grand nombre d'objets. Cela permet de mieux se rendre compte des conditions de vie des soldats. Ensuite, on pouvait voir la coupe d'une partie des projectiles utilisés. Cette idée pourrait être reprise dans notre prototype, par exemple pour un shrapnel (obus rempli de balles).



Figure 9 : Cartouche et coupe d'un obus. Photo prise par l'auteure (mai 2025)

Je me suis également intéressée aux cartes présentes. La Triple-Entente (France, Royaume-Uni, Russie et leurs alliés) est représentée en rouge et la Triple-Alliance (Allemagne, Autriche-Hongrie et leurs alliés) en vert sur tous les atlas. Certaines animations sur les cartes nous ont paru intéressantes pour le projet. Une explication sur le début de la guerre mettait en scène des soldats dans les différents pays au fil de leur entrée dans le conflit. Ensuite, les soldats étaient déplacés dans les zones de front où le pays était actif. Cette représentation permettrait aux élèves de facilement comprendre les déplacements des armées au fil de la guerre.



Figure 10 : Animation montrant les déplacements des troupes en début de conflit. Photo prise par l'auteure (mai 2025)

A l'extérieur du musée, une carte grandeur nature de la zone de front était représentée sur le sol. Les villes importantes, les rivières et le relief étaient visibles sur les dalles. Les zones de conflit, quant à elles, étaient très détaillées et permettaient aux visiteurs de mieux les visualiser. Dans notre projet, un concept similaire pourrait être envisagé afin de guider les élèves sur les zones d'intérêt et de limiter la charge d'informations présentes sur la carte globale.



Figure 11 : Visualisation de la zone de conflit à travers plusieurs niveaux de détails. Photo prise par l'auteure (mai 2025)

De plus, sur certaines cartes, nous pouvions trouver l'appartenance de l'Alsace-Lorraine à l'Allemagne à travers un léger relief. Cette approche permet de superposer la France de 1914 en rouge et la France actuelle sur le même support visuel.



Figure 12 : Superposition de la France de 1914 et de 2025. Photo prise par l'auteure (mai 2025)

J'ai également pris les différentes brochures à destination des enfants visitant le musée. Les enfants de 5 à 7 ans ont la possibilité de suivre Oscar, un chat portant l'uniforme français, et dès 8 ans, ils suivent les animaux qui ont été impliqués dans les combats (pigeons, chevaux, etc.) ou représentant les différents pays. Les thématiques abordées sont, dans leur majorité, les mêmes entre les deux tranches d'âge. Les enfants apprennent les pays composant les alliances, le matériel nécessaire au combat, les noms d'animaux donnés à certains objets dans les tranchées (grenade, fils barbelés, etc.), les pays impliqués dans le combat et l'implication des femmes dans le conflit que ce soit dans les usines ou en tant que secouristes. Les plus petits ont droit à différents jeux comme des mots-croisés, des reliages et de l'observation tandis que les autres ne font que de l'observation. Quelques sujets varient entre les deux tranches d'âges. En effet, les 5-7 ans entendent parler de la création des chars tandis que les plus grands reçoivent des informations sur le camouflage, l'aviation et l'occupation de la Belgique par l'Allemagne. Pour les adolescents, c'est un carnet de dessin fait par Zoé qui les guide dans la visite du musée. On y découvre les conditions françaises avant la guerre, l'attentat de Sarajevo, quelques uniformes et le matériel dont disposent les soldats, la vie des soldats dans les tranchées, les échanges de colis entre les soldats et leurs proches et les avancées dans l'aviation.



Figure 13 : Extrait des brochures du musée de Meaux.
De gauche à droite : les pas d'Oscar (5-7 ans), Bêtes de Guerre (dès 8 ans) et le carnet de Zoé (adolescents)

Plus les enfants sont âgés, plus l'émotionnel est mis en avant. Les tout petits n'ont accès qu'aux faits historiques tandis que les adolescents sont poussés à se remettre en question durant leur visite.

4. Analyse et description des besoins liés à la problématique

Les établissements scolaires français ne sont pas égaux face aux infrastructures numériques car elles sont gérées par les communes. Bien que quelques outils soient mis à disposition par l'Etat, le corps enseignant est souvent seul face aux TICE et les formations sont rares. Les restrictions administratives et les bugs logiciels bloquent les enseignants dans leurs possibilités d'utilisation des tablettes dans leurs cours. Les logiciels sont également remis en cause car ils ne sont pas véritablement pensés pour une pédagogie efficace et n'ont pas de lien concret avec le programme d'éducation français.

L'histoire est enseignée dès le CM1 et structurée par cycles. Les cours sont souvent magistraux et les élèves peu actifs. M. Nedelec met en œuvre un scénario pédagogique basé sur des outils numériques comme Genially afin de rendre ses cours plus interactifs. Les élèves deviennent acteurs de leurs apprentissages bien que leur temps d'attention reste limité à une quinzaine de minutes et que les distractions et problèmes techniques restent fréquents.

Lors de notre premier brainstorming (annexe B), nous avons défini que la carte serait le point de départ des cours. La taille de la carte et le nombre de cartes nécessaire n'ont pas été validés pour le moment. Nous avons évoqué une taille A4 ou A3 permettant aux élèves de travailler à leurs tables ainsi qu'aux enseignants de facilement les imprimer mais une carte plus grande pourrait être envisageable si cela permet un meilleur échange entre les élèves et une meilleure immersion.

Concernant le choix de l'outil, l'utilisation de tablettes serait intéressante du point de vue de l'enseignant car il en possède 15 en classe. Cependant, ces tablettes ont une dizaine d'années et ne sont pas toutes à jour. Utiliser des périphériques avec des OS plus récents pourrait limiter les problèmes de compatibilité du logiciel. De plus, un outil numérique trop volumineux ou trop lourd pourrait nuire à l'expérience utilisateur. Les mains des enfants étant petites, les tablettes présentes dans la classe de M. Nedelec doivent être tenues à deux mains par les élèves. Il leur est donc impossible d'interagir avec la tablette dans ces conditions. Il existe dans le commerce des lanières pour tenir la tablette à une main. Malgré cet accessoire, le poids pourrait rester un problème avec une fatigue et même une douleur dans les bras. De surcroit, le côté interactif du cours en RA doit être revu. Le fait que deux élèves visualisent une même carte sur une seule tablette semble limiter les options et rendre difficile la lecture de la carte. Il serait intéressant de challenger cet aspect de notre projet.

D'après les recherches effectuées, il est nécessaire de guider les élèves avec des info-bulles ou explications orales, de concevoir une interface sobre et de favoriser les interactions variées pour stimuler l'attention. Les cartes permettront aux élèves de mieux comprendre l'aspect géographique de l'histoire. Notre projet, alliant expérience utilisateur, développement et pédagogie, permet de créer un logiciel adéquat à l'enseignement de l'histoire en France.

Bien que plusieurs possibilités d'interactions aient été évoquées lors de notre brainstorming du 14 mai (annexe B), nous n'avons pas encore défini clairement le prototype minimal à réaliser. Il nous faut choisir les aspects graphiques ainsi que les éléments historiques que nous voulons programmer. Nous avons pensé expliquer les causes de la guerre, la situation de l'Alsace-Lorraine en 1914, mettre en avant les alliances et visualiser la guerre de mouvement.

Nous avons également défini six fonctionnalités principales pour notre logiciel final. Tout d'abord, il faudrait que la carte 2025 puisse être déconstruite afin de visualiser les frontières des pays en 1914. Ensuite, des animations pourraient être déclenchées en fonction des actions de l'élève sur l'interface que ce soit dans la légende ou sur un point précis. Finalement, des objets 3D seront visibles à certains points géographiques et les frontières ou lignes de front pourront bouger en fonction du temps. Il est également primordial que la période représentée soit toujours indiquée.

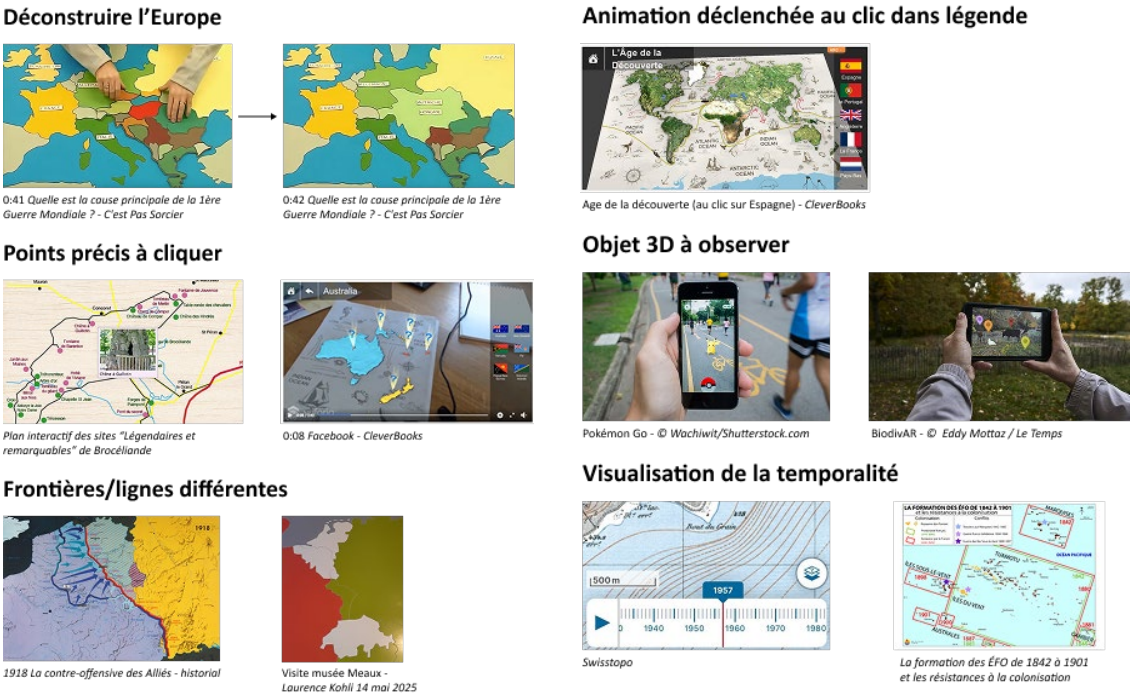


Figure 14 : Inspirations pour les fonctionnalités prévues dans le logiciel final. Disponibles en grand dans l'annexe C.

Il serait intéressant de réfléchir aux interactions possibles entre les élèves ainsi qu'aux manières d'utiliser différents types de mémorisation[8]. Nous devons également penser aux ressources que nous voulons implémenter afin de savoir si tout se déroule en RA ou si certains moments seraient par exemple sur Genially.

[8] Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour mémoriser des informations. Chaque personne a sa propre préférence. Les quatre principales sont la mémorisation visuelle, auditive, scripturale et kinesthésique. (Mapiwee 2021)

5. Définition des objectifs et livrables

Les objectifs principaux de ce travail de bachelor sont :

- Développer un prototype fonctionnel en RA
- Garantir l'évolutivité du prototype
- Concevoir une carte physique adaptée au prototype immersif
- Favoriser l'apprentissage autonome et collaboratif
- Permettre l'apprentissage actif de l'histoire
- Former un enseignant sur l'utilisation du dispositif

Ces objectifs se déclinent dans les livrables suivants :

1. Prototype fonctionnel

Le premier livrable est un prototype fonctionnel, implémentant au moins une scène pédagogique historique. Ce prototype devra répondre aux besoins des utilisateurs et leur permettre de travailler de manière autonome. Il doit implémenter la RA à travers la carte physique créée.

Le projet s'intègre dans un travail plus large. Il est donc nécessaire de documenter le code à travers des commentaires et un *Read Me* explicite. Il faudra évoquer les bibliothèques utilisées, indiquer comment déployer ainsi que les choix techniques. La structure du code devrait aussi être expliquée.

2. Carte physique

Une carte est le point d'entrée pour notre prototype de RA. Il est important de définir cette ou ces carte(s). Le visuel, la dimension et les marqueurs pour la RA sont à prendre en considération.

3. Documentation des tests utilisateurs

Un protocole pour les tests utilisateurs est nécessaire afin de pouvoir reproduire les tests après la fin du TB.

Les observations seront documentées et les recommandations seront abordées de manière ordonnée en fonction du temps nécessaire et de leur difficulté à être implémentées.

4. Rapport de développement

La réalisation du prototype se fera de manière itérative. Il est nécessaire de produire un rapport de développement qui décrit les limites rencontrées, les modifications apportées à chaque itération et les tests réalisés à chaque phase du développement. Ce document sera adressé à la personne qui reprendra le développement à la suite du TB.

5. Guide d'utilisation pour le corps enseignant

Le prototype sera testé dès la rentrée scolaire 2025 par différentes personnes. Un guide d'utilisation simplifié servira de base pour le corps enseignant qui prendra part à la phase d'expérimentation. Il est nécessaire que la prise en main du prototype puisse se faire de manière autonome. Ce guide devra traiter de la procédure pour mettre le prototype sur les appareils numériques, de la structure du cours, des apprentissages réalisés par les élèves, des problèmes fréquents et de leur résolution ainsi que de la place de l'enseignant pendant la leçon.

6. Organisation et description des tâches

1. Maquettes

1.1. Visuel de la carte

Durée : 1,5 jour

But : Définir l'identité visuelle de la carte

Livrable : Maquette d'une partie de la carte 1914

1.2. Visuel de l'interface

Durée : 1,5 jour

But : Définir l'identité visuelle de l'interface

Livrable : Maquette de la page d'accueil, d'un élément en RA et d'une interaction (pour tablette et smartphone)

1.3. Projection dans le cours

Durée : 0,5 jour

But : Se projeter dans l'utilisation du dispositif

Livrable : Carte imprimée en plusieurs tailles avec des QR-codes simulant les points d'intérêt

Jalon 1

Date : 11 juin

Buts :

- Confirmer les choix visuels de la carte
- Définir la taille de la carte définitive
- Confirmer les choix visuels de l'interface
- Définir la taille du dispositif numérique
- Définir le scénario pédagogique minimal
- Prototyper les interactions voulues dans le scénario pédagogique

1.4. Workflow du scénario minimal

Durée : 1,5 jour

But : Définir le déroulement du scénario pédagogique et les besoins techniques

Livrable : Workflow schématique du scénario

2. Développement technique

2.1. Choix du logiciel de développement

Durée : 2 jours

But : Définir le logiciel le plus adapté à nos besoins

Livrable : Logiciel de développement défini

2.2. Développement de l'interface

Durée : 8,5 jours

But : Concevoir un prototype minimal fonctionnel

Livrable : Prototype minimal

3. Conception de la carte

Durée : 2 jours

But : Concevoir la carte

Livrable : Carte dans le format souhaité

4. Tests utilisateur

4.1. Protocole de test

Durée : 0,5 jour

But : Définir le protocole de test en conditions réelles

Livrable : Procédure d'expérimentation

Jalon 2

Date : 1er juillet

Buts :

- Tester les prototypes en conditions réelles à Pontault-Combault

4.2. Tests

Durée : 1 jour

But : Réaliser des tests en classe

4.3. Analyse des tests

Durée : 3 jours

But : Analyser les tests effectués

Livrables : Comptes-rendus des tests et recommandations d'amélioration des prototypes

5. Améliorations des prototypes

Durée : 15 jours

But : Utiliser les retours utilisateurs pour améliorer les prototypes

Livrables : Prototypes finaux

6. Documentation

6.1. Rapport de développement

Durée : 2 jours

But : Rédiger les documents à destination du développeur futur

Livrables : Rapport de développement et *Read Me* explicite

6.2. Guide d'utilisation du prototype

Durée : 3 jours

But : Rédiger les documents à destination du corps enseignant

Livrables : Guide d'utilisation et explications détaillées

6.3. Rédaction du rapport final

Durée : Tout le long du projet

But : Rédiger les documents nécessaires pour la validation du TB

Livrables : Rapport final et ses annexes, affiche et résumé

7. Planning

Suite à une pré-étude très exploratoire, le projet sera découpé en 6 parties. Le 11 juin, les maquettes seront validées et je passerai au développement. Un prototype testable minimaliste de la carte et du logiciel devra être opérationnel pour le 1er juillet, date du test en conditions réelles dans l'établissement de M. Nedelec. Ensuite, le prototype sera amélioré pendant les vacances scolaires grâce aux retours des élèves lors du test. Idéalement une deuxième phase de test aura lieu fin juillet. Finalement, un temps sera dédié à la réalisation des différents documents techniques nécessaires à la suite du projet.

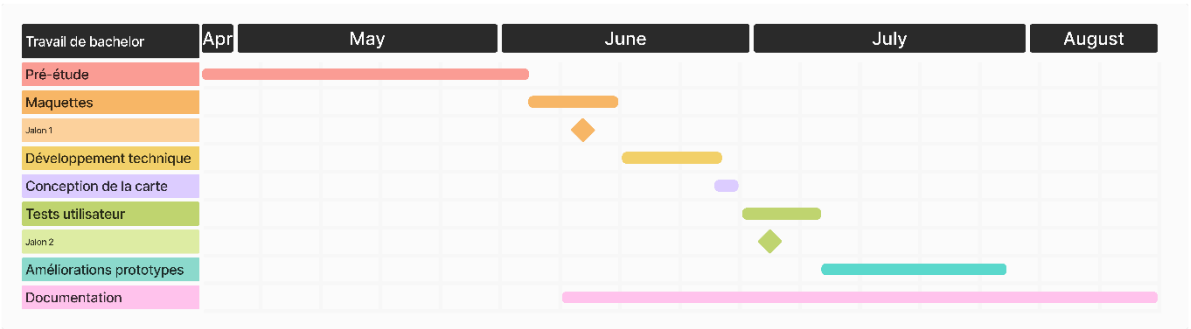


Figure 15 : diagramme de Gantt synthétique pour le TB

Le diagramme de Gantt détaillé se trouve dans l'annexe I.

8. Gestion des risques et facteurs de succès

N°	Risque	PS[9]	DI[10]	Mesure
1	Prototype pas utilisable avant les vacances scolaires	5	4	Groupe d'enfants disponible pendant les vacances à Bex
2	Grève de train en France	3	4	1 classe à Aigle est à disposition si besoin
3	Perte de données	2	5	Tout est mis sur le OneDrive HES-SO et les codes sont sur GitHub
4	Le prototype ne fonctionne pas sur tablettes de l'école de M.Nedelec (version Android, droits, …)	5	5	Le MEI peut nous prêter le matériel nécessaire
5	Respect des délais	2	3	Prendre de la marge, rétroplanning ajustable
6	Manque de séparation entre la thèse du doctorant et le TB pendant les réunions	4	2	Olivier Ertz se charge de recentrer la discussion sur le TB
7	Manque de disponibilité des mandants	4	3	Fixer les dates des réunions pendant les vacances en avance

Figure 16 : Tableau des risques et mesures

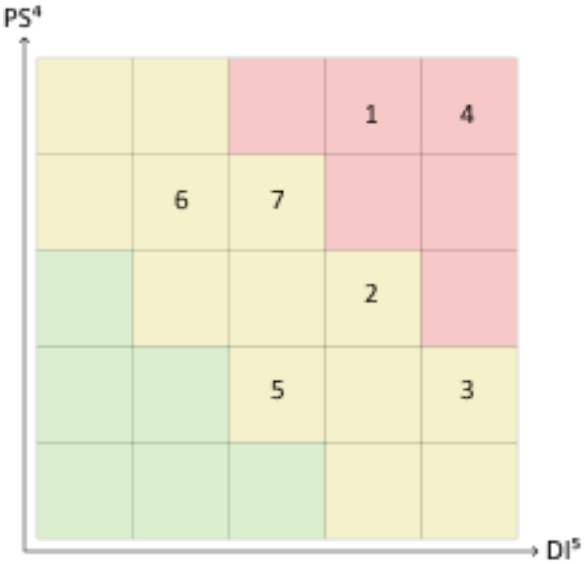


Figure 17 : Matrice des risques

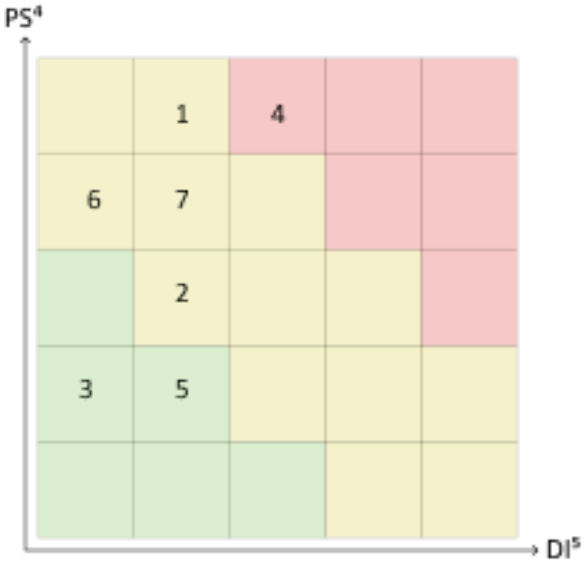


Figure 18 : Matrice des risques après mitigation

[9] Probabilité de survenue : 1 Incroyable / 2 Peu probable / 3 Occasionnelle / 4 Probable / 5 Presque certaine
[10] Degré d'impact : 1 Mineur / 2 Significatif / 3 Très grave / 4 Majeur / 5 Catastrophique

9. Apport critique

Plusieurs limites, défis et contraintes impactent mes choix tout au long du projet. Tout d'abord le cadre scolaire bloque une partie des idées. Les restrictions des supports numériques présents et du wifi ont pu être évités grâce à la possibilité d'emprunter du matériel à la HEIG-VD. Cependant, l'espace disponible en classe et les besoins des enseignants limitent toujours le projet. Un compromis a été trouvé afin de me permettre de tester toutes les tailles de carte imaginables mais le cadre reste une contrainte dans le développement et les choix. De surcroit, les vacances scolaires restreignent le temps à disposition pour faire des tests en conditions réelles ce qui précipite le développement du premier prototype.
Ensuite, comme le sujet traite de beaucoup de domaines, les recherches n'ont pas pu être réalisées de manière approfondie. Une partie de ce dossier se base uniquement sur les propos de M. Nedelec sans contrôle de ma part sur leur exactitude. De plus, aucune étude sur la RA n'a été réalisée sur le long terme. Il est donc impossible de connaitre les bonnes pratiques techniques et visuelles pour que notre projet soit un succès. Si le temps me l'avais permis, j'aurais également voulu faire des recherches sur la place de la Grande Guerre dans la littérature jeunesse et sur les jeux traitant de guerre que ce soient des jeux de plateaux, comme *Mémoire 44* et *Twilight Struggle* (Enrique 2025), ou des jeux vidéo, par exemple *Iron Order 1919* et *Total War: Three Kingdoms* (communauté Wikipedia 2025).
Le côté international du projet restreint les échanges avec les mandants. En effet, la majorité de nos discussions se font en ligne ce qui limite les phases d'idéation et de cocréation. Trois rencontres physiques ont été prévues sur le projet : les 14-15 mai, le 11 juin et le 1er juillet. Ces trois moments permettent au projet d'avancer plus efficacement.

Pour réaliser ce projet, plusieurs compétences sont nécessaires. Mes compétences en conception UX garantissent une interface intuitive et adaptée au public cible. Mon niveau en programmation permet de réaliser une interface fonctionnelle testable en conditions réelles. Une bonne gestion du temps et des risques est nécessaire pour que le projet soit réalisé dans les délais impartis. Finalement, mon sens critique sera utilisé tout au long du TB afin de trouver les solutions les plus adaptées aux besoins des utilisateurs.

Les résultats de ce TB serviront tout d'abord de base à la phase expérimentale de la thèse de doctorat de M. Nedelec. Ils permettront d'observer les effets de la RA sur la collaboration et l'acquisition de connaissances historiques en CM2. Afin de pouvoir enlever l'aspect de la nouveauté dans la thèse, il est nécessaire de pouvoir tester plusieurs fois les prototypes avec les mêmes élèves. Le projet aura donc une évolution permettant à M. Nedelec de tester d'autres scénarios pédagogiques avec les prototypes. A terme, si les résultats de l'expérimentation sont concluants, le projet pourrait être diffusé dans d'autres établissements scolaires et adaptés pour d'autres tranches d'âge. D'autres branches mêlant cartographie et narration pourraient également se baser sur notre projet afin de dynamiser les enseignements.

Ce TB me motive énormément. A travers l'aspect pluridisciplinaire de ce projet, mes compétences techniques vont évoluer. En effet, la tranche d'âge 9-11 ans n'a pas été évoquée de manière approfondie dans nos cours et la RA ne fait pas partie des technologies enseignées. Ces compétences seront pertinentes dans le monde du travail. La RA est de plus en plus exploitée dans tous les domaines. De plus, le domaine de l'enseignement est en grande transition suite à l'apparition de l'intelligence artificielle. Les nouvelles technologies devront être intégrées dans les cours. Ce projet n'est que le commencement de l'évolution de l'enseignement.

Bibliographie

Accueil, *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/ [consulté le 28 mai 2025].

C.A. AVEC AFP, 2025. Écrans: Elisabeth Borne annonce un « droit à la déconnexion » pour les ENT et Pronote. *RMC* [en ligne]. 13 mai 2025. Disponible à l'adresse : https://rmc.bfmtv.com/actualites/societe/education/ecrans-elisabeth-borne-annonce-un-droit-a-la-deconnexion-pour-les-ent-et-pronote_AN-202505130647.html [consulté le 23 mai 2025].

COMMUNAUTÉ WIKIPEDIA, 2025. List of grand strategy video games. *Wikipedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_grand_strategy_video_games&oldid=1287850882 [consulté le 4 juin 2025]. Page Version ID: 1287850882

DEHAENE, Stanislas, 2018. *Apprendre ! les talents du cerveau, le défi des machines*. Paris : Odile Jacob. ISBN 978-2-7381-4542-0.

DENIS, Alice, 2021. *Développer le discernement des élèves de CM2: un travail sur l'information numérique écrite* [en ligne]. Master . Grenoble : Académie de Grenoble. Disponible à l'adresse : dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03690960/file/DENIS-Mem-PE-VC-2.pdf [consulté le 28 mai 2025].

DESMURGET, Michel, 2019. *La fabrique du crétin digital*. Le Seuil. ISBN 978-2-02-142332-7.

DUVINA, Justine, 2018. *Les apports de l'utilisation de la carte en histoire dans les apprentissages* [en ligne]. Master . Cergy-Pontoise : ESPE de l'académie de Versailles. Disponible à l'adresse : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01828167/file/m%C3%A9moire_Duvina_2018.pdf [consulté le 31 mai 2025].

ÉDUSCOL, 2016. Ressources d'accompagnement pour questionner l'espace et le temps : explorer les organisations du monde, au cycle 2. *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. 2016. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/175/questionner-l-espace-et-le-temps-cycle-2 [consulté le 28 mai 2025].

ELLIADD, *Université Marie & Louis Pasteur* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.univ-fcomte.fr/laboratoires-sciences-de-lhomme-et-humanites-s2h/elliadd [consulté le 23 mai 2025].

ENRIQUE, 2025. Les 20 meilleurs jeux de société de guerre (2025). *Ludum.fr* [en ligne]. 12 mars 2025. Disponible à l'adresse : https://www.ludum.fr/blog/les-20-meilleurs-jeux-de-societe-de-guerre-n376 [consulté le 4 juin 2025].

EURYDICE, 2023. Administration et gouvernance du système éducatif au niveau central et/ou régional. [en ligne]. 14 décembre 2023. Disponible à l'adresse : https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/fr/eurypedia/france/administration-et-gouvernance-du-systeme-educatif-au-niveau-central-etou-regional [consulté le 27 mai 2025].

FRANCE EDUCATION INTERNATIONAL, 2021. Le système éducatif français. *France Education international* [en ligne]. 2021. Disponible à l'adresse : https://www.france-education-international.fr/article/le-systeme-educatif-francais [consulté le 27 mai 2025].

FRANSSON, Göran, HOLMBERG, Jörgen et WESTELIUS, Claes, 2020. The challenges of using head mounted virtual reality in K-12 schools from a teacher perspective. *Education and Information Technologies*. Vol. 25, no 4, pp. 3383-3404. DOI 10.1007/s10639-020-10119-1.

HERVÉ PIERRICK, 2023. La mort des siens, la mort des autres, utiliser les sources numérisées de Plateforme 14/18. *Académie de Poitiers* [en ligne]. 25 septembre 2023. Disponible à l'adresse : https://ww2.ac-poitiers.fr/hist_geo/spip.php?article2204 [consulté le 3 juin 2025].

HES-SO, 2025. Ertz Olivier - Professeur HES associé - Recherche de collaboratrices et collaborateurs - HES-SO. *PEOPLE@HES-SO* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : https://people.hes-so.ch/fr/profile/2307382-olivier-ertz#contact [consulté le 22 mai 2025].

HULIN, Thibaud, 2025. Bio - Thibaud Hulin's lab. *Thibaud Hulin's lab* [en ligne]. 3 avril 2025. Disponible à l'adresse : https://thibaudhulin.net/biographie/ [consulté le 22 mai 2025].

KOJIRI, Tomoko, NATE, Fumito et TOKUTAKE, Keitaro, 2018. Understanding Support of Causal Relationship between Events in Historical Learning. *IEICE Transactions on Information and Systems*. Vol. E101.D, no 8, pp. 2072-2081. DOI 10.1587/transinf.2017EDP7297.

Le musée de la Grande Guerre à Meaux, *Musée de la Grande Guerre* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.museedelagrandeguerre.com/musee-grande-guerre/ [consulté le 26 mai 2025].

MAILLET, Evald, 2016. En quoi la culture des écrans pose-t-elle problème à l'école ? *Diversité*. Vol. 183, no 1, pp. 140-145. DOI 10.3406/diver.2016.4190.

MAPIWEE, la Team, 2021. Mémoire enfant : Les techniques - Eveil et apprentissage. *Mapiwee by Maped* [en ligne]. 22 février 2021. Disponible à l'adresse : https://mapiwee.com/les-techniques-de-memorisation-pour-enfant/ [consulté le 26 mai 2025].

MICHAUD, Langis, 2011. *Effets des écrans sur le développement visuel des enfants* [en ligne]. Université de Montréal. Disponible à l'adresse : https://opto.umontreal.ca/fileadmin2/optometrie/documents/CLINIQUE/EFFETSecransdevvisenf.pdf [consulté le 22 mai 2025].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2016a. Thème 3 - La France, des guerres mondiales à l'Union européenne. In : *Cycle 3 | histoire-géographie | s'approprier les différents thèmes du programme* [en ligne]. histoire-géographie. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/document/16747/download [consulté le 4 juin 2025].

