

Travail de Bachelor

Expérience interactive et éducative pour sensibiliser le grand public au monde des abeilles

Non confidentiel

Département : COMEM+

Filière : Ingénierie des médias

Antony Neyret

8 août 2025

Travail proposé par :

Jean-Baptiste Moulin

Centre de Compétences en Apiculture

Chemin de Plachouet 3, 1941 Vollèges

Supervisé par :

Olivier Ertz

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 8 août 2025

Remerciements

Je tiens à remercier Jean-Baptiste ainsi que toutes les personnes au Centre de Compétences en Apiculture (CCA) d'avoir proposé un sujet libre et pour m'avoir permis de travailler dans un cadre aussi beau. Merci également de m'avoir fait découvrir le monde fascinant des abeilles. Je remercie aussi Olivier Ertz pour son accompagnement, ses conseils et le suivi du projet. Finalement, un grand merci à ma famille pour leur soutien, leur relecture et tout particulièrement à ma sœur pour ses conseils.

Authentification

Le soussigné, Antony Neyret, atteste par la présente avoir réalisé seul ce travail et n'avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées.



Antony Neyret

Yverdon-les-Bains, le 8 août 2025

Travail de Bachelor 2024-2025

Résumé publiable

En 2024, le Centre de Compétences en Apiculture (CCA) est inauguré à Vollèges au bord de la Dranse et de l'axe routier menant au Grand-Saint-Bernard. Géré par la fondation ApiAlpes, le CCA a comme objectifs de transmettre des connaissances en apiculture, soutenir des projets en faveur des abeilles, protéger la biodiversité, informer le public et valoriser les produits apicoles. Le CCA propose aux groupes, sur réservation, une découverte du monde des abeilles et souhaite à présent renforcer son offre agrotouristique dans la perspective de l'ouvrir au grand public.

Dans ce but, ce travail vise à diversifier l'offre agrotouristique en proposant une expérience numérique en autonomie. Celle-ci s'intègre à l'espace d'exposition intérieur, au jardin et au sentier didactique déjà existants.

Après une phase de compréhension précise des besoins et contraintes, une solution s'est imposée. Elle est le résultat d'une approche itérative de design thinking, combinant recherche utilisateur, co-conception avec les parties prenantes et réalisation concrète.

Cette solution consiste en une application web basée sur un jeu de postes couplée à une borne éducative : (1) le visiteur adopte une jeune abeille virtuelle et doit se déplacer autour du Centre pour accomplir différentes tâches combinant quiz et observations de terrain ; (2) ces tâches sont activables par des ruchettes munies de codes QR ; (3) à l'issue du parcours, l'utilisateur est invité à déposer son abeille dans la colonie virtuelle via la borne interactive. La borne présente des contenus éducatifs plus approfondis (vidéos, animations, photos, fiches pédagogiques) et peut être accessible en tout temps sans avoir complété le jeu. De plus, la solution s'accompagne d'un système de gestion de contenu (CMS) qui permet la flexibilité et l'évolution de l'expérience dans le temps.

Cette nouvelle offre permettra au CCA d'enrichir ses visites guidées et de proposer, à terme, une activité interactive lorsque le centre sera ouvert au public.

Étudiant :

Antony Neyret

Enseignant responsable :

Olivier Ertz

Centre de Compétences en Apiculture : Date et lieu :

Jean-Baptiste Moulin

Date et lieu :

Evolinges, 31.07.2025

Date et lieu :

Yverdon-les-Bains, 4.8.2025

Signature :



Signature :

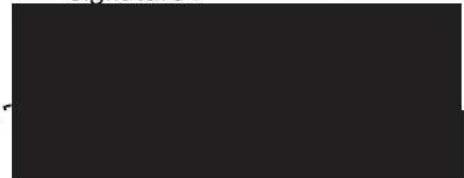


Table des matières

Préambule.....	I
Remerciements	III
Authentification	V
Résumé publiable	VII
1 Introduction	15
1.1 Objectifs.....	15
1.2 Méthodologie	16
2 Conception de l'expérience globale	17
2.1 Publics cibles.....	17
2.2 Détails de l'expérience	17
2.3 Justification du choix de l'expérience	18
2.4 Parcours utilisateur complet	20
2.5 Charte graphique.....	21
2.6 Inspirations graphiques	23
3 Conception de la WebApp.....	24
3.1 Architecture de l'information	24
3.2 Prototypes papier & tests utilisateurs	25
3.3 Design System.....	27
3.4 Prototypes Figma.....	28
4 Conception des postes physiques	31
5 Conception de la borne interactive	32
5.1 Contenus.....	34
5.2 Maquettes Figma	35
5.3 Conception matérielle	36
6 Développement technique.....	38
6.1 Architecture technique.....	38

6.2	Gestion du contenu (Strapi).....	39
6.2.1	Modèle de données.....	40
6.3	Frontend Web App	43
6.3.1	Routing	43
6.3.2	Styles CSS.....	44
6.3.3	Animations SVG.....	44
6.3.4	Transfert des données via QR-abeille.....	45
6.4	Borne interactive	46
6.4.1	Routing de la borne	47
6.4.2	Colonie virtuelle	48
6.4.3	Backend	50
7	Hébergement & déploiement	52
7.1	Strapi.....	52
7.2	Borne	53
8	Marketing et communication.....	54
9	Résultats.....	55
9.1	Atteinte des objectifs.....	56
9.2	Pistes d'amélioration futures.....	56
9.3	Prolongements du projet.....	56
10	Conclusion	57
	Bibliographie	58
	Glossaire	60
	Déclaration sur l'usage des IA.....	61
	Annexes.....	62
A.	Résultats questionnaire	63
B.	Moodboard (Tableau libre).....	68
C.	Maquettes papier.....	69
D.	Synthèse des tests utilisateurs papier.....	72
E.	Maquettes Webapp	74
F.	Tableau de définition des postes	75
G.	Maquette Borne.....	79
H.	Code Source	83
I.	Planning	84

Table des figures

Figure 1 - Répartition des réponses au niveau de connaissance en apiculture	18
Figure 2 - Schéma du parcours utilisateur avec points d'entrée multiples	20
Figure 3 - Evolution et recherche de l'identité visuelle	21
Figure 4 - Illustrations de l'abeille, du faux bourdon et de la reine	21
Figure 5 - Illustrations du bâtiment et de la ruche	22
Figure 6 - Typographies utilisées	22
Figure 7 - Extrait des inspirations et du moodboard	23
Figure 8 - Capture d'écran ChatGPT pour générer l'illustration du bâtiment	23
Figure 9 - Illustrations de l'abeille accessoirisée	24
Figure 10 - Structure des pages de la webapp	24
Figure 11 - Barre de navigation avant et après	25
Figure 12 - Vue d'ensemble des prototypes papier	25
Figure 13 - Wireframe papier des trois écrans principaux	26
Figure 14 - Corrections et essais de nouveaux layouts pour la page des tâches	26
Figure 15 - Extrait du design system	27
Figure 16 - Maquette figma du processus de on Boarding	28
Figure 17 - Exploration de l'écran "Tâches" en carte (design non retenu)	29
Figure 18 - Maquette Figma des trois écrans principaux	30
Figure 19 - Page des tâches en version tablette et ordinateur	30
Figure 20 - Exemple de code QR d'une tâche	31
Figure 21 - Ruchette d'élevage de reine	31
Figure 22 - Croquis initiaux de la borne	32
Figure 23 - Maquette de la liste des sujets du module apiculteur	32
Figure 24 - Écran tactile de la borne une fois le code QR scanné	33
Figure 25 - Maquette accueil de la borne en configuration double	35
Figure 26 - Croquis d'exploration de la forme physique de la borne	36
Figure 27 - Construction de la structure qui soutient la TV	36
Figure 28 - Borne interactive construite	37
Figure 29 - Architecture globale de l'expérience	38
Figure 30 - Page du CMS Apprendre à danser avec le code QR	39
Figure 31 - Structure du composant Strapi répété Sujet de module	40
Figure 32 - Composant question utilisé pour les quiz	41
Figure 33 - Liste des tâches dans l'interface admin de Strapi	42
Figure 34 - Icône du jeu installé sur mobile	43
Figure 35 - Exemple de code QR abeille	45
Figure 36 - Architecture de la borne	46

Figure 37 - Colonie virtuelle	49
Figure 38 - Paramètres de Node.js sur Infomaniak.....	52
Figure 39 - Schéma de connexion des câbles au RaspberryPi.....	53
Figure 40 - Flyer de promotion du jeu	54
Figure 41 - Mise en situation du quiz sur l'application	55
Figure 42 - Mise en situation de l'utilisation de la borne interactive.....	55

Liste des tableaux

Tableau 1 - Vue macro du déroulement du projet	16
Tableau 2 - Exemple des contenus du poste sur l'Apiculteur	31
Tableau 3 - Découpage des documentaires en modules et sujets.....	34
Tableau 4 - Liste des composants matériel principaux	37
Tableau 5 - Types de contenus Strapi	41
Tableau 6 - Tableau des routes de la webapp	43

Liste des codes sources

Listing 1 - Structure du monorepo sous forme d'arbre.....	39
Listing 2 - Configuration du plugin QR-Code	40
Listing 3 - Fonction pour récupérer une tâche par slug	42
Listing 4 - Extrait du package.json de la webapp	43
Listing 5 - Extrait des variables CSS de couleur	44
Listing 6 - Animation SVG de l'aile d'une abeille	44
Listing 7 - Animation CSS du clignement des yeux.....	45
Listing 8 - JSON décodé du code abeille.....	45
Listing 9 - Taille de la typographie en viewport width	46
Listing 10 - Extrait du router de la borne	47
Listing 11 - Fonction de synchronisation de la navigation entre les écrans.....	47
Listing 12 - Fonction d'envoi via BroadcastChannel API	48
Listing 13 - Réception et traitement des messages du BroadcastChannel	48
Listing 14 - Interpolation de la rotation de l'abeille vers sa direction de mouvement	49
Listing 15 - Classe BarcodeScanner pour la lecture des codes via le port série	50
Listing 16 - Objet formaté dans le Store de l'abeille après le scan	51

1 Introduction

Le Centre de Compétences en Apiculture (CCA) situé à Vollèges est un lieu unique en Suisse. Il regroupe des compétences en lien avec les abeilles : pratique de l'apiculture, formation, agrotourisme, sensibilisation du public, apithérapie. Orienté vers des défis en lien avec la durabilité, le CCA est géré par la fondation ApiAlpes. Jean-Baptiste Moulin en est le coordinateur. Il assure le développement des projets et leur gestion opérationnelle.

L'objectif est avant tout de transmettre des connaissances sur les abeilles d'un point de vue professionnel, et éviter un aspect trop muséal ou touristique. Pour cela, le CCA organise des visites pour des publics variés d'enfants et de professionnels. Le centre possède un petit espace d'exposition intérieur ainsi qu'un jardin avec rucher et un chemin de 18 panneaux textuels nommé « le génie de l'abeille ». Réparti entre l'intérieur et l'extérieur, cet espace traite du thème général de l'abeille domestique.

Cependant, la pré-étude a permis de déterminer que d'une part, les panneaux d'information sur place sont peu consultés et suscitent peu d'engagement ; d'autre part, si certaines visites guidées intègrent des activités ludiques pour les enfants, les formats destinés aux adultes ou aux retraités reposent principalement sur une transmission d'informations sans activités, suivies d'un apéritif ou d'un petit-déjeuner.

Ce rapport présente la conception, le développement et la réflexion répondant à la problématique suivante :

**Comment concevoir une expérience interactive
pour sensibiliser le grand public au monde des abeilles ?**

Le projet consiste en une application web de jeu de quêtes liée à une borne interactive éducative. Ce document présente la conception, les choix techniques, pédagogiques qui ont guidé la création d'un MVP (Minimum Viable Product) à savoir, un produit minimal mais fonctionnel qui permet de tester l'expérience dans des conditions réelles sans encore intégrer tous les contenus finaux. Le document pose aussi les bases pour un projet évolutif.

1.1 Objectifs

L'objectif de ce projet est donc de fournir le squelette d'un jeu de piste numérique, qui s'articule autour d'un fil rouge présenté plus tard. Cette base permet de démontrer la viabilité du concept. Il est conçu sous la forme d'un MVP. Le contenu des postes physiques ne sont pas détaillés dans le cadre de ce travail de bachelor, mais l'ensemble a été pensé pour les accueillir facilement grâce à un système de gestion de contenu (CMS).