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2016b. Thème 1 - L'Europe, un théâtre majeur des guerres totales (1914-1945). In : *Cycle 4 | histoire-géographie | s'approprier les différents thèmes du programme* [en ligne]. histoire-géographie. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/document/17860/download [consulté le 4 juin 2025].

NA, Hunhui et YUN, Saeyan, 2024. The effect of augmented reality on K-12 students' motivation: a meta-analysis. *Educational technology research and development*. Vol. 72, no 6, pp. 2989-3020. DOI 10.1007/s11423-024-10385-7.

Programmes et horaires à l'école élémentaire, *Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.education.gouv.fr/programmes-et-horaires-l-ecole-elementaire-9011 [consulté le 28 mai 2025].

Qu'est-ce qu'un ENT ?, *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/1540/qu-est-ce-qu-un-ent [consulté le 20 mai 2025].

Réseaux et interlocuteurs premier et second degré pour le numérique, *éduscol | Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche | Dgesco* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://eduscol.education.fr/4117/reseaux-et-interlocuteurs-premier-et-second-degre-pour-le-numerique [consulté le 20 mai 2025].

SAMSON GHISLAIN, LEFEBVRE SONIA, et GAREAU ALEXANDRE, 2016. *L'impact de l'utilisation des tableaux numériques interactifs sur les pratiques pédagogiques des enseignants du primaire et du secondaire* [en ligne]. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières. Disponible à l'adresse : https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/portail/gscw031?owa_no_site=3065 [consulté le 28 mai 2025].

TRISTAN LECOQ, MARIE-CHRISTINE BONNEAU-DARMAGNAC, et PIERRICK HERVÉ. L'histoire de la première guerre mondiale sur la plateforme 1418. [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.plateforme1418.com/ [consulté le 3 juin 2025].

VASSIEUX, Laetitia, 2020. Écrans et concentration : quel impact ? *Pass'Santé Jeunes* [en ligne]. 13 novembre 2020. Disponible à l'adresse : https://www.pass-santejeunes-bourgogne-franche-comte.org/ecrans-et-concentration-quel-impact/ [consulté le 27 mai 2025].

ZHANG, Jiakai et al., 2022. Augmented Reality in K–12 Education: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature from 2000 to 2020. *Sustainability*. Vol. 14, no 15, p. 17. DOI 10.3390/su14159725.

ZWEIFEL, Nathan, 2022. *Conception d'une interface tangible pour les classes de premier degré* [en ligne]. Travail de bachelor . Yverdon-les-Bains : HEIG. Disponible à l'adresse : https://tb.heig-vd.ch/7757 [consulté le 29 avril 2025].

Sources des images

INSTITUT INTERNATIONAL DE LANCY, 2020. *Comparaison des systèmes scolaires* [en ligne]. [PDF]. Disponible à l'adresse : https://www.iil.ch/wp-content/uploads/2020/08/12425_iil_grille-comparative_FR_06-08-20201.pdf [consulté le 27 mai 2025].

JULIE BEAUPRÉ, 2016. 5 types d'utilisation du TNI dans les écoles du Québec. *École branchée* [en ligne]. 17 février 2016. Disponible à l'adresse : https://ecolebranchee.com/5-types-dutilisation-du-tni-dans-les-ecoles-du-quebec/ [consulté le 28 mai 2025].

MINISTÈRE DE L'EUDCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2014. Administration et gouvernance du système éducatif au niveau local et/ou des établissements. *Eurydice* [en ligne]. 2014. Disponible à l'adresse : https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/fr/eurypedia/france/administration-et-gouvernance-du-systeme-educatif-au-niveau-local-etou-des [consulté le 27 mai 2025].

SAMSON GHISLAIN, LEFEBVRE SONIA, et GAREAU ALEXANDRE, 2016. *L'impact de l'utilisation des tableaux numériques interactifs sur les pratiques pédagogiques des enseignants du primaire et du secondaire* [en ligne]. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières. Disponible à l'adresse : https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/portail/gscw031?owa_no_site=3065 [consulté le 28 mai 2025].

Index

DI	Degré d'impact
DNE	Direction du Numérique pour l'Éducation
DU	Diplôme universitaire
ENT	Espace numérique de travail
IA-DASEN	Inspecteur d'académie - directeur académique des services de l'Éducation nationale
IAN	Interlocuteur académique pour le numérique
IEN	Inspecteur en éducation national
PS	Probabilité de survenue
RA	Réalité augmentée
RV	Réalité virtuelle
TB	Travail de bachelor
TBI	Tableau blanc interactif
TICE	Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement
TNI	Tableau numérique interactif
TPaCK	Technological Pedagogical and Content Knowledge

Annexes

Annexe A	Entretien avec Xavier Nedelec
Annexe B	Session de brainstorming (14 mai)
Annexe C	Fonctionnalités techniques
Annexe D	Utilisation du numérique en classe (sondage enseignants)
Annexe E	Réponses sondage enseignants
Annexe F	Observation d'une classe de CM2 à Pontault-Combault (15 mai)
Annexe G	Formulaire pour les élèves
Annexe H	Réponses des élèves de Pontault-Combault (15 mai)
Annexe I	Diagramme de Gantt
Annexe J	Prompts générés pendant la pré-étude
Annexe K	Cours d'histoire de M. Nedelec

Bilan intermédiaire – 22 août 2025

Organisé par	Laurence Kohli
Participants	Xavier Nédélec (XN), Simon Pinkas (SP), Laurence Kohli (LK)
Lieu	Teams

Le bilan intermédiaire du 22 août 2025 s'est déroulé de 14h00 à 15h00 avec les personnes mentionnées ci-dessus, par Teams. La réunion a débuté par une présentation de l'étudiante à l'aide d'un support Powerpoint.

L'ordre du jour a été présenté :

1. Présentation des parties prenantes
2. Avancement du TB
3. Problèmes rencontrés
4. Discussion des objectifs du TB et des livrables
5. Proposition de l'affiche et du résumé

Aucune remarque ni commentaire n'a été fait à ce sujet.

Ensuite, les différentes parties prenantes du travail de Bachelor se sont brièvement présentées.

- XN est le mandant principal. Il réalise un projet de doctorat sur l'impact de la réalité augmentée (RA) dans le domaine de l'éducation et plus particulièrement dans les cours d'histoires en école primaire.

- SP est maitre d'enseignement à la HEIG depuis 3 ans. Il enseigne surtout des matières techniques dans le développement WEB. Sur ce projet, il a le rôle de référent pour l'école et la tâche de suivre ainsi que d'évaluer le travail de Laurence.

LK a ensuite exposé ses avancées sur le projet.

- 4 personas élèves et une enseignante ont été validés par les mandants.

- Le déroulement des cours d'histoire a été élaboré lors d'une session de brainstorming en juillet à Lausanne avec tous les mandants. Les élèves partent à la découverte de la Première Guerre Mondiale avec Alex, un avatar de leur âge. Ils commencent par découvrir les notions importantes pour le cours sur la tablette puis explorent une carte de 1914 à l'aide de la réalité augmentée (RA). Ensuite, une série d'exercices interactifs leur permet de valider leurs apprentissages. Finalement, l'enseignant raconte à sa manière le contenu exploré lors de la leçon.

- Pendant cette session de travail, les objectifs du scénario à réaliser ainsi que les contenus à explorer ont été définis. Le cours prototype traitera des causes de la Première Guerre Mondiale. Les objectifs de cette leçon seront d'identifier les acteurs du conflit, de comprendre les jeux d'alliances ainsi que les causes territoriales de la guerre et de savoir ce qui s'est passé à Sarajevo en 1914.

- LK a parlé du critère décisif pour le choix de la technologie. Il s'agit de la possibilité de lire plusieurs marqueurs de RA en même temps et de pouvoir définir leurs positions relatives les uns par rapport aux autres. Cette fonctionnalité sera utilisée pour la phase d'exercices dans notre prototype.
- LK a montré deux de ses réussites techniques, une avec A-Frame et l'autre avec Unity.
- L'échelle de la carte sera de 1 / 3'956'500. Le support sera imprimé au format 1050 x 891 mm.
- Une première charte graphique a finalement été montrée.

LK a évoqué ses problèmes principaux.

- La taille des images et le niveau de détails de la carte peut être un problème pour les convertir en NFT. Actuellement la carte vierge est insuffisante. Proposition a été faite d'y ajouter les rivières et fleuves principaux ainsi que des éléments de relief. Un ajout d'éléments liés au scénario pédagogique pourrait également convenir.
- Les tutoriels Unity ne sont pas tous compatibles et n'utilisent pas les mêmes extensions. LK cherche à alléger l'application en limitant les extensions. Elle passe beaucoup de temps à comparer les différentes extensions et leur compatibilité.
- LK a également des difficultés à prendre des décisions sur les designs. Elle a fait appel à un camarade pour challenger ses idées et trouver des solutions.

LK a enchaîné sur les tâches restantes.

- Maquettes version beta
- Tests utilisateurs sur les maquettes
- Choix logiciel
- Réalisation du prototype minimal
- Protocole de test pour le test en classe du 30 septembre
- Conception d'une carte compatible avec la technologie choisie
- Test du prototype
- Améliorations et documentation du code

LK a présenté le planning et les modifications qui y seront apportées. C'est principalement la phase de développement et de maquettage qui prend plus de temps que prévu. Il a également fallu revoir la date des premiers tests qui se feront finalement sur les maquettes et non pas sur l'interface.

Une discussion a suivi sur les objectifs du TB et ses livrables.

- LK propose de supprimer l'objectif lié à la formation des enseignants ainsi que le livrable associé, création d'un guide d'utilisation pour le corps enseignant.

- XN précise que ce document n'est pas prioritaire. Il préfère que l'étudiante se concentre sur le prototype et les tests du dispositif.

- SP parle de l'importance de documenter la prise en main du logiciel pour l'expert. Il faudrait parler des prérequis et de comment lancer le logiciel sur un nouvel appareil. Un mode test, exécutable ou à compiler, avec une carte à imprimer doit être fourni dans ce TB. Il ne pense pas qu'il soit nécessaire d'avoir un guide complet pour cela.

- SP ajoute que le code doit être documenté pour la personne qui continuera le projet une fois le TB fini. Le code doit contenir des commentaires et les choix techniques doivent être justifiés.

- Le livrable *Guide d'utilisation pour le corps enseignant* est supprimé.

SP et XN ont ensuite posé leurs questions sur le projet.

- SP demande à l'étudiante de choisir la technologie au plus vite afin d'éviter de faire le travail à double plus longtemps. Il précise que Unity demande une installation sur les tablettes. Cette contrainte ne sera effective qu'en production et n'est donc pas limitante pour l'étudiante.

- XN aimerait que le logiciel soit utilisable dans sa classe. Il accepte cependant les recommandations de SP et précise que, lors du test en classe le 30 septembre, des tablettes devront être prévues par l'étudiante.

- SP demande que l'étudiante fasse toutes les maquettes de l'interface. Il veut voir le déroulement de A à Z depuis l'ouverture. Cela permettra de valider le scénario pédagogique et les contenus des différentes sections ainsi que les fonctionnalités et le séquençage nécessaire.

- SP commente les maquettes déjà réalisées. Il pense que la lisibilité n'est pas claire. Il propose à LK une session de coaching pour réaliser une première maquette. Le fait de rappeler le contexte de la classe ne semble pas pertinent comme les élèves sont en classe pour l'utiliser.

- XN demande quel serait la meilleure partie du prototype à tester le 30 septembre. Après une discussion sur les contraintes et les défis techniques, le test portera sur la validation des drapeaux posés sur la carte physique.

- Le jeu des alliances demandera une utilisation de Sprite afin de définir les frontières exactes des pays. De plus, il serait judicieux de diviser la carte en plusieurs images et d'ensuite décomposer ces dernières.

- XN demande dans quel ordre les tâches seront réalisées. L'étudiante explique que les maquettes seront prioritaires. Ensuite, XN et les autres mandants valideront les textes et le contenu de l'interface pendant que LK codera l'interface en créant un maximum d'éléments sous forme de blocs réutilisables.

- XN se tient à disposition à tout moment pour aider l'étudiante.

Finalement, l'affiche et le résumé sont présentés. Les deux documents sont validés comme version alpha. Il reste encore du temps et des interrogations quant au contenu exact. Il est défini qu'une version beta sera réalisée à la suite de la validation des maquettes et que les deux documents seront validés de manière asynchrone par les mandants puis par SP.

Tous se réjouissent de la suite du projet et se quittent après une heure de réunion.

Annexe 3 : Marqueurs

Correspondance entre les maqueurs et les objets 3D dans le tutoriel

1	Casque français
2	Casque allemand
3	Avion
4	Arche
5	Cube débug
6	Cylindre
7	Pyramide
8	Torus
9	Casque français
10	Casque allemand
11	Avion
12	Pyramide
13	Casque allemand
14	Casque français
15	Avion


1


2


3


6


5


4


7


8


13


9


10


14


11


12


15

L'Europe en 1914



© Laurence Kohli, 2025 ; Fond : The Rand McNally New Library Atlas of North America. (1914). Rand McNally & Company. J.G. Bartholomew LLD. (1914). An Atlas of Economic Geography. Oxford University Press, Sources : Natural Earth, Rivers, Lake Centerlines, 2025

Annexe 5 : Documents nécessaires pour réaliser un test utilisateur de l'application

Table des matières

Planning (réalisé lors du test à Pontault-Combault) 2
Remarques 2
Matériel nécessaire 3
Protocole global 4
En cas de test dans un établissement scolaire 7
A éviter pour ne pas biaiser le test 7
Introduction au test (réalisé la veille par Laurence) 8
Feuille de déroulement Laurence (meneur) 9
Feuille de déroulement Thibaud (technicien) 12
Feuille de déroulement Xavier (enseignant) 14
Tableau des groupes 16
Premier groupe 16
Deuxième groupe 16
Feuille de déroulement Olivier (observateur) 17
Prendre des notes 19
Questions 20
Phase 1 : Découverte de la RA (environ 3 minutes) 20
Phase 3 : Les alliances (environ 10 minutes) 20
Les objets du tutoriel 21
Plan classe 22
SUS adapté aux élèves 23

Planning (réalisé lors du test à Pontault-Combault)

Lundi 3 novembre

AVANT 16h00	Par Xavier : Introduction des prérequis du cours (voir Introduction)
15h50	Arrivée dans le bâtiment
16h00 – 16h30	Présentation du projet et de l'équipe devant la classe
Dès 16h30	Mise en place de la classe

Mardi 4 novembre

8h20	Arrivée dans le bâtiment
8h30 – 8h40	Accueil en classe et explications du déroulement
8h40 – 9h50	Groupe 1
10h05 – 11h15	Groupe 2
11h15 –11h30	Rangement / Temps marge
13h30 – 14h15	Présentation de la Suisse et dégustation

Mercredi 5 novembre

11h00 – 12h00	Analyse des observations et discussion sur le projet
Repas tous ensemble	
13h30-15h30	Analyse des observations et discussion sur le projet

Remarques

Nous pensons qu'il est judicieux de faire le test en demi-classe afin d'avoir plus de visibilité sur ce que font les élèves. A la fin de la partie de débriefing avec les élèves, l'enseignant donnera le contexte historique derrière le logiciel réalisé.

Le protocole peut être utilisé à d'autres reprises sans grandes adaptations si ce n'est de limiter la prise de note et de repasser sur les enregistrements dans un second temps. Idéalement, il faudrait être au moins deux et prendre dans ce cas les rôles de Laurence et Thibaud uniquement. Le nombre d'élèves présents dans cette configuration serait à revoir à la baisse.

Matériel nécessaire

Documents à imprimer	
12 QR-code	
1 formulaire SUS par élève	
3 cartes A0	
1 feuille *Tableau groupes*	
Feuilles nominatives	
4 feuilles *Prendre des notes*	
3 feuilles *Questions*	
3 feuilles *Images des objets projetés en RA*	
1 plan de la salle	
Numérique	
7 tablettes Android (avec le logiciel) + chargeurs	
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	
1 caméra avec pied pour filmer une table de manière globale	
1 caméra portative (genre GoPro avec harnais)	
1 smartphone pouvant enregistrer le son	
1 smartphone pouvant enregistrer le son	
1 smartphone pouvant enregistrer le son	
1 Chronomètre	
Papeterie	
Scotch	
1 stylo épais	
4 stylos bille	
Feuilles quadrillées	
De quoi écrire pour chaque élève	
4 chemises en plastique	

Protocole global

Le test dure environ 30 minutes avec un débriefing de 15 minutes par la suite avec les élèves. Il reste 10 minutes complémentaires pour que l'enseignant puisse expliquer le test d'un point de vue historique. Dans le planning, j'ai prévu 1 heure 10 par groupe afin d'avoir 15 minutes de marges. Il y a également 15 minutes de marge en fin de matinée si besoin.

	Description	**Matériel**
	Mise en place (avant le test, sans les participant.e.s)	
	Le soir avant - Numéroter les tablettes de 1 à 6 (scotch derrière) - Regrouper les tables en 3 îlots pouvant contenir chacun une carte entière - Mettre 2 tablettes par îlot (1+2 / 3+4 / 5+6) - Installer les 3 caméras selon le plan - Tester le matériel et s'assurer de la charge pleine du tout - Donner à Xavier le tableau vide pour les groupes et stylo - Donner feuilles et stylos à tout le monde - Chacun lit la feuille du déroulé le concernant	Scotch 1 stylo épais 6 tablettes Plan de la salle 3 caméras Tableau groupes 4 stylos bille Feuilles quadrillées Feuilles nominatives
	Le matin même - Allumer les tablettes - Enclencher l'enregistrement du son et de l'écran sur chaque tablette - Allumer les caméras - Lancer l'enregistrement - Quand tout est enclenché sur une table : Faire un CLAP pour synchroniser le son et l'image (selon le matériel utilisé) - Aller chercher le premier groupe - Rappeler que c'est le travail qui est évalué et pas eux	6 tablettes 3 caméras
10'	Phase 1 : Découverte de la RA	
6'	« Vous allez utiliser un logiciel en réalité augmentée. Nous allons commencer par apprendre à utiliser cette technologie avec les tablettes. Chacun d'entre vous va recevoir un petit carton avec un QR-code dessus. Vous allez ensuite vous mettre par binôme devant une tablette. Vous lancer l'application et vous cliquez sur Tutoriel. Cela va activer la caméra. Vous positionner ensuite la caméra sur un QR-code et vous observer ce qui se passe. N'hésitez pas à échanger les QR entre vous. » *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* Quand un QR-code est placé sous la caméra, le logiciel affiche une forme. Chaque QR a une forme différente à proposer aux élèves. *Xavier est responsable de remplir le tableau des groupes.* *Laurence répond aux questions des élèves et se déplace avec une caméra sur elle pour enregistrer les moments importants.* *Thibaud et Olivier observent un ilot chacun et prennent des notes.* *Xavier les rejoint ensuite et aide au bon déroulement.*	12 QR différents 1 tablette pour 2 Chronomètre

	Si un élève ne respecte pas les consignes ou dérange, Xavier le recadre. Nous nous gardons le droit de ramener un élève dans la classe où se trouve le reste des élèves si cela est nécessaire.	
3’	« On pose les tablettes. Maintenant, les groupes 1 et 2 vont se réunir vers Xavier, les 3 et 4 vers Olivier et les 5 et 6 vers Laurence. Nous allons faire un petit temps de discussion. » *Xavier, Olivier et Laurence ont un groupe. Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 1** de la feuille avec les questions.* *Pendant ce temps, Thibaud place les cartes pour la suite sur les îlots. Il vérifie que les tablettes et les caméras enregistrent toujours.*	Chronomètre 3 smartphones 3 feuilles *Questions* 3 feuilles *Images des objets projetés en RA*
5’	Phase 2 : Découverte de la carte physique	
	« Allons maintenant voir ces immenses cartes. Observez les bien.» *Xavier, Olivier et Laurence ont chacun un groupe autour d’une carte. Laisser les élèves observer la carte. Ensuite leur demander de **pointer la France et l’Allemagne**.* *Pendant toute cette phase, notez ce que vous trouvez pertinent.*	3 cartes A0 Chronomètre
15’	Phase 3 : Les alliances	
	« Maintenant, nous allons tester un logiciel que j’ai réalisé. Chaque binôme va reprendre sa tablette, retourner sur l’application et vous cliquez sur Première Guerre. On vous laisse découvrir la suite. » *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* Quand la carte est survolée, la caméra s’active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d’une alliance. *Laurence répond aux questions des élèves.* *Thibaud, Xavier et Olivier observent et prennent des notes.* Les groupes n’auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l’ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n’est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	3 cartes A0 1 tablette pour 2 Chronomètre

15’	Phase 4 : Retours sur l’expérience	
4’	« Voici un petit questionnaire à remplir de manière individuelle. N’hésitez pas à lever la main si vous avez une question. Je viendrais y répondre. » Chaque élève remplit un questionnaire SUS (System Usability Scale). Quand les 2 premiers binômes ont terminé, Olivier les réunit pour les questions. Les 2 suivants vont avec Xavier et les derniers avec Laurence.	1 formulaire SUS par élève Chronomètre
10’	« Nous allons faire un temps de discussion. » *Xavier, Olivier et Laurence ont un groupe. Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 3** de la feuille avec les questions.*	Chronomètre 3 smartphones 3 feuilles *Questions*
10’	Phase 5 : Informations historiques sur ce qui s’est passé	
	Genially avec les textes de l’Allemand et du Français ainsi que les questions liées (voir scénario pédagogique)	

En cas de test dans un établissement scolaire

- S'assurer que tout le monde a le droit d'être filmé dans le cadre scientifique
- Informer les parents de la demi-journée qu'ils vont passer avec nous
- Avoir l'autorisation de la direction pour le test
- Trouver une personne pour gérer la demi-classe

- Diviser la classe en deux groupes
- Expliquer ce que fera l'autre groupe (si nécessaire)
- Créer les binômes (avec ou sans les élèves)
    - Faire en fonction des affinités et des temps passés généralement pour les activités sur tablettes. Idéalement il faudrait que les rapides soient ensemble.
- Faire la partie Prérequis des maquettes Figma

A éviter pour ne pas biaiser le test

- Parler de **réalité augmentée** (j'aimerais voir leur réaction sans qu'ils puissent se renseigner avant et s'ils en parlent en famille alors peut-être que cela changera les réponses)
- Présenter la carte finale sans ma présence (j'aimerais voir leur retour à vif sur la carte)
- Expliquer les étapes précises ou les actions qui seront à réaliser (le but est de voir si le protocole et le logiciel sont auto-suffisants)

Introduction au test (réalisé la veille par Laurence)

- Présenter l'équipe et dire d'où on vient et quelque chose qu'on aime bien faire

Démarrage de la séquence pédago-didactique pour donner sens et consistance : demain matin nous allons découvrir un bout d'histoire, le déclenchement de la Première Guerre mondiale

Nous allons avoir un dispositif particulier :

- Pas vous mais le logiciel qui est testé
- Vous pouvez ne pas réussir, ne pas aimer et faut le dire
- But c'est aider Laurence à améliorer donc être critique et dire ce qu'on aime ou pas
- Y aura des caméras
    - Voir comment vous utiliser les tablettes
    - Mieux comprendre vos retours
    - Améliorer le logiciel pour les tests suivants
- On va faire deux groupes demain matin
- Comment ça va se passer ?
    - En groupe de deux personnes vous aurez une tablette et par 4 vous serez dans un îlot.
    - Y aura deux moments avec la tablette et 2 moments de discussion
    - Ce qui est important c'est de tout nous dire (les problèmes, les choses qu'on a aimés, ce qu'on n'a pas compris, etc.) Il n'y a pas de réflexions bêtes. Tout est intéressant.

Feuille de déroulement Laurence (meneur)

	Description	**Matériel**
	Mise en place (avant le test, sans les participant.e.s)	
	A valider le soir avant - Numéroter les tablettes de 1 à 6 (scotch derrière) - Regrouper les tables en 3 îlots pouvant contenir chacun une carte entière - Mettre 2 tablettes par îlot (1+2 / 3+4 / 5+6) - Installer les 3 caméras selon le plan - Tester le matériel et s'assurer de la charge pleine du tout - Prendre une photo de la salle - Donner à Xavier le tableau vide pour les groupes et stylo - Donner feuilles et stylos à tout le monde - Chacun lit la feuille du déroulé le concernant	Scotch 1 stylo épais 6 tablettes Plan de la salle 3 caméras Tableau groupes 4 stylos bille Feuilles quadrillées Feuilles nominatives
	Le matin même - Fixer la caméra portative - Allumer les tablettes 5 + 6 - Enclencher l'enregistrement du son et de l'écran sur chaque tablette - Allumer les caméras - Lancer l'enregistrement - Quand tout est enclenché sur une table : Faire un CLAP pour synchroniser	2 tablettes 1 caméra fixe 1 caméra portative
10'	Phase 1 : Découverte de la RA	
6'	« Vous allez utiliser un logiciel en réalité augmentée. Nous allons commencer par apprendre à utiliser cette technologie avec les tablettes. Chacun d'entre vous va recevoir un petit carton avec un QR-code dessus. Vous allez ensuite vous mettre par binôme devant une tablette. Vous lancer l'application et vous cliquez sur Tutoriel. Cela va activer la caméra. Vous positionner ensuite la caméra sur un QR-code et vous observer ce qui se passe. N'hésitez pas à échanger les QR entre vous. » Lancer chronomètre de 5 minutes Répondre aux questions des élèves et se déplacer avec une caméra sur elle pour enregistrer les moments importants. *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* *Quand un QR-code est placé sous la caméra, le logiciel affiche une forme. Chaque QR a une forme différente à proposer aux élèves.* *Si un élève ne respecte pas les consignes ou dérange, Xavier le recadre. Nous nous gardons le droit de ramener un élève dans la classe où se trouve le reste des élèves si cela est nécessaire.*	12 QR différents Chronomètre Caméra portative

3’	« On pose les tablettes. Maintenant, les groupes 1 et 2 vont se réunir vers Xavier, les 3 et 4 vers Olivier et les 5 et 6 vers Laurence. Nous allons faire un petit temps de discussion. » Temps de discussion avec les tablettes 5 et 6 Lancer chronomètre de 3 minutes Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 1** de la feuille avec les questions	Chronomètre 1 smartphone 1 feuille *Questions* 1 feuille *Images des objets projetés en RA*
5’	Phase 2 : Découverte de la carte physique	
	« Allons maintenant voir ces immenses cartes. Observez les bien.» Avec les tablettes 3 et 4, rejoindre la carte Lancer chronomètre de 5 minutes Laisser les élèves observer la carte puis **leur demander de pointer la France et l’Allemagne**. Pendant toute cette phase, noter ce qui est pertinent	1 cartes A0 (sera directement sur la table) 1 stylo bille Feuilles quadrillées Chronomètre
15’	Phase 3 : Les alliances	
	« Maintenant, nous allons tester un logiciel que j’ai réalisé. Chaque binôme va reprendre sa tablette, retourner sur l’application et vous cliquez sur Première Guerre. On vous laisse découvrir la suite. » Lancer chronomètre de 15 minutes Répondre aux questions des élèves et se déplacer avec une caméra sur elle pour enregistrer les moments importants. *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* *Quand la carte est survolée, la caméra s’active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d’une alliance.* Les groupes n’auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l’ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n’est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	3 cartes A0 1 tablette pour 2 Chronomètre
15’	Phase 4 : Retours sur l’expérience	
4’	« Voici un petit questionnaire à remplir de manière individuelle. N’hésitez pas à lever la main si vous avez une question. Je viendrais y répondre. » Lancer chronomètre de 4 minutes Répondre aux questions *Chaque élève remplit un questionnaire SUS (System Usability Scale).*	1 formulaire SUS par élève Chronomètre

10’	« Nous allons faire un temps de discussion. » Temps de discussion avec les deux derniers groupes. Lancer chronomètre de 10 minutes Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 3** de la feuille avec les questions	Chronomètre 1 smartphone 1 feuille *Questions*
10’	Phase 5 : Informations historiques sur ce qui s’est passé	
	Genially avec les textes de l’Allemand et du Français ainsi que les questions liées (voir scénario pédagogique)	

Feuille de déroulement Thibaud (technicien)

	Description	**Matériel**
	Mise en place (avant le test, sans les participant.e.s)	
	- Lire cette feuille en entier - Lire le document *Prendre des notes* - Prendre le matériel nécessaire pour tout le test - Préparer quelques feuilles pour la prise de note	
	- Allumer les tablettes 1 et 2 - Enclencher l'enregistrement du son et de l'écran sur chaque tablette - Allumer les caméras - Lancer l'enregistrement - Quand tout est enclenché sur une table : Faire un CLAP pour synchroniser	
10'	Phase 1 : Découverte de la RA	
6'	Observer et prendre des notes (table 3). Prendre quelques images *Laisser les élèves découvrir de manière autonome. Quand un QR-code est placé sous la caméra, le logiciel affiche une forme. Chaque QR a une forme différente à proposer aux élèves.* *Laurence répond aux questions des élèves.* *Si un élève ne respecte pas les consignes ou dérange, Xavier le recadre. Nous nous gardons le droit de ramener un élève dans la classe où se trouve le reste des élèves si cela est nécessaire.*	1 stylo bille Feuilles quadrillées
3'	Placer les cartes sur les tables S'assurer que toutes les caméras filment et ont de la batterie S'assurer que toutes les tablettes filment et ont de la batterie Prendre quelques images	3 cartes A0
5'	Phase 2 : Découverte de la carte physique	
	Pendant toute cette phase, noter ce qui est pertinent. Prendre quelques images	1 stylo bille Feuilles quadrillées

15’	Phase 3 : Les alliances	
	Observer et prendre des notes. Prendre quelques images *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* *Quand la carte est survolée, la caméra s’active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d’une alliance.* *Laurence répond aux questions des élèves.* Les groupes n’auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l’ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n’est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	1 stylo bille Feuilles quadrillées
15’	Phase 4 : Retours sur l’expérience	
4’	*Chaque élève remplit un questionnaire SUS (System Usability Scale).*	
10’	Arrêter les enregistrements sur les tablettes et fermer toutes les applications Arrêter les enregistrements sur les caméras Prendre quelques images	
10’	Phase 5 : Informations historiques sur ce qui s’est passé	
	Genially avec les textes de l’Allemand et du Français ainsi que les questions liées (voir scénario pédagogique)	

Feuille de déroulement Xavier (enseignant)