Les livrables définis sont les suivants :

- Une **webapp** qui sert de guide pour le jeu de piste
- Une **borne interactive** offrant une expérience plus éducative
- Un **système de gestion du contenu** (CMS) pour la webapp et la borne
- Une proposition de **conception des postes physiques**

1.2 Méthodologie

La conception et le développement ont suivi une approche itérative, articulée autour de la méthode du Design Thinking afin de répondre au mieux aux besoins du Centre de Compétences en Apiculture. La phase de pré-étude a d'abord permis de poser un fil rouge narratif et un concept général. Au cours des premières semaines après cette phase, le concept a été progressivement affiné en parallèle aux premières réflexions techniques et graphiques.

Ensuite, il a été essentiel de définir précisément l'interaction entre la webapp et la borne. Une phase centrée sur l'expérience utilisateur a permis de déterminer l'architecture de l'information et de produire des wireframes. Des tests utilisateurs ont été menés sur ces wireframes afin d'améliorer la compréhension du parcours. La conception a ensuite évolué vers une maquette haute-fidélité, suivie du développement progressif de la webapp, tout en conservant une logique itérative avec des retours au prototypage dans Figma. Une fois la webapp suffisamment avancée, la conception de la borne a été précisée suivie de son développement. Cela a impliqué le choix du matériel, des tests techniques sur Raspberry Pi, l'intégration des écrans et la mise en place du scanner. Par ailleurs, des tests intermédiaires d'hébergement ont été effectués chez Infomaniak pour anticiper des contraintes liées à la mise en ligne. Enfin, une affiche, un flyer ainsi que la construction de la borne ont été réalisés une fois que le niveau de développement était jugé suffisamment avancé.

Déroulement du projet (macro)	Semaines										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Affinage du concept											
Conception webapp et UX											
Design et Figma webapp											
Développement webapp											
Conception de la borne interactive											
Développement de la borne											
Construction physique de la borne											
Tests, hébergement et finalisation											

Tableau 1 - Vue macro du déroulement du projet

L'IA a été utilisée tout au long du projet. Cependant, elle a tendance à créer une chambre d'écho ce qui nécessite alors de demander explicitement de challenger une idée. Elle a également été utile pour passer des croquis aux illustrations comme présenté plus loin. Des générations d'images ont été utilisées pour alimenter le moodboard et imaginer la construction de la borne. ChatGPT¹, Deepseek² et Github Copilot³ ont été utilisés pour accélérer le développement web, notamment pour trouver des noms de commit, avoir un code fragmenté et pour générer des fonctions javascript. La relecture et modification du code généré a toujours été effectuée. Finalement, l'IA a été utilisée pour corriger la syntaxe et l'orthographe.

¹ ChatGPT, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://chatgpt.com> [consulté le 6 août 2025].

² DeepSeek, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://chat.deepseek.com> [consulté le 6 août 2025].

³ GitHub Copilot · Your AI pair programmer, 2025 GitHub [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://github.com/features/copilot> [consulté le 6 août 2025].

2 Conception de l'expérience globale

L'expérience s'articule autour de trois dimensions :

1. Une webapp pour guider le visiteur
2. L'observation et la réalisation d'activités physiques réelles
3. Une borne éducative avec une colonie virtuelle des abeilles des utilisateurs

L'utilisateur adopte une jeune abeille et doit se déplacer physiquement à l'intérieur et à l'extérieur du CCA. Son rôle est de compléter différentes tâches qui mèlent un quiz dans l'app et une activité physique. Ces tâches sont indiquées physiquement à l'aide de codes QR. L'abeille va acquérir de l'expérience et apprendre avec l'utilisateur.

À la fin de l'expérience, l'utilisateur est invité à ramener l'abeille dans la colonie virtuelle du centre (borne interactive). Cette borne est également didactique et permet d'en apprendre plus sur les abeilles et les métiers de l'abeille à l'aide de vidéos courtes.

L'application apporte un aspect ludique et éducatif léger alors que la borne amène un contenu plus sérieux en continuant cette direction ludique.

2.1 Publics cibles

Le profil du public cible c'est affiné après la pré-étude. Il était composé uniquement des familles alors que l'actuel inclus aussi les écoles (10-15 ans) et de groupes plus âgés comme des couples. L'objectif du centre est de s'ouvrir au public et aux individus, d'où le terme « grand public » inscrit dans la problématique de ce travail de Bachelor.

Dans l'état actuel, les visites sont principalement francophones et les contenus déjà présents le sont aussi. Néanmoins, au cours de stades préliminaires de la réalisation, il a été déterminé que l'option multilingue est nécessaire à long terme car le public du Val de Bagnes est aussi anglophone. Ce prototype est développé en français, mais une expansion en plusieurs langues est possible.

2.2 Détails de l'expérience

L'expérience s'articule autour de l'essaimage. Il s'agit du mode naturel de reproduction des colonies d'abeilles. C'est un phénomène par lequel une partie des abeilles quitte la ruche avec la vieille reine pour fonder une nouvelle colonie ailleurs.

Au cours de l'introduction dans l'application, c'est la moitié d'une ruche (fictive) du Centre de Compétences qui s'agit : elle entre en essaimage. Une abeille désorientée se retrouve alors séparée du groupe. C'est elle que le joueur va accompagner tout au long de l'expérience.

Son objectif est de guider progressivement l'abeille vers son essaim. Un parcours constitué de différents arrêts où des tâches doivent être effectuées permet d'atteindre l'emplacement final (la borne) où l'essaim attend l'abeille.

Les tâches aident symboliquement l'abeille à surmonter un obstacle, à collecter une ressource ou à comprendre un élément important. Cependant, c'est l'utilisateur qui effectue les tâches. Celles-ci sont ancrées dans le monde réel et impliquent une activité physique. L'idée est que l'utilisateur vive un mini-challenge « manipulatif » ou « d'observation » avant de revenir dans l'application pour valider la partie numérique à l'aide d'un quiz.

Au départ, toutes les tâches sont déverrouillées sauf la finale. Ce choix permet, dans le cas de visites importantes, de répartir les visiteurs en plusieurs sous-groupes de 2 à 6 personnes. Ils peuvent ainsi répondre ensemble aux quiz mais en petits comités. L'organisation de l'aspect collaboratif est externalisée afin de garder une application sans surcharge cognitive et d'éviter la complexité d'une application multi-parcours ou multi-publics.

Les utilisateurs avancent dans leur quête grâce à des indices sur la webapp. Ceux-ci sont principalement textuels mais incluent la solution avec une image du lieu.

Une fois toutes les tâches effectuées, la borne constitue le moment de réflexion où l'utilisateur consulte un contenu plus structuré et didactique composé de vidéos. Chaque module de la borne ajoute un complément d'information aux tâches réalisées précédemment. Par exemple, un module sur l'apiculture complète le poste sur les outils de l'apiculteur.

En scannant le code abeille sur la borne, l'utilisateur accède, en plus des contenus, à un résumé personnalisé des compétences développées selon les tâches réalisées, par exemple : « tu sais maintenant repérer une fleur mellifère ». Ensuite, il peut rendre son abeille à l'essaim. Si le visiteur ne participe pas au jeu, la borne reste ouverte et les modules peuvent être explorés pour en apprendre plus sur l'abeille domestique.

2.3 Justification du choix de l'expérience

La pré-étude a permis de déterminer le fil rouge et le format de l'expérience. Plusieurs raisons ont conduit à choisir la solution actuelle, à savoir un jeu de piste avec des codes QR.

Le besoin exprimé concernait une solution numérique mais qui ne ressemblait ni à un musée, ni à un parc d'attractions. Il s'agissait de garantir une information de qualité tout en proposant une approche à la fois éducative et ludique. Pour répondre à cette exigence, un système de gestion de contenu riche (audio, vidéo, texte) a été mis en place. Ce système permet aux contenus d'évoluer et d'être adaptés avec la future direction que prendra le centre de compétences.

L'histoire du fil rouge permet aussi d'introduire progressivement un aspect plus avancé et peu connu du grand public. En effet, l'enquête menée (annexe page 63) pendant la pré-étude a révélé que l'essaimage ne fait pas partie des notions spontanément associées à l'apiculture, contrairement à des termes plus courants comme la ruche, le miel ou la pollinisation. En segmentant les résultats, on peut classer « essaim » dans une seconde découpe : un niveau de connaissance intermédiaire mais suffisamment connu pour ne pas perdre l'utilisateur. Ce positionnement en fait un excellent point d'ancre narratif.

Parmi les termes suivants, lesquels sont liés à l'apiculture ?

42 réponses

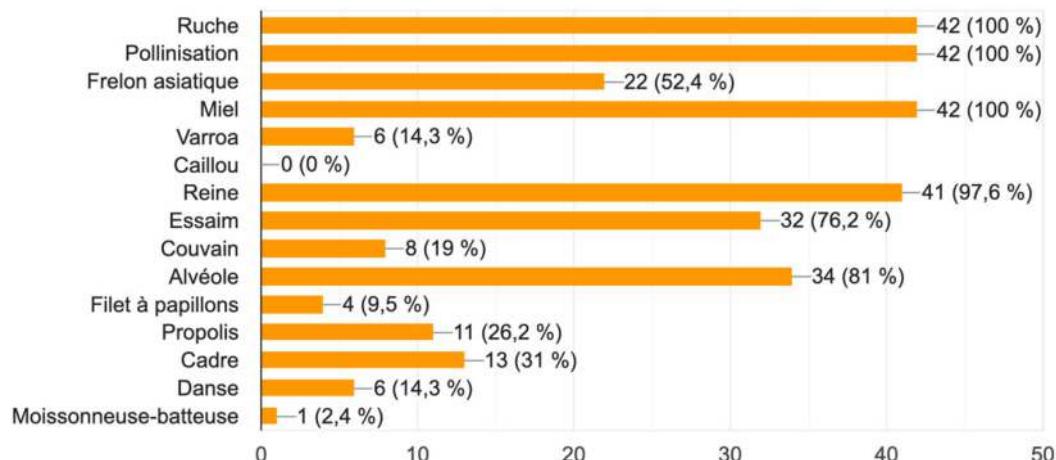


Figure 1 - Répartition des réponses au niveau de connaissance en apiculture

Pour répondre à l'ensemble des besoins identifiés pendant et après la pré-étude, la solution devait également remplir d'autres critères :

- Prioriser les ressources physiques présentes sur le site et encourager l'observation et l'action.
- Permettre à l'utilisateur d'entrer dans le parcours à n'importe quel moment.
- Favoriser l'interaction et le sentiment d'appartenance à un groupe.
- Être utilisable aussi bien seul qu'en groupe.

Malgré leur aspect peu attractif, les codes QR ont l'avantage de pouvoir transporter des données et d'être universels. Ce dernier point permet à l'expérience d'être flexible. Un visiteur peut scanner et accéder à un poste même sans avoir commencé le jeu.

Cette solution est gratuite et ouverte au public. Elle a l'avantage de s'adapter à différents contextes : visiteurs individuels, groupes et écoles. Quelques tablettes tactiles seront mises à disposition pour ceux qui n'ont pas de smartphone.

La principale difficulté réside dans le fait d'utiliser le smartphone comme un guide et non comme l'outil principal. Il s'agit d'une expérience numérique mais l'objectif n'est pas de promouvoir l'usage excessif du smartphone. Elle a été pensée pour être non intrusive et inclure un maximum d'éléments réels. D'une part, le déplacement se fait à l'aide d'indices plutôt qu'avec un GPS, ce qui limite cet effet. Puis, les tâches sont développées pour être physiques. Le smartphone sert de complément d'information et de contexte narratif pour l'expérience. Enfin, la borne fixe ajoute de l'interaction avec l'application et un contenu plus éducatif.

L'expérience combine des moments d'action, de réflexion et de feedback. Les tâches amènent l'utilisateur à accomplir des activités concrètes dans l'environnement réel du Centre avant de revenir sur l'écran pour valider à l'aide d'un quiz. Ce déroulement permet à l'utilisateur d'agir directement dans le contexte du site et de mieux contextualiser les notions abordées.

La variété des formats (texte, audio, image, activité physique) permet de s'adapter aux différents publics. Enfin, un système de feedback explicatif et non punitif à la fin des quiz encourage l'apprentissage en valorisant la progression et la compréhension plutôt que la performance.