	Description	**Matériel**
	Mise en place (avant le test, sans les participant.e.s)	
	- Lire cette feuille en entier - Lire le document *Prendre des notes* - Lire les questions et poser des questions si nécessaire - Prendre le matériel nécessaire pour tout le test - Préparer quelques feuilles pour la prise de note	
	- Aller chercher le groupe - Chaque élève prendre de quoi écrire - Rappeler que c'est le travail qui est évalué et pas eux	
10'	Phase 1 : Découverte de la RA	
6'	Remplir le tableau des groupes Puis observer et prendre des notes (table 1). *Si un élève ne respecte pas les consignes ou dérange, Xavier le recadre. Nous nous gardons le droit de ramener un élève dans la classe où se trouve le reste des élèves si cela est nécessaire* *Laisser les élèves découvrir de manière autonome. Quand un QR-code est placé sous la caméra, le logiciel affiche une forme. Chaque QR a une forme différente à proposer aux élèves.* *Laurence répond aux questions des élèves.*	1 stylo bille Tableau groupes Feuilles quadrillées
3'	Temps de discussion avec les tablettes 1 et 2 Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 1** de la feuille avec les questions.	1 smartphones 1 feuille *Questions* 1 feuille *Images des objets projetés en RA*
5'	Phase 2 : Découverte de la carte physique	
	Avec les tablettes 1 et 2, rejoindre la carte Laisser les élèves l'observer puis **leur demander de pointer la France et l'Allemagne**. Pendant toute cette phase, noter ce qui est pertinent.	1 cartes A0 (sera directement sur la table) 1 stylo bille Feuilles quadrillées

15’	Phase 3 : Les alliances	
	Observer et prendre des notes. *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* *Quand la carte est survolée, la caméra s’active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d’une alliance.* *Laurence répond aux questions des élèves.* Les groupes n’auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l’ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n’est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	1 stylo bille Feuilles quadrillées
15’	Phase 4 : Retours sur l’expérience	
4’	Aider à répondre aux questions des élèves OU observer les ilots restants *Chaque élève remplit un questionnaire SUS (System Usability Scale).*	
10’	Temps de discussion avec le troisième et quatrième binôme qui ont terminé le SUS. Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 3** de la feuille avec les questions.	1 smartphones 1 feuille *Questions*
10’	Phase 5 : Informations historiques sur ce qui s’est passé	
	Genially avec les textes de l’Allemand et du Français ainsi que les questions liées (voir scénario pédagogique)	

Tableau des groupes

Premier groupe

No	Elève 1	Elève 2
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Deuxième groupe

No	Elève 1	Elève 2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Feuille de déroulement Olivier (observateur)

	Description	**Matériel**
	Mise en place (avant le test, sans les participant.e.s)	
	- Lire cette feuille en entier - Lire le document *Prendre des notes* - Lire les questions et poser des questions si nécessaire - Prendre le matériel nécessaire pour tout le test - Préparer quelques feuilles pour la prise de note	
	- Allumer les tablettes 3 et 4 - Enclencher l'enregistrement du son et de l'écran sur chaque tablette - Allumer les caméras - Lancer l'enregistrement - Quand tout est enclenché sur une table : Faire un CLAP pour synchroniser	
10'	Phase 1 : Découverte de la RA	
6'	Observer et prendre des notes (table 2). *Laisser les élèves découvrir de manière autonome. Quand un QR-code est placé sous la caméra, le logiciel affiche une forme. Chaque QR a une forme différente à proposer aux élèves.* *Laurence répond aux questions des élèves.* *Si un élève ne respecte pas les consignes ou dérange, Xavier le recadre. Nous nous gardons le droit de ramener un élève dans la classe où se trouve le reste des élèves si cela est nécessaire*	1 stylo bille Feuilles quadrillées
3'	Temps de discussion avec les tablettes 3 et 4 Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 1** de la feuille avec les questions.	1 smartphones 1 feuille *Questions* 1 feuille *Images des objets projetés en RA*
5'	Phase 2 : Découverte de la carte physique	
	Avec les tablettes 3 et 4, rejoindre la carte Laisser les élèves l'observer puis **leur demander de pointer la France et l'Allemagne**. Pendant toute cette phase, noter ce qui est pertinent.	1 cartes A0 (sera directement sur la table) 1 stylo bille Feuilles quadrillées

15’	Phase 3 : Les alliances	
	Observer et prendre des notes. *Laisser les élèves découvrir de manière autonome.* *Quand la carte est survolée, la caméra s’active. Quand les élèves cliquent sur un pays, il change de couleur et affiche une information concernant sa position avant-guerre. La légende se met à jour si le pays fait partie d’une alliance.* *Laurence répond aux questions des élèves.* Les groupes n’auront pas tous le même rythme. La personne qui observe l’ilot est responsable de voir si le temps passé est suffisant et si les deux élèves ont pu tester la RA. Si ce n’est pas le cas, quitter le logiciel et relancer le logiciel. Quand cela est suffisant, leur donner les consignes pour la Phase 4 et les faire remplir le questionnaire.	1 stylo bille Feuilles quadrillées
15’	Phase 4 : Retours sur l’expérience	
4’	*Chaque élève remplit un questionnaire SUS (System Usability Scale).*	
10’	Temps de discussion avec les deux premiers groupes qui ont fini le SUS. Lancer un enregistrement de voix sur son smartphone, puis poser les questions **Phase 3** de la feuille avec les questions.	1 smartphones 1 feuille *Questions*
10’	Phase 5 : Informations historiques sur ce qui s’est passé	
	Genially avec les textes de l’Allemand et du Français ainsi que les questions liées (voir scénario pédagogique)	

Prendre des notes

Les notes doivent être **structurées** (par personne, par temps), **sélectives** (pas tout écrire, la vidéo sert à ça), et **visuelles** (codes, abréviations, verbatims). Elles seront un complément rapide et précieux à la vidéo lors de l'analyse.

Objectif des notes

- Capturer l'essentiel : comportements, réactions, difficultés, verbatims marquants
- Donner du contexte : le film montre l'action, mais les notes expliquent le "pourquoi"
- Faciliter l'analyse : un observateur qui relit doit comprendre rapidement ce qui s'est passé

Comment prendre les notes

- Être synthétique : phrases courtes, mots-clés, sans écrire chaque détail (la vidéo couvre ça).
- Structurer les notes par temps du test : une feuille par temps minimum et numéroter si plusieurs pages. Indiquer le numéro de la phase et son initiale en haut à droite dans le carré et mettre le numéro de page en bas à droite.
- Identifier clairement la personne : commencer toujours par le numéro attribué à la tablette (ex. *T3 - …*)
- Noter dans l'ordre chronologique pour pouvoir le repérer facilement dans la vidéo
- Distinguer les types de contenu (en marge avec des abréviations) :
    - A : Action / comportement observable
    - V : Verbatim (ce que dit la personne, mot pour mot si pertinent)
    - P : Problème ou blocage
    - H : Hypothèse de l'observateur (à manier avec précaution)

Quoi noter précisément

A : Action / Comportements observables

- Les actions faites sur l'interface (clics, hésitations, retours en arrière, contournements)
- Le temps pris pour une tâche (si estimé) [de manière relative ou l'heure de fin]
- Les expressions faciales ou langage corporel marquant (ex. froncement de sourcils, sourire, soupir)

V : Verbatims utiles

- Les phrases qui traduisent une impression forte ou un problème ("Je ne trouve pas…", "Ça a l'air compliqué", "Ah enfin !")
- Garder les mots exacts quand c'est parlant

P : Difficultés et blocages

- Où la personne hésite, se trompe, abandonne
- Les erreurs récurrentes ou significatives

Questions

Les questions ci-dessous servent de base. Nous allons faire des entretiens semi-dirigé ce qui veut dire que les questions sont des points de repères uniquement. Il est important de suivre les réponses des élèves et de les creuser si vous le pensez pertinent. Vous pouvez également rebondir sur une réponse et demander si l'avis donné est partagé par les autres enfants.

Il est important de préciser aux enfants qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Ils ont le droit de dire ce qu'ils n'ont pas aimés, ce qui était difficile et ce qu'ils n'ont pas compris. Nous évaluons uniquement le travail de Laurence.

Phase 1 : Découverte de la RA (environ 3 minutes)

- Comment avez-vous trouvé cet exercice ? (ex. cool, facile, difficile, ...)
    - Qu'est-ce qui était cool/facile/difficile ?
- Après combien de temps avez-vous eu un premier objet ?
    - Et vous en avez testé d'autres ?
- Est-ce que vous aviez déjà fait apparaitre des objets à travers des QR-code ou des images ?
    - Si oui : où / contexte / quand
- Qu'est-ce que vous préférez entre ce que vous avez fait et ces images ?
  Une feuille est montrée avec les objets observés en RA imprimés sur papier.
    - Pourquoi ?

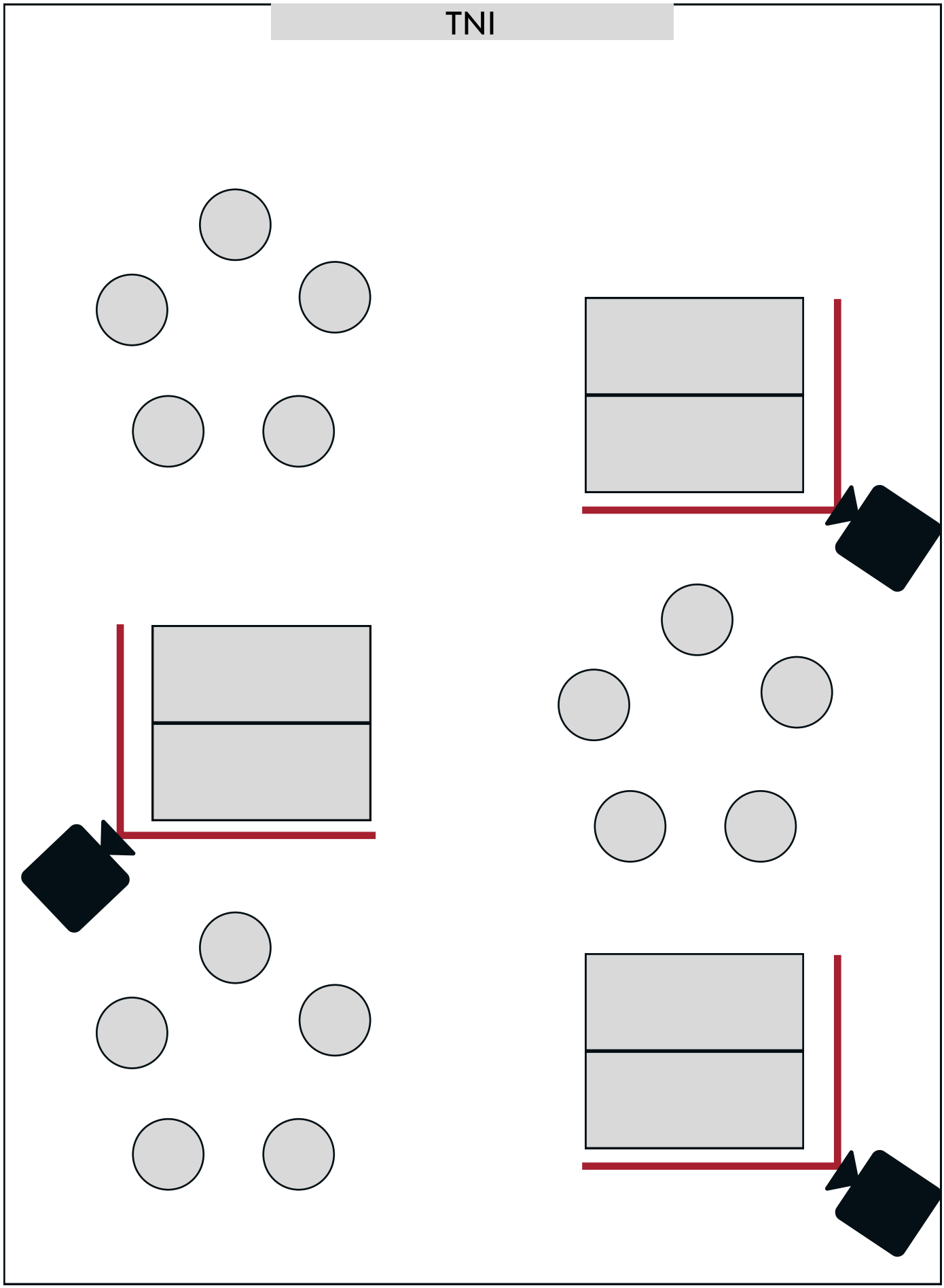
Phase 3 : Les alliances (environ 10 minutes)

- Comment avez-vous trouvé cet exercice ? (ex. cool, facile, difficile, ...)
    - Qu'est-ce qui était cool/facile/difficile ?
- Est-ce que vous avez réussi à remplir les jauges en entier ?
- Est-ce que c'était facile de comprendre ce qu'il fallait faire ?
- Qu'est ce qui était le plus difficile ?
- Est-ce que vous auriez aimé avoir des choses en plus sur la tablette ?
    - Si oui : quoi / Si non : pourquoi ?
- Est-ce que vous avez utilisé la carte papier par moment ?
    - Pour quoi faire ?
- Avez-vous d'autres choses à dire sur ce que vous avez fait ce matin ?

Les objets du tutoriel



Plan de la salle



System Usability Scale

Prénom : _____

1. J'aimerais utiliser ce logiciel pour tous les cours d'histoire.



2. Je trouve que ce logiciel est beaucoup trop compliqué.



3. Je pense que ce logiciel est facile à utiliser.



4. Je pense que j'aurais besoin d'aide pour utiliser ce logiciel.



5. Je trouve que le logiciel fonctionne bien.



6. Je pense qu'il y a trop de choses qui ne vont pas ensemble dans ce logiciel.



7. Je pense que les CE2 seraient capables d'apprendre à utiliser ce logiciel très rapidement.



8. J'ai trouvé ce logiciel très pénible à utiliser.



9. J'ai osé jouer sans peur de commettre une erreur.



10. J'ai dû beaucoup chercher où appuyer pour avancer dans le logiciel.



Veux-tu dire quelque chose d'autre à propos de ce logiciel ?_____

_____

_____

Réponses SUS des élèves lors du test à Pontault-Combault

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TI	TP	SUS	Grade
Maëllan	3	3	5	4	5	4	5	5	3	4	Bien aimé dessins au début	16	5	52,5	D
Maëlline	3	1	5	1	1	3	5	1	5	1		14	18	80	B
Nour	1	3	1	4	3	1	4	3	5	4	Beugs mais amusant à utiliser	9	10	47,5	F
Jade	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5	Amusant, doit être publié	20	16	90	A
Donna-Eser	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Activité très bien, on comprend tout, facile, ça aide à travailler	20	0	50	F
Siileymane	3	1	5	1	5	1	5	1	3	1	Bien	16	20	90	A
Nioumou	5	1	4	1	5	1	4	1	5	5	Assez facile à utiliser, très bien	18	16	85	A
Briava	5	3	5	1	5	1	3	1	3	5	Très bien, à continuer, Abandonnez pas Lorence	16	14	75	B
Charles	4	1	4	3	5	1	5	1	4	3	Pas compliqué à utiliser, logiciel très bien	17	16	82,5	A
Victoria	5	2	5	1	5	1	4	1	4	1	Grâce à ce logiciel, j'aime l'histoire. De base je n'aime pas	18	19	92,5	A
Marley	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	Excellent, trop bien	19	20	97,5	A
Isis	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	Trop trop trop bien	20	20	100	A
Iking	5	1	5	5	4	1	2	1	1	5	J'ai aimé, c'était incroyable	12	12	60	D
Morgan	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	Marce bien, voudrais pour tous les cours	19	20	97,5	A
Lorys	5	1	5	1	4	1	2	3	5	3	Très bien, facile, ?	16	16	80	B
Lara	5	3	3	4	5	3	5	2	4	3		17	10	67,5	D
David-Mathis	5	1	5	1	5	1	3	1	1	1	Bien pour faire comprendre	14	20	85	A
Assa	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	Bien aimé	19	20	97,5	A
Anissa	5	1	4	1	5	1	3	1	5	1	Rajouter des formes et couleurs	17	20	92,5	A
Antony	5	1	5	3	4	1	5	1	1	3	Mettre des couleurs	15	16	77,5	B
Inaya	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1		20	20	100	A
Hilel	3	1	5	1	5	1	5	1	5	1	Très bien	18	20	95	A
Mathice	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	Bravo à vous, j'ai adoré	20	20	100	A
Mathias	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	Trop cool, facile, j'ai adoré	20	20	100	A

	A	B	C	D	E	F
Somme	15	4	0	3	0	2

Moyenne	83,125	A
Médiane	87,5	A

Annexe 6 : Recommandations et prochaines étapes

Ce document synthétise toutes les recommandations émises dans le rapport du TB (travail de Bachelor). Les premières concernent la carte, puis la conception UI/UX et finalement le projet Unity. Certaines remarques viennent de mes ressentis ou expériences et d'autres s'appuient sur les tests effectués à Pontault-Combault en octobre dans une classe de CM2.

La carte

Cadrage

Pour aller plus loin

Le cadrage européen semble correspondre à nos besoins pour le premier cours d'histoire modélisé. Il serait intéressant de penser à la réutilisation des cartes ainsi qu'aux autres cadrages nécessaires pour chaque chapitre. Ces informations serviraient de base pour définir les tailles des cartes ainsi que le support à utiliser pour l'impression.



Figure 1 *- Carte finale. Le fichier taille A0 est disponible sur la clé USB annexée. Kohli 2025.*

Taille de la carte physique

Pour aller plus loin

Je suis partie de l'hypothèse qu'une carte plus grande que la tablette peut être un avantage pour augmenter l'immersion. La carte actuelle est en format A0. Cela a été choisi à travers notre brainstorming de juillet pour une question de préférence visuelle. Il serait intéressant de challenger cela et de comparer plusieurs formats pour garantir une bonne immersion.

Il faut aussi imaginer cette carte comme un modèle pour plusieurs autres au fil des scénarios. Il serait intéressant d'imaginer plusieurs formats en fonction des chapitres étudiés et des cadrages définis. Nous pourrions également nous renseigner sur les capacités de stockage en classe pour éviter de réaliser du matériel non adapté aux besoins de l'enseignement en France.

Pour information l'application Unity actuelle fonctionne autant sur une carte format A3 que A0.

Lisibilité et charge cognitive Pour aller plus loin

La lisibilité et la charge cognitif sont liés au cadrage et à la taille de la carte une fois imprimée. En effet, le même nombre d'information se dilue quand la carte grandit. Il serait intéressant de consulter plusieurs enseignants afin de challenger son contenu et l'impact cognitif de cette carte sur les élèves. La carte doit avoir assez de détails pour mériter d'attirer l'attention mais ne pas être surchargée afin de garantir une bonne lecture de tous les éléments ajoutés en RA. La question de légender cette carte physique reste également ouverte.

Lors de nos tests en conditions réelles, nous avons remarqué que les élèves n'avaient pas beaucoup de connaissances cartographiques. Les villes ont été confondues avec les pays et les fleuves devenaient des mers. Plusieurs enfants n'ont pas vu le titre et pensaient que notre carte était mondiale. Ces aspects peuvent également être pris en compte lors des analyses plus poussées sur la carte et les éléments à afficher dessus.

La police d'écriture, les contrastes et les couleurs peuvent également être revus pour correspondre aux bonnes pratiques d'accessibilité. Le cachet historique de la carte pourrait également être amplifié dans une nouvelle version de carte.

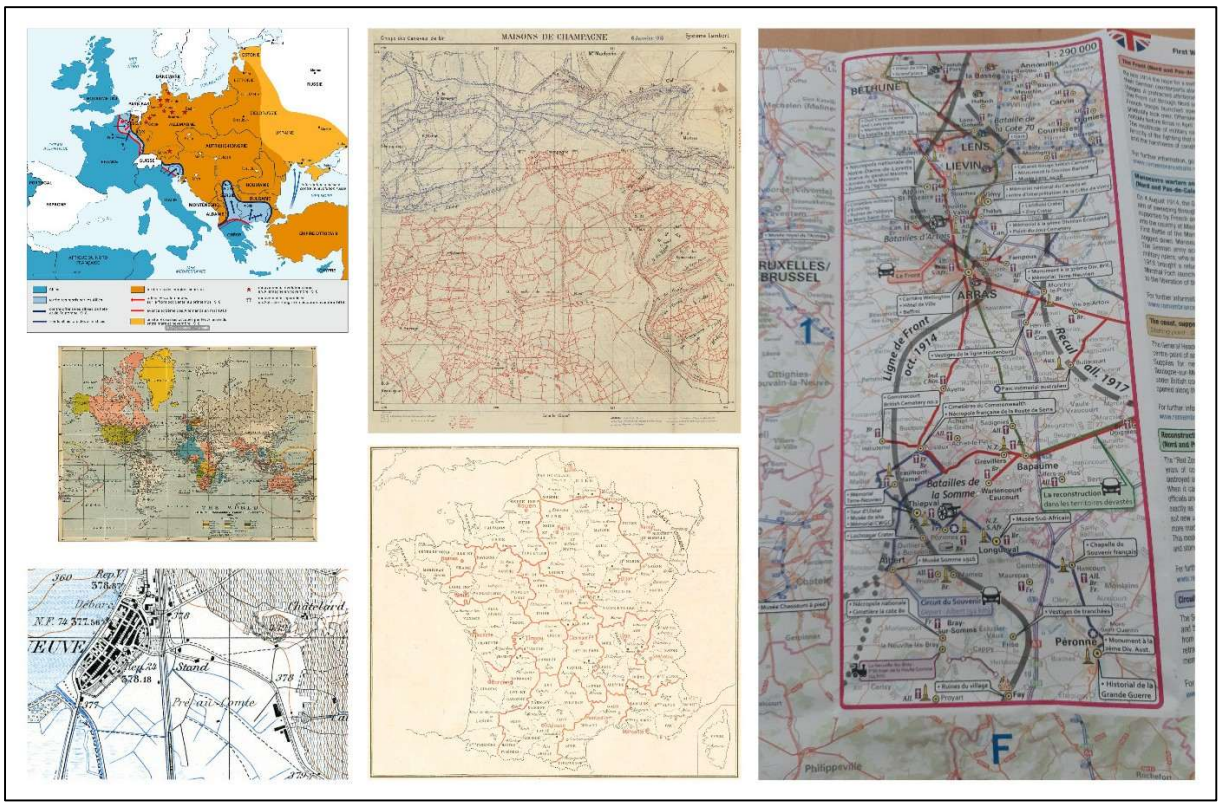


Figure 2 *- Plusieurs cartes sur le sujet ou de 1914. Sources en fin de chapitre.*

Impression de la carte Pour aller plus loin

La carte testée à Pontault-Combault a été imprimée en format A0. Cette taille d'impression n'est pas possible partout. J'ai utilisé un plotter et de la toile canvas. « C'est un support pouvant être composé à 100 % de coton de différents grammages ou d'un mélange de polyester et de coton. Le tissu canvas permet une adhérence optimale des pigments de couleur pour un résultat éclatant sur un support durable » (Giovanni Blandino 2019). Une autre version a été imprimée sur du papier indéchirable. Ce dernier est fréquemment utilisé pour les affiches en roll-up. Le bleu et les reliefs ne ressortent pas de la même manière sur les deux supports. Il serait judicieux de tester différents supports.

Les critères de choix devraient se concentrer sur la préférence visuelle des concepteurs mais également sur le contexte d'utilisation. Les cartes doivent pouvoir être pliées ou roulées pour les déplacements et le stockage et être utilisables plusieurs années. Il faut également qu'elles résistent à des enfants peu délicats et tiennent un minimum l'eau afin de prévenir les accidents et pouvoir la nettoyer si besoin.

Nous avons testé la résistance à l'eau d'une impression sur canvas. Après une demi-heure dans l'eau l'impression testée avait uniquement perdu un peu de jaune. On peut donc garantir que ce type d'impression répond au contexte classe.

Sources du moodboard de cartographie (figure 2)

BENIANS, Edited by Sir Adolphus William Ward, G. W. Prothero, Sir Stanley Mordaunt Leathes, and E. A., 1912. The World: Colonial Possesions and Commercial Highways, 1910 [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_1910.jpg?uselang=fr [consulté le 18 juin 2025].

Cartes de la Suisse - Confédération suisse - map.geo.admin.ch, [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=fr&center=2560521.93,1138148.26&z=7.783&topic=ech&layers=ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,f;ch.bav.haltestellen-oev,f;ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,f;ch.vbs.schiessanzeigen,f;ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen,f;ch.swisstopo.zeitreihen@year=1915&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&catalogNodes=ech,457,458 [consulté le 18 juin 2025].

GROUPE DES CANEVAS DE TIR, 2016. Cartes d'état-major des tranchées françaises du secteur de Clermont et d'Etain. - 206 J 116. Archives de la Meuse [en ligne]. 19 février 2016. Disponible à l'adresse : https://archives.meuse.fr/ark:/52669/1jt9skgp03lz/a207f0b8-eb38-4d44-88b4-e090b1733b6e [consulté le 18 juin 2025].

IGN, 2025. 87014 - GRANDE GUERRE 1914-1918. [en ligne]. 10 janvier 2025. Disponible à l'adresse : https://boutique.ign.fr/cartes-de-tourisme-france-87014-grande-guerre-1914-1918-9782758545880-2.html [consulté le 18 juin 2025].

PAUL VIDAL DE LA BLACHE, 1910. Carte de France des Régions Vidal-Lablache 1910 [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carte_de_France_des_R%C3%A9gions_Vidal-Lablache_1910.jpg?uselang=fr [consulté le 18 juin 2025].

UNIVERSALIS, Encyclopædia. Première Guerre mondiale, fronts européens en 1918 - Média. Encyclopædia Universalis [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.universalis.fr/media/premiere-guerre-mondiale-fronts-europeens-en-1918-v110025/ [consulté le 18 juin 2025].

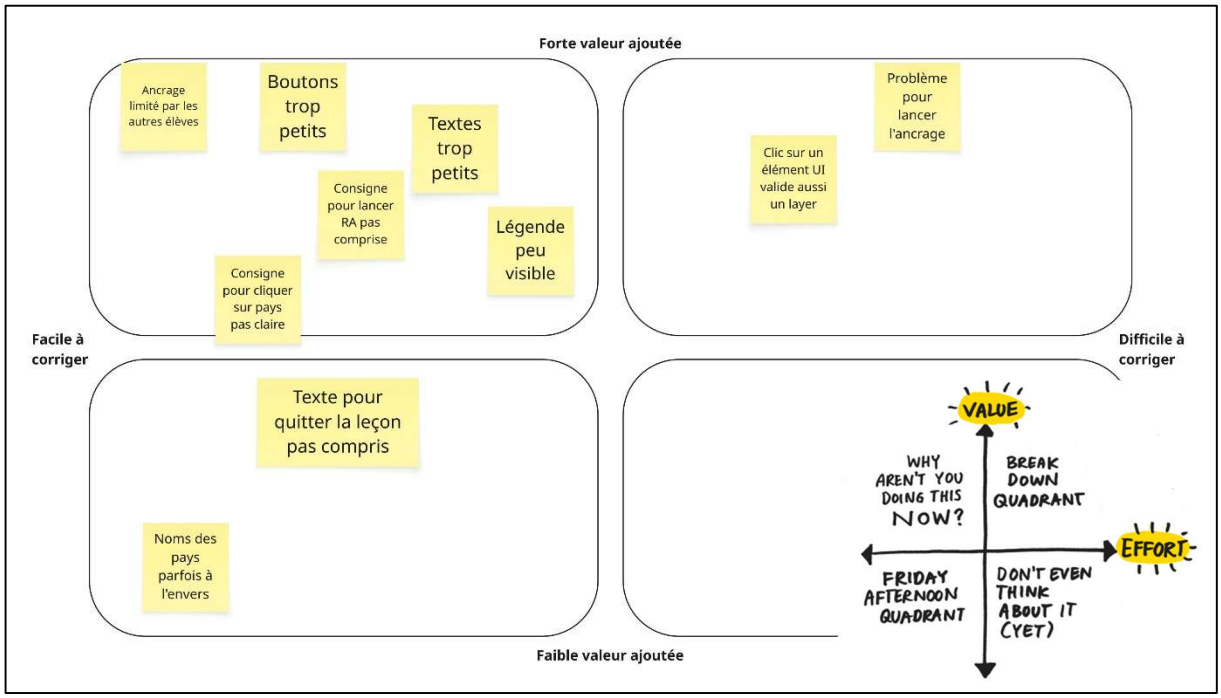


Figure 3 *- Matrice montrant la priorisation des problèmes identifiés pendant notre test à Pontault-Combault.*

Conception UI/UX

Les tâches restantes A faire

- **Création du support papier accompagnant les élèves**
- **Création d'Alex (Avatar de 10 ans)**
- **Finalisation des maquettes**
  En raison de la contrainte de temps imposée par le TB, je me suis arrêtée à la modélisation des phases 1 et 2. La partie concernant l'attentat de Sarajevo ainsi que l'évaluation et l'institutionnalisation pourraient être facilement imaginées grâce aux prototypes créés ainsi qu'au scénario pédagogique (annexe 11).

Expérience utilisateur Forte valeur ajoutée Facile à corriger

Quand 5 élèves se trouvaient autour de la carte A0, ils manquaient de place. L'expérience utilisateur était restreinte car ils étaient trop nombreux. Pour une carte A0 posée sur quatre tables en classe, il faut définir un maximum de deux binômes autour en même temps.

De plus, il serait intéressant de réfléchir à la place des différentes cartes dans les classes. Transformer tout l'espace pour 45 minutes peut être chronophage. M. Nédélec imaginait également diviser la salle en plusieurs zones. La première contiendrait une carte tandis qu'une autre pourrait être dédiée à une discussion et une dernière aux parties à rédiger individuellement. Ces changements auraient un grand impact sur l'expérience utilisateur et impliqueraient également un ajout de consignes pour guider les élèves dans leurs apprentissages pour qu'ils soient dans les bonnes zones en permanence.

Content Design A faire

Je pense que certaines consignes ne sont pas assez précises pour que les élèves puissent être autonomes. De plus, certaines maquettes ont encore des textes génériques. Pendant notre test en classe, cela s'est confirmé à travers les problèmes rencontrés par les élèves.

Consigne pour commencer la RA sur la carte Forte valeur ajoutée Facile à corriger



Figure 4 *- Deux idées des élèves pour placer la tablette sur la carte. Kohli, 2025.*

La compréhension de la consigne « Place l'écran de la tablette sur la carte » a mis beaucoup de temps. Certains binômes ont posé la tablette sur la carte papier et attendaient que quelque chose se passe. Après plusieurs tentatives sur la carte, plusieurs groupes ont levé la tablette avec les bras tendus au-dessus de la carte ou ont changé de position autour de la carte. Quelques groupes ont également tenté de se rapprocher de la carte comme pour zoomer.