2.4 Parcours utilisateur complet

L'expérience est imaginée avec trois atterrissages possibles :

1. Depuis la webapp (potentiellement ouverte depuis un QR ou sur le site web)
2. Depuis un code QR de tâche
3. Depuis la borne interactive

Dans chaque cas, l'utilisateur est incité à rejoindre le jeu, que ce soit par curiosité, par interaction directe avec un support physique, ou grâce à la bannière promotionnelle affichée sur l'écran de la borne.

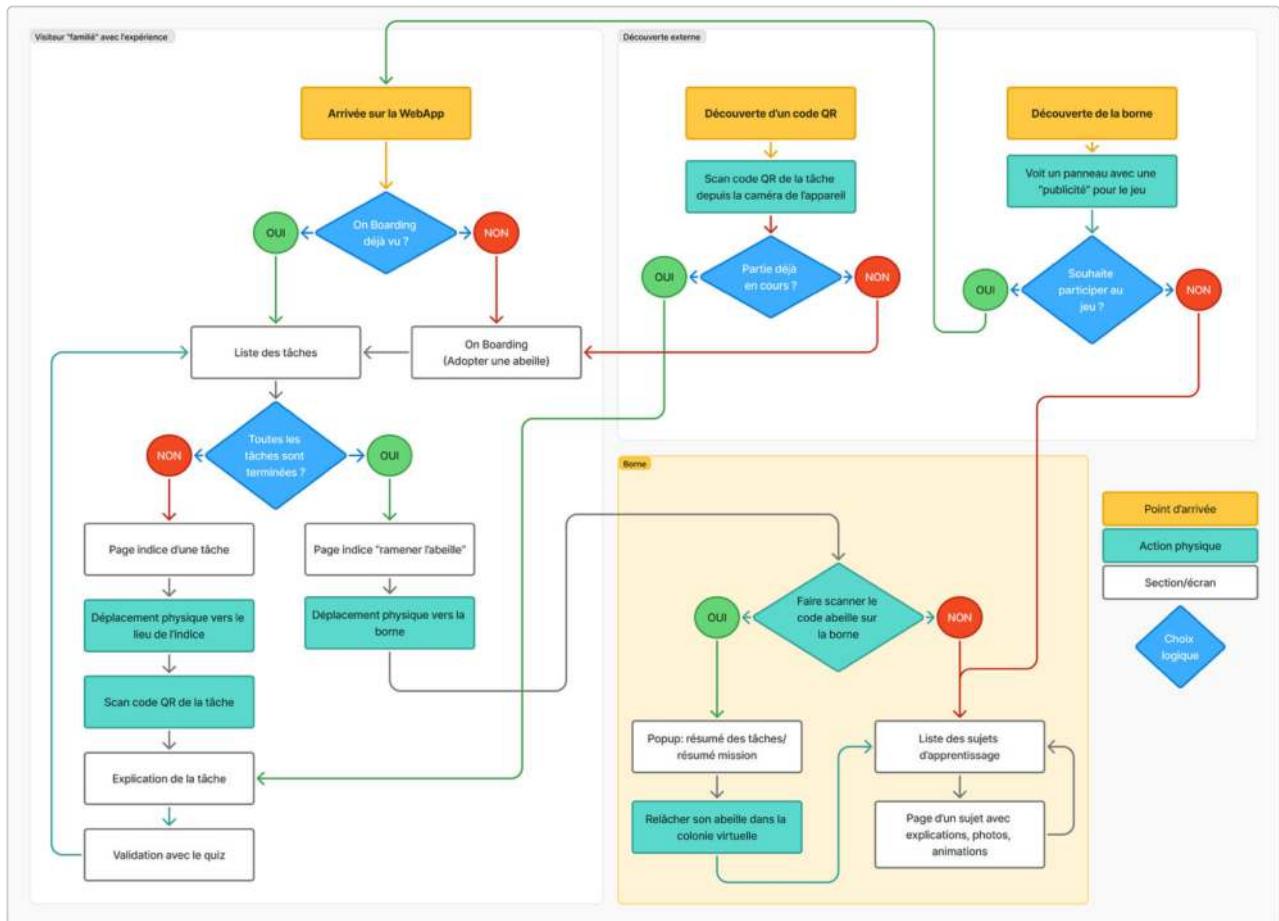


Figure 2 - Schéma du parcours utilisateur avec points d'entrée multiples

L'utilisateur peut accéder à la webapp via un code QR ou le site web du CCA. Il est guidé à travers une phase d'onboarding qui introduit l'histoire et le jeu avant de lui permettre de choisir une tâche. Si l'utilisateur scanne directement un code sur le terrain sans être passé par l'introduction, l'application vérifie s'il y a une partie en cours. Si ce n'est pas le cas, il est redirigé après la tâche vers l'introduction. Enfin, l'utilisateur peut découvrir l'expérience en consultant la borne interactive. Il est alors invité à rejoindre la webapp via un code QR ce qui lui permet de commencer l'expérience.

Proposer trois points d'entrée différents permet à l'utilisateur de démarrer l'expérience quel que soit son parcours ou son contexte de visite. En effet, les visiteurs n'interagissent pas tous de la même manière avec un lieu ou un dispositif. C'est pourquoi l'accès à l'expérience a été pensé de cette façon. Certains seront attirés par l'aspect ludique du jeu, d'autres réagiront au codes QR sur le terrain, tandis que certains se contenteront de la borne interactive. Cela répond à la demande d'un dispositif autonome, ouvert et flexible. De plus, l'expérience reste accessible dans un contexte hivernal où le jardin est difficilement accessible.

2.5 Charte graphique

Les premières réflexions autour de l'univers graphique ont permis de déterminer que la direction artistique doit répondre à l'aspect ludique. L'identité visuelle évoque un univers rassurant du monde de l'enfance. Une direction trop sérieuse risquerait de rendre l'expérience trop muséale ou intimidante et non adaptée aux publics cibles (familles, écoles). C'est aussi pour cette raison que le tutoiement est privilégié tout au long de l'expérience afin d'inclure le visiteur comme un membre. Ce choix renforce l'engagement émotionnel et favorise l'apprentissage par une relation de proximité plutôt que par un discours formel. Ce ton participe également à rendre le contenu scientifique plus compréhensible et mémorable.

Le choix d'un univers visuel en 2D s'est imposé naturellement. Contrairement à la 3D, qui aurait exigé une modélisation plus complexe et des animations lourdes, la 2D permet une identité visuelle facilement personnalisable.

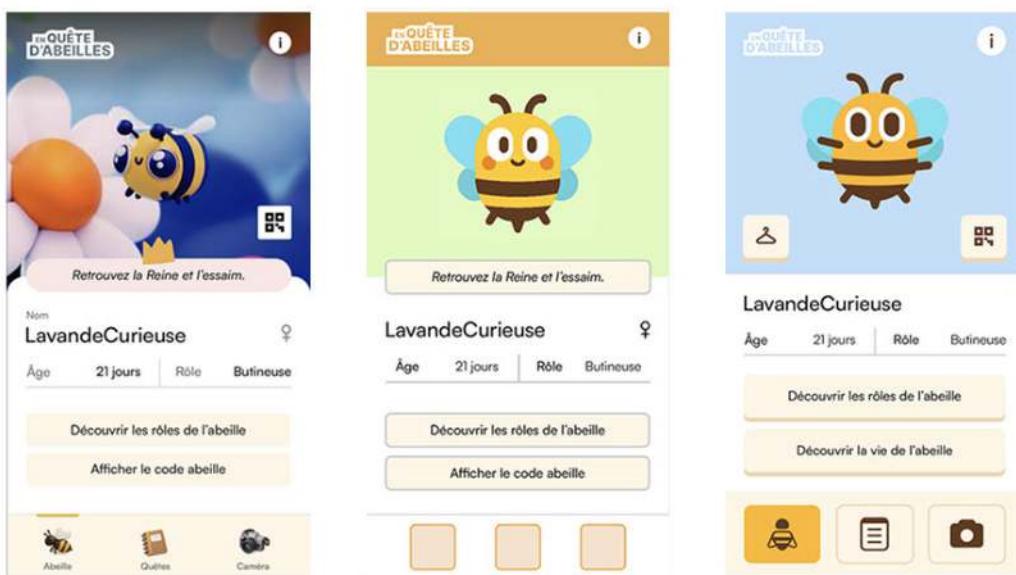


Figure 3 - Evolution et recherche de l'identité visuelle⁴

Ce choix 2D réduit la charge cognitive avec des illustrations au style flat design sans trop de détails. Des animations SVG légères sont envisagées pour enrichir l'expérience.



Figure 4 - Illustrations de l'abeille, du faux bourdon et de la reine

⁴ Référence de l'image 3D de la Figure 3 : HASSENFRATZ, EJ, 2024. Bumbling Bumble Bee. *Dribbble* [en ligne]. 18 janvier 2024. Disponible à l'adresse : <https://dribbble.com/shots/23469272-Bumbling-Bumble-Bee> [consulté le 6 août 2025].

La palette de couleurs s'inspire à la fois de l'univers apicole et de la nature. Des tons doux comme le beige, le brun et le crème évoquent la cire, le bois et la ruche. Le vert et le bleu clair rappellent les éléments naturels du jardin et du paysage. Des couleurs vives comme le jaune miel ou l'orange sont utilisées avec parcimonie.

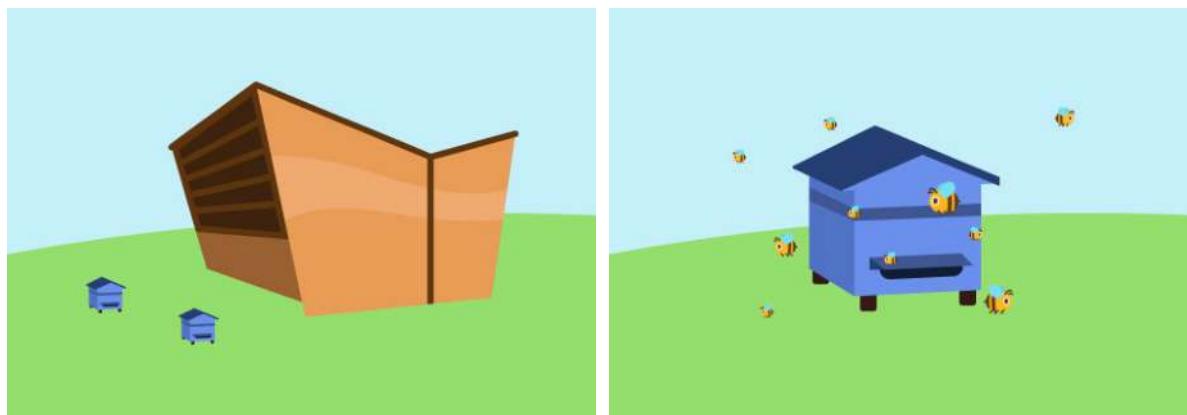


Figure 5 - Illustrations du bâtiment et de la ruche

Les illustrations sont volontairement simples sans ombres et sans trop de détails. Cette approche permet de réduire la charge cognitive. Ce choix s'aligne aussi avec les recommandations en design UI pour les serious games qui préconisent des visuels clairs, expressifs et facilement reconnaissables (Zeeshan Academy 2021). La simplicité graphique facilite la cohérence de l'univers sur tous les supports (borne, mobile, affiches) et rend l'ensemble plus facile à décliner.

Initialement, un logo spécifique avait été envisagé pour l'expérience. Cependant, cela risquait de créer une identité parallèle ou un produit dérivé et ne correspondait pas aux objectifs du projet. Pour cette raison, l'expérience ne possède pas de logo et reste non brandée. Elle peut, à l'avenir, intégrer les éléments graphiques ou le logo officiel du CCA si cela s'avère pertinent pour sa communication.

Les polices choisies suivent la même logique que l'univers visuel : elles doivent être lisibles, ludiques, agréables à lire et accessibles. Plusieurs typographies ont été explorées, y compris des polices dites pour personnes dyslexiques. Cependant, dans une étude, des chercheurs ont déterminés que ces polices performaient en fait moins bien pour les personnes dyslexiques (Terada 2022).

Les typographies sont les suivantes (elles sont utilisables gratuitement pour des projets commerciaux) :

- **Pally (Variable)** pour les titres⁵
- **Fredoka** pour le corps⁶



Figure 6 - Typographies utilisées

⁵ Pally Font Family, *Fontshare: Quality Fonts. Free.* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.fontshare.com/fonts/pally> [consulté le 6 août 2025].

⁶ Fredoka, *Google Fonts* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fonts.google.com/specimen/Fredoka> [consulté le 6 août 2025].

2.6 Inspirations graphiques

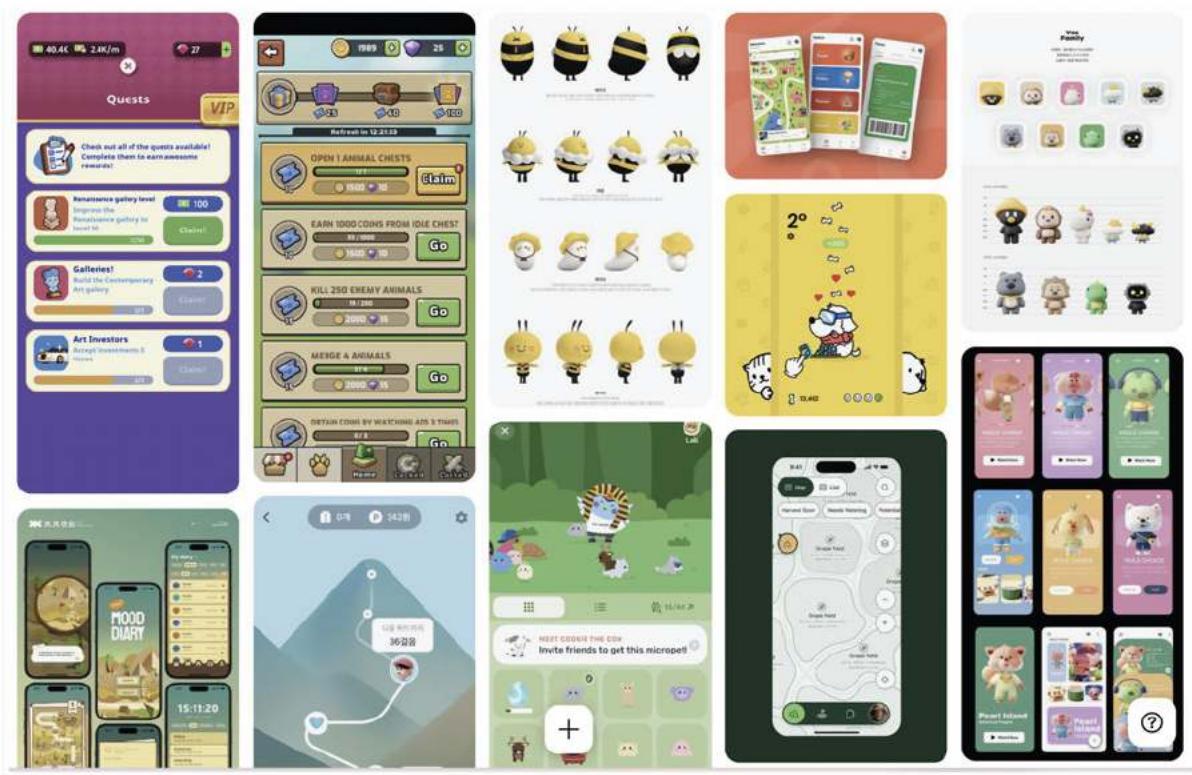


Figure 7 - Extrait des inspirations et du moodboard

Du point de vue graphique, l'interface et les illustrations s'inspirent principalement de Duolingo⁷ ainsi que de jeux mobiles populaires comme Clash Royale ou Candy Crush. Ces inspirations graphiques sont déjà familières du public, ce qui évite de réinventer un style potentiellement compliqué ou trop sérieux. Toutefois, pour ce projet, la charge cognitive a été volontairement réduite contrairement à Clash Royale ou Candy Crush. L'un des éléments clés repris de Duolingo est l'usage de personnages visuels expressifs et animés pour renforcer la motivation et l'engagement émotionnel. Ces points sont bien décrits dans un article de Raw Studio (Bilham 2021).

Enfin, l'IA (ChatGPT) s'est avérée pratique pour générer des illustrations à partir de croquis préparés dans Illustrator. L'IA a été guidée pour prolonger cet univers graphique, par exemple, pour la représentation stylisée du bâtiment du Centre de Compétence. Ces visuels ont ensuite été retravaillés dans Adobe Illustrator afin de les adapter parfaitement aux besoins du projet.



Génère une illustration basée sur le croquis qui reprend le bâtiment sur la photo. Utilise le style flat design comme sur l'illustration de l'abeille.



Figure 8 - Capture d'écran ChatGPT pour générer l'illustration du bâtiment

⁷ Apprends une langue gratuitement, *Duolingo* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.duolingo.com/> [consulté le 6 août 2025].

3 Conception de la WebApp

La WebApp amorce l'expérience. Elle est à la fois un support narratif, un guide interactif et un moteur de gamification. Elle accompagne l'utilisateur tout au long de sa mission.

L'expérience repose aussi sur une forte dimension émotionnelle avec l'adoption d'une abeille. L'utilisateur ne choisit pas son nom. Celui-ci est généré aléatoirement à partir d'un préfixe et d'un suffixe combinés, créant plusieurs combinaisons comme « ZazaTournesol » ou « MiniPollen ». Ce système évite les problèmes de modération ou de gestion manuelle qui implique des injections ou des noms obscènes. En complément du nom, une personnalité aléatoire est également générée pour chaque abeille. Elle s'appuie sur une sélection d'adjectifs, d'ennemis et de plantes favorites, permettant de créer une mini-description unique. Par exemple : « ZazaTournesol est une jeune abeille indépendante et un peu curieuse. Elle adore la bourrache mais est terrifiée des ours. »

L'abeille évolue avec un système de niveaux s'inspirant des rôles réels d'une abeille dans la ruche. Le niveau est imaginé avec les étapes suivantes : Novice, Nettoyeuse, Bâtisseuse, Ventileuse, Gardienne, Butineuse. Pour renforcer la personnalisation, des accessoires visuels peuvent être débloqués après chaque tâche. Cette fonction contribue à la gamification sans introduire de compétitivité.



Figure 9 - Illustrations de l'abeille accessoirisée

3.1 Architecture de l'information

Pour définir l'architecture de l'information, il a d'abord été nécessaire de lister les tâches principales de l'application. Ce processus s'est ensuite affiné et précisé en deux grandes catégories : *Profil Abeille* et *Quêtes*. La structure de l'information a été créée en gardant en tête les bonnes pratiques présentées sur le site « Laws of UX » (2025a).

La présentation sous forme de quête ainsi que le terme proviennent du monde des jeux vidéo. Le joueur est souvent muni d'un journal dans lequel il voit les tâches à accomplir pour terminer une quête. L'inspiration de l'avatar de l'abeille provient des jeux types *Pokemon Go*⁸, dans lesquels on capture ou adopte un animal virtuel.

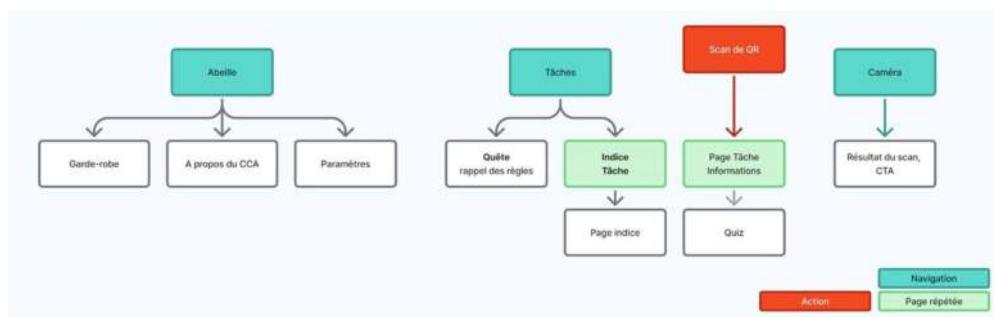


Figure 10 - Structure des pages de la webapp

⁸ Pokémons GO, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://pokemongo.com/fr> [consulté le 6 août 2025].

La navigation de la webapp est organisée à l'aide des deux tâches principales : *Abeille* et *Quêtes*. Afin de ne pas quitter l'application pour scanner les codes QR une section *caméra* est jugée nécessaire accessible depuis les tâches et dans le menu.

Au départ, cette navigation était dans l'ordre suivant : profil, tâches puis caméra. L'ordre a ensuite changé pour placer les tâches en premier et le profil en dernier. En effet, l'objectif principal du jeu est de faire les activités. De plus, ce réagencement s'appuie sur le concept de modèle mental décrit par Jakob Nielsen et décrit dans un article sur NNgroup (2024) : les utilisateurs ont l'habitude de retrouver les informations liées à leur profil à droite de la navigation, ce qui contribue à rendre l'interface plus intuitive et cohérente avec leurs attentes.

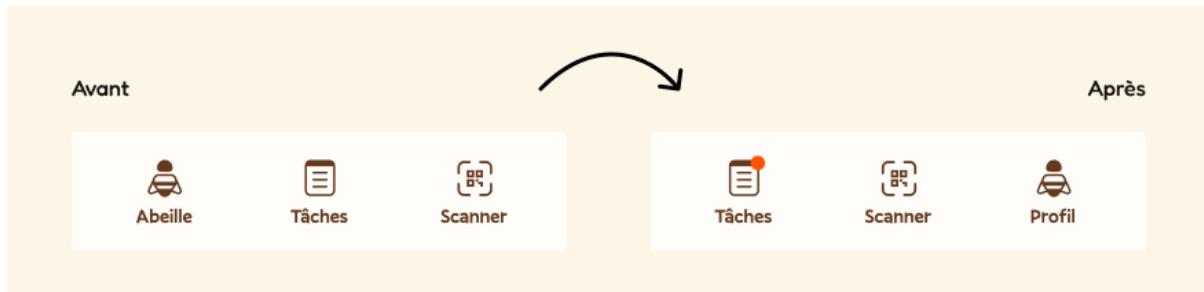


Figure 11 - Barre de navigation avant et après

3.2 Prototypes papier & tests utilisateurs

Dans la démarche de conception, il a été décidé de réaliser des prototypes papier (annexe page 69) afin d'aller plus rapidement et d'éviter le piège des détails et des alignements sur Figma. Cela a permis un premier zoning (emplacement des éléments) et renforcé la réflexion des détails du user flow avec une identification des premiers problèmes.

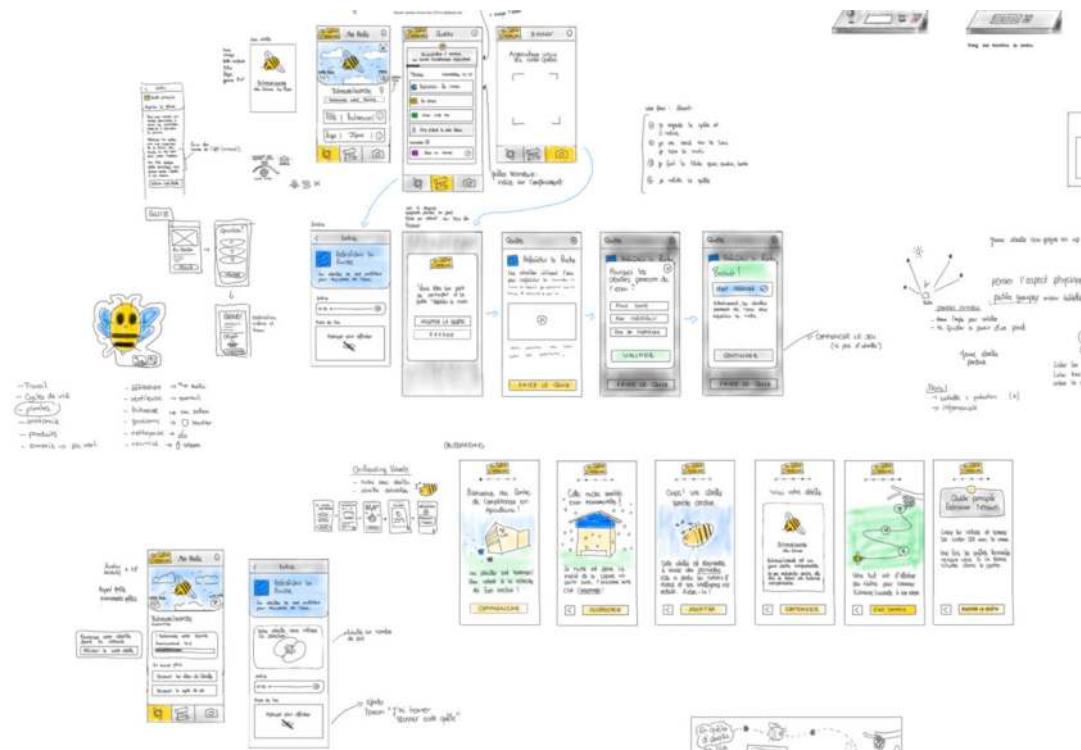


Figure 12 - Vue d'ensemble des prototypes papier

Dans une démarche centrée utilisateur, plusieurs tests ont été réalisés sur les prototypes papier afin de recueillir des feedbacks tôt dans le processus. Ces premiers essais ont permis d'identifier des problèmes importants.