Il serait intéressant de challenger cette consigne et de trouver une tournure de phrase plus compréhensible. L'image associée à la consigne pourrait être plus explicite ou être replacée par un extrait vidéo montrant l'action à réaliser.

Consignes pour cliquer sur les pays Forte valeur ajoutée Facile à corriger

Les élèves ont mis passablement de temps pour comprendre comment fonctionnait l'application. Quelques groupes ont compris en cliquant sur la légende et en profitant des problèmes d'overlay tandis que d'autres ont appuyé sur les pays directement sur la carte imprimée. La consigne pourrait être mieux expliquée sur la page de lancement de l'activité.

De plus, l'ampoule n'a pas été vue par les élèves. Une fois qu'un observateur leur indiquait qu'une aide était disponible en haut à droite, les élèves ont cliqué sur l'ampoule et mieux compris ce qu'on leur demandait de faire. La position, la taille ou le contenu de l'indice pourrait faire l'objet d'une réflexion également.

Es-tu sûr de vouloir quitter la leçon ? Faible valeur ajoutée Facile à corriger

Ce message, indiqué dans la fenêtre contextuelle pour retourner à la page d'accueil, a semblé difficile à comprendre. La majorité des groupes a indiqué ne pas vouloir quitter la leçon dans un premier temps. Les mandants et moi-même avons dû dire aux groupes où cliquer pour sortir du tutoriel.

Nous pourrions reformuler cela par « Veux-tu aller à la page d'accueil » ou encore « Veux-tu quitter le tutoriel/la thématique en cours ». Ces deux messages semblent plus spécifiques et pourraient ainsi correspondre aux attentes des élèves.

Légende peu visible Forte valeur ajoutée Facile à corriger



Figure 5 *- Capture d'écran de la tablette lors de la phase Découverte des alliances.*

La légende était difficile à observer. Quelques enfants nous ont dit qu'elle était trop petite, d'autres ne l'avaient même pas vue. Ce problème sera en partie résolu selon la solution choisie pour le point *Boutons et textes trop petits*. Je pense cependant qu'une mise en évidence plus forte lors des changements dans la progression pourrait aider à la voir. Nous pourrions également ajouter un écran central avec le texte au lieu de changer le contenu de la petite bulle en bas de l'écran. De plus, cette modification augmenterait la chance que les élèves lisent les contenus.

Pour une meilleure identification du nombre d'éléments à découvrir M. Ertz propose d'ajouter des numéros qui indiqueraient le nombre de segments nécessaires pour remplir chaque jauge.

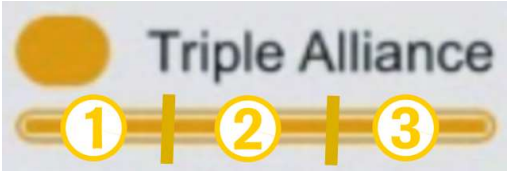


Figure 6 *- Proposition de M. Ertz pour aider les élèves dans la découverte. Novembre 2025.*

Autres recommandations Pour aller plus loin

- **Réflexion sur l'utilisation de la RA**
  Il est important que la RA soit une véritable plus-value pour les élèves. Certaines utilisations sont encore faibles et pourraient être enrichies. De plus, les évaluations des connaissances pourraient être réalisées sur la carte physique et combinées à une correction avec la tablette en RA, comme présenté dans le chapitre 5.2.7.5 du rapport.

- **Histoire dont vous être héros**
  Lors de notre brainstorming de juillet, nous avions évoqué la possibilité de laisser les élèves parcourir les thématiques dans l'ordre de leur choix. Cette idée avait été mise de côté car nous n'avons réalisé qu'un cours. Je suis certaine que cette idée ou d'autres idées inspirées des nombreux livres dont vous êtes le héros pourraient augmenter l'implication des élèves dans les leçons d'histoire.

- **Tutoriel**
  Le tutoriel pourrait contenir plus de diversité. Il serait intéressant d'apprendre aux élèves à utiliser les différentes manières d'augmentation présente dans les scénarios. Je pense notamment au fait de cliquer sur des contenus augmentés sur la tablette pour obtenir des détails. De plus, dans certains contextes, il faudrait ajouter une partie dédiée à la lecture de carte pour combler les manquants des élèves dans ce domaine.

- **Logo**

- **Accessibilité**
  Nous pourrions creuser l'accessibilité de l'application. Pour des personnes comme Olga (voir l'annexe 9 : Personas), nous pourrions ajouter un dictionnaire ou traducteur de mot. Théo aurait pour sa part besoin de plus d'images et éventuellement d'une police d'écriture plus adaptée à ses problèmes dyslexiques. Les enfants gauchers sont également à prendre en compte dans la suite des maquettes. Pour le moment, certains contenus sont masqués par leur main quand ils interagissent avec la tablette. Les couleurs pourraient aussi être revues pour s'assurer qu'elles sont identifiables par tous, y compris les daltoniens.

Projet Unity

Boutons et textes trop petits Forte valeur ajoutée Facile à corriger

Les enfants ont de la peine à lire les textes sur l'application. De plus, quelques groupes ont dû appuyer plusieurs fois sur l'icône de la maison avant de réussir à cliquer dessus. Ce problème était déjà évoqué dans mon auto-critique du développement. Les boutons et textes étaient plus grands sur les versions précédentes de l'application comme le montre la comparaison ci-dessous. Quand j'ai fait la compilation finale en vue du test, je n'ai rien remarqué. Ce constat a été fait une fois que l'application était déjà installée sur toutes les tablettes en vue du test. Je ne l'ai donc pas résolu mais j'ai eu le temps de penser à plusieurs moyens de le résoudre.

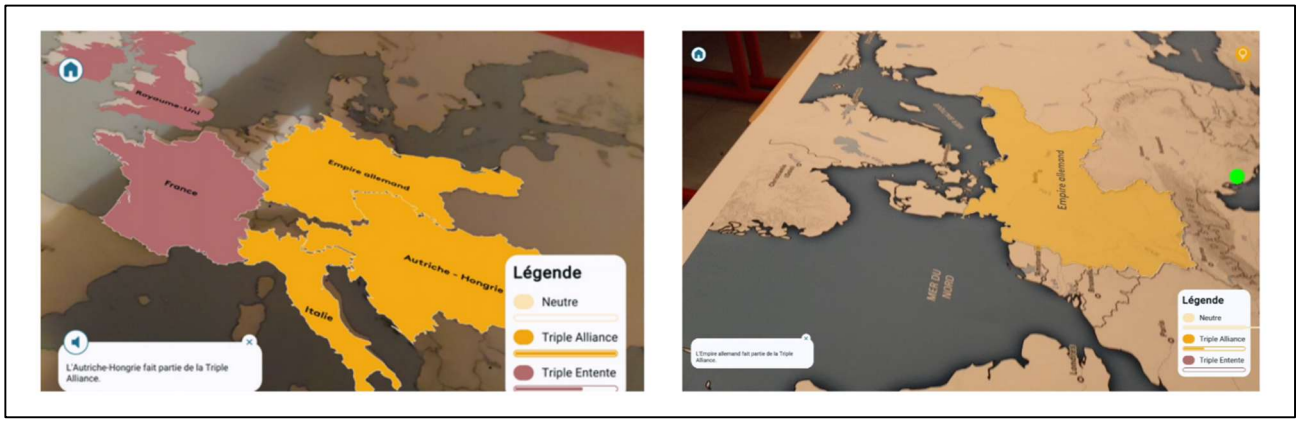


Figure 7 *- Captures d'écran de l'application dans deux versions. L'image de gauche est la version du 10 octobre et celle de droite est la version finale.*

Dans la version du 10 octobre, il y avait quelques problèmes d'UI importants. La légende et la bulle contenant le texte étaient coupées. De plus, on ne voyait que les boutons *oui* et *non* de la fenêtre contextuelle permettant de quitter la leçon. J'en ai déduit que j'avais un problème avec le positionnement relatif des différents éléments. Après plusieurs recherches Web infructueuses, j'ai demandé de l'aide à ChatGPT. Cette IA a proposé plusieurs solutions qui ne marchaient pas. Au fil des réponses, elle m'a codé un extrait de code permettant de forcer l'élément UI racine à prendre toute la taille de l'écran.[1] Il s'agit du fichier *ForceFullScreenUI.cs*. Ce script impliquait de mettre tous mes éléments UI enfants d'une balise **screen**. Il a été ajouté dans tous les GameObjects contenant le UI Document principal de la scène. Comme cela résolvait mon problème de pop-up et de positionnement des éléments, j'ai compilé et envoyé l'application à tout le monde. Ce n'est que quelques jours plus tard que j'ai remarqué que les tailles des textes et boutons avaient été impactées par ce code mais comme les tests étaient imminents, je n'ai rien pu changer.

Ce problème peut donc être résolu de deux manières. La première est plus rapide mais ne cherche pas à comprendre le code et son impact. Cela consiste à augmenter les tailles des boutons et textes directement dans les feuilles de style des différents composants UI. Si tout est plus grand de base, alors cela sera aussi plus grand dans l'application. La solution la plus juste serait de supprimer le code généré par ChatGPT et de trouver une autre approche pour résoudre le problème de positionnement des éléments UI. Cela implique des recherches et des tests et prend donc plus de temps.

[1] Le lien de cette discussion est disponible dans l'annexe 12. Il a été réalisé le 26 octobre 2025.

Problème pour lancer l'ancrage

Forte valeur ajoutée | Difficile à corriger

Le problème d'ancrage provient probablement du fait que la carte doit être entièrement visible pour lancer l'ancrage. Comme toutes les personnes ayant testé l'application avec les élèves étaient des adultes, elles étaient plus grandes et arrivaient plus rapidement à voir la carte entière dans la tablette. Cette hypothèse doit être vérifiée avant de résoudre ce problème.

Si l'hypothèse est correcte, quelques pistes peuvent être envisagées pour améliorer l'activité. Tout d'abord, nous pourrions diviser la carte en plusieurs morceaux afin de réduire la surface minimale à cibler au début. Cette modification implique de changer le nombre d'images pouvant être lues en parallèle, de positionner les pays en fonction de ces nouvelles images et de s'assurer du bon fonctionnement de l'ancrage pour les pays étant sur deux morceaux de carte. Une instance de ces derniers par morceau de carte pourrait exister et se superposer. Une propriété booléenne indiquant si le Sprite doit être visible pourrait être ajoutée au SO du pays afin de se mettre à jour sur les deux images. Une autre piste serait de trouver un moyen de connaitre le nombre de points clés et la surface à voir pour lancer l'ancrage et d'adapter la carte en fonction en ajoutant éventuellement des éléments détectables.

Problème d'overlay

Forte valeur ajoutée | Difficile à corriger

Ce problème est apparu lors de nos tests de l'application. En effet, les contenus censés être au-dessus (légende, boutons) ne bloquent pas les interactions, laissant les clics passer au travers et déclencher des actions sur les éléments situés derrière. Certains pays ont donc été validés sans que les élèves n'en aient conscience. Il faudrait lire la documentation Unity à ce sujet : https://docs.unity3d.com/6000.2/Documentation/Manual/overlays.html pour le régler.

Noms des pays parfois à l'envers

Faible valeur ajoutée | Facile à corriger



Figure 8 *- Capture d'écran de l'application pendant notre test. Novembre 2025.*

Les textes étant actuellement intégrés dans les Sprites des pays, ils sont positionnés de manière fixe. Il pourrait être judicieux que les textes ne soient pas contenus dans les images mais ajoutés au-dessus. Cette modification permettrait notamment de faire tourner le nom du pays quand les élèves se trouvent de l'autre côté de la carte. Comme la tablette ne reste jamais exactement dans la même orientation, il faudrait cependant limiter les rotations avec par exemple des seuils d'adaptation.

En modifiant cela, les noms des pays pourraient également avoir une transparence différente des Sprites ce qui permettrait de les rendre plus visibles. De plus, ce petit changement fait dès le début de l'implémentation permettrait de gagner beaucoup de temps quand une traduction de l'application sera nécessaire pour sa diffusion à grande échelle.

QR codes capricieux

Lors de notre test avec les élèves, un des binômes de la table 3 pendant la deuxième période de matinée a réussi à afficher toutes les formes géométriques initialisées dans le tutoriel alors qu'ils n'avaient que 4 QRs à leur disposition. Il s'agissait des marqueurs 9 à 12. En regardant la vidéo enregistrée par leur tablette, je n'ai pas réussi à comprendre comme cela était possible. J'ai également essayé de reproduire ce bug. Cela a fonctionné quand on passe vite sur les QR et qu'ils se chevauchent légèrement mais je ne suis pas convaincue que cela soit réellement le problème. Il faudrait creuser la question. Une première piste à envisage est de se demander si le manque de précision dans les marqueurs provient de la manière dont ils sont implémenter et traiter par Vuforia Engine : https://developer.vuforia.com/library/vuforia-engine/images-and-objects/image-targets/device-databases/comparison-device-and-cloud-databases/ .

Les tâches restantes A faire

- **Application des conventions de nommage**
- **Refactorisation du code**
- **Création de Prefabs**
- **Réalisation d'une version compatible iOS**
  Une application Unity est déployable pour iOS et Android si le code est généré par un MacOS uniquement. Sur un autre OS l'application ne sera compatible qu'avec Android. En effet, seuls les ordinateurs MacOS ont un programme nommé XCode qui permet le déploiement iOS.

Autres besoins du projet Pour aller plus loin

- **Analyse approfondie des tests utilisateurs réalisés en novembre**
- **Création d'une interface de configuration**
  L'idée initiale de M. Nédélec était que les enseignants puissent adaptés les missions à réaliser par leurs élèves ainsi que les évaluations. Il serait intéressant de creuser ces aspects sur Unity. Pour le moment l'inspecteur permet de faire des modifications sans connaissances en C# cependant il faudrait fournir le projet source à tout le monde et pouvoir bloquer les différents composants et variables non-modifiables.
- **Amélioration de la documentation**
  La documentation des scènes, des éléments visuels ainsi que des éléments Unity n'est pas compatible avec Doxygen sans réaliser des pages en format markdown. Je pense qu'une autre approche pourrait améliorer la compréhension du code et du projet Unity.

Annexe 7 : Extraits du rapport de développement

TB25-HistoAR Documentation

Introduction

Imaginez un cours d'histoire interactif et immersif où les élèves choisissent ce qu'ils souhaitent apprendre. Les cours ne seraient-ils pas plus attrayants qu'un cours ex cathedra ? C'est la question de recherche de Xavier Nédélec, doctorant dans l'université de Franche-Comté, et enseignant de CM2 à Pontault Combault (France). Ce TB (travail de Bachelor) répond à cette volonté d'intégrer les outils modernes en classe. Après plusieurs mois de recherches et d'idéation, le doctorant aimerait utiliser la RA (réalité augmentée) ainsi que des cartes physiques pour augmenter la collaboration et l'engagement au sein de sa classe lors des cours d'histoire. Pour continuer sa thèse, il a besoin de tester la faisabilité technique et l'utilisabilité de cette technologie. Un projet commun a émergé avec le MEI (Media Engineering Institute) pour répondre à cette nécessité. J'ai été mandatée dans le cadre de mon TB afin de réaliser une ébauche d'application et la tester en conditions réelles, dans une classe en France. L'objectif principal est donc de développer un prototype implémentant au moins une scène pédagogique en RA basée sur une carte physique.

Scénario pédagogique

A quoi ressemble l'Histoire dont vous êtes le héros ? Les élèves partent à la découverte de la Première Guerre Mondiale avec Alex, un avatar de leur âge. Ils commencent par découvrir les notions importantes pour le cours sur une tablette puis explorent une carte de 1914 à l'aide de la réalité augmentée (RA). Enfin, une série d'exercices interactifs leur permet de valider leurs apprentissages.



TB25-HistoAR
- TB25-HistoAR Documentation
- Optimisation des performances
- A lire avant de reprendre ce projet
- Les scènes Unity générées
- Les systèmes UI disponibles sur Unity
- Tutoriel d'installation de l'application A
- Unity
- Paquetages
- Classes
- Fichiers

A lire avant de reprendre ce projet

J'ai suivi les conseils du guide CREATE A C# STYLE GUIDE : Write cleaner code that scales pour le code. J'ai donc utilisé la convention de nommage Camel case pour les variables et les paramètres des méthodes ainsi que le Pascal case pour les noms des classes et méthodes. Les variables privées ont été préfixées d'un _ .

Unity pour connaitre les autres ressources utilisées dans ce projet

[!note] Les codes doivent être liés à des GameObjects en tant que composants pour qu'ils s'exécutent. Il est possible d'afficher des informations, sous forme de champs sérialisés, dans l'Inspector. Cette documentation contient pour chaque code une section qui définit les variables visibles dans l'inspecteur.

Notions à connaître

- les Scriptable Objects
- le système UI utilisé (UI Toolkit) Voir **système UI** pour plus de détails
- Bases Vuforia Engine

Recommandations

J'ai élaboré un grand nombre de recommandations à la fin de mon TB.

Notions à connaître
Recommandations
Compilation pour test

Tutoriel d'installation de l'application A
Unity
Paquetages
Classes
Liste des classes
HistorAR
AlliancesBuilderSO
ButtonGoHome
ButtonManager
ButtonNextScene
ClickManager
CountriesDiscoveryScreen
ForceFullScreenUI
GameplayEvents
HomeEvents
HomeScreenController
ImageTargetStatusController
LegendeController
LegendeItemData
MarkerDetectionManager
ThemeItemData

Description détaillée

Contrôleur pour l'écran d'accueil de l'application HistorAR.
Gère l'affichage des thèmes disponibles (ainsi que le tutoriel) et la navigation vers les différentes scènes.

Auteur

Laurence Kohli avec l'aide de Claude Sonnet 4 (Copilot IA)

Précondition
Ce code est à placer dans un GameObject "HomeScreenController"

Note
Utilisé dans : HomeScene

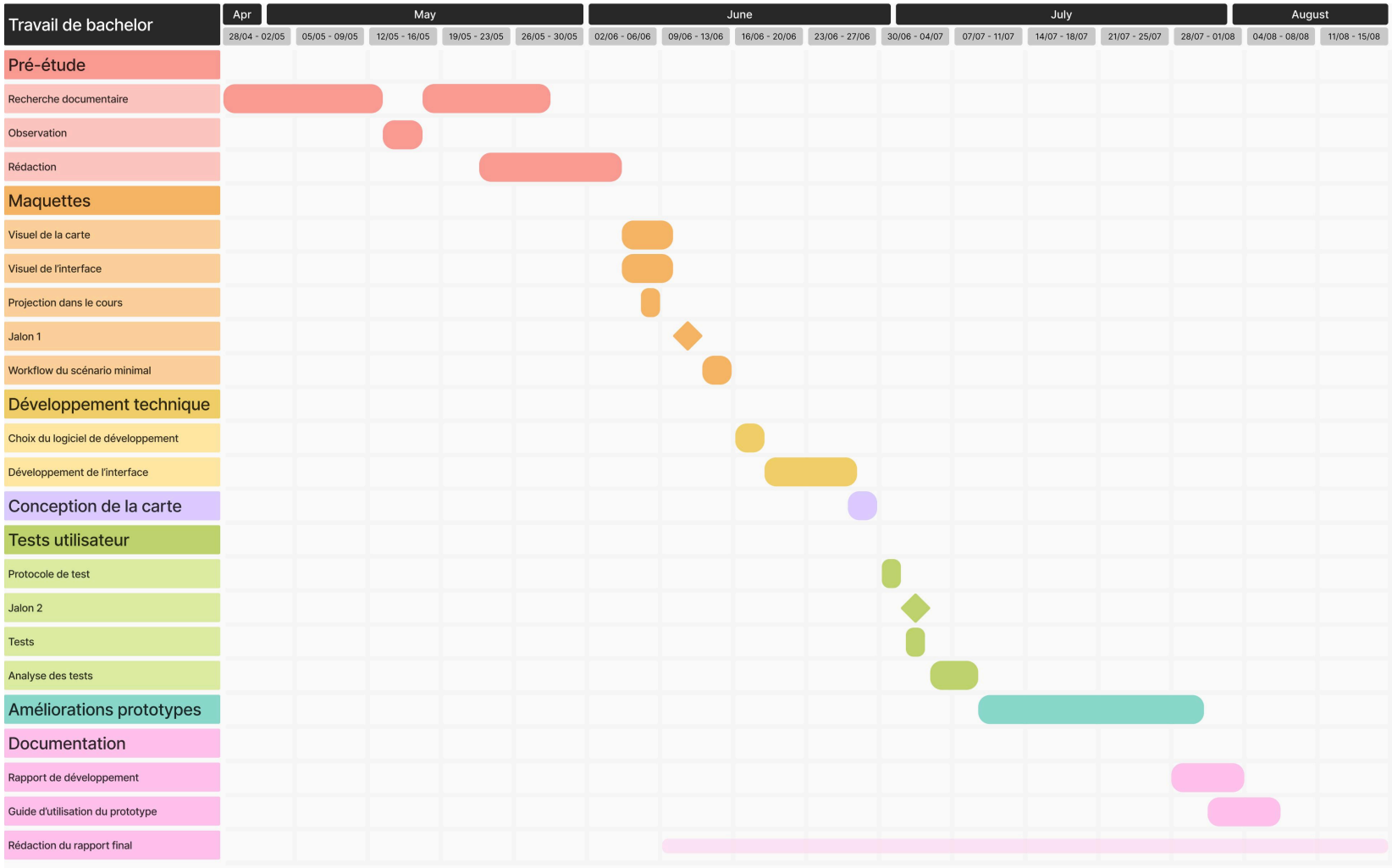
Visible dans l'inspecteur

- **m_Themes**
- **tutorialSceneName** avec valeur par défaut "TutorialScene"
- **uiDocument**
- **buttonTemplate**

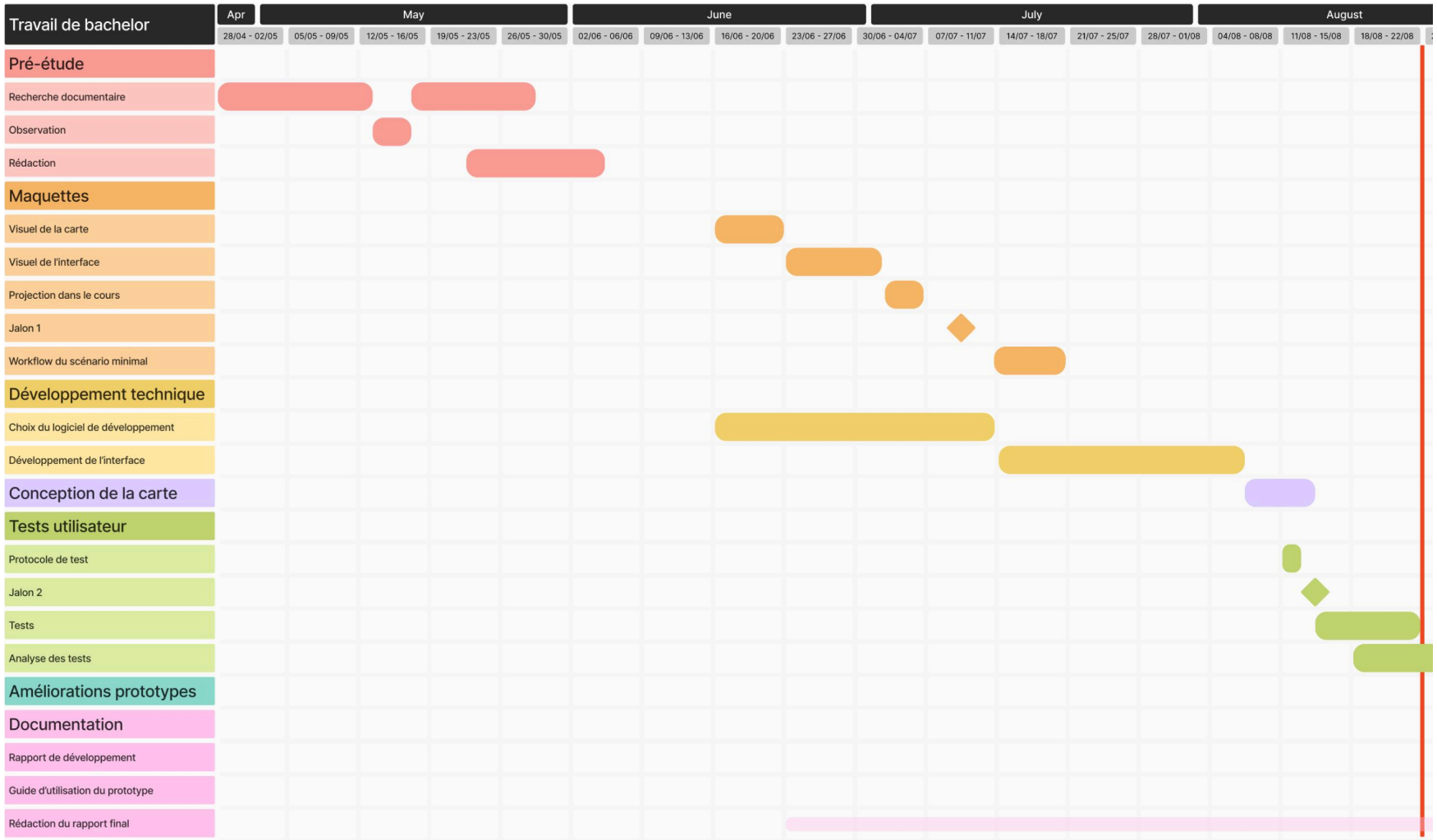
SetupThemeButtons
CreateThemeButton
LoadThemeScene
OnTutorialButtonClicked
Attributs privés
m_Themes
tutorialSceneName
uiDocument
buttonTemplate
m_Root
Description détaillée
Documentation des fonctions membres
Awake
CreateNewThemeItem
CreateThemeButton
InitializeDefaultThemes
LoadThemeScene
OnDisable
OnEnable
OnTutorialButtonClicked
SetupThemeButtons