Le terme de *quêtes secondaires* qui était utilisé pour désigner les tâches provoquait de la confusion. Comme mentionné lors du test avec Olivier Lonneux (qui est familier des jeux vidéo), cela donnait l'impression que le contenu était facultatif, ce qui bloquait la compréhension du user flow.

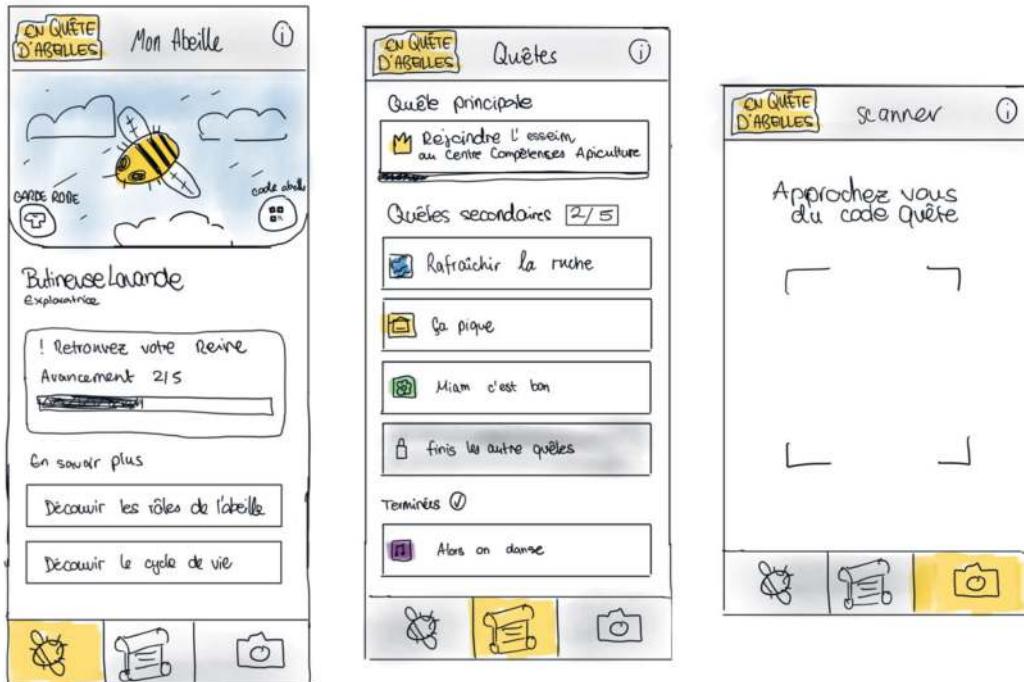


Figure 13 - Wireframe papier des trois écrans principaux

Un deuxième problème a été identifié par une autre personne : la manière de scanner la quête. Ce test a conduit au remplacement du pictogramme de la caméra par celui d'un scanner, ainsi qu'à l'ajout de labels dans la navigation. Elle ne comprenait pas en quoi les tâches étaient liées à l'objectif principal, à savoir rejoindre l'essaim.

Ces enseignements ont permis d'orienter la conception du prototype haute-fidélité, avec pour priorités de clarifier le vocabulaire, d'optimiser les pictogrammes et de renforcer la contextualisation des actions afin de garantir une expérience plus fluide, compréhensible et engageante.



Figure 14 - Corrections et essais de nouveaux layouts pour la page des tâches

3.3 Design System

Un design system a été conçu sur mesure mais très minimalist. L'objectif était de trouver un équilibre entre rapidité de conception et cohérence visuelle. Certaines pages ont été itérées plusieurs fois afin de trouver la bonne approche, tandis que d'autres, plus simples (comme la page des paramètres), ont été réalisées sans maquette pour gagner du temps. En définissant clairement les espacements et la taille des caractères dès le départ, il a été possible de coder ou créer rapidement une page sans maquette détaillée.

Le choix a été fait de ne pas utiliser de design system prédéfini (comme Material Design ou un kit UI existant), afin de proposer une interface plus personnalisée. Malgré tout, certaines règles fondamentales ont été reprises de Material Design 3 (2021).

Pour le choix de la taille de la typographie (Khmelyk 2024), une échelle inspirée du système "major second" (inspiré par Material Design) a été utilisée, avec une base ajustée à 18 px au lieu des 16 px standards. Ce choix a été motivé par une volonté d'accessibilité pour un public familial incluant des enfants ou des personnes âgées.

L'outil TypeScale⁹ a servi de base pour définir les niveaux typographiques en ignorant certaines tailles trop proches comme le recommande également Material Design 3 (2021).

Les règles d'espacement ont été définies avec une marge sur les côtés de 16 px et des incrément de 4 px (utilisés principalement : 16, 24, 32, 40). La grille sur mobile repose sur 5 colonnes dans une largeur de 360px comme celle de Material Design 3 (ibid.).

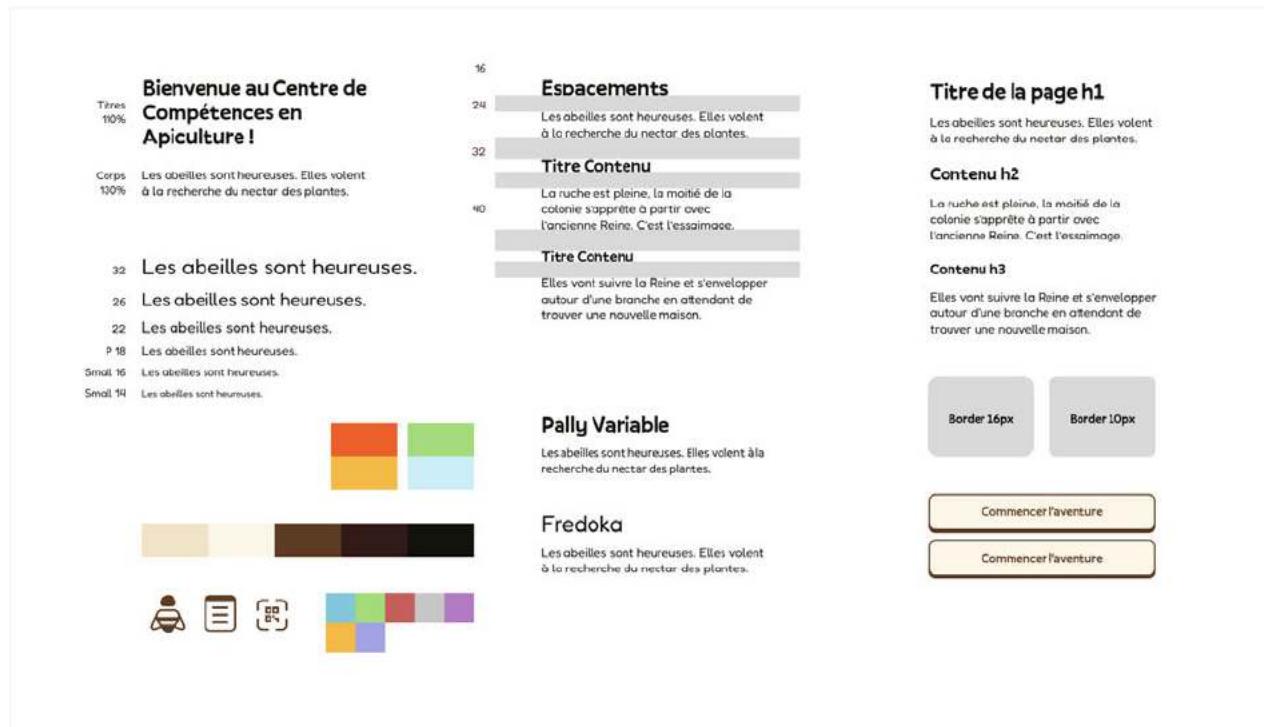


Figure 15 - Extrait du design system

⁹ Typescale, *Typescale* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://typescale.com/> [consulté le 6 août 2025].

3.4 Prototypes Figma

Le passage du prototype papier à la version haute-fidélité a permis de structurer l'expérience de manière cohérente. Bien que le prototype Figma ne soit pas finalisé, il offre une vision du fonctionnement de la WebApp. Certains choix ont été affinés ou directement implémentés au moment du développement, grâce au design system.

L'onboarding constitue la première étape du parcours utilisateur. Il présente les bases narratives (l'abeille perdue, la mission à accomplir). Un résumé de l'histoire est aussi accessible dans la page des tâches après le jeu commencé.

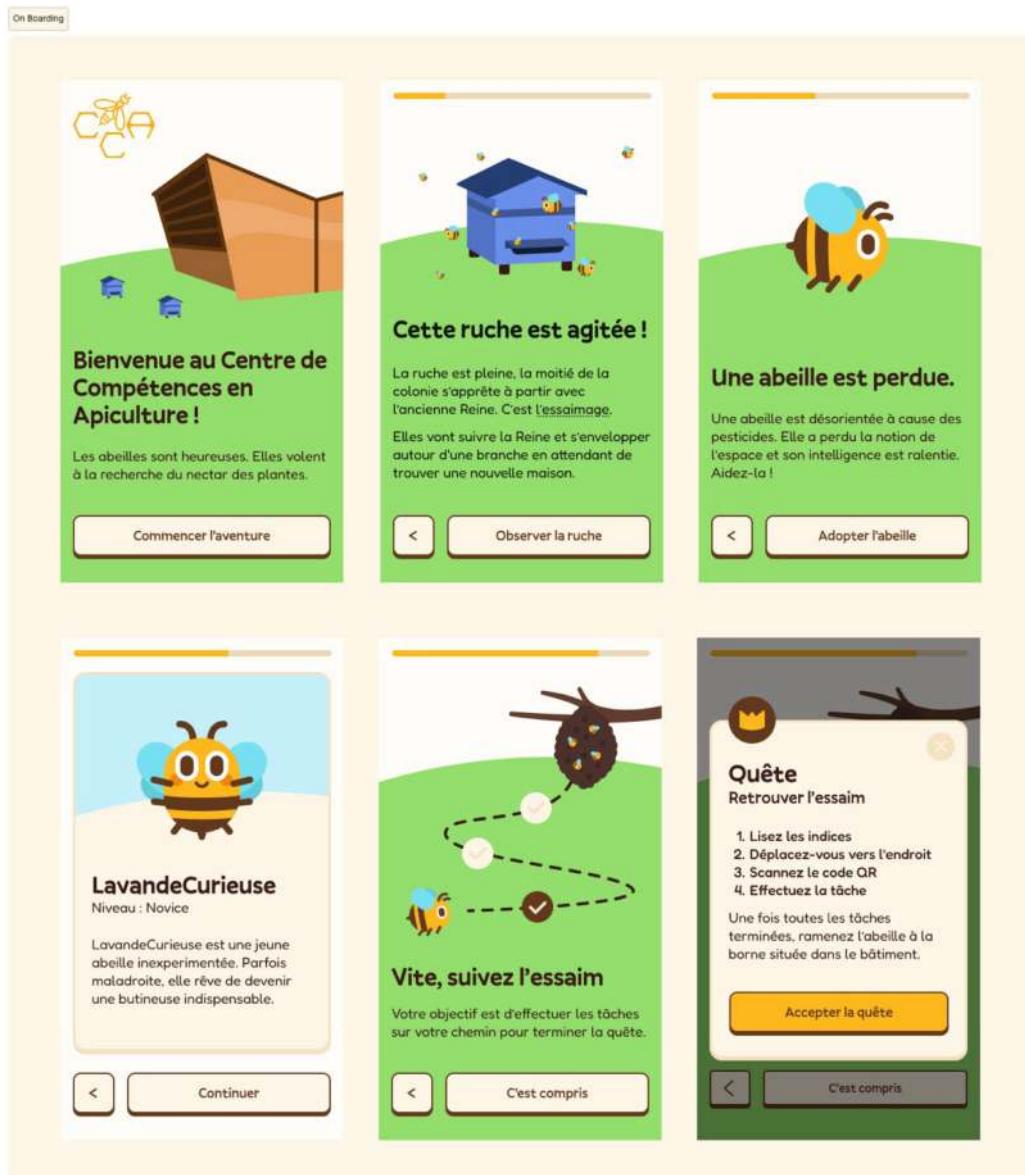


Figure 16 - Maquette figma du processus de on Boarding

L'utilisation de modales dans la webapp (et dans la borne) suit les bonnes pratiques recommandées par un article sur Nielsen Norman Group (Fessenden 2017). Il précise que les modales sont adaptées lorsqu'il faut attirer l'attention de l'utilisateur sur une information importante ou déclencher une action spécifique. Dans l'application, elles sont utilisées pour le scanner, le quiz et l'onboarding, afin de marquer clairement une étape clé. Par exemple dans le onboarding, la modale permet d'éviter que l'utilisateur passe trop vite les instructions. Il est arrêté sur la dernière étape pour attirer son attention sur l'objectif du jeu.