Annexe 8 : Diagrammes de Gantt détaillés

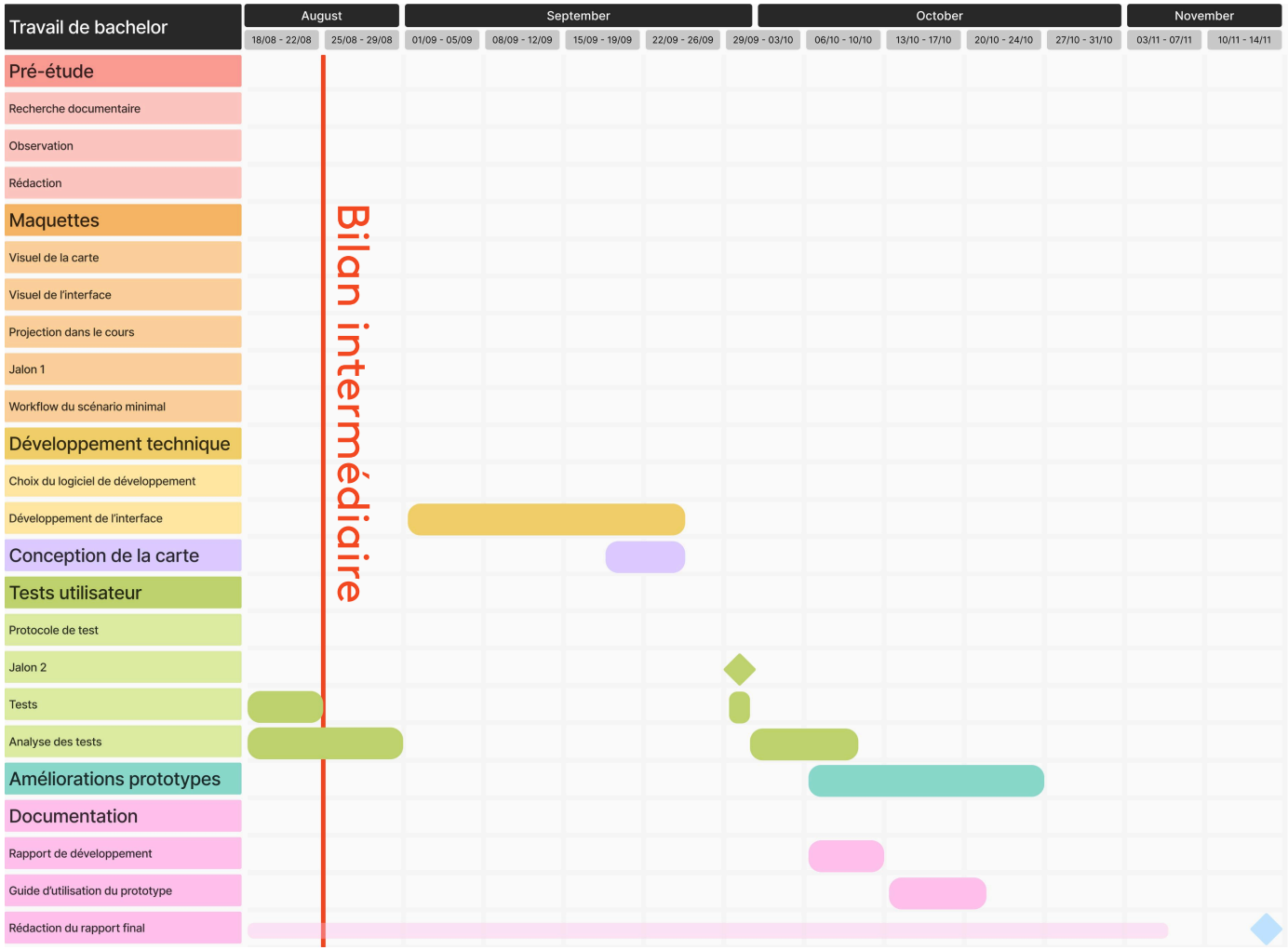
1. Gantt réalisé pendant la pré-étude



2. Gantt réalisé après le premier arrêt maladie

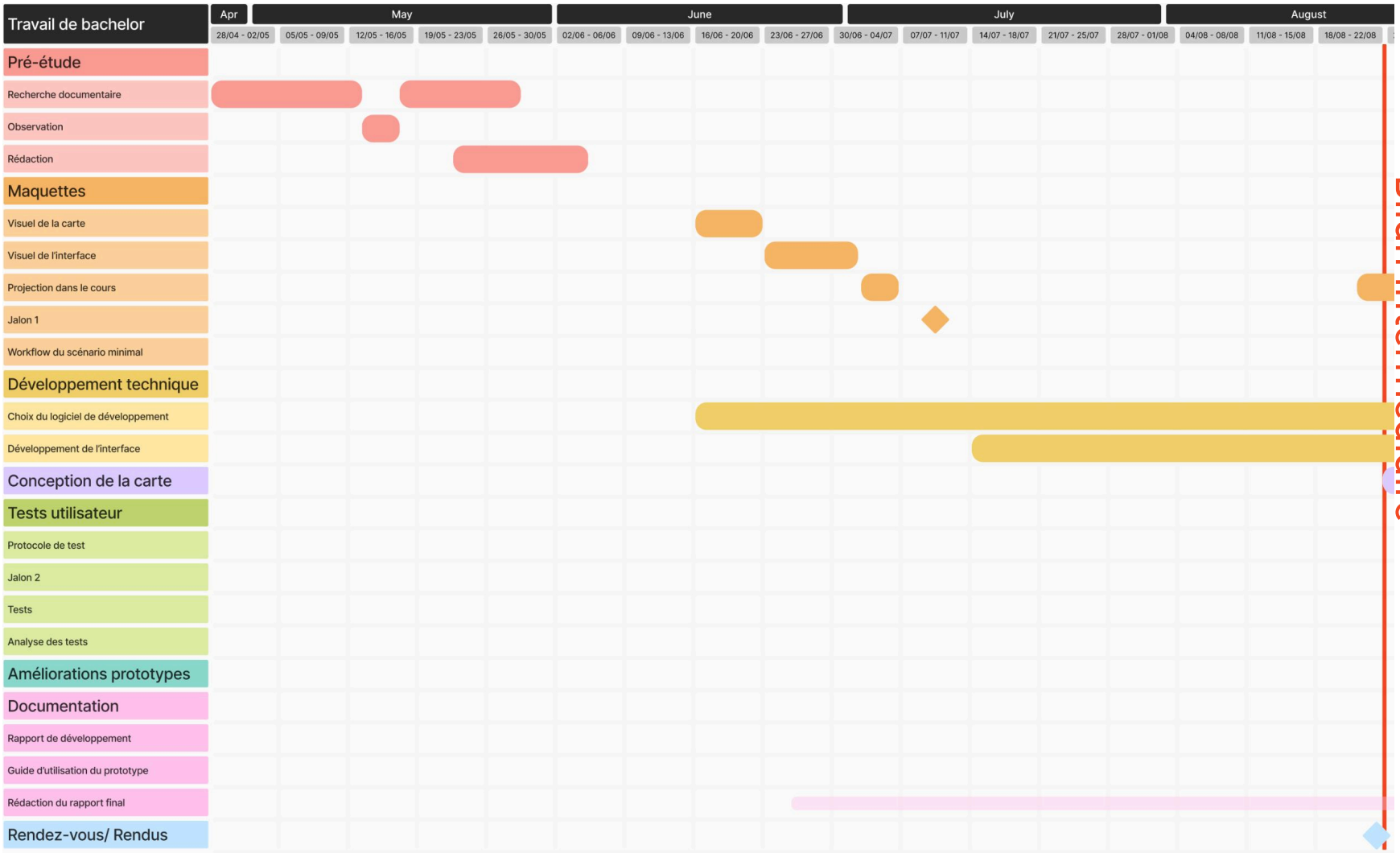


Annexe 8 - 2

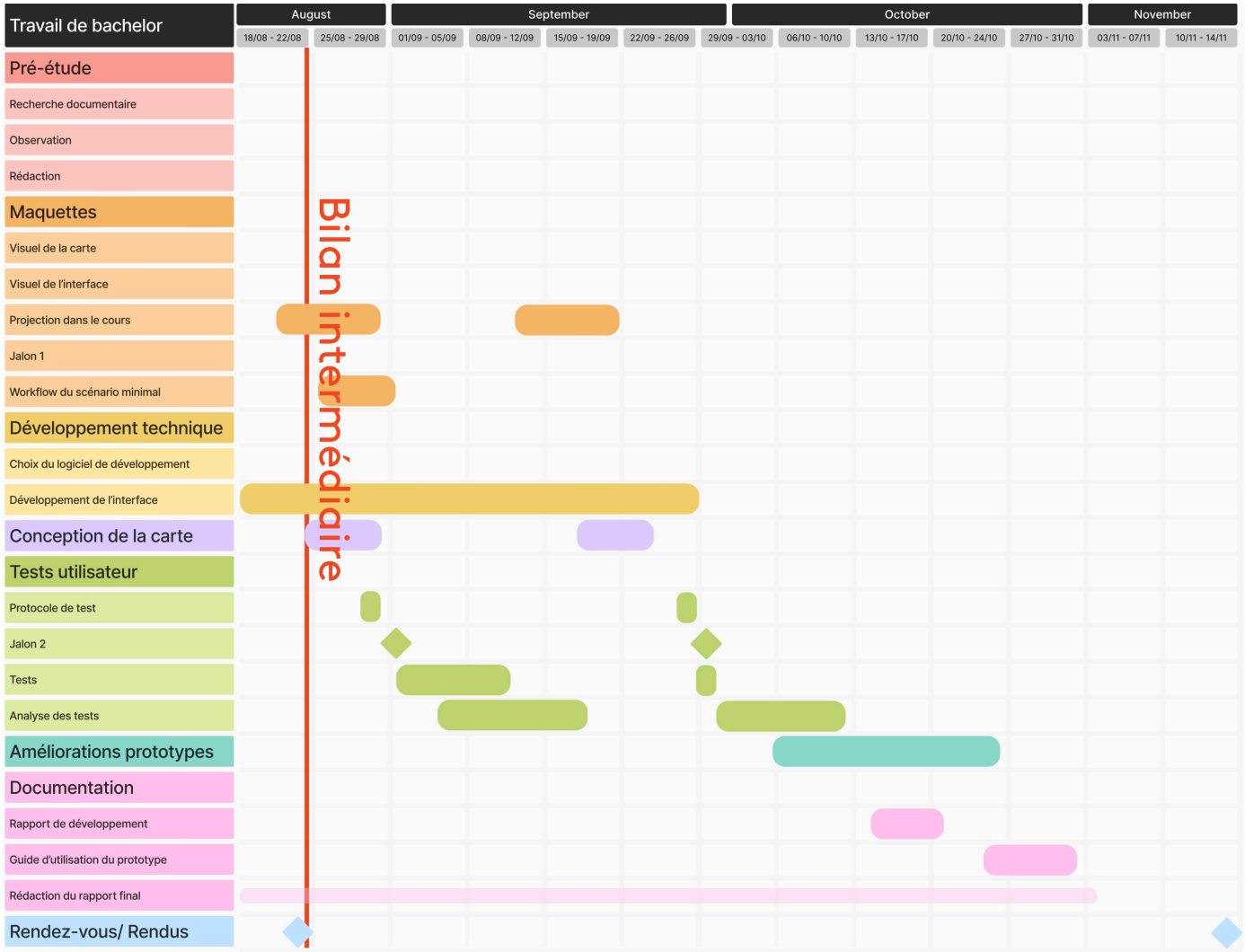

Travail de bachelor
August
September
October
November
18/08 - 22/08
25/08 - 29/08
01/09 - 05/09
08/09 - 12/09
15/09 - 19/09
22/09 - 26/09
29/09 - 03/10
06/10 - 10/10
13/10 - 17/10
20/10 - 24/10
27/10 - 31/10
03/11 - 07/11
10/11 - 14/11
Pré-étude
Recherche documentaire
Observation
Rédaction
Maquettes
Visuel de la carte
Visuel de l'interface
Projection dans le cours
Jalon 1
Workflow du scénario minimal
Développement technique
Choix du logiciel de développement
Développement de l'interface
Conception de la carte
Tests utilisateur
Protocole de test
Jalon 2
Tests
Analyse des tests
Améliorations prototypes
Documentation
Rapport de développement
Guide d'utilisation du prototype
Rédaction du rapport final
Bilan intermédiaire

Annexe 8 - 3

3. Gantt réalisé pour le bilan intermédiaire



Annexe 8 - 4


Travail de bachelor
August
September
October
November
18/08 - 22/08
25/08 - 29/08
01/09 - 05/09
08/09 - 12/09
15/09 - 19/09
22/09 - 26/09
29/09 - 03/10
06/10 - 10/10
13/10 - 17/10
20/10 - 24/10
27/10 - 31/10
03/11 - 07/11
10/11 - 14/11
Pré-étude
Recherche documentaire
Observation
Rédaction
Maquettes
Visuel de la carte
Visuel de l'interface
Projection dans le cours
Jalon 1
Workflow du scénario minimal
Développement technique
Choix du logiciel de développement
Développement de l'interface
Conception de la carte
Tests utilisateur
Protocole de test
Jalon 2
Tests
Analyse des tests
Améliorations prototypes
Documentation
Rapport de développement
Guide d'utilisation du prototype
Rédaction du rapport final
Rendez-vous/ Rendus
Bilan intermédiaire

Annexe 8 - 5

Annexe 9 : Personas



Benoît

L'élève modèle

Age
10 ans

Moyenne générale
18 / 20

Matière préférée
Sciences

Passion
Lecture

Biographie

Benoît, 10 ans, est en CM2 à Pontault-Combault. Il adore l'école et souhaite devenir médecin comme son papa.

Il est **très curieux** et **veut tout savoir sur le monde qui l'entoure**. Il est conscient de son potentiel et aime le faire savoir à ses amis.

Benoît est fils unique. Ses parents sont respectivement médecin et bibliothécaire. Il peut compter sur sa maman pour l'aider à réviser et à faire ses devoirs.

Objectifs

- Devenir docteur
- Comprendre le monde qui l'entoure
- Se faire des amis

Souhaits

- Suivre des cours intéressants
- Avoir de bonnes notes
- Lire seul le contenu plutôt que d'écouter un cours ex cathédra

Besoins

- Avoir des explications complémentaires quand c'est trop vague
- Aider ses camarades de classe pour se mettre en avant

Peurs

- Etre rejeté par les autres
- Ne pas réussir à comprendre un exercice

Caractère

- Bonne expression orale
- Elève moteur
- Prend facilement la parole en groupe
- Grande confiance en soi

Outils numériques

- apprend la programmation
- aucun jeu vidéo
- pas de smartphone
- a accès à l'ordinateur de sa maman



Diana

L'élève dynamique

Age
9 ans

Moyenne générale
15 / 20

Matière préférée
Sport

Passion
Brawl Stars

Biographie

Diana, 9 ans, est en CM2 à Pontault-Combault. Elle a de la peine à retenir les cours et préfère jouer avec ses copines qu'apprendre.

Très **bavarde**, Diana discute beaucoup avec ses copines. Elle est au courant des derniers potins et partage aussi sur ses jeux préférés. En dehors de l'école, Diana fait de la gymnastique les lundis et les jeudis soirs. Elle **joue tous les jours à Brawl Stars** ou à Fortnite.

Diana fait partie d'une fraterie avec Madeleine, 6 ans et Thomas, 4 ans. Ses parents sont respectivement agent d'entretien et infirmière à domicile. Les enfants restent régulièrement seuls les mercredis et les soirs. Ils sont **très autonomes** dans leurs devoirs.

Objectifs

- Avoir le plus de trophées possibles
- Raconter les potins à ses copines
- Aller au collège

Souhaits

- Pas trop de devoirs
- Plus de temps en famille
- Être première au classement avec ses amis sur Brawl Stars

Besoins

- Pouvoir partager avec d'autres élèves
- Retenir l'essentiel sans trop d'efforts
- Être active pendant les cours

Peurs

- Redoubler l'année
- Descendre de ligue Brawl Stars

Caractère

- Bonne expression orale
- Bonne confiance en soi
- Autonome

Outils numériques

- smartphone
- réseaux sociaux
- switch



Théo

L'élève turbulent

Age
11 ans

Moyenne générale
9 / 20

Matière préférée
Sport

Passion
Fifa 25

Biographie

Théo, 11 ans, est en CM2 à Pontault-Combault. Il a des difficultés à retenir les cours et préfère jouer plutôt qu'apprendre. Il est diagnostiqué TDAH et dyslexique. Il n'est plus suivi en orthophonie.

Bavard, Théo discute beaucoup avec ses camarades. Il a du mal à rester concentré et bouge beaucoup en classe.

Théo est le deuxième enfant. Il a un grand frère, Tom, 15 ans. Ses parents travaillent dans le tertiaire. Ils rentrent tard le soir. Théo reste à l'étude et au centre de loisirs.

Objectifs

- Gagner son tournoi de football
- Réussir l'année

Souhaits

- Jouer
- Etre en vacances
- Faire plaisir à ses parents à l'école

Besoins

- Comprendre par lui-même
- Pouvoir changer de position régulièrement
- Être aidé pour la lecture
- Avoir des consignes spécifiques

Peurs

- D'aller au collège (maturité, pas prêt)
- Décevoir l'enseignant
- Regard des autres

Caractère

- Crainte de la moquerie
- Exhubérant, se cache derrière un masque et dissimule ses problèmes
- Serviable
- Sociable

Outils numériques

- smartphone
- réseaux sociaux
- play station



Olga

L'élève allophone

Age
11 ans

Moyenne générale
10 / 20

Matière préférée
Aucune

Passion
Dessin

Biographie

Olga, 11 ans, est en CM2 à Pontault-Combault. Elle a des résultats moyens. Elle a des soucis pour comprendre les textes en français. Elle aime dessiner.

Timide, Olga a un groupe restreint de copines. En classe, elle prend peu la parole et est très réservée.

Elle a une soeur jumelle, Mélissa. A la maison la langue principale est le portugais. La famille est arrivée en cours d'année et personne ne parle encore bien français.

Objectifs

- Pouvoir communiquer avec ses copines en français
- Réussir à l'école

Souhaits

- Dessiner
- Faire des cours d'arts visuels en dehors de l'école

Besoins

- Communiquer avec sa classe
- Se faire comprendre de l'enseignant
- Se faire aider pour les apprentissages de la langue

Peurs

- Etre interrogée en classe
- Lire à voix haute
- Moqueries des autres

Caractère

- Sensible
- Timide
- Peu de prise de parole en groupe
- Manque de confiance en soi
- Excellente visualisation 3D

Outils numériques

- smartphone



Hélène

L'enseignante

Age
47 ans

Profession
Professeur des écoles

Matière préférée
Français

Passion
Biographies

Biographie

Hélène est enseignante de CM2 à Pontault-Combault. Elle a 22 élèves dans sa classe et adore les langues et surtout le français. Elle utilise peu le tableau numérique interactif ou les tablettes car elle a eu des mises à jour à faire les dernières fois qu'elle a essayé de les employer.

Elle veut rendre ses cours vivants et intéressants. Elle **cherche sans arrêt de nouvelles idées** pour aider ses élèves à s'investir en classe.

Hélène est mère de deux filles qui ont 27 et 25 ans. Elle est très fière de ses enfants. Son mari, Paul, est avocat spécialisé en droit de la famille. Grande amatrice de biographies, elle **adore connaître la vie des gens qui l'entourent**.

Objectifs

- Apprendre l'espagnol
- Partager sa passion pour les biographies
- Impliquer ses élèves dans ses cours
- Créer un climat de travail bienveillant

Souhaits

- Mettre en place de nouvelles méthodes d'enseignement
- Avoir des élèves investis

Besoins

- Savoir utiliser le tableau numérique interactif correctement
- Formations sur les technologies de l'information et de la communication
- Recteur ouvert à des enseignements différents

Peurs

- Être obligée d'utiliser l'espace numérique de travail quotidiennement
- Soucis avec le wifi et les mises à jour difficile à gérer, chronophages
- Formations numériques mal adaptées à ses besoins

Caractère

- Bon relationnel
- Très investie dans son métier

Outils numériques

- Smartphone
- Ordinateur professionel pour la bureautique (Word)

Annexe 10 : Brainstorming des 8 et 9 juillet 2025

Organisé par : Laurence Kohli

Participants : Xavier Nédélec, Olivier Ertz et Thibaud Hulin

À lire : Pré-étude de Laurence

À apporter : Idées initiales

Planning

Jour 1

Heure prévue	Horaire réel	Sujet	Déroulement
14h00 *10'*	14h30	Introduction	• Présentation du planning du jour • Avez-vous des remarques ou questions sur la Pré-étude ?
14h10 *30'*	14h35	Personas	• Explication sur le rôle des personas • Présentation de nos élèves personas • Présentation de notre enseignante persona
14h45 *30'* *10'* *20'*	16h30 – 16h50 -- 8h50 9h35	Mise en condition	Nous sommes en classe d'histoire et vous êtes des élèves de CM2. Pendant le cours, l'enseignante vous dit que nous allons aborder le contexte de l'Alsace-Lorraine en 1914. • Carte physique et tablettes ○ Test à 2 avec chaque tablette sur chaque taille de carte ○ Test solo avec smartphone sur chaque taille de carte ○ Test solo mais 2 en même temps sur même carte ○ Débrief et choix des meilleurs combinaisons possibles (ou propositions autres) • De quelles informations avez-vous besoin sur cette carte dans ce contexte ? • Que pensez-vous voir sur l'application une fois que vous avez cliqué sur l'Alsace-Lorraine ? ○ Crazy eight ○ Explications de nos propositions ○ Présentation de la partie Alsace-Lorraine (texte)
15h45 *1h*	10h00 11h00	Définition des thèmes de notre cours de 45 minutes	• Que pouvons-nous dire de la Grande Guerre pour cette tranche d'âge ? (post-its et réflexion large) • Classement selon « qu'est-ce qu'on dirait en même temps » • Qu'est-ce qu'on garde comme idéal pour une leçon de 45 minutes ? • Et comme minima pour notre test ?

Jour 2 – selon les adaptations du premier jour

Heure prévue	Horaire réel	Sujet	Déroulement
8h40 *5'* *10'* *20'*	 -- 8h50 9h35	Mise en condition	Nous sommes en classe d'histoire et vous êtes des élèves de CM2. Pendant le cours, l'enseignante vous dit que nous allons aborder le contexte de l'Alsace-Lorraine en 1914. • Carte physique et tablettes (Même test avec autre carte) o Test à 2 avec chaque tablette sur chaque taille de carte o Test solo avec smartphone sur chaque taille de carte o Test solo mais 2 en même temps sur même carte o Débrief et choix des meilleurs combinaisons possibles (ou propositions autres) • De quelles informations avez-vous besoin sur cette carte dans ce contexte ? • Que pensez-vous voir sur l'application une fois que vous avez cliqué sur l'Alsace-Lorraine ? o Faites un croquis de ce qu'on verrait (2') o Explications de nos propositions • Présentation des maquettes 3 + 4
9h15 *40'*	10h00 11h00	Définition des thèmes de notre cours de 45 minutes	• Que pouvons-nous dire de la Grande Guerre pour cette tranche d'âge ? (post-its et réflexion large) • Classement selon « qu'est-ce qu'on dirait en même temps » • Qu'est-ce qu'on garde comme idéal pour une leçon de 45 minutes ? • Et comme minima pour notre test ?
10h20 *40'*	/	La Carte	• Quelles sont les informations nécessaires sur la carte pour minima / optimal ? • Présentation de mon moodboard (carte) • A quoi doit ressembler la carte (échelle, taille papier, EU / Monde / …) ? (Minima / optimal) • Est-elle adaptée à nos personas ? • Est-ce que cette carte est adaptée à toutes nos idées à représenter pour la Première Guerre Mondiale ? Faut-il une deuxième carte ?

11h00 40’	11h10	Le cours d’histoire	• Pour chaque élément de 1GM idéal, quel contenu veut-on donner aux élèves ? (Grandes lignes) • Comment y arrive-t-on ? • Est-ce que les choses doivent être vues dans un ordre précis ? Si oui, comment ? • Est-ce que le cours est fini, terminé ou est-ce qu’il y a un lien avec le prochain / précédent ? • Est-ce que toute la guerre est vue puis conclusion ou juste 45 min par 45 min ? • Est-ce adapté à nos personas ?
11h40 *20’*	(en parallèle du précédent)	La fin du cours	• Y a-t-il une conclusion au cours ? Si oui, sous quelle forme ? • Qu'est-ce que les élèves doivent retenir ? • Comment vont-ils pouvoir travailler pour le test ? • Que font ceux qui ont tout fini ? (Est-ce que contenu supp. ?) • Comment gère-t-on les absents ? Qu'est-ce qu'on leur transmet ?
15’	14h00	Mise en commun	• Retour sur le cours d’histoire et son rituel • Rappel de la séquence à traiter
1h	14h10	Les interactions	• Montrer mon déroulement maquetté • Passer en revue le cours et imaginer les contenus et les interactions des élèves • Comment est-ce qu'on fait le lien entre la carte et la tablette ? • Comment faire collaborer les élèves ? • Est-ce qu'on doit tout le temps être en RA ? • Comment utiliser plusieurs types de mémorisation (mémorisation visuelle, auditive, scripturale et kinesthésique) ?
30’	(en parallèle du précédent)	La place de la RA	• Qu'est-ce qu'on voit en RA sur la carte ? • Sous quelle forme ? • Présentation maquette carte RA • Qu'est-ce que la RA apporte de plus qu'un film, des slides, … ?
40’	(en parallèle du précédent)	Etayage	• Comment explique-t- on aux élèves quoi faire ? • A quoi ressemble une interaction ? • Avatar : ○ à quoi sert-il ? ○ Comment aide-t-il ? ○ A quoi ressemble-t-il ? (moodboard avatar) • Quel est le rôle du prof ?
S’il reste du temps	/	Interface	• Comment lance-t-on le cours actuel ? • Comment passe-t-on au cours suivant ? • A quoi ressemble l’interface pour cela ?

Compte rendu

Pour des questions de compréhension entre nous, la carte papier à disposition des élèves est nommée **carte**. Les différentes cartes réalisées en réalité augmentée (RA) sont appelées **layers**. La notion d'**avatar** est réservée aux personnages rencontrés dans le scénario et l'avatar qui guide l'aventure et aide les élèves se nomme **Alex**. Je vous expliquerai plus loin qui il est et pourquoi ce prénom.

Après une courte introduction, nous sommes entrés dans le vif du sujet en parlant des personas.

Personas

Le rôle d'un persona est d'aider les développeurs à prendre des décisions. Il permet de se placer du point de vue des utilisateurs et de mieux comprendre leurs besoins. Idéalement, notre cours d'histoire devrait satisfaire tous nos personas et donc, implicitement, une grande majorité des élèves.

Quatre élèves et une enseignante ont été modélisés. Pour réaliser ces personas, j'ai puisé dans nos observations à Pontault-Combault ainsi que dans mes expériences avec des enfants du même âge aux scouts. Les personas ont ensuite été complétés avec Xavier Nédélec lors d'un appel vidéo. Nous sommes conscients qu'il y a autant d'élèves que de particularités. Nous avons dû faire des choix.

Benoît, l'élève moteur, a été trouvé trop parfait. Nous avons peur de ne rien apprendre de lui. Nous lui avons donc ajouté un côté hautain et autoritaire.
Un élève moteur prend la parole fréquemment afin de poser des questions et ouvrir des portes. Il lance régulièrement des débats alors que d'autres sont plus en retrait. Il est capable de mener un jeu en grand groupe et il prend rapidement le lead dans son équipe. Cependant, il a tendance à travailler seul tant qu'on ne le pousse pas à collaborer. Il peut être rejeté car c'est « monsieur je sais tout ». Comme Benoît a de la facilité à l'école, il est facilement motivable. Dans notre cours, il serait motivé par son envie d'apprendre plus et de montrer qu'il a répondu juste aux questions. Il cherche de la complexité dans ce genre de projet. Ce sont souvent les mathématiques et les concepts abstraits qui l'attirent.

Diana, l'élève dynamique, a besoin de frères et sœurs. Les parents sont plus enclins à laisser des enfants à la maison s'il n'y pas qu'un seul enfant dans l'appartement. Nous avons donc échangé les fratries de Benoît et de Diana.
Les parents commencent à laisser seuls les enfants de cet âge. Ils appréhendent beaucoup de les laisser. Les enfants ont souvent les clés de la maison et un téléphone ainsi qu'une forme de liberté quant à son utilisation. C'est l'âge où ils commencent à aller sur les réseaux sociaux. Ces derniers envahissent le quotidien des enfants et génèrent quelquefois des tensions en dehors des heures de cours mais, celles-ci se reflètent à l'école. Diana a des comptes que ses parents ne surveillent pas.

Théo, l'élève turbulent, est bloqué dans sa progression par ses troubles (TDAH et dyslexie). Il est conscient de ses limites. Il n'a pas envie d'être interrogé et reste difficilement concentré sur le cours. Lire le handicape beaucoup et lui demande énormément d'énergie. Il est souvent livré à lui-même et doit trouver des astuces pour s'en sortir. Pour l'aider, il faudrait soit travailler avec du tutorat par les pairs ou par un enseignant, soit avoir des consignes spécifiques très claires.

Olga, l'élève allophone, ne parle pas encore très bien français et ses parents pas du tout. Elle est très intéressée par les vidéos passées en classe et par les textes qu'elle peut suivre lorsque quelqu'un les lit. Elle peine à comprendre les mots et manque de vocabulaire.

T : « Ont-ils des **attentes spécifiques par rapport à l'Histoire** ? Ont-ils des micro-objectifs, comme une envie de se projeter dans le passé fantasmé ? Ont-ils des représentations ? »
X : « Certains ont des représentations. L'Histoire commence à se formaliser à partir du CM1-CM2. Ils fantasment une histoire des guerres. Ils en ont entendu parler que ce soit à la maison ou dans la littérature. Les représentations ne sont pas agencées et souvent fausses. En revanche, la chronologie n'est pas du tout ancrée. D'autres se projettent dans la discipline. Ils apprennent de l'Histoire en vue d'une évaluation. Quelques élèves ont la capacité de raconter ce qu'ils ont appris mais ce n'est pas la majorité. »
À la suite de cette parenthèse, nous avons ajouté aux personas leur lien à l'Histoire et leurs préférences afin d'en savoir plus sur leurs motivations spécifiques liées à notre projet.

Voici leurs liens à l'Histoire :

Benoît aime l'Histoire. Il est capable de construire un récit historique en respectant certaines formes. Il raconte l'Histoire avec ses propres mots en insistant sur les faits et les chiffres. Il ne sera pas particulièrement intéressé par le côté émotionnel. Benoît a retenu ce qu'a dit le prof sans avoir besoin de réviser. Après avoir regardé les « C'est pas sorcier » sur YouTube, Benoît continue à suivre Fred et Jamy dans les « Quelle aventure ! ». Il connaît assez bien les événements historiques importants jusqu'en 1900 et arrive à les situer dans le temps.

Diana aime la guerre qu'elle voit comme une occasion de prouver sa valeur et de gagner. Elle aurait adoré faire la guerre pour de vrai et pas uniquement dans ses jeux vidéo. D'ailleurs, son personnage Disney préféré est Mulan, qu'elle considère comme un modèle de courage et de vaillance. Elle va rapidement comprendre que la guerre n'est pas aussi chouette que ce qu'elle imagine.

Théo connait l'histoire du football français. Il aime entendre des histoires mais seulement si elles ne sont captivantes et pas trop longues. Il écoute et participe. Il aime également les images. S'il doit lire un texte, il sera moins concentré que si c'est un travail de groupe où il peut se reposer sur les autres. Quand il s'agit d'apprendre les leçons, il rencontre des difficultés notamment parce que ses prises de notes sont difficilement lisibles et qu'il ne comprend alors pas tous les mots ou par manque de vocabulaire.

Olga adore imaginer la suite des histoires qu'elle entend. Elle dessine souvent les personnages fictifs qu'elle rencontre que ce soit dans des histoires ou dans ses rêves. Pour elle, une image vaut mille mots. Elle découvre l'histoire française en classe. Ses parents peinent à l'aider. Elle préfère voir une vidéo que lire une source, même si son manque de vocabulaire ne lui permet pas de tout comprendre.

Certains élèves sont **issus de la migration** et n'ont pas une histoire familiale en lien avec l'Histoire enseignée à l'école. L'histoire en France, c'est le récit national. Par exemple à Pontault, il y a beaucoup de brésiliens qui sont étrangers à l'histoire française. Un défi est de trouver comment ces élèves peuvent s'approprier quelque chose qui ne les touche pas. Ils ne viennent pas du tout de cette région du monde. Ils ont une histoire de l'Amérique du Sud et non pas de l'Europe. Les enjeux des événements historiques sont encore plus difficiles à comprendre pour eux. Les élèves, du fait de leur intégration, s'approprient la culture et la langue française. Nous pouvons aussi les accrocher aux cours d'histoire à travers les dimensions

mondiales des événements. Ils lèveront probablement la tête quand on parlera de colonisation et de conflits mondiaux.

Le fait qu'il y ait un seul persona enseignant a été questionné car ce n'est pas représentatif. Si la thèse ne s'adapte qu'à M. Nédélec, son travail sera remis en question. En effet, le projet global a pour ambition de servir à plusieurs enseignants. Ils seront donc partie prenante de la suite de la thèse de doctorat. De nouveaux personas enseignants seront réalisé pour ces aspects. Cependant, dans mon travail de Bachelor, je m'occupe uniquement de l'interface pour les élèves. L'enseignant sert de guide aux élèves. Il lance le cours et répond aux questions qui surviennent. Les élèves sont autonomes avec leurs tablettes. Dans ce contexte, Xavier Nédélec a le rôle d'apporter les objectifs pédagogiques et pour cela, un persona enseignant est suffisant.

Hélène, l'enseignante, a envie que ses élèves aient le sourire en classe. Elle essaie de créer un climat de travail bienveillant. Elle n'est pas friande des nouvelles technologies mais elle veut investir ses élèves dans les cours. Pour cela, elle est prête à faire des formations afin de pouvoir les intégrer au maximum et mettre en place de nouvelles méthodes pour ses élèves. Si elle n'utilise pas les tablettes et le TNI, c'est parce que la dernière fois qu'elle a essayé, elle a été bloquée par des mises à jour à faire. Elle accepterait d'utiliser des tablettes si le logiciel est simple d'utilisation et sans beugs. Les détails concernant les réticences du corps enseignant face aux technologies se trouvent dans ma pré-étude (annexe 1) au chapitre 3.1.3 *La prise en main des outils numériques par les enseignants*.

Après le travail sur les personas, nous sommes entrés dans le vif du sujet avec une petite mise en condition d'un extrait de cours d'histoire imaginé.

Mise en condition

Afin de de réfléchir à la disposition de la carte et des outils numériques dans notre projet, j'ai organisé une petite mise en condition. Les participants avaient plusieurs cartes à des tailles et d'échelles différentes. L'objectif était de viser l'Alsace-Lorraine, en rose sur les cartes, à travers l'appareil photo de différents outils numériques. Dans un premier temps, deux participants devaient regarder la zone en même temps avec une seule tablette. Ils ont tout d'abord essayé avec une Samsung Galaxy Tab S6 Lite 2022 puis avec un iPad (7^{e} génération). Après avoir fait le tour de toutes les cartes à deux, ils devaient refaire le test mais avec chacun un smartphone puis avec deux tablettes en même temps sur la même carte. Bien entendu, chaque participant a donné ses ressentis tout au long du test des différents dispositifs.

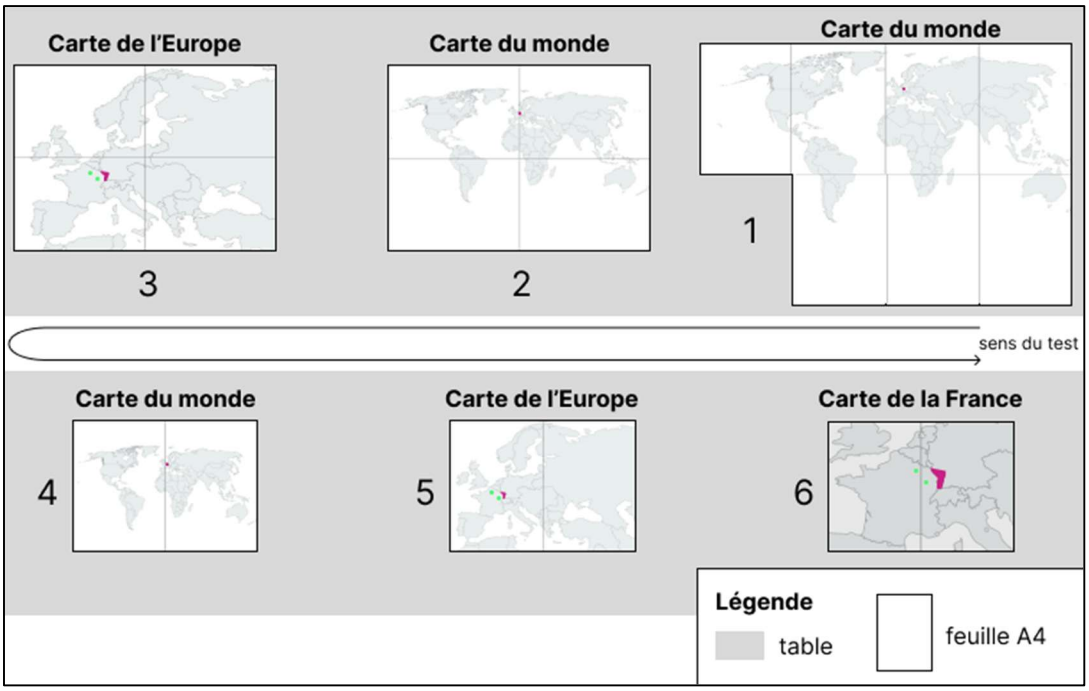


Figure 1 : Disposition de la classe pour le test des échelles de la carte physique. Laurence, Juillet 2025

Ces différents tests nous ont permis de constater différentes choses. Tout d'abord, sur les cartes les plus petites, le réflexe des participants était de zoomer à l'aide de l'appareil photo afin de mieux voir la zone. Les tablettes étaient tenues en format portrait jusqu'à ce qu'un participant suggère que nous verrions mieux en format paysage. En discutant, nous en avons déduit que les élèves doivent être guidés dans l'orientation de la tablette sinon beaucoup risquent de laisser la tablette en format portrait.

La troisième carte (carte de l'Europe en A2) permettait de bien voir la zone en rose tout comme la cinquième (carte de l'Europe en A3) et la sixième (carte de la France en A3).

Pour parler de l'Alsace-Lorraine, nous n'avons pas besoin de voir le Brésil et le Japon. Un cadrage européen serait suffisant. La carte 6, zoomée sur la France, ne permet pas de situer correctement le contexte de la guerre et il est difficile de se situer une fois que l'on regarde à travers la tablette. Le cadrage ne semble pas optimal.

La deuxième tablette, l'iPad (7^{e} génération), était lourde (500 g). Il est impossible pour les participants de tenir la tablette à une main en format portrait. L'option smartphone semblait poser des problèmes si deux enfants doivent regarder le même point en même temps sur un smartphone chacun. Ils risquent de vouloir avoir un bon angle tous les deux et donc de se disputer la place au-dessus de la carte. Cependant, les smartphones sont plus simples à manipuler.

Voir la carte augmentée sur la tablette à deux semble possible. Cependant, nous nous questionnons sur la visibilité si c'est un texte à lire dans la même position. Il faudrait encore faire des tests avec différents types de contenu afin de s'assurer que les binômes restent possibles. Les angles d'observation sont plus souples pour regarder une carte que pour lire un texte.

Pendant le test, j'avais demandé à M. Nédélec et M. Hulin de se concentrer sur la zone rose de l'Alsace-Lorraine. J'avais cependant mis deux autres points en couleur dans la France. Ces deux points ont passablement perturbé les participants tout au long des tests. De même, le fait

que plusieurs actions soient possibles en même temps sur la carte pourrait intriguer les élèves et les pousser à tous les explorer dans un ordre aléatoire. La carte doit donc être grande et les points d'attention en RA bien répartis.

Les deux meilleures configurations sont les cartes 3 et 6. Cependant, la carte 6 devrait être agrandie afin de voir toute l'Europe pour nous satisfaire pleinement. Cette configuration a été testée le lendemain matin et nous avons pu valider qu'au moins deux tablettes pourraient être utilisées en même temps sur une carte de cette taille et avec cette échelle. Il serait possible de réunir deux tables et de permettre à au moins quatre élèves d'analyser en même temps la carte.



Figure 2 : Carte validée, Echelle : 1 / 3'956'500. Laurence, Juillet 2025

La tablette doit pouvoir être tenue à une main afin que les élèves puissent interagir avec le logiciel. On peut soit utiliser des lanières sous les tablettes, soit des colliers afin d'y parvenir plus facilement. Un test devrait être réalisé pour trouver la bonne solution.

Sur la carte, il manque un titre, quelque chose comme L'Europe de 1914. Cependant, les empires ne sont pas complets, il faudrait ajouter leurs colonies. De plus, le nom des empires devrait apparaître, que ce soit en RA ou sur la carte. La carte pourrait mettre en couleur les différentes alliances afin que la RA ne mette en lumière que les points de friction. Il faudrait augmenter uniquement ce que doivent retenir les élèves et mettre les autres informations sur le papier.

En plus de mettre la zone en couleur, M. Ertz propose de mettre des objets 3D, comme les insignes des armées, et de faire clignoter la frontière afin d'attirer l'attention. On pourrait également avoir plusieurs layers superposés. Dans un premier temps, on présenterait les alliances. Ensuite, on mettrait cette couche en arrière-fond en faible opacité et on ferait ressortir les points de friction en premier plan.

Afin de parler de la partie augmentée de cette mise en condition, nous avons réalisé un petit exercice de maquettage papier. Le but était d'esquisser ce que les élèves verraient après avoir cliqué sur la zone de l'Alsace-Lorraine. Les participants avaient deux minutes pour faire un croquis (annexe 10.1) puis nous en avons discuté tous ensemble. Interroger des personnes plutôt que des territoires peut apporter une dimension plus personnelle et impliquante au cours. Nous sommes tous d'accord pour dire qu'il faut des textes et une possibilité de les faire lire à voix haute par quelqu'un.

Pour conclure, nous remarquons que la carte validée est adaptée pour parler de l'Alsace-Loraine mais ne suffirait pas pour d'autres moments de la guerre notamment pour les aspects mondiaux. Il serait pertinent d'avoir plusieurs cartes en fonction des cours d'histoire ou des parties d'un cours. Pour trouver le cadrage judicieux, il faut prendre 10% de plus que la zone dont on va parler. De plus, interroger une zone géographique semble trop impersonnel pour un cours d'histoire. Il faudrait envisager de pourvoir communiquer avec des personnages sur le terrain. Finalement, un ensemble de layers superposables semblent être plus adapté à nos besoins afin de pouvoir faire ressortir des éléments différents au fil de la leçon.

Définition des thèmes

Après cette mise en condition, nous avons listé tous les éléments concernant la Première Guerre mondiale. Ensuite, nous les avons classés en fonction de thématiques, de la chronologie et de ce que nous dirions durant la même leçon. Ce classement est disponible en annexe 10.2.

Après cet exercice, nous avons défini ce que nous voulions traiter dans notre prototype idéal. La limite de contenu acceptable était un cours d'histoire d'environ 45 minutes. Nous avons arrêté notre choix sur l'avant-guerre. Cette partie semble être la plus intéressante d'un point de vue cartographique. Certains aspects de la guerre n'ont pas la nécessité d'être géolocalisés.

Comme conclusion, nous avons discuté de la possibilité de révolutionner le mode d'enseignement global. Au lieu de penser notre prototype en séances précises, nous pourrions laisser les élèves explorer librement toutes les thématiques de la Grande Guerre et avoir une conclusion globale en toute fin d'exploration ou en fin de chaque thématique. Cela permettrait aux élèves de creuser les sujets qui les intéresseraient à travers des liens hypertextes et des contenus supplémentaires. Benoît pourrait ainsi avoir des informations complémentaires sur les avancées de la médecine par exemple. Cependant, comme les enseignants ont tendance à vouloir traiter les sujets de manière chronologique et thématique, nous craignons que peu d'entre-deux n'adhèrent à cette approche. Nous avons décidé de laisser cette réflexion de côté. Cela pourra être traité dans le cadre de la thèse de doctorat.

Le cours d'histoire

Après avoir défini notre thématique pour le cours, M. Nédélec et moi-même avons réfléchi au mode d'enseignement et aux contenus plus précis à aborder dans notre leçon test. Tout d'abord, le choix de thématiques a été restreint aux alliances, aux causes de la guerre et à Sarajevo. Le post-it « Europe actuelle à EU 1914 » pourrait servir d'introduction. Pour chacun de ces éléments, l'enseignant a noté ce qu'il faudrait que les élèves retiennent (voir Annexe 10.3).

Dès lors, les objectifs de ce cours seraient :

- Identifier les principaux acteurs du conflit
- Connaître les jeux d'alliances européens
- Connaître les enjeux territoriaux de 1914
- Identifier l'élément déclencheur du conflit

Le déroulement précis du cours ainsi que la manière dont les contenus seront apportés ont été traités l'après-midi lors des points Interactions, Place de la RA et Etayage. Nous nous questionnons sur la fin du cours. Est-ce l'attentat de Sarajevo ou les déclarations de guerre qui doivent finaliser ce premier chapitre sur la Grande Guerre ? L'objectif serait de finir sur une intrigue captivante pour qu'ils se réjouissent de découvrir la suite.

Les **rituels** ont une importance pour les élèves. Changer les jours de certaines activités peut les déstabiliser. Par exemple, quand M. Nédélec n'utilise pas de vidéos dans son cours d'histoire, les élèves réagissent. Nous avons également observé la motivation pour aller récupérer les tablettes alors que l'année était bien entamée et le processus bien ancré dans les habitudes de la classe pendant notre observation en mai. De ce fait, un rituel pour les cours d'histoire semble adéquat.

Déroulement d'un cours d'histoire

1. Prérequis ou résumé didactique
2. Exploration en RA
3. Exercices de compréhension
4. Retranscription par les élèves
5. Résumé de la leçon
    a. Copie d'un résumé pour réviser le test
    b. Résumé du chapitre raconté par l'enseignant

Avant de se lancer dans une séance, il faut rappeler les **prérequis**. Pour certains élèves cela sera un rappel mais pour d'autres une découverte du contenu. Sans cette phase, la séance est vouée à l'échec car les enfants manquent de connaissances pour saisir les contenus traités. Cette partie peut se faire de manière frontale ou alors à travers d'exercices minimalistes. Dans un deuxième temps, il y aurait une **phase d'exploration et d'apprentissages**. Ensuite, il est nécessaire d'aider les élèves à comprendre et interpréter ce qu'ils ont observé. Nous entrons ainsi dans la **phase d'exercices**. Les apprenants doivent pouvoir trouver les réponses aux questions d'une manière ou d'une autre. Si la phase d'exploration se passe en RA, il faudrait que les différents points visités soient à nouveau accessibles pour aider à compléter les exercices. Il est intéressant pour les élèves et l'enseignant de faire raconter ce qu'ils ont

compris sous forme d'un **résumé individuel** à travers des questions plus ouvertes. Les élèves apprennent ainsi à créer des liens et à synthétiser. Le maître, pour sa part, découvre les éléments retenus et s'assure de la bonne compréhension des points importants du cours. Finalement, les enfants ont besoin de **contenu pour réviser** en vue du test. Actuellement, ils ont un cahier d'histoire où ils notent un résumé de chaque cours rédigé par l'enseignant avec quelques éléments importants en couleur. Cette méthode semble efficace et simple à implémenter dans notre rituel d'histoire. A partir des éléments cités dans les résumés des écoliers, le professeur peut finir la leçon en racontant avec ses propres mots le contenu du chapitre. Il va ajouter des éléments et insister sur les points importants de manière orale. Les élèves auront lu des textes, répondu à des questions, fait une première synthèse de leurs apprentissages et entendu le chapitre.

Après avoir défini les thématiques précises de notre cours prototype et le déroulement des leçons d'histoire, nous avons élaboré le déroulement précis de notre cours ainsi que les interactions et la place de la RA dans le processus d'apprentissage. Un petit moment a aussi été dédié à la question des avatars et du guidage des élèves.

Les interactions

Nous avons parcouru les différentes thématiques à aborder et, pour chacune, pensé à ce que nous voulions faire exactement et sous quelle forme.

Pour les prérequis, l'objectif est d'identifier quelques pays sur une carte 2025. En effet, la carte que les enfants connaissent à cet âge est la carte actuelle centrée sur l'Europe. Il semble nécessaire de valider que les pays sont bien situés avant de leur montrer une carte de 1914 qui change les frontières de manière conséquente. La France, l'Allemagne, la Russie et l'Angleterre sont les pays principaux à savoir localiser. L'Alsace-Lorraine ainsi que Sarajevo peuvent aussi être intéressants. Pour accomplir cela, nous proposons d'afficher une carte 2025 de l'Europe en 2D sur la tablette. Les élèves participeraient à un quiz cartographique. Dans un premier temps, ils localiseraient l'Europe sur la carte du Monde, puis les différents pays cités précédemment sur la carte de l'Europe. L'utilisation de la RA ne semble pas nécessaire pour cette phase. Si les élèves cliquent sur le mauvais pays, on leur apprend quel est le pays sur lequel ils ont cliqué et on les encourage à réessayer. Après trois mauvaises réponses, Alex, notre avatar, leur donnera un indice.

A la fin de cette phase, Alex nous invitera à plonger en 1914. A ce moment, nous proposeront aux élèves de découvrir la carte et à différencier les frontières de l'époque de celles d'aujourd'hui. Un message s'affichera sur la tablette tant que la carte ne sera pas détectée par l'interface. Nous pensons nous inspirer de Cleverbooks pour cet écran. Une fois la carte augmentée, l'objectif sera d'identifier les pays. Une première partie pourrait être de différencier les pays actuels et passés en ayant la moitié de la tablette qui affiche la carte 2025 et l'autre moitié qui affiche la carte à travers la caméra. Soit nous voyons le même extrait sur les deux cartes soit la suite de la carte physique.

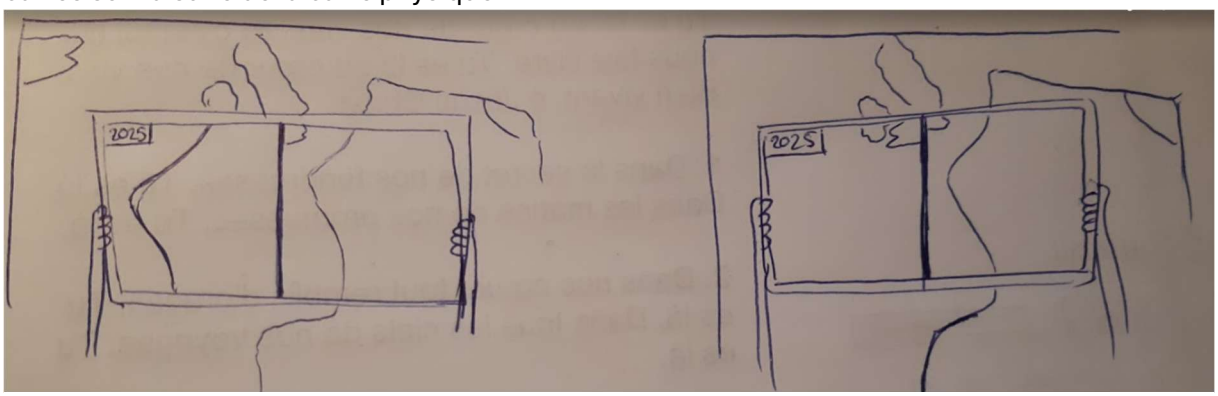


Figure 3 : Comparaison entre la carte 2025 et 1914. Laurence, juillet 2025.

Ensuite, nous pensons à un jeu de recomposition des alliances. Lorsque l'élève sélectionnera un pays, l'interface affichera automatiquement son nom et son éventuelle affiliation à une alliance. Une légende rassemblera les teintes associées aux deux alliances ainsi qu'aux nations neutres. Chaque élément de la légende aura une jauge de progression indiquant l'état d'avancement de l'exploration. Les barres liées aux alliances commenceront à 0 %, tandis que celle des pays neutres débordera tant que les alliances n'ont pas été entièrement identifiées. L'enfant devra donc cliquer sur les pays essentiels pour atteindre l'objectif principal, tout en conservant la liberté d'examiner d'autres territoires selon son intérêt. Ainsi Olga, notre persona, pourra par exemple connaître le rôle exact du Portugal dans ce conflit.

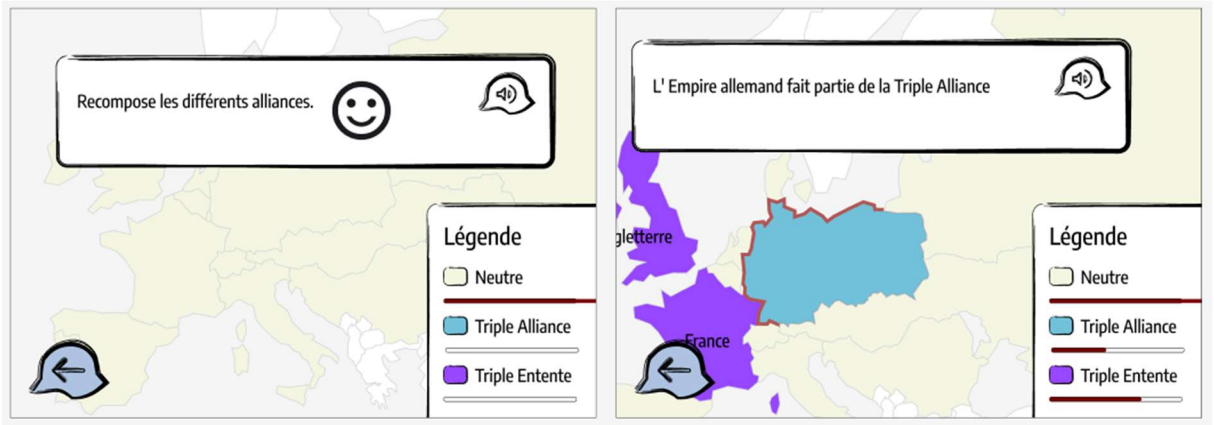


Figure 4 : Jeu de recomposition des alliances. Laurence, juillet 2025

Une fois les alliances finalisées, un nouveau layer serait affiché sur la tablette. Cette fois, des personnages sont présents dans les pays et zones intéressants. Interroger différents personnages permet de voir différents points de vue. Chacun raconte son histoire et ses ressentis, permettant ainsi aux élèves de mieux saisir les enjeux. Nous pouvons de cette manière nous adresser à la meilleure personne pour chaque contenu à aborder. Par exemple pour parler des conditions de vie dans les tranchées, nous interrogerons un soldat mais, pour

parler des usines d'armement, interroger une femme serait plus pertinent. Les élèves cliqueront sur les avatars présents pour découvrir leurs positions politiques et conditions de vie actuelles. De plus, les frontières de l'Alsace-Lorraine seront en surbrillance afin de sensibiliser les élèves au découpage de la France de 1914. Il faudra indiquer les différentes tensions et positions des pays à l'aube de la guerre en interrogant des habitants. Une barre de dynamite sera présente en bas de l'interface. Chaque interaction raccourcira sa longueur.

Lorsque les élèves auront parlé à tous les avatars présents, la dynamite explosera. L'explosion disparaitra et l'icône s'affichera au-dessus de Sarajevo. En se rapprochant de cette ville, les élèves déclencheront un article de journal parlant de l'attentat et mettant en image cette explosion.

Finalement, Alex leur annoncera que le cours est arrivé à son terme. Les élèves débloqueront une icône qui permet d'effectuer les exercices. Nous pourrions avoir plusieurs types de questions. Une utilisation de la RA pour certaines pourrait être pertinent. Par exemple, nous pourrions demander aux élèves de cliquer sur l'empire à qui appartient l'Alsace-Lorraine ou encore de placer les différents drapeaux sur la carte physique et ensuite de corriger à l'aide de la tablette.

La place de la RA

Il serait intéressant de prendre la tablette pour révéler quelque chose puis de la remettre de côté afin de retourner sur la carte pour continuer l'activité. Cela éviterait d'être tout le temps la tête dans la tablette et de perdre la pertinence de la carte physique. Olivier Ertz nous a expliqué que dans le projet de biodiversité, les élèves avaient, à un moment donné, laissé tomber la tablette afin de se rapprocher d'arbres. Ils les ont observés puis sont retourné à l'activité numérique. On pourrait intégrer la même chose et l'utiliser par phases.

Le passage d'une layer à une autre pourrait se faire à travers une action de l'élève ou alors de manière automatique. Sinon, on peut aussi utiliser Alex pour changer de layer. On peut aussi imaginer poser des questions avant chaque changement de thématique (layer).

Il faut un moyen de retourner dans les différents éléments vus en RA pendant la partie questions. Cette technique permet une meilleure mémorisation des informations car les élèves cherchent les réponses dans ce qu'ils ont déjà parcouru et commencent à tisser des liens entre les éléments.

Etayage

Les élèves ont besoin d'être guidés dans leurs découvertes et d'obtenir de l'aide si besoin. C'est ce qu'on appelle l'étayage. Notre objectif est d'autonomiser les élèves dans nos cours d'histoire. Il faudrait un guide qui aide en cas de difficultés, fait le lien entre les différentes parties du cours et soutient les élèves dans leurs apprentissages. Il ne remplace pas complétement l'enseignant qui valide toujours les contenus et répond aux questions spécifiques des élèves.

Pour intéresser les élèves, il faut avoir quelque chose qui leur parle à leur âge, un élément auquel ils puissent s'identifier. Typiquement s'il y a un personnage de leur âge qui vit cette histoire, ça les rapproche du contenu. Quand M.Nédélec finit la deuxième Guerre mondiale avec sa classe, il leur passe la série « Les Grandes Grandes Vacances ». Cela raconte l'histoire de deux jeunes Parisiens en vacances en Normandie chez leurs grands-parents quand, tout à coup, la guerre éclate. Les élèves ont déjà appris le cours mais ce feuilleton le met en

perspective avec des personnes de leur âge. Il y a une connexion supplémentaire qui est créée. Dans cette idée, il faut essayer de rapprocher un temps éloigné de préoccupations qui peuvent les toucher à leur âge. Il faut trouver des choses qui les intéressent parce qu'il y a quelque chose qui est partagé avec ces personnages imaginaires. De plus, la majorité des histoires qu'on lit à l'école primaire est sur des enfants qui ont leur âge. Cependant, dans les jeux français qui parlent de la Première Guerre mondiale, on prend généralement un poilu, un militaire adulte. Il raconte son histoire personnelle et sa vie dans les tranchées. Ses propos sont illustrés par des lettres.

Fort de ces constats, nous avons choisi d'appeler notre guide Alex, qui est un diminutif autant masculin (Alexandre, Alexis, …) que féminin (Alexiane, Alexandra, …). C'est un enfant de 10 ans qui accompagne les élèves dans leurs découvertes. Ce n'est pas un personnage de l'époque que nous traitons. Il a des pouvoirs qui lui permettent de parler toutes les langues et de communiquer avec les animaux puis de tout traduire en français pour les élèves. En choisissant un enfant, nous pouvons utiliser un langage familier, donner des indications simples et poser le contexte global. Nous proposons que la représentation visuelle de Alex puisse être une fille ou un garçon de manière aléatoire afin de permettre à un maximum d'élèves de s'y identifier. Alex reste un enfant, il ne faut pas qu'il parle comme un enseignant le ferait afin de rester l'égal des élèves, bien qu'il soit plurilingue et connaisse l'interface par cœur.

Afin de répondre au mieux aux besoins des élèves, les textes doivent avoir un mode de lecture audio avec une mise en surbrillance du texte en même temps. Cette méthode servirait notamment à Olga et Théo.

Autres réflexions et suggestions

Pour tout ce projet, nous partons du principe que les élèves savent déjà utiliser la RA. Un petit tutoriel basé sur l'utilisation de la RA sera réalisé au préalable dans les classes. Dans les cours de Xavier Nédélec avec Genially, il y a toujours un petit rappel technique au début ainsi que des informations sur les nouvelles interactions qui seront utilisées dans le cours. Nous pensons que cette découverte de la RA peut être faite sous forme d'activité décrochée. Pour nos phases de tests, elle sera réalisée avant de tester les prototypes.

Pour cette activité, chaque élève recevra un marqueur de RA face caché. L'enseignant leur demandera de prendre les tablettes, de cliquer sur notre logiciel, puis sur le chapitre *Tutoriel*. Il laissera ensuite les élèves observer l'interface et tester la caméra en retournant leurs feuilles. Chaque élève augmentera un objet différent. L'idée est que les élèves échangent entre eux et discutent de leurs objets augmentés.

Olivier Ertz demande s'il serait possible de changer le layer quand nous nous rapprochons de la carte. Il pense à la manière dont Google Maps change l'échelle de la carte quand on zoome. Nous gardons cette idée pour la suite.

Notre logiciel pourrait aider à déconstruire le récit national et aborder les événements en prenant en considération différents points de vue. On pourrait autant parler des Français que des Suisses, des Allemands et des Japonais. De nos jours, on ne peut plus parler de l'histoire de la France sans aborder ses colonies. Dans la Grande Guerre, il y a toujours un passage sur les troupes coloniales. Il y a des documents qui parlent des troupes françaises et coloniales mais ils restent minoritaires. De plus, l'Alsace-Lorraine appartenait à la France depuis un siècle seulement. On peut donc se questionner sur la légitimité de la France à la reconquérir.

Apprendre une leçon à cet âge demande un accompagnement. Même en mettant en couleur les éléments importants, cet exercice reste difficile. Il faut cibler des mots-clés et des dates importantes.

Être capable de dissocier le récit narratif imaginaire du récit historique est difficile. Il faut avoir un regard critique sur des documents et des images. Les sources littéraires se basent souvent sur des informations connues implicitement par les lecteurs. Les élèves n'ont pas les perceptions nécessaires pour les connaitre. Il faut donc aider les élèves à décrypter les textes afin de les comprendre.

Utiliser plusieurs cartes sur une même leçon risque de perdre les élèves. Cependant en fonction des thématiques traitées, la carte pourrait varier.

Pour la suite des chapitres, il est important que les élèves aient des repères temporels. La guerre est courte mais beaucoup de dates clés sont évoquées et doivent être retenues. Une progression temporelle sur l'interface pourrait devenir pertinente dès le deuxième cours sur la Grande Guerre.

Pour un temps futur

Pendant nos deux jours de brainstorming, plusieurs questions et réflexions sont apparues concernant le sujet mais pas le travail de Bachelor à proprement parler.

Tout d'abord, les personas réalisés ne suffisent pas pour créer le contenu de l'interface d'administration ainsi que pour la gestion de la classe par l'enseignant. Ces deux points sont traités dans la thèse de doctorat. Un ensemble de personas enseignants ayant différents niveaux de maturité digital serait nécessaire. Quelques éléments du travail de Bachelor pourront servir de base à cette réalisation, comme l'enquête réalisée sur les outils numériques en classe pendant la pré-étude et le chapitre 3.1 de l'annexe 1.

De plus, nous avons laissé de côté la question du choix libre des thématiques pendant les cours. Comme nous ne faisons qu'un seul cours, nous avons décidé que tous les élèves le feraient en même temps. Dans un temps futur, il serait intéressant de prendre en compte cette réflexion et de questionner la pertinence de suivre un ordre précis pour la partie traitant de la guerre notamment. En fonction des thématiques qui intéressent chaque élève, chacun pourrait choisir un thème par leçon d'histoire et avoir un certain nombre de chapitres imposés afin que tous connaissent les étapes principales du sujet. Cependant, cette approche ne serait pas compatible avec notre déroulement actuel. En effet, la phase cinq, soit celle de restitution par l'enseignant, ne pourrait pas être faite de manière ex cathedra si chaque élève suit les thématiques dans un ordre différent. Les cliffhangers seraient également plus difficiles à trouver dans ce cas.

Conclusions

Notre cours prototype traitera des **causes de la guerre**. Les objectifs de cette leçon pour les élèves seront d'identifier les acteurs du conflit, de comprendre les jeux d'alliances ainsi que les causes territoriales de la guerre et de savoir ce qui s'est passé à Sarajevo en 1914.

Pour les cours suivants, une réflexion sur la possibilité de liberté de choix de thème par les élèves sera nécessaire avant toute autre décision.

Tous les cours d'histoire suivront un déroulement constitué de 5 phases :

Déroulement d'un cours d'histoire

1. Prérequis ou résumé didactique
2. Exploration en RA
3. Exercices de compréhension
4. Retranscription par les élèves
5. Résumé de la leçon
    a. Copie d'un résumé pour réviser le test
    b. Résumé du chapitre raconté par l'enseignant

Chaque cours finirait sur un **cliffhanger** pour que les élèves se réjouissent de découvrir la suite.

Interroger des personnes plutôt que des territoires peut apporter une dimension plus personnelle et impliquante au cours. Les élèves doivent avoir la possibilité de trouver les réponses aux questions de la phase d'exercices en parcourant à nouveau les contenus de la phase deux. **Alex**, notre avatar, est un enfant de 10 ans qui accompagne les élèves dans leurs découvertes. Il a des pouvoirs qui lui permettent de parler toutes les langues et de communiquer avec les animaux puis de tout traduire en français pour les élèves. Alex parle comme un enfant, bien qu'il soit plurilingue et connaisse l'interface par cœur.