Parmi les écrans clés, celui de la liste des tâches a représenté le plus grand défi en termes de conception UX. L'expérience repose sur une liste non linéaire des tâches. Elles sont toutes accessibles dès le départ (à l'exception de la tâche finale). Cette liberté d'action pouvait toutefois générer une confusion en lien avec le principe de « choice overload » décrit dans Laws of UX (Yablonski 2025b). Il souligne la tendance des utilisateurs à se sentir submergés face à un trop grand nombre d'options.

Pour répondre à cette problématique, plusieurs structures ont été testées : une représentation cartographique a été envisagée mais elle induisait un ordre. La solution retenue est donc une liste verticale des tâches. Afin d'accompagner l'utilisateur dans la compréhension du fonctionnement de cet écran et du déroulement des tâches, un écran a été ajouté au *onboarding* présentant les étapes menant à l'objectif « Retrouver l'essaim ».



Figure 17 - Exploration de l'écran "Tâches" en carte (design non retenu)

Ce prototype sert à la fois de base fonctionnelle pour le développement, d'outil de validation UX et de support de présentation du projet.

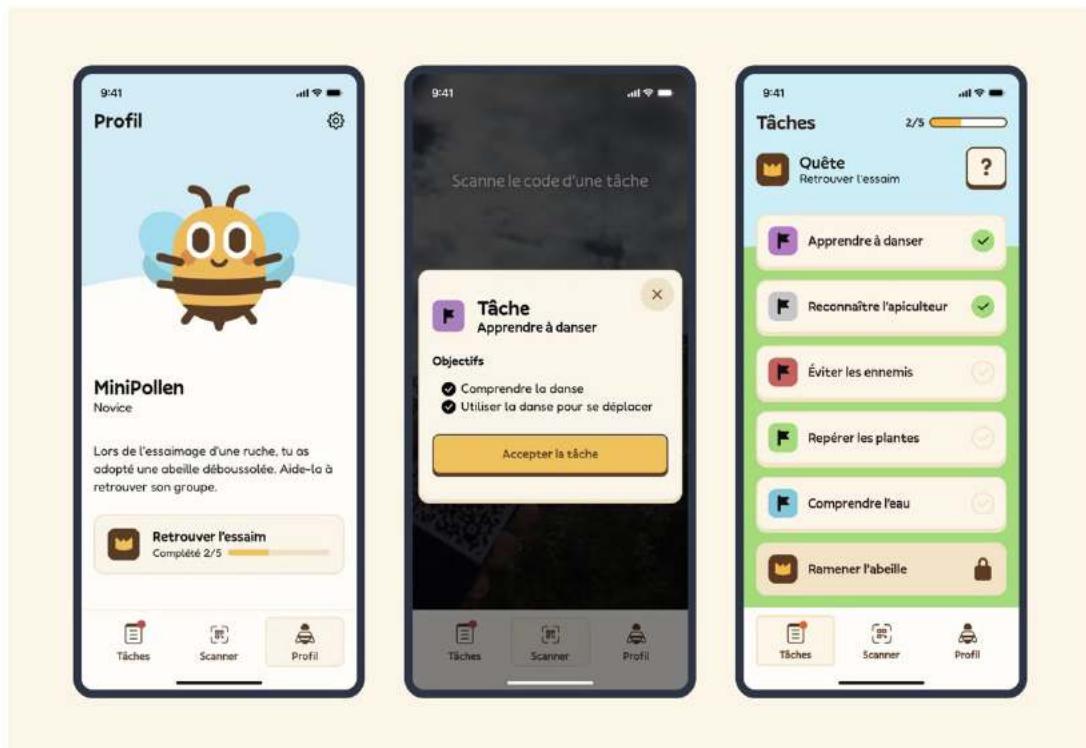


Figure 18 - Maquette Figma des trois écrans principaux

L'interface a été conçue principalement pour une utilisation mobile. Toutefois, une vue tablette a également été prévue. Dans cette configuration, la webapp conserve la logique de la version mobile, mais avec quelques ajustements : la barre de navigation est déplacée sur le côté gauche, et les contenus sont centrés à l'écran avec une largeur maximale de 732 pixels. Ce choix s'inspire également des principes du Material Design 3 (2021).

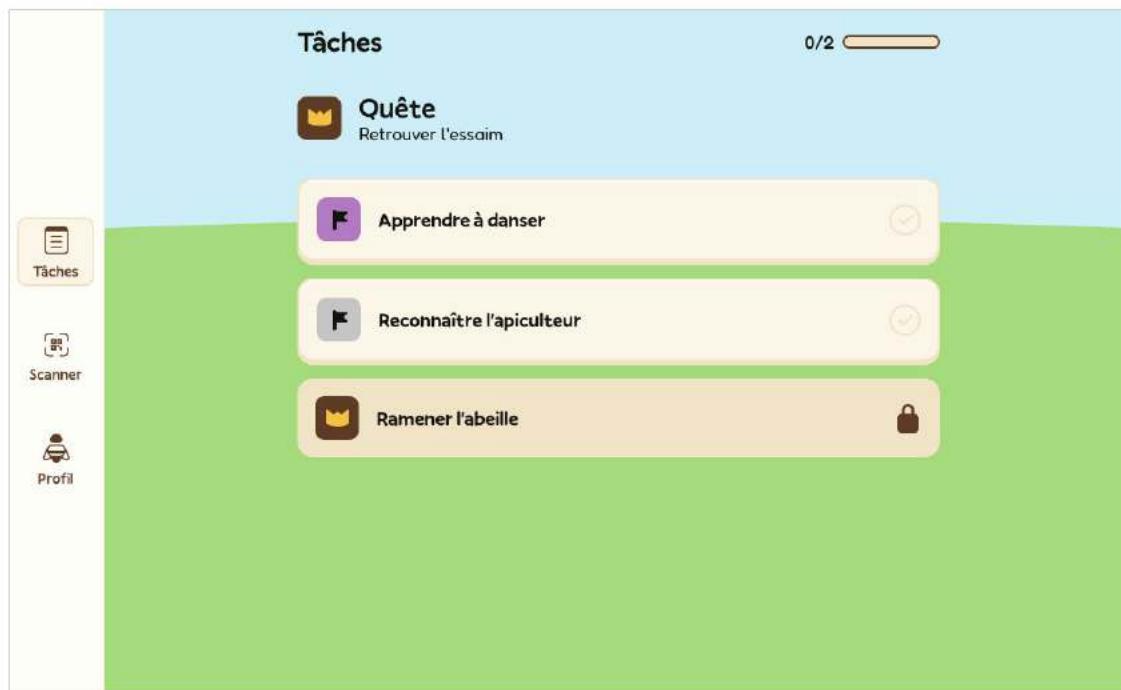


Figure 19 - Page des tâches en version tablette et ordinateur

4 Conception des postes physiques

L'expérience ne se limite pas à l'écran : elle s'ancre dans le réel à travers des postes physiques. Les utilisateurs doivent localiser les tâches à l'aide d'indices puis scanner un code QR.

Chaque poste est matérialisé par un code QR idéalement pyrogravé sur une petite plaque en bois ou imprimé. Il arbore le pictogramme de drapeau et la couleur de la tâche. Cette signalétique visuelle permet aux visiteurs d'identifier facilement les QR code du jeu. Ce code peut être apposé sur un support existant mais lorsqu'aucun n'est disponible, une ruchette peut être utilisée. Ce choix n'est pas anodin : les ruchettes sont utilisées pour l'élevage des reines et correspondent au fil rouge narratif basé sur l'essaimage.



Figure 21 - Ruchette d'élevage de reine



Figure 20 - Exemple de code QR d'une tâche

La création des postes s'est basée sur une réflexion pédagogique, scénaristique et logistique. Chaque poste devait à la fois :

1. S'inscrire dans le fil rouge de l'essaimage.
2. Être réalisable sans surveillance.
3. Avoir un but éducatif clair.
4. Proposer une action physique courte.

Un tableau de mise en place des contenus a été réalisé pour faciliter la réflexion et assurer l'homogénéité (Annexe page 75).

Dans la WebApp, les contenus doivent rester brefs et encourager le monde réel. L'explication tient en une seule hauteur d'écran, médias compris, et la tâche se limite à un texte court accompagné ou non d'un média.

Voici un exemple de poste sur les outils de l'apiculteur (plus récent que l'annexe) :

Indice	On raconte qu'avant d'entrer dans la ruche, les abeilles le croisent souvent. Tu le trouveras là où le chemin du jardin commence. Peut-être qu'il pourra t'aider à retrouver l'essaim.
Explication	« L'apiculteur, c'est un peu le gardien de la ruche. Il ne vient pas uniquement pour récolter du miel ! Il vérifie si la colonie se porte bien, la protège des maladies et veille à ce qu'elle ait de quoi manger, surtout en hiver. Sans lui, les abeilles auraient bien plus de mal à survivre. En participant à ce jeu, tu prends un peu ce rôle toi aussi ! »
Tâche	« Observe autour les outils utilisés par l'apiculteur. Tu peux, par exemple, faire semblant d'utiliser un enfumoir : il permet de calmer les abeilles en bloquant leurs signaux d'alerte. »
Quiz	« À ton avis, quel outil sert à ouvrir la ruche sans déranger les abeilles ? » <i>Note pour que ça fonctionne : Les outils disposés sur une ruche didactique et une table doivent avoir des étiquettes.</i>

Tableau 2 - Exemple des contenus du poste sur l'Apiculteur

5 Conception de la borne interactive

La borne interactive constitue le point final du parcours, mais aussi un espace d'approfondissement et de partage. Dans les premiers croquis de la borne, il avait été envisagé de reprendre la colonie virtuelle des visiteurs pour en savoir plus sur les abeilles avec des animations dynamiques. Par exemple, lorsqu'on appuyait sur le module « Reine », la colonie virtuelle zoomait sur elle pour expliquer ses tâches, la même chose avait été envisagée pour les rôles de l'abeille ou des parasites.