La carte physique idéale est une carte à l'échelle 1 : 5'300'000. Cette dimension permet à au moins deux binômes d'interagir en même temps sur une seule carte. Pour le premier cours, nous avons défini un cadrage européen. Cette carte sera rognée de manière à pouvoir être imprimée en format A0.



Figure 5 : En rouge, le cadrage du premier cours. Laurence, juillet 2025.

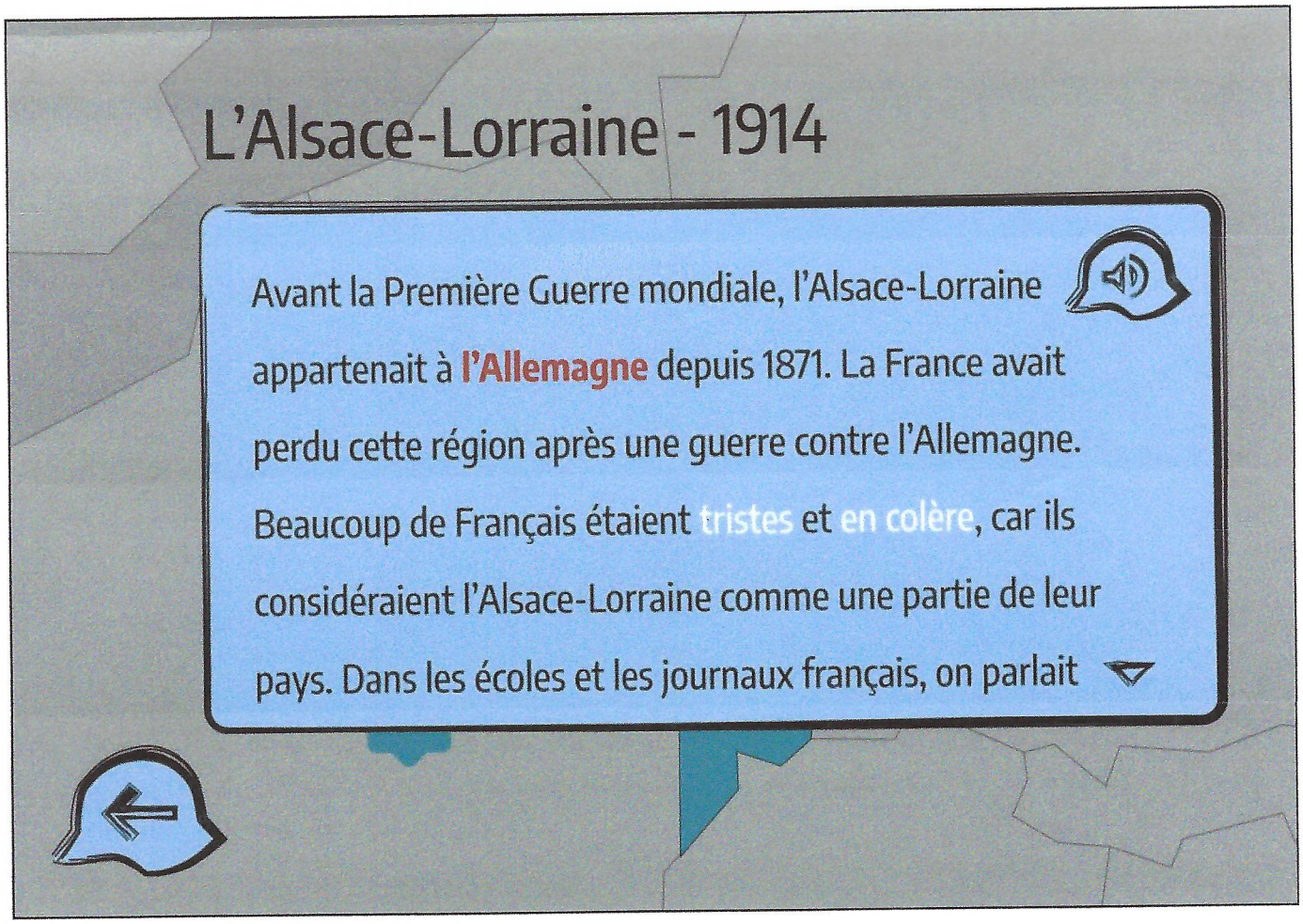
Annexe 10.1 : Croquis brainstorming

Version de Laurence faite juste avant le brainstorming pour lancer la discussion

L'Alsace-Lorraine - 1914

Avant la Première Guerre mondiale, l'Alsace-Lorraine appartenait à **l'Allemagne** depuis 1871. La France avait perdu cette région après une guerre contre l'Allemagne. Beaucoup de Français étaient tristes et en colère, car ils considéraient l'Alsace-Lorraine comme une partie de leur pays. Dans les écoles et les journaux français, on parlait

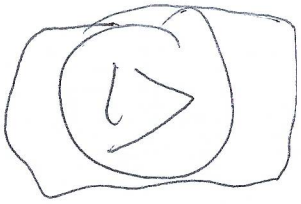




version avec la RA toujours activée en arrière-plan

Version encyclopédique (wikipédia) avec des textes cliquables pour en savoir plus.

Audio pour lire le texte en version karaoké

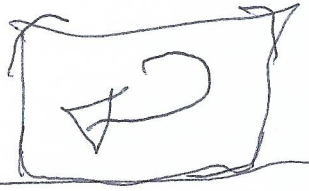


L'Alsace et la Lorraine

sont des régions qui appartenaient avant 1870 ~~avant~~ à la France. cliquer pour en savoir plus

depuis 1si'cle

Après la guerre franco-allemande de 1870, elles deviennent ~~[illegible]~~ allemande.

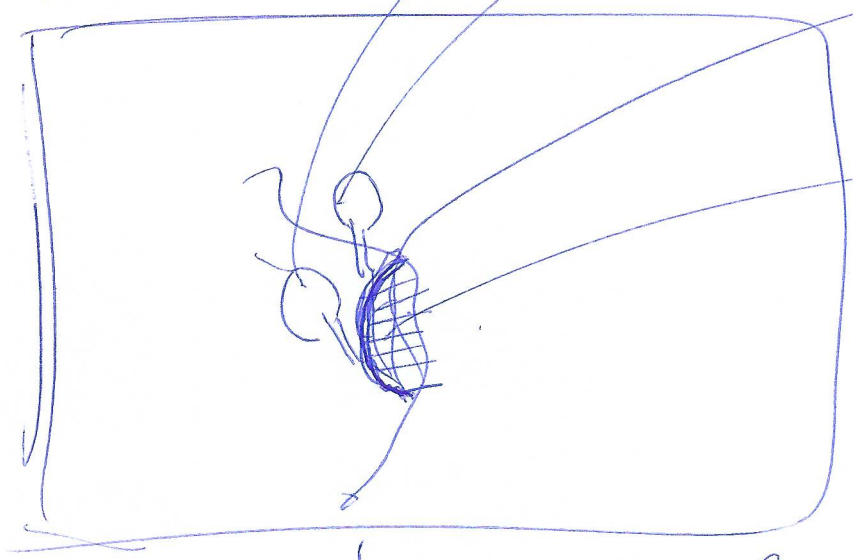


zoom / tourner ? ou se rapprocher

formes frontière en 3D

frontière en surbrillance

zone de revendication française



CLIC

sortir de la carte (RA)

zone ? objet ? personnage ?

sortie de la RA

le personnage qui nous parle

play audio du texte (en mode karaoké)

photo du musée

forme frontière

photo2

photo 3

Depuis 1870 perte revendication tension

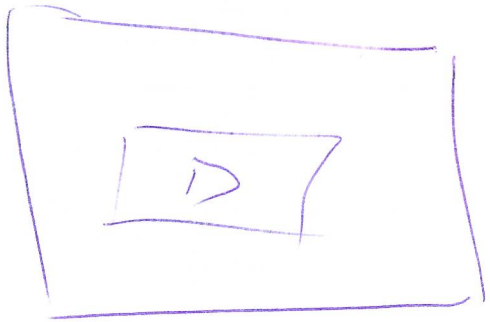
vidéo

plus d'infos

+ indication / CTA pour étape du parcours (retour à la carte)

comment retourner à la carte ?





Au lieu de cliquer sur une zone, nous pourrions cliquer sur des personnages qui raconteraient leur point de vue de la situation. Pour l'Alsace-Loraine, on aurait un Allemand, un Français et un Alsacien

Tablette — la EU



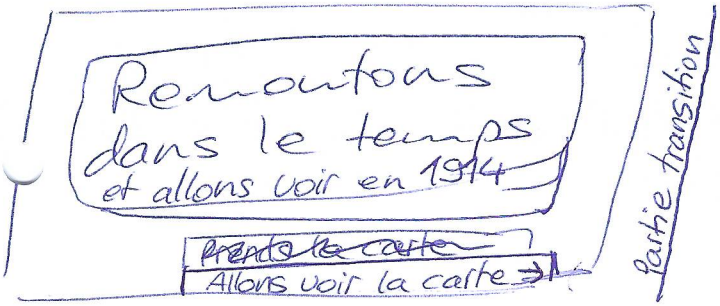
carte 2D Cliquable 2025

Tablette

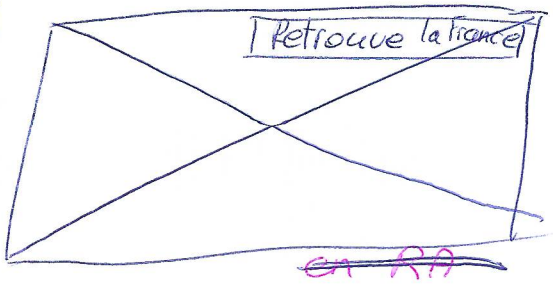


DE
RU
GB
FR
~~Alsace~~
~~Sarajevo~~

carte 2D cliquable 2025
↳ si clic Italie (Non, ceci est l'Italie)
ou sinon mot Italie
↳ Indice après essais faux

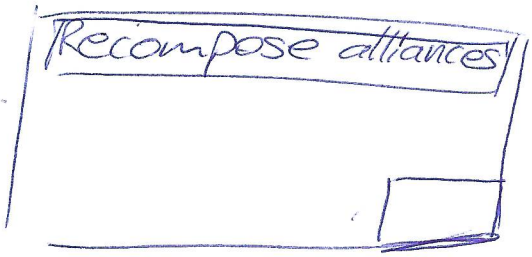


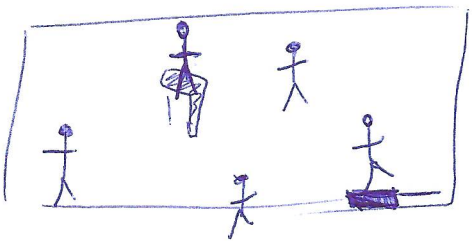
partie transition

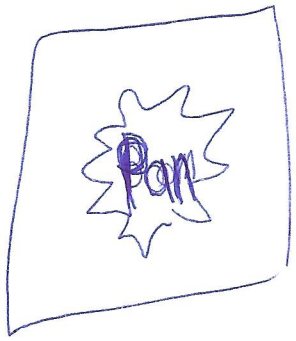


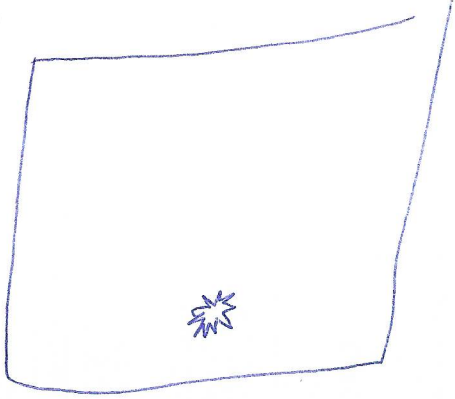
Allemagne
GB

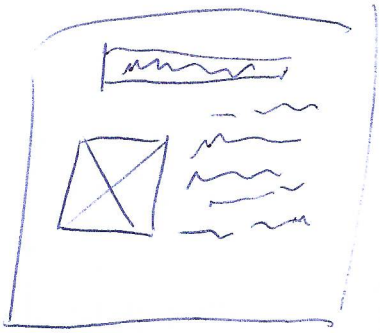
~~en RA~~







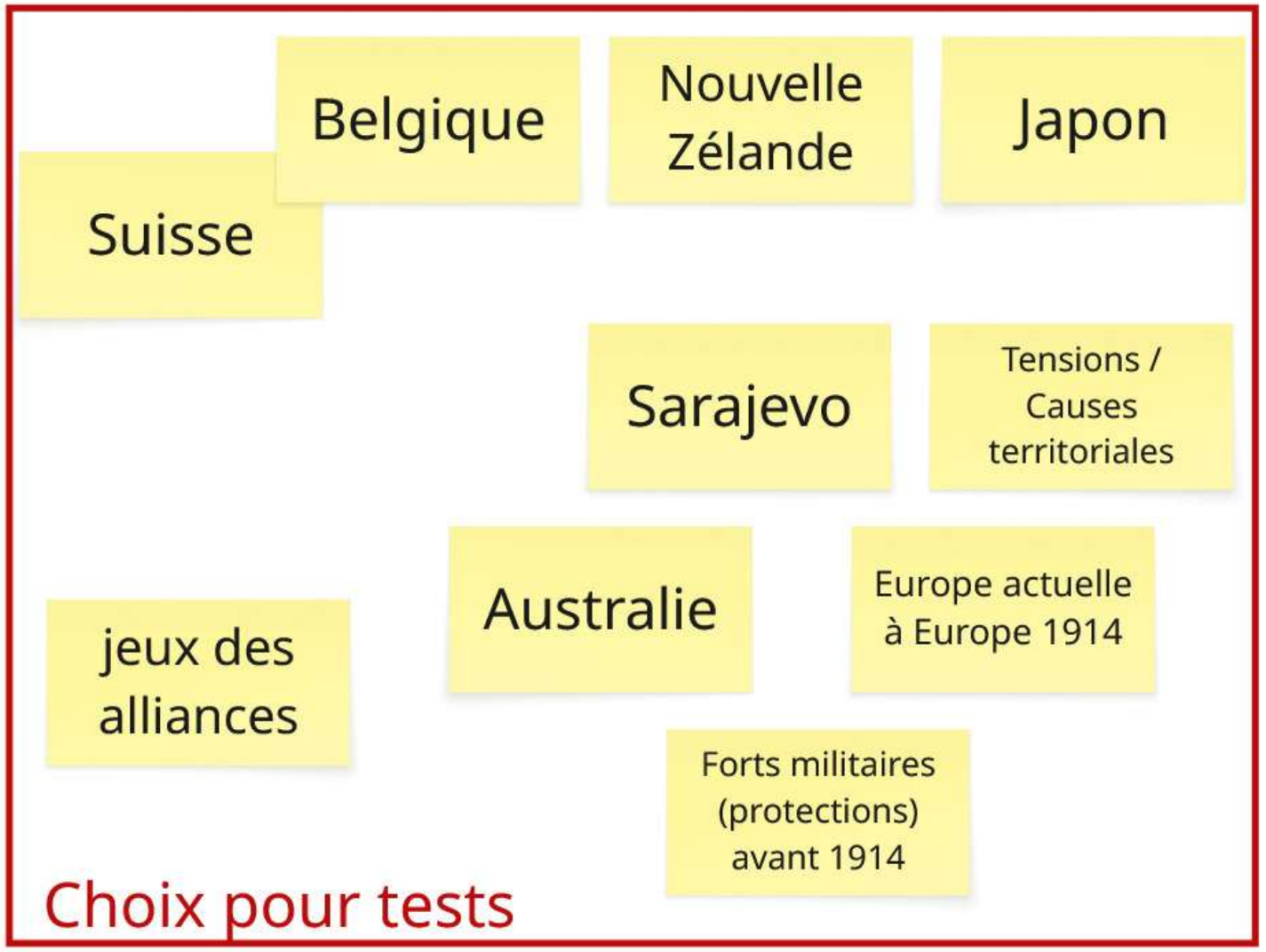







France
Neutral
T.E.
T.A.

Annexe 10.2 : Thématiques possibles dans la Grande Guerre



Taxis de la Marne

Bataille Marne

Verdum

Guerre de mouvement 1914

Bataille Somme

Aspect mondial

Navires coulés

Révolution Russe 1917

Efforts guerre USA

Entrée guerre USA

Arrivée des colonies

Mobilisation

Traité Versailles 1919

Armistice(s)

Coprs expéditionnaire anglais

Grippe espagnole

Déplacement des foules

Femmes en guerre

Tranchées

No man's land

Les animaux pendant la guerre

Conditions vie enfants
-> petits combattants de l'arrière
-> orphelins

Condition vie allemands

Vie des poilus
-> lettres
-> Conditions vie

Armée de l'air et évolutions

Evolutions technique guerre (gaz, tanks)

Déserteurs Pacifistes

Commandement militaire

Uniformes et évolutions

Communication
-> bourreurs de crâne
-> évolution technique

Propagande

Appel aux dons pour la guerre

Avancées faites avec la guerre
-> industrie
-> médecine

Petites curies

Croix rouge

Figures montantes
-> Hitler

Clemenceau et autres

Pétain (Verdum) et autres généraux

Les gueules cassées

De Gaulle

Marie Curie

Instabilité politique
-> allemande
-> russe

Fin empires centraux

Monuments aux morts

Destructions

Changements dans paysage

Retour à la vie civile

Statistiques démographiques

Répercussions aujourd'hui
-> archéologie
->obus trouvés

Occupation de la Ruhr

Redécoupage Europe

SDN

"La der des der "
La Grande Guerre

Annexe 10.3 : Éléments à retenir lors de notre premier cours d’histoire

Prérequis

Faire le lien entre EU 2025 et 1914

- Aider l'élève à se repérer sur la carte de l'Europe (physique??)

Apprentissage :

- Manipuler la RA.
- Identifier les principaux acteurs du conflit.

② identifier des zones géographiques spécifiques (Alsace-Lorraine) Sarajevo

Universität Basel

Europe actuelle à EU 1914 ...

① identifier des pays (France, Allemagne) 2025 Russie, RU...

Triple Alliance

Afrique du Nord.

Italie

Universität Basel

Jeux des alliances. entre Européens.

Couleurs alliances

Triple Entente

Avoir infos sur tous pays si on clique dessus ?

Neutralité

2 A

- Objectifs : - enjeux territoriaux en 1914.

Alsace Lorraine.

Expansion All. coloniale.

Universität Basel

Tensions/

Causes
- territoriales

Expansionnisme.
Autriche Hongrie
en Serbie.

2 B

Objectif : identifier l'élément déclencheur du conflit

Nationalisme Serbe.
(Nationalisme)



Visite de l'héritier
de l'Empire d'Autriche-Hongrie
à Sarajevo.

Iconographie : Assassinat 28 juin 1914
de l'Empereur et sa femme.

(2e) finir sur teaser : Et ensuite ? Déclarations guerre

Annexe 11 : Scénario pédagogique de HistoAR réalisé par M. Nédélec

Chapitre 1 Les causes de la Première Guerre mondiale

Prérequis : Situer l'Europe dans le monde		
Objectif	Situer l'Europe et les pays européen sur une carte numérique interactive.	
Compétences travaillées par l'élève	se repérer dans l'espace Nommer et localiser des grands repères géographiques : modifier (Nommer et localiser à partir de cartes et plans).	
Description	La carte du monde est projetée sur l'écran. l'élève doit repérer le continent européen	
Réalité augmentée		
Tâche de l'élève	Cliquer sur l'Europe Feedback (deux possibilités) vrai : l'élève poursuit faux : un essai supplémentaire Si faux la solution est donnée	
Avatar : Alex	« Pour débuter ce cours d'histoire vous allez tout d'abord repérer l'Europe sur le planisphère. Cliquez sur la zone géographique correspondant à l'Europe ».	
Commentaires	Le mot Europe est surligné dans les commentaires d'Alex Carte physique du monde et non politiques Identifier les zones géographiques (Europe, Amérique du N et S, Afrique, Asie)	

Test RA		
Objectifs	Tester le fonctionnement de la RA avec la carte.	
Compétences	Interagir avec la RA S'insérer dans un environnement numérique (utilisation de la tablette, comprendre le fonctionnement du dispositif (carte + RA)	
Description	Un curseur temporel permet de comparer les frontières des pays en 1914 et 2025	
Réalité augmentée	Slider temporel RA	
Tâche de l'élève	Interagir sur le slider et observer les changements	
Avatar Alex	"Tu vas tester l'application. Place l'écran de la tablette sur la carte. Tu vois sur l'écran une barre verticale. Fais la glisser et observe les changements des frontières des pays ».	
Commentaires	Mettre en évidence visuellement les modifications de frontières (surbrillance) ??	

Situation de recherche 1: La composition des alliances		
Objectifs	Identifier, nommer et mémoriser les pays appartenant à la Triple-Alliance et à la Triple-Entente à l'aide de la carte et de la RA.	
Compétences	Formuler des hypothèses: Mettre en relation deux informations pour émettre une hypothèse. Connaître différents systèmes d'information, les utiliser : Savoir naviguer à l'intérieur d'une ressource (dispositif cartographique et RA) afin de pouvoir trouver les informations nécessaires pour un travail donné	
Description	l'élève doit retrouver les pays appartenant chacun aux deux blocs d'alliance. Une légende indique trois informations : le nom des alliances et la neutralité d'autres pays. Découverte intuitive de l'appartenance des pays aux blocs. Ceux-ci prennent les couleurs de la légende. Un information textuelle donne le bloc auquel appartient le pays (neutre, Triple-Alliance, Triple-Entente). La consigne formulée par l'avatar. Aucun étayage.	
Réalité augmentée	Les pays des deux blocs apparaissent en RA lorsqu'on clique dessus	
Tâche de l'élève	Cliquer sur les pays Noter les noms sur un support papier	
Avatar Alex	« Nous voici en 1914. En Europe, des pays sont en concurrence pour dominer les autres et le monde. Deux blocs s'opposent. Retrouve les pays alliés. Aide-toi de la légende. Ecris leur nom sur le document qui accompagne l'activité."	Support papier concevoir : mémo
	"Bravo tu as complété les alliances"	Fin d'activité
Commentaires		

Situation de recherche 2: Les forces en présence		
Objectifs	Comprendre les raisons des alliances et les objectifs des pays	
Compétences	Se poser des questions: répondre à : « qui », « quoi », « où », « quand », « comment ». Vérifier: Apprendre à croiser des documents simples et de nature différente pour vérifier une hypothèse.	
Description	A partir des hypothèses émises par Alex, l'élève doit interroger les avatars dits nationaux des pays concernés pour connaître les raisons de leurs alliances. Des avatars nationaux apparaissent en RA . Lorsque l'on clique sur l'un d'eux, les autres disparaissent. Script de l'avatar sélectionné + événement en RA. L'élève doit retrouver les informations principales qui expliquent les alliances.	
Réalité augmentée	Les avatars nationaux en RA Un événement en RA caractérisant un contentieux territorial. • l'Alsace et la Lorraine en RA → la France a un contentieux avec l'Allemagne sur ce territoire. • Les Balkans en RA→ La Russie protège le peuple serbe, l'Autriche-Hongrie a des ambitions sur ce territoire. • Les Balkans + une flèche partant de l'Autriche-Hongrie vers la Serbie en RA → l'Autriche a des ambitions sur la Serbie. • Deux navires de guerre + Allemagne en RA → Le Royaume-Uni a une flotte maritime puissante mais l'Allemagne est menaçante militairement (armée et marine) • Trois navires de guerre + deux petits soldats en RA + France et Russie en RA→ L'Allemagne est une puissance militaire (maritime et terrestre). Elle se sent encerclée par la France et la Russie. • Drapeau de la Tunisie (+ le mot Tunisie) + France en RA → La France a colonisé la Tunisie que convoitait l'Italie	
Tâche de l'élève	Prend connaissance des trois hypothèses, en sélectionne une. Pointe sur la carte les pays des deux blocs où apparaît un avatar. Clique sur l'avatar qui présente brièvement son pays et la raison de l'alliance. Note les informations. Valide ou corrige l'hypothèse initiale un petit quizz???	Infos à écrire le mémo sur Alsace Lorraine et sur les Balkans

Avatar Alex	“Selon toi, quelle(s) hypothèse(s) permett(ent) d’expliquer les raisons des alliances entre pays? • L’Allemagne et l’Autriche-Hongrie sont des empires. Ils partagent les mêmes idées: les empires sont des états forts. • La France, l’Angleterre et la Russie rêvent d'envahir les empires centraux car ils pourraient créer une seule et même alliance • La Triple-Alliance veut éviter d’être encerclée par les pays de la Triple-Entente en cas de guerre et les pays de la Triple-Entente veulent récupérer des territoires et empêcher les empires de devenir trop puissants.”		QCM
	“Pour comprendre le système des alliances, relève dans les propos des personnages les informations qui renseignent les raisons qui ont poussés des pays à s’allier.”		
Avatars nationaux	Jean, jeune soldat français	• “ Bonjour, je m’appelle Jean, je viens de France. Mon pays est une grande république qui s’est beaucoup développée avec ses usines, ses chemins de fer et aussi son empire colonial. • Mais la France n’oublie pas… il y a quarante ans, en 1871, elle a perdu une guerre contre l’Allemagne et a dû céder l’Alsace et la Lorraine. Beaucoup de Français veulent récupérer ces territoires. • Pour ne pas être seule face à l’Allemagne, la France s’est rapprochée de la Russie, puis de l’Angleterre. Ensemble, nous formons la Triple Entente. • Pourquoi ? Parce que l’Allemagne devenait trop puissante et inquiétait tout le monde. Alors, nous avons choisi de nous unir, pour nous protéger et défendre nos intérêts.”	Alsace et la Lorraine en RA
	Karl, jeune soldat allemand	• « Guten Tag ! Je m’appelle Karl, je viens d’Allemagne. Mon pays est jeune : il est né en 1871 après une grande victoire contre la France. Depuis, il est devenu très puissant, avec des usines modernes, une armée forte et une flotte de guerre. • Mais l’Allemagne se sent encerclée : la France et la Russie pourraient attaquer en même temps. • C’est pourquoi nous avons cherché des alliés solides. Avec l’Autriche-Hongrie et l’Italie, nous avons formé la Triple Alliance. Ensemble, nous voulons nous protéger et montrer notre force. »	Trois navires de guerre + deux petits soldats en RA + France et Russie en RA

	Nikolai, jeune étudiant russe	• "Bonjour, je m'appelle Nikolai, je viens de Russie. Mon pays est immense : il s'étend de l'Europe jusqu'en Asie. Mais il est difficile à gouverner, et beaucoup de peuples différents y vivent. • La Russie s'intéresse beaucoup aux Balkans, car elle veut protéger les peuples slaves, comme les Serbes. Mais l'Autriche-Hongrie cherche aussi à s'imposer. Cela crée beaucoup de tensions. • Pour ne pas être isolée face à l'Autriche-Hongrie et à l'Allemagne, la Russie s'est alliée avec la France. Ensuite, nous avons trouvé un accord avec le Royaume-Uni. • Ensemble, nous formons la Triple Entente, pour défendre nos intérêts et soutenir nos amis."	Les Balkans en RA
	Edward, jeune marin britannique	• " Hello ! Je m'appelle Edward, je viens du Royaume-Uni. Mon pays est une grande puissance maritime : nous avons beaucoup de colonies et la flotte la plus puissante du monde. Pendant longtemps, nous avons préféré rester à l'écart des affaires d'Europe. • Mais la montée en puissance de l'Allemagne, avec son armée et surtout sa flotte, a commencé à nous inquiéter. • Alors, nous avons décidé de nous rapprocher de la France et de la Russie. Aujourd'hui, nous faisons partie de la Triple Entente, pour empêcher l'Allemagne de dominer l'Europe."	Deux navires de guerre + Allemagne en RA
	Stefan, jeune étudiant viennois.	• "Grüß Gott ! Je m'appelle Stefan, je viens d'Autriche-Hongrie. Mon empire est très grand, avec de nombreux peuples différents : Hongrois, Autrichiens, Slovaques, Tchèques, Croates, Serbes… Ce n'est pas facile de garder tout le monde uni. • Dans les Balkans, nous sommes en concurrence avec la Russie, qui soutient les Serbes. Cela crée beaucoup de tensions. • Pour être plus forts, nous nous sommes alliés avec l'Allemagne et l'Italie. La Triple Alliance doit nous aider à protéger notre empire."	Les Balkans + une flèche partant de l'Autriche-Hongrie vers la Serbie en RA

	Giovanni, jeune ouvrier italien	• " Ciao ! Je m'appelle Giovanni, je viens d'Italie. Mon pays est encore jeune, il a été unifié seulement depuis 1861. Nous voulons être respectés comme une grande puissance. • Au début, nous étions en colère contre la France, car elle a pris la Tunisie que nous espérions avoir comme colonie. C'est pour cela que nous avons rejoint l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie dans la Triple Alliance. • Mais… nos intérêts ne sont pas toujours les mêmes que ceux de nos alliés, surtout avec l'Autriche. Cela rend notre alliance parfois fragile."	Drapeau de la Tunisie (+ le mot Tunisie) + France en RA
	QCM (à insérer entre chaque avatar nationaux)		
Alex	Q1. Pourquoi beaucoup de Français veulent-ils récupérer l'Alsace-Lorraine ? a) <u>Parce que la France l'a perdue en 1871 contre l'Allemagne</u> b) Parce que la Russie l'a prise à la France c) Parce que la France n'a pas de colonies Q2. Pourquoi la France s'est-elle alliée à la Russie et à l'Angleterre ? a) <u>Pour se protéger de l'Allemagne trop puissante</u> b) Pour gagner de nouvelles colonies c) Pour attaquer l'Italie	-Q1 : réponse à écrire sur le mémo. -Feedback immédiat. -Icône stylo en bulle Feedback immédiat.
Alex	Q1. Dans quelle région la Russie veut-elle protéger les peuples slaves ? a) En Afrique b) <u>Dans les Balkans</u> c) En Amérique Q2. Avec quels pays la Russie s'allie-t-elle ? a) <u>La France et le Royaume-Uni</u> b) Les pays des Balkans c) L'Allemagne et l'Italie	Feedback immédiat. Q2 : réponse à écrire sur le mémo. -Feedback immédiat. -Icône stylo en bulle

Alex	Q1. Quelle puissance inquiétait le Royaume-Uni avec sa flotte de guerre ? a) La France b) L'Allemagne c) La Russie Q2. Quel est l'objectif du Royaume-Uni en rejoignant la Triple Entente ? a) Empêcher l'Allemagne de dominer l'Europe b) Récupérer la Tunisie c) Soutenir les peuples slaves	Feedback immédiat. Feedback immédiat.
Alex	Q1. Pourquoi l'Allemagne a-t-elle cherché des alliés ? a) Parce qu'elle se sent encerclée par la France et la Russie b) Parce qu'elle veut dominer les Balkans c) Parce qu'elle n'a pas d'armée Q2. Avec quels pays l'Allemagne forme-t-elle la Triple Alliance ? a) La Russie et la France b) L'Autriche-Hongrie et l'Italie c) Le Royaume-Uni et l'Italie	-Q2 : réponse à écrire sur le mémo. -Feedback immédiat. -Icône stylo en bulle
Alex	Q1. Quel est le grand problème de l'Autriche-Hongrie en 1914 ? a) Elle n'a pas de colonies b) Elle est composée de nombreux peuples différents difficiles à unir c) Elle n'a pas d'armée Q2. Contre qui l'Autriche-Hongrie est-elle en concurrence dans les Balkans ? a) La Russie b) La France	Feedback immédiat. Feedback immédiat.
Alex	Q1. Pourquoi l'Italie est-elle en colère contre la France ? a) Parce que la France a pris la Tunisie que l'Italie convoitait b) Parce que la France a pris l'Alsace-Lorraine c) Parce que la France a soutenu l'Autriche Q2. Pourquoi l'alliance de l'Italie avec l'Allemagne et l'Autriche est-elle fragile ? a) Parce que l'Italie est un jeune pays et n'a pas de colonies b) Parce que ses intérêts ne sont pas toujours les mêmes que ceux de l'Autriche c) Parce qu'elle est alliée secrètement avec la Russie	Feedback immédiat. Feedback immédiat.

Alex	• "Comme tu l'as vu, à cette époque, l'Europe est partagée en deux grands blocs d'alliances. D'un côté, la Triple Alliance avec l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie et l'Italie, de l'autre, la Triple Entente avec la France, la Russie et le Royaume-Uni. • Tu as bien vu aussi que ces pays se méfient beaucoup les uns des autres. L'Allemagne est puissante et inquiète ses voisins. La France n'a pas oublié la perte de l'Alsace et de la Lorraine en 1871. La Russie et l'Autriche-Hongrie se disputent l'influence dans les Balkans. Et le Royaume-Uni surveille de près la flotte allemande. • Pourtant, des hommes, comme Jean Jaurès en France, sentent que l'Europe court vers la guerre. Ils avertissent du danger et appellent à la paix. Ont-ils été entendus ? • En réalité, l'Europe de 1914 ressemble à une véritable poudrière : il suffit d'une étincelle pour que tout explose."	Message pour indiquer de pointer la tablette vers les Balkans ??
Commentaires	Entre chaque avatar un QCM sollicite la compréhension de l'élève et sa mémorisation. L'élève peut retourner sur l'avatar et relire le monologue. A la fin de la séquence, Alex résume la partie	

Situation de recherche 3: l'attentat de Sarajevo		
Objectifs	Comprendre pourquoi François-Ferdinand a été assassiné et pourquoi cet événement a déclenché la guerre.	
Compétences	Comprendre le sens général d'un document. - Identifier le document et savoir pourquoi il doit être identifié. - Extraire des informations pertinentes pour répondre à une question. - Savoir que le document exprime un point de vue, identifier et questionner le sens implicite d'un document	
Réalité augmentée	Pistolet + explosion Iconographie de l'assassinat de l'archiduc François-Ferdinand. Manchettes de presse dans les pays européens	Pointer la tablette vers les Balkans
Description	Analyse de document : Support : illustration de presse représentant l'assassinat de l'archiduc François-Ferdinand à Sarajevo (1914).	
Tâche de l'élève	Analyse de document en 5 phases : • Nature du document • Observation • Compréhension • Contexte historique • Analyse Interagir sur le doc et avec le QCM	

Avatar Alex	Quel événement a lieu dans les Balkans le 28 juin 1914 ?  ASSASSINAT DE L'ARCHIDUC HÉRITIER D'AUTRICHE ET DE LA DUCHESSE SA FEMME A SARAJEVO	Iconographie de l'assassinat de l'archiduc François-Ferdinand.
	QCM : Analyse de document : l'assassinat de l'archiduc François-Ferdinand à Sarajevo.	
	1. Nature du document Ce document est : • Une photographie • <u>Un dessin de presse</u> • Une peinture Ce document est publié dans : • Un roman • Une bande dessinée • <u>Un journal</u> Le titre du document est : • <u>« L'assassinat de l'archiduc héritier d'Autriche et de la duchesse sa femme à Sarajevo »</u> • « Le Petit Journal » • Il n'a pas de titre 2. Observation Où se déroule la scène ? • <u>En ville</u> • À la campagne • <u>Dans une rue</u> Combien de personnages principaux sont visibles ? 1- 2- <u>3</u>- 4- 5 La scène se déroule devant : • Quelques témoins • <u>De nombreux témoins</u> • Aucun témoin	

	3. Compréhension Que se passe-t-il dans cette scène ? • Un homme en noir veut monter dans la voiture • <u>Un homme en noir tire au pistolet sur un homme et une femme</u> • La femme protège son mari dans la voiture 4. Contexte historique D'après le titre, qui est la victime ? • L'homme • La femme • <u>Les deux</u> L'archiduc est héritier car : • <u>Il reçoit le pouvoir pour diriger l'Empire d'Autriche-Hongrie</u> • Il est élu par la population • C'est une personne comme tout le monde De quel pays est la victime ? • <u>Autriche-Hongrie</u> • Allemagne • La Triple Alliance Sarajevo est : • <u>Une ville des Balkans</u> • Un pays • Une ville de l'Empire d'Autriche-Hongrie 5. Analyse et conséquences Pourquoi l'assassinat d'un héritier d'empire est-il important ? • Parce que c'est une personne connue • <u>Parce qu'il devait gouverner l'Empire d'Autriche-Hongrie</u> • Parce qu'il est mort loin de son pays Quelles conséquences cet assassinat peut-il avoir ? • Aucune, c'est un fait divers local • <u>L'Autriche-Hongrie veut faire la guerre dans les Balkans</u> • <u>La Russie déclare la guerre à l'Autriche-Hongrie pour défendre les Balkans</u> Cet événement est : • Sans importance • <u>L'élément déclencheur de la Première Guerre mondiale</u> • Un conflit local dans les Balkans	
Avatar Alex	• L'héritier au trône d'Autriche-Hongrie se rend avec sa femme à Sarajevo. Mais cette visite est vue comme une provocation pour les Serbes qui savent bien que l'empire d'Autriche-Hongrie veut prendre leur pays. • Gavrilo Princip un étudiant serbe rejette cet empire et décide d'assassiner le futur empereur et son épouse, le 28 juin 1914, à Sarajevo. • Face à ce meurtre, l'Autriche-Hongrie accuse la Serbie de l'assassinat et déclare la guerre. La Russie alliée à la Serbie lui vient alors en aide… • La marche vers la guerre est lancée.	
Commentaires		

Evaluation : évaluation formative & feedbacks		
Objectifs	Évaluer la compréhension	
Compétences	Répondre à un questionnnaire	
Réalité augmentée		
Description	QCM	
Tâche de l'élève	Répondre au QCM Possibilité de revenir sur le parcours	
	QCM	
	En 1914, l'Europe est divisée en deux blocs : • La Triple-Alliance • La Triple-Entente • L'Alliance pour la guerre • L'Entent pour la guerre Les pays alliés sont : • L'Allemagne, la Russie, L'Italie • L'Allemagne, l'Italie, l'Autriche-Hongrie • La France, le Royaume-Uni, la Russie • Le Royaume-Uni, la France, la Russie En 1914, la France espère reprendre : • Les Balkans • l'Allemagne • L'Alsace et la Lorraine En 1914, l'Autriche-Hongrie veut occuper • L'Alsace-Lorraine • Les Balkans • La Russie En 1914, la Première Guerre débute avec • L'assassinat de Jean Jaurès • L'assassinat de l'empereur de Russie • L'assassinat de l'héritier d'Autriche-Hongrie	
Avatar Alex	Voyons voir ce que vous avez retenu du début de cette histoire...	
Commentaires		

Institutionnalisation 1		
Objectifs	Restituer un récit en respectant la chronologie des événements, les parties et ou personnages impliqués	
Compétences	• Présenter à l'écrit, de façon argumentée, des informations en rapport à une situation historique ou géographique. • Rédiger deux ou trois phrases de manière autonome sur une situation historique ou • géographique	
Réalité augmentée		
Description	Produire un récit oral ou écrit	
Tâche de l'élève	Restituer un récit en s'aidant des notes prises au cours de la séance. Possibilité de revoir des séquences.	
Avatar Alex	Consigne: raconte ce que tu as retenu des causes de la Première Guerre. Tu peux t'aider des mots-clés : Triple-Alliance, Triple-Entente, 1914, alliance, Europe, poudrière, assassinat, héritier au trône, Autriche-Hongrie, France, Allemagne, Russie, Royaume-Uni, Serbe, Sarajevo, Balkans, Alsace-Lorraine.	
Commentaires	Travail de l'élève supervisé par l'enseingnant.	

Institutionnalisation 2		
Objectifs	Synthèse de la séance	
Compétences	Mémoriser l'écrit de référence	
Réalité augmentée		
Description	À la veille de 1914, l'Europe est divisée en deux grands blocs d'alliances : • La Triple Alliance : Allemagne, Autriche-Hongrie, Italie. • La Triple Entente : France, Russie, Royaume-Uni. Ces pays se méfient les uns des autres. La France veut récupérer l'Alsace-Lorraine perdue en 1871. L'Allemagne est puissante, mais se sent encerclée. L'Autriche-Hongrie et la Russie s'opposent dans la région des Balkans. Cette situation crée de fortes tensions politiques et territoriales. Le 28 juin 1914, François-Ferdinand, héritier de l'Autriche-Hongrie, est assassiné à Sarajevo (Balkans) par un nationaliste serbe. L'Europe entière court vers la guerre.	
Tâche de l'élève		
Avatar Alex		
Commentaires		

Annexe 12: Prompts générés pendant le Travail de bachelor

Date	Prompt	IA utilisée	Contexte	Ce que j'en retire	Référence
05.05.25	classe ces critères en plusieurs catégories (Puis cite moi d'autres critères intéressants)	ChatGPT 4o	Trier selon grandes catégories les critères	Idées de catégorisation à reformuler et adapter un peu ainsi que quelques critères supplémentaires	Chapitre 6.2.2 Comparaison des technologies
02.07.25	texte 100 mots sur position alsace-lorraine en 1914 adapté pour des enfants de 10 ans en francais	ChatGPT 40	Maquettes pour notre brainstorming	Texte (puis question) utilisé dans la première version de maquette	Annexe 10.1 page 2
08.08.25	comment déboguer un code A-Frame NFT	ChatGPT 5o	Tests A-Frame et AR.js	Activer debugUIEnabled pour avoir les détails	Code A-Frame sur GitHub
08.08.25	explique : [info] Page[0] pre: 14, aft: 14, error = 0.349681 04ef77c6-248e-4a31-9397-a3db554565c1:1:667442 [info] Tracked page 15810248 (max 0). 563 04ef77c6-248e-4a31-9397-a3db554565c1:1:667442 [info] Tracking lost. -3 04ef77c6-248e-4a31-9397-a3db554565c1:1:667442	ChatGPT 5o	Explications des messages afficher dans la console par AR.js	Explications des messages	Chapitre 6.2.2.1 A-Frame
15.08.25	écris un dialogue de 5 répliques entre un enfant de 10 ans et un français qui permet de comprendre la position de la france et le quotidien des francais en 1914. Le dialogue s'adresse à des élèves de 10 ans	ChatGPT 5o	Maquettes version temporaire	Dialogue adapté pour illustrer nos idées lors du brainstorming	Pas utilisé dans les version finales

08.09.25	explique moi la structure que doit avoir un dossier Unity pour suivre les bonnes pratiques avec les dossiers et sous dossiers sans entrer dans les détails pour un projet avec AR Foundation	ChatGPT 4o	Structure Unity 6 pour ARFoundation	Inspiration pour savoir comment classer les assets dans Unity	Utilisé également comme base de compréhension pour le projet final
18.09.25	Ajouter des variables Références utilisées : variables.uss	Claude Sonnet 4	Utilisation de variables globales pour les codes USS sur Unity	La manière dont on doit définir une variable globale ainsi que les généralement définies	Structure du code variables.uss
23.09.25	trackedImagesChanged is obsolet dans ARFoundation ? comment changer cela ?	ChatGPT 4o	Modification de code en fonction de la nouvelle version Unity	Explications et propositions de changements	trackablesChanged à utiliser (pas utilisé dans le final)
26.09.25	Converti tout pour Unity 6 avec AR Core Références utilisées : ARClickManager.cs	Copilot GPT 4.1	Conversion d'un code Unity 2022 en Unity 6	La documentation et les exemples en ligne doivent être convertis. Il a été plus simple de la faire ainsi.	Pas utilisé dans la version finale
28.09.25	quand je build and run sur Unity il me dit Unable to score image: CH (f2788c5528b1482faab7307289f50bb9) UnityEditor.EditorApplication:Internal_CallDelayFunctions ()	ChatGPT 5o	Compréhension de message d'erreur Unity	Unity n'arrive pas à lire l'image et des solutions pour résoudre cela	Compréhension de Unity 6
02.10.25	Donne-moi les conseils que tu donnerais à une personne qui doit prendre des notes en observant des personnes en train de tester un logiciel. Je veux des indications sur comment prendre les notes, quoi noter sachant que le tout est filmé également et que chaque personne porte un numéro et que le test se déroule en 4 temps distincts.	ChatGPT 5o	Guide pour le test à Pontault-Combault	Texte explicatif simple pour les observateurs et catégories pour classer les observations	Annexe 5

14.10.25	met à jour les valeurs du bon élément dans la légende en fonction de la valeur de TA et de TE quand on clique sur un sprite qui est TA ou TE. Références utilisées : CountriesDiscoveryScreen.cs, ClickManagerV2.cs, SpriteClickHandler.cs	Claude Sonnet 4	Mise à jour de la légende	Création des compteurs et des mises à jour en faisant appel aux bons éléments sans redondance	Code Unity CountriesDiscoveryScreen.cs, ClickManagerV2.cs, SpriteClickHandler.cs, CountryDataDisplay.cs
14.10.25	Refactorise le code et évite les redondances et mets dans les bonnes class les bonnes fonctions Références utilisées : LegendeItemController.cs, LegendeController.cs	Claude Sonnet 4	Refactorisation une fois que le code fonctionne	Refactorisation et création de LegendItemData.cs	Code Unity LegendeItemController.cs, LegendeController.cs, LegendItemData.cs
17.10.25	J'aimerais faire un indicateur de l'élément vuforia de tracking. Ce suivi sera ensuite mis sur un élément UI pour que la couleur de l'indicateur change en fonction des 4 possibilités de tracking d'image. "The pose status and status info is available via the TargetStatus() in the Unity C# API. The supporting pose status info information is reliant on the currently active Observers, e.g., ImageTargetBehaviour. You can choose under which pose status your Behaviours should be tracked in the Unity Editor by selecting an Observer Behaviour's	Claude Sonnet 4	Création de la gestion de l'indicateur de statut	Code pour gérer l'indicateur de statut à finaliser	Code Unity ImageTargetStatusController.cs

	DefaultObserverEventHandler component. The pose status will be reported as NO_POSE until the Observer is detected for the first time."				
17.10.25	j'aimerais que quand on est NO_pose ou extended on affiche LostRAScreen et on cache et inversément quand on la trouve Références utilisées : LostRAScreen.uxml, GameScreen.uxml, ImageTargetStatusController.cs	Claude Sonnet 4	Gestion de l'écran de perte de RA	Ajout de la gestion selon les fonctionnalités Unity 6 en place	Méthodes pour afficher l'écran de perte de RA et ajout de la variable shouldShowLostScreen
23.10.25	faire en sorte que si on clique Peut Depasser alors on ajoute la classe .legende__progress-overflow si Progression > ProgressionMax Références utilisées : LegendeItemData.cs, LegendeController.cs, LegnedeItem.uxml, LegendeItemStyles.uss	Claude Sonnet 4	Exemple d'utilisation de l'IA Github pour le code	Aide à réaliser la progression qui dépasse	Modification des codes Unity mis en référence en fonction des besoins
26.10.25	Est-ce que y a un problème avec les pourcentage sur Unity 6 Ui Toolkit lié avec Vuforia ? et avec les éléments abosute fixe bottom ? Lien de la discussion : https://chatgpt.com/share/69161460-f748-8001-aab6-24ecfe810b0f	ChatGPT 4o	Résolution d'un problème de positionnement relatif sur Unity	Après grande discussion, Script *ForceFullScreenUI* qui résout les soucis	Chapitre 7.3.3.2 et code Unity

27.10.25	Sur Leaonardo .ai j'aimerais faire un icone noir et blanc qui refléterait l'histoire mais aussi le côté numérique et la réalité azgmentée. Cet icone sera le logo de l'application mais aussi le centre des maqueurs génériques. quels paramètres et comme définir le prompt idéal pour cette intelligence artificielle	ChatGPT 5o	Création du logo	Les paramètres pour Leaonardo.ai ainsi que le prompt et prompt négatif	Logo

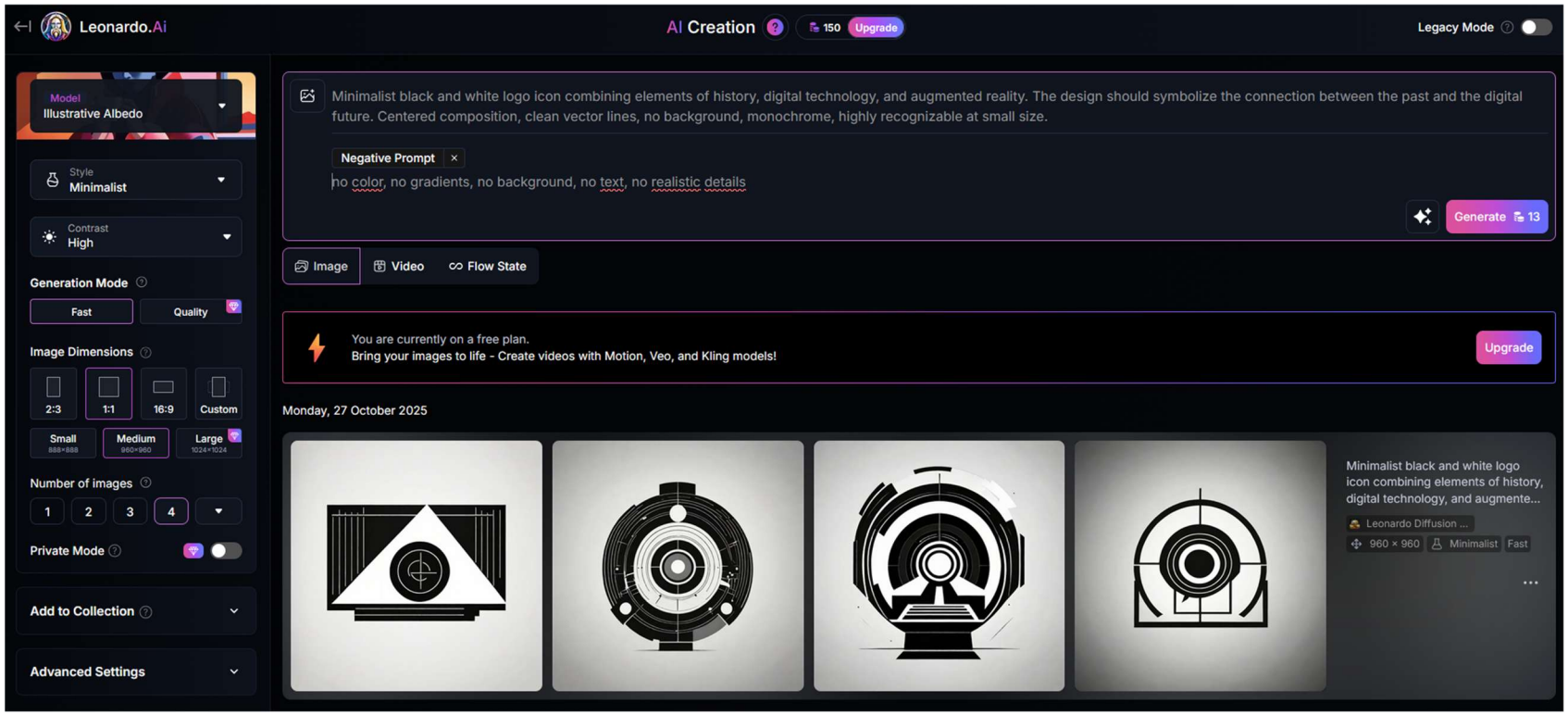


Figure 1 - Le paramétrage de Leonardo.ai en suivant les indications de ChatGPT.

27.10.25	Minimalist black and white logo icon combining elements of history, digital technology, and augmented reality. The design should symbolize the connection between the past and the digital future — for example, a stylized hourglass made of circuit lines, or a classical column morphing into a pixel grid. Centered composition, clean vector lines, no background, monochrome, highly recognizable at small size.	Leonardo.Ai (Albedobase XL)	Création du logo	Propositions pour le logo J'ai ensuite refait une itération en enlevant la partie example pour avoir plus de choix.	Logo
30.10.25	Comment ajouter des payges md sur Doxygen et comment faire des sections spécifiques dans un fichier doxygen	ChatGPT 4o	Ajouter une section dans la documentation pour lister les variables visibles dans l'inspecteur Unity et ajouter des pages externes	Idée de mettre une \section spécifique et un sous dossier docs/	Documentation Unity
30.10.25	Crée un résumé de cette page (https://www.linternaute.fr/actualite/guide-histoire/2527156-premiere-guerre-mondiale-resume-de-la-grande-guerre-1914-1918/) en 10 phrases sans prendre de citations dans le texte.	Copilot Microsoft	Résumé de ce qui s'est passé pendant la Grande Guerre	Texte explicatif précis	Chapitre 5.2.1.1
31.10.25	ajoute les commentaires nécessaires à la documentation doxygen dasn ce fichier Références utilisées : le fichier à documenter et HomeScreenController.cs	Claude Sonnet 4	Premier jet de commentaires compatibles avec Doxygen	Les balises et la majorité des commentaires de bases étaient ainsi fait rapidement	Codes Unity
31.10.25	j'aimerais que dans le tableau des fonction on a que une ligne de description mais ensuite dans la description de la fonction je veux des notes en plus	ChatGPT 5o	Peaufinage de la documentation	Utilisation des balises \brief et \details	Codes Unity et Documentation

31.10.25	comment on met une image dans la documentation ?	ChatGPT 5o	Documentation Unity	\image html HomeScreenLayout.png	Codes Unity et Documentation
Tout le long	Traduit (puis extrait de texte en anglais)	ChatGPT 4o	Recherche documentaire, rédaction	Assure la bonne compréhension des textes en anglais	Une partie des traductions libre dans le rapport
Tout au long	Trouve un synonyme de (et le mot ainsi que son sens utilisé)	ChatGPT 4o	Rédaction du rapport	Divers synonymes ou tournures de phrases	Rapport
Tout le long	Explique ce code (ou message d'erreur de la console Unity) Références utilisées : fichier.cs voulu	Claude Sonnet 4	Explications des codes Unity	Permet de comprendre (ou corriger) selon les retours de l'IA	Codes Unity
Tout le long	Sur quel élément de la scène devrais-je mettre ce code pour qu'il fonctionne ? Références utilisées : fichier.cs voulu	Claude Sonnet 4	Liaisons entre les scipts générés et les GameObjects Unity	Meilleure compréhension des composants Unity	Unity
Tout le long	Qu'est ce qui ne joue pas dans ce code ? Références utilisées : fichier.cs voulu	Claude Sonnet 4	Corrections des codes Unity		Codes Unity

Annexe 13 : Liens utiles

Maquette interactive Figma

https://www.figma.com/proto/AkehGFeUoc1bNYcqbYWIAB/TB?page-id=577%3A4505&node-id=577-4514&p=f&viewport=129%2C-42%2C0.05&t=FBOoSenlzXs90YWT-1&scaling=scale-down&content-scaling=fixed&starting-point-node-id=577%3A4514&show-proto-sidebar=1

Mot de passe : histoire_25

Lien du projet A-Frame

https://github.com/laurenceKohli/ar-sandbox/blob/nft-tests/README.md

Lien du projet Unity

Il me faut votre adresse mail pour vous ajouter au projet Unity via Unity Version Control.

Lien de la documentation

https://lkohli.ch/tb25-documentation

HEIG-VD HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

Confidentialité liée au Travail de Bachelor (TB)

Diplômant : Laurence Kohli

Titre du travail de Bachelor : L'Histoire dont vous êtes le héros : une immersion interactive en cours d'histoire

Enseignant responsable du TB : Simon Pinkas

Entreprise partenaire : Laboratoire ELLIADD et MEI

Tous les TB sont déposés à la Bibliothèque de la HEIG-VD qui en gère l'archivage et la consultation. Quel que soit le niveau de confidentialité du TB, le nom du diplômant, le nom de l'enseignant responsable, le titre du TB et le résumé publiable figurent dans tous les documents de présentation des TB ainsi que sur la plateforme de consultation des TB (http://tb.heig-vd.ch). L'enseignant responsable veille à ce que le titre du TB et le résumé publiable soient rédigés conformément au niveau de confidentialité voulu.
Les TB peuvent être soumis à un logiciel anti-plagiat. Dans ce cas, leur contenu sera traité de manière confidentielle.

☒ **Le TB n'est pas confidentiel**

Outre les informations mentionnées ci-dessus, les documents de présentation du TB contiennent également le nom de l'entreprise partenaire, le résumé publiable et une affiche. Le TB peut être consulté sur la plateforme des TB.

☐ **Le TB est confidentiel.**

Les conditions suivantes de diffusion des informations sont appliquées :

*Aucune consultation ou emprunt du TB n'est permis hormis par l'enseignant responsable du TB et le diplômant qui s'engagent à ne pas faire usage des informations mises à leur disposition. Le TB porte la mention « **confidentiel** ».*

☐ Oui ☐ Non *Nous acceptons que **le nom de l'entreprise partenaire** figure dans les documents publiés (titre, résumé, affiche, etc.), ainsi que dans la plateforme de consultation des TB.*

☐ Oui ☐ Non *Nous acceptons que **l'affiche** du TB figure sur la plateforme de consultation des TB (l'affiche est au préalable validée par l'entreprise partenaire).*

Dans tous les cas, un accord de confidentialité doit être signé par le diplômant, l'expert et toutes les personnes participant à l'évaluation du TB.

Nous déclarons accepter les conditions de diffusion du Travail de Bachelor indiquées.

Diplômant

Date: 14/05/2025 Nom et signature: Kohli Laurence

Enseignant responsable

Date: 28/11/2025 Nom et signature: Simon Pinkas

Entreprise partenaire

Date: 14/05/2025 Nom et signature: Médélec Xavier

N.B.: Ce document fait partie intégrante du cahier des charges du TB.
La forme masculine est utilisée comme genre neutre et désigne à la fois les hommes et les femmes.

T +41 (0)24 557 63 30
info@heig-vd.ch

Hes·so

HEIG VD HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD

Travail de Bachelor 2025

L'Histoire dont vous êtes le héros : une immersion interactive en cours d'histoire

Problématique

Comment peut-on concevoir un dispositif en réalité augmentée (RA) pour favoriser l'engagement et l'apprentissage dans les cours d'histoire en prenant en compte les besoins spécifiques des élèves ? C'est la question de recherche de Xavier Nédélec, doctorant dans l'université de Franche-Comté et enseignant de CM2 à Pontault-Combault (France).

Faute de formations et de logiciels satisfaisant les besoins pédagogiques, le numérique est très peu utilisé dans les établissements scolaires en France.

En histoire, les élèves doivent connaître les éléments clés de chaque époque historique traitée. Dès le CM2, ces cours servent également à leur faire comprendre des notions complexes telles que la causalité et la temporalité des événements.

Objectifs

Ce projet cherche à créer un logiciel répondant aux critères didactiques et pédagogiques des cours d'histoire en France afin d'ouvrir de nouvelles perspectives d'apprentissage. L'objectif est également de rendre les élèves autonomes et actifs. L'utilisabilité de l'outil sera une partie importante du travail.

Une carte physique servant d'ancrage à la RA complète le dispositif.

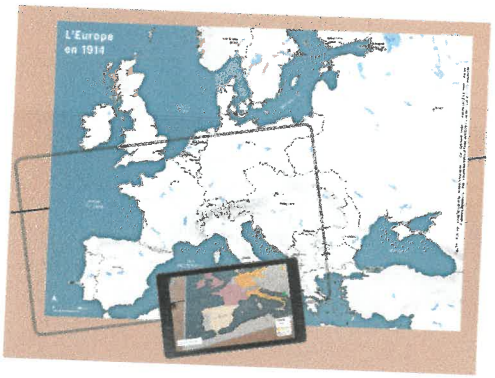
Démarche

La solution a été recherchée selon la méthode du double-diamant. Un temps de recherches et d'analyse a permis de trouver les éléments nécessaires au bon déroulement du prototype ainsi que les technologies possibles. Suite à cela, des tests ont été réalisés sur A-Frame et Unity afin de choisir l'outil de développement.

Finalement, le prototype a été créé sur Unity. Cette technologie éducative a été testée auprès d'une classe de CM2 afin d'évaluer l'utilisabilité du prototype.

Solution

Les élèves, par groupe de 2, lancent le logiciel sur leur tablette. Le cours se déroule de manière autonome en accompagnant Alex, un avatar de 10 ans, dans une aventure sur la Première Guerre Mondiale. Certaines parties se passent uniquement sur la tablette, d'autres sur la carte ou encore en RA. A la fin, une série d'exercices permet de valider leurs apprentissages. Le scénario du premier cours a entièrement été réalisé en maquettes interactives sur Figma.



Disposition de la solution

La solution se compose d'une carte format A0 réalisée avec QGIS et Inkscape et d'un logiciel Unity utilisant la RA à l'aide de Vuforia Engine.

Perspectives

Le prototype servira à effectuer des recherches dans le cadre de la thèse de doctorat. Ce projet novateur est une clé pour rendre les cours plus attractifs et permettre aux enfants de devenir acteurs de leur formation.

Auteur : Laurence Kohli
Répondant externe : Xavier Nédélec
Prof. responsable : Simon Pinkas
Sujet proposé par : Xavier Nédélec (laboratoire ELLIADD et MEI)

Hes·so Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

HEIG-VD © 2025, filière Ingénierie des Médias