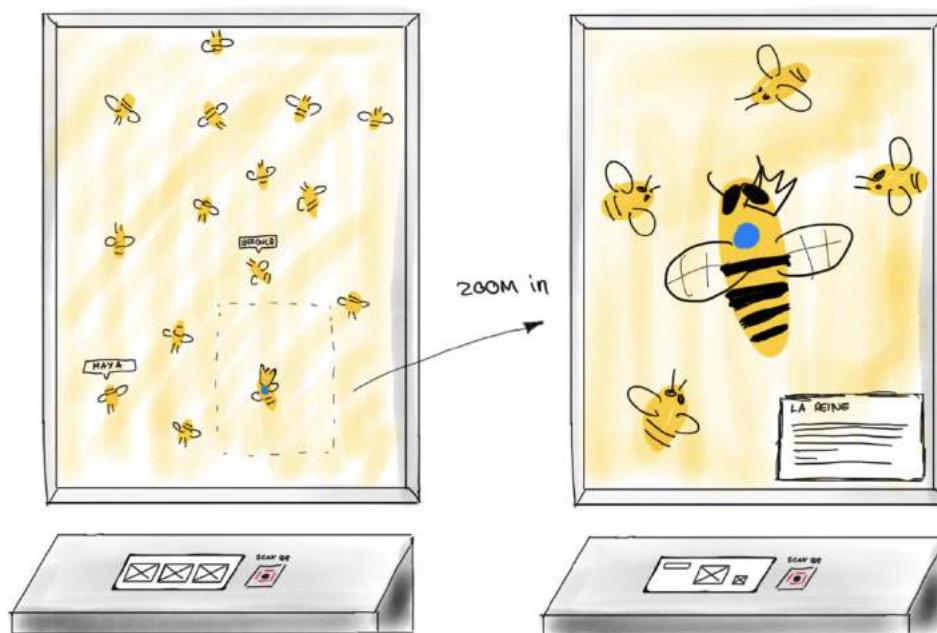
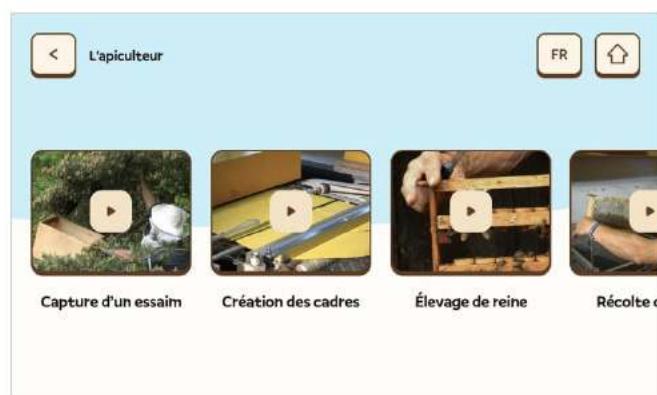


Figure 22 - Croquis initiaux de la borne

Cependant, dans cette configuration, on arrive rapidement à un épuisement des sujets. On en évite aussi d'autres sujets potentiels comme « les fleurs », « les produits », ou même des sujets annexes sur les ruches connectées par exemple. On évite aussi la flexibilité offerte par la gestion du contenu et l'aspect évolutif.

La borne se compose de deux écrans. Le premier, de grande taille, présente la colonie virtuelle ainsi que les contenus pédagogiques des modules choisis. Le second, un écran tactile, permet à l'utilisateur de naviguer dans les différents modules et de déclencher des actions sur l'écran TV. Ce double affichage a été pensé afin de maintenir un aspect collectif et non intrusif, tout en conservant un contrôle individuel sur le contenu consulté. Cela permet aussi d'afficher la colonie virtuelle quand personne n'utilise le dispositif.



Les modules sont divisés en sujets, chacun présentant un concept ou une notion spécifique. Par exemple, le module « Produits de la ruche » comprend des sujets dédiés au miel, à la propolis ou encore à la cire. Chaque sujet affiche un texte explicatif ainsi qu'une vidéo. Toutes les informations proviennent du système de gestion de contenu. Un haut-parleur diffuse le son pour favoriser l'écoute à plusieurs.

Figure 23 - Maquette de la liste des sujets du module apiculteur

Une fois l'interaction terminée, le visiteur se rend à la borne pour faire scanner son code abeille. Cette interaction est inspirée de systèmes de self-scan comme Subito de Migros¹⁰ et des dispositifs vus à la Maison du Gruyère (2024) ou au Lowell Observatory (USA) (Ideum 2017). Cela permet d'identifier l'utilisateur sans devoir créer de compte. Une fois identifié, le visiteur accède à un récapitulatif de ses missions complétées et des compétences acquises (ex : « Tu sais maintenant repérer une fleur mellifère. »). Son abeille vient ensuite s'ajouter à la colonie virtuelle, enrichissant ainsi la dimension collective du dispositif.



Figure 24 - Écran tactile de la borne une fois le code QR scanné

La difficulté de cette interface réside dans le double écran. Le visiteur interagit uniquement via le petit écran mais doit percevoir et comprendre ce qu'il se passe sur le grand. Il doit aussi comprendre que le grand écran n'est pas tactile. Ce point est aussi réglé par l'aspect physique présenté plus loin.

Bien qu'il ne soit pas inclus dans le MVP, un « quizzzz » viendrait compléter la borne. Il proposerait cinq questions à choix multiple tirées aléatoirement. Les questions seraient affichées sur le grand écran tandis que les réponses seraient sélectionnées via l'écran tactile. L'utilisateur disposerait d'un seul essai par question, avec un chronomètre pour encourager la réactivité. Un feedback serait donné après chaque réponse.

Ce quiz serait accessible à tous les visiteurs, qu'ils soient identifiés ou non. Cependant, seuls ceux ayant participé au jeu de piste et scanné leur code abeille pourraient prétendre au titre de reine dans la colonie virtuelle. Le meilleur joueur aurait alors la possibilité de faire évoluer son abeille au rang de reine.

La borne a été imaginée pour répondre à plusieurs problèmes découverts pendant la pré-étude. Il faut que les personnes sans smartphone puissent apprendre quelque chose et qu'une solution alternative soit possible, lorsque le parcours n'est pas praticable, notamment en hiver. De plus, pour des classes ou des visites guidées, les enseignants recherchent souvent un contenu documenté et fiable. La borne interactive peut offrir des contenus pédagogiques sous forme numérique et des vidéos explicatives plus longues.

Dans son ensemble, la borne interactive prolonge et enrichit l'expérience proposée par la webapp et inversement. Les tâches de la webapp doivent être axées sur l'observation avec le moins d'explications possible. La borne vient combler les aspects théoriques.

¹⁰ subito achats pratiques et rapides, *Migros* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.migros.ch/fr/content/subito> [consulté le 6 août 2025].

5.1 Contenus

Jean-Baptiste Moulin, coordinateur du centre gère une autre société du nom de Vidéalp¹¹ dans laquelle il réalise et produit des vidéos notamment sur les abeilles. Grâce à son expertise et à la quantité importante de ressources existantes, il est possible d'extraire, d'adapter, voire de créer des séquences vidéo pour alimenter les contenus de la borne.

Il a notamment réalisé les projets suivants :

- Le Berger des abeilles, 2006, Vidéalp
- L'atelier Royal, 2010, Vidéalp
- Apiculture, les cultures intercalaires à floraison tardive, 2015, Vidéalp
- Apis Mellifera, 2016, Vidéalp

Ces documentaires permettent d'envisager une proposition de découpage thématique en plusieurs modules, chacun constitué de courtes vidéos.

Module	Sujets
La vie de la ruche	Anatomie de l'abeille La reine et son rôle Les ouvrières au travail Le cycle de vie de l'abeille La pollinisation L'essaimage
L'apiculteur	La capture d'un essaim La création des cadres Élevage des reines Récolte du miel Nucleis
Les menaces	Varroa Froid Hiver Frelon asiatique
Les produits de l'abeille	Miel & types de miels Cire d'abeille Récolte de pollen Propolis Gelée royale

Tableau 3 - Découpage des documentaires en modules et sujets

Ce découpage reste provisoire et modulable selon les contenus disponibles et les futurs besoins du CCA. Ils doivent aussi correspondre plus ou moins à une tâche dans le jeu afin que l'utilisateur puisse approfondir ses connaissances. Pour garantir l'accessibilité des contenus, toutes les vidéos seront sous-titrées. Cette approche permet de rendre les contenus compréhensibles dans un environnement bruyant et de supporter des exigences multilingues.

¹¹ Index central des raisons de commerce, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.zefix.ch/fr/search/entity/list/firm/906476> [consulté le 6 août 2025].

5.2 Maquettes Figma

Le design de l'interface borne s'appuie sur les principes définis dans le design system et aucune phase de croquis papier n'a été nécessaire : la structure générale réutilise des composants de la webapp. L'interface a été volontairement conçue avec des gros boutons et une affordance renforcée (la propriété d'un objet ou d'un espace de communiquer sa fonction de manière intuitive).

Pour concevoir une expérience adaptée à un grand écran tactile, les recommandations de Nielsen Norman Group ont été suivies, notamment leur guide sur les écrans de très grande taille (Pernice 2015). Ces recommandations soulignent l'importance de :

- Créer des éléments d'interface larges facilement manipulables.
- Ajouter de légères animations pour attirer l'œil.
- Rendre les contenus lisibles à bout de bras avec un bon contraste et des tailles suffisantes.



Figure 25 - Maquette accueil de la borne en configuration double

5.3 Conception matérielle

La première idée de borne, présentée dans la *Figure 22*, reposait sur un concept assez classique : un écran TV vertical fixé au mur et un boîtier tactile séparé, accroché lui aussi au mur. Toutefois, cette solution a révélé plusieurs limites. Notamment, l'écran TV de la colonie aurait été trop proche du visiteur. Ce constat a orienté le projet vers l'exploration de plusieurs alternatives, en s'inspirant cette fois de la structure d'une ruche.

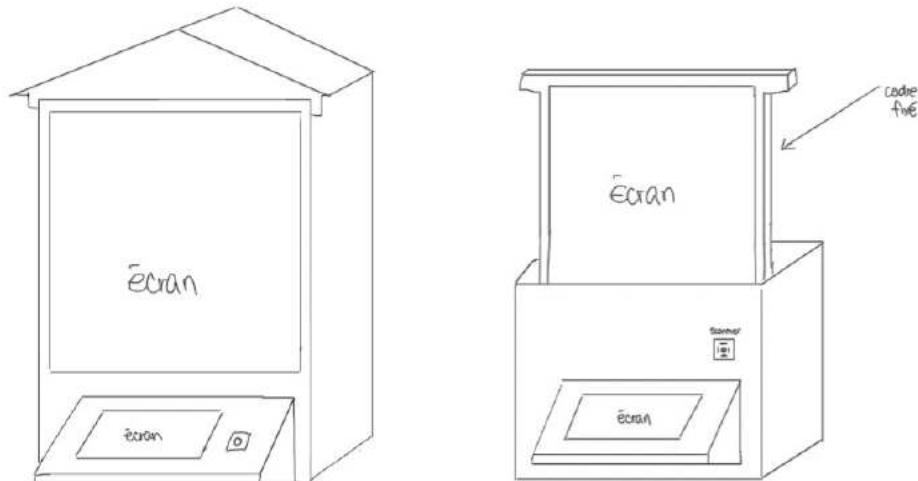


Figure 26 - Croquis d'exploration de la forme physique de la borne

Ces alternatives impliquaient cependant des travaux de menuiserie importants et peu réalistes dans le cadre du projet. De plus, l'écran de présentation était potentiellement trop petit pour que d'autres visiteurs puissent regarder en même temps. L'orientation « portrait » n'était pas non plus adéquate pour des vidéos.



Figure 27 - Construction de la structure qui soutient la TV

C'est finalement la disponibilité de matériaux qui ont permis de faire émerger une solution. Le support de l'écran TV utilise des restes de panneaux utilisés pour le parcours extérieur du Centre de Compétence. Pour le module de contrôle, une ancienne ruche Suisse a été réutilisée et transformée : un petit socle incliné y a été ajouté afin d'y intégrer l'écran tactile et le matériel électrique.

La tablette est positionnée avec une légère inclinaison vers l'utilisateur. Bien que l'angle soit légèrement inférieur à celui recommandé de 45°, le dispositif respecte néanmoins les recommandations concernant les écrans tactiles de type « tabletop » qui doivent être plats ou légèrement inclinés pour améliorer l'affordance (Pernice 2015).

La construction physique de la borne a été réalisée avec Jean-Baptiste Moulin en utilisant les outils du Centre de Compétence, tels que la scie sauteuse ou la visseuse (Figure 27). Le conteneur du module tactile est fixé à la ruche Suisse en utilisant du scratch. Cela permet une maintenance plus facile. L'ensemble des câbles sont cachés à l'intérieur de la ruche. Un point reste cependant à améliorer : la gestion de l'aération et de la ventilation du Raspberry Pi. L'installation d'un petit ventilateur sur une ouverture du boîtier permettrait d'éviter toute surchauffe.

Composant	Fabriquant
Raspberry Pi 5 16 GB	Raspberry Pi
2D Codes Scanner Module (C)	Waveshare ¹²
Écran tactile 13.3 pouces (H)	Waveshare ¹³
TV Samsung 40 pouces HJ470 Series	Samsung ¹⁴
Adaptateur micro HDMI vers HDMI	Waveshare ¹⁵

Tableau 4 - Liste des composants matériel principaux

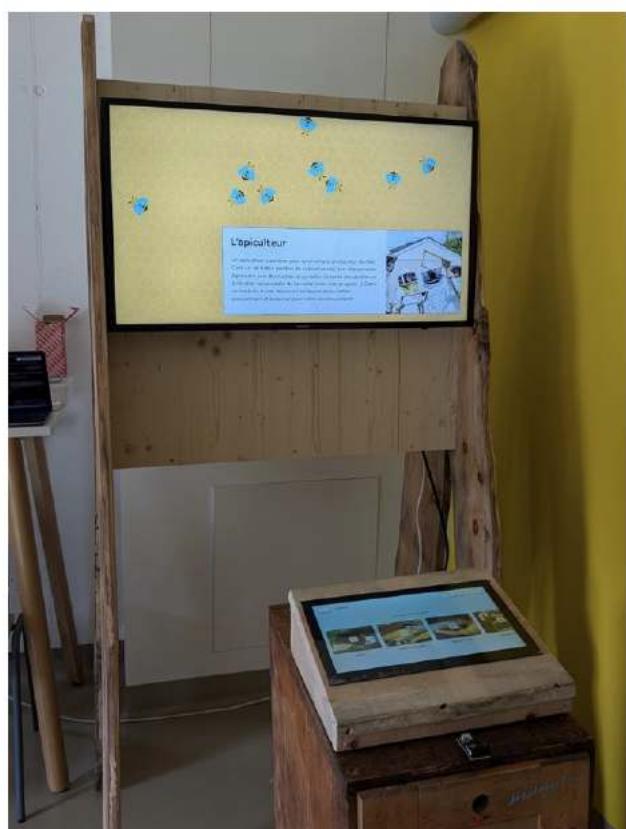


Figure 28 - Borne interactive construite

Le choix d'un Raspberry Pi avec 16 GB de RAM s'explique par les performances nécessaires pour faire tourner une interface utilisant les canvas HTML et des technologies web. Un scanner physique a été préféré à une caméra. Le bip apporte un feedback immédiat et renforce l'affordance. Son apparence familière des caisses automatiques facilite aussi sa reconnaissance et son utilisation par le public.

Le grand écran est une télévision déjà disponible au centre. Elle présente l'avantage d'intégrer des haut-parleurs pour favoriser l'aspect collaboratif : plusieurs personnes peuvent écouter les contenus simultanément. Toutefois, cette configuration reste modulable et il est possible de connecter un casque si les tests indiquent que cela dérange l'activité du centre. Ce choix de configuration permet également de matérialiser la séparation entre l'écran de contrôle tactile et l'écran d'affichage. Cela aide les visiteurs à comprendre que le grand écran n'est pas tactile.

¹² 2D Codes Scanner Module (C), [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.waveshare.com/barcode-scanner-module-c.htm> [consulté le 6 août 2025].

¹³ 13.3inch Capacitive Touch Screen LCD, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.waveshare.com/13.3inch-hdmi-lcd-h.htm> [consulté le 6 août 2025].

¹⁴ HG40EJ470MK, Samsung [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.samsung.com/fr/support/model/HG40EJ470MKXEN/> [consulté le 6 août 2025].

¹⁵ Micro HDMI to HDMI Multifunctional Adapter, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.waveshare.com/pi5-connector-adapter.htm> [consulté le 6 août 2025].

6 Développement technique

Ce chapitre détaille les aspects techniques du projet, les choix de technologies ainsi que les éléments écartés pour répondre au MVP. Ces éléments non-implémentés n'empêchent pas l'expérience de fonctionner.

La webapp couvre l'ensemble du parcours utilisateur avec les écrans principaux, l'intégration des contenus dynamiques depuis le CMS (Content Management System) et la logique de jeu. Quelques détails restent à compléter, notamment certaines animations, une page récapitulative de la quête et la garde-robe de l'abeille pour lui ajouter des accessoires.

La borne interactive intègre toutes les fonctionnalités prévues à l'exception du quiz qui reste à implémenter. Cependant, l'ensemble de la structure prévue pour cette fonction a été anticipée : les endpoints Strapi sont déjà en place et la logique est expliquée au chapitre 5 de ce dossier.

Le système de gestion de contenu a été configuré pour couvrir l'ensemble des besoins du projet y compris ceux du quiz de la borne. Cette approche permet d'éviter de devoir modifier plus tard la structure. Strapi ne permet pas de modifier la structure des collections en production. Cette base technique est prête à accueillir les contenus finaux et à évoluer si besoin notamment en réponse aux futurs tests utilisateurs.

6.1 Architecture technique

L'architecture est aussi découpée en trois parties : la webapp, la borne interactive (dispositif sur site) et un CMS headless. Ce dernier point est nécessaire car la borne et la web app récupèrent leurs contenus à distance. Cela permet d'avoir un système de gestion de contenu qui n'est pas intégré au frontend. Il expose les données via une API sur laquelle n'importe quelle interface peut être construite.

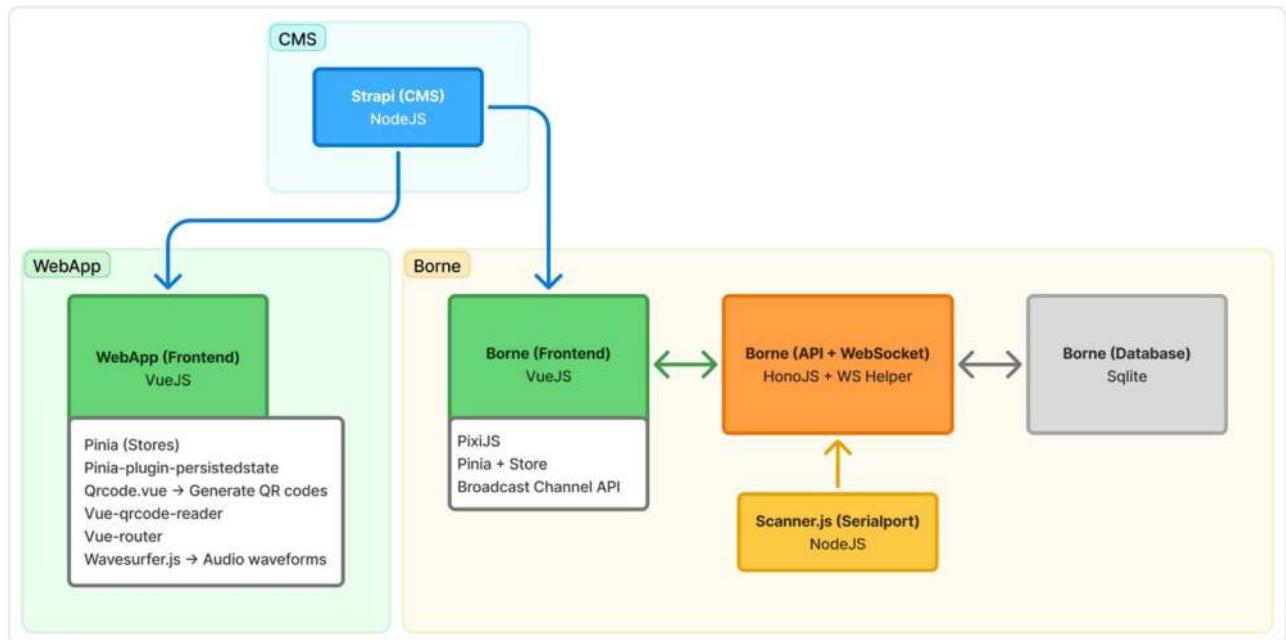


Figure 29 - Architecture globale de l'expérience

Le projet a été structuré sous la forme d'un monorepo, c'est-à-dire que l'ensemble des applications (webapp, borne, CMS) sont rassemblées dans un seul dépôt (privé) sur Github.

```

en-quete-abeilles
├── /borne
│   ├── /app-wrapper
│   ├── /backend
│   │   └── /src
│   │       └── /scanner
│   │           └── scanner.js
│   ├── /bin
│   │   └── /frontend
│   └── /strapi
└── /webapp

# Borne
# Wrapper Electron mode Kiosk
# Backend borne Hono + WebSocket scanner

# Scripts bash et services systemd
# Frontend borne VueJS
# Strapi
# Webapp VueJS

```

Listing 1 - Structure du monorepo sous forme d'arbre

Les composants Vue partagés ne sont pas dans un package commun. Ils ont été copiés entre la webapp et le frontend de la borne ce qui complique la maintenance. Une amélioration consisterait à les isoler dans un dossier réutilisable à l'échelle du monorepo.

6.2 Gestion du contenu (Strapi)

La gestion de contenu est un point important du MVP. Le choix s'est porté sur Strapi¹⁶ pour plusieurs raisons. Premièrement, il n'est pas dépendant d'un frontend ce qui permet de le lier à plusieurs applications. Deuxièmement, il possède une interface admin facile à prendre en main pour les personnes habituées à d'autres CMS comme WordPress (Figure 30 et Figure 33). Troisièmement, il est open-source et peut être hébergé presque n'importe où. Le client n'est pas dépendant d'une infrastructure propriétaire comme Wix. Finalement, il est également possible de créer ou d'ajouter des plugins. Voici ceux utilisés dans ce projet :

- **QR-Code** : affiche un QR code dans l'interface admin.
- **Color Picker** : permet de choisir une couleur via un champ visuel.
- **oEmbed** : facilite l'intégration de vidéos et contenus externes comme YouTube.

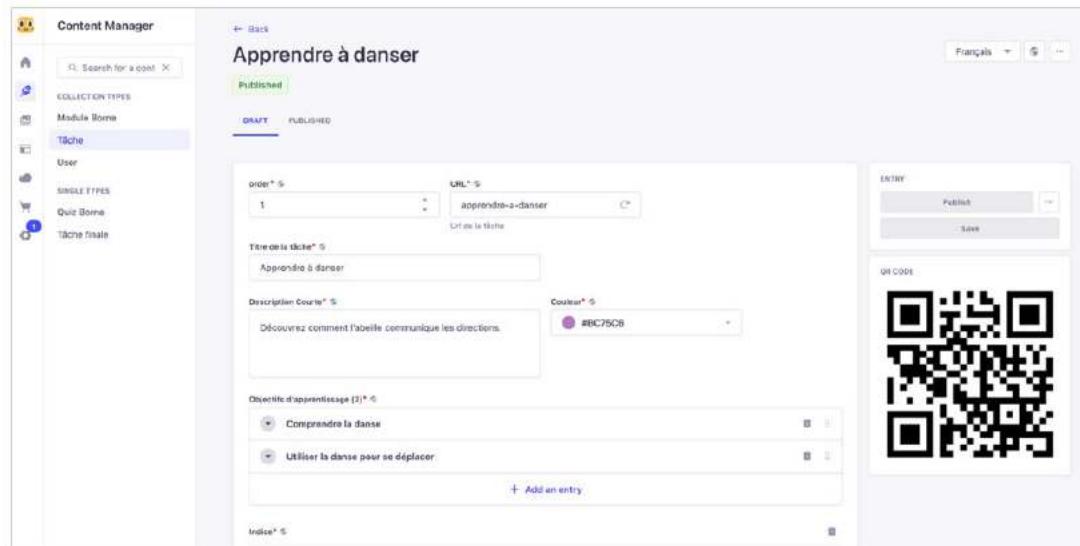


Figure 30 - Page du CMS Apprendre à danser avec le code QR

¹⁶ Strapi, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://strapi.io/> [consulté le 6 août 2025].

Le plugin de code QR n'est pas idéal. Il ne propose pas de bouton de téléchargement et ne permet de personnaliser l'URL (ici hard codée) ou le design du code. Une solution consisterait donc à recréer un plugin en ajoutant ces fonctionnalités.

```
//strapi/config/plugins.ts
export default () => ({
  "qr-code": {
    enabled: true,
    config: {
      contentTypes: [
        {
          uid: "api::task.task",
          computeValue: (uid, status, document) => {
            return `https://app.cca-abeille.ch/t/${document.documentId}`;
          },
        ],
      } satisfies QRCodeConfig,
    },
  },
});
```

Listing 2 - Configuration du plugin QR-Code

6.2.1 Modèle de données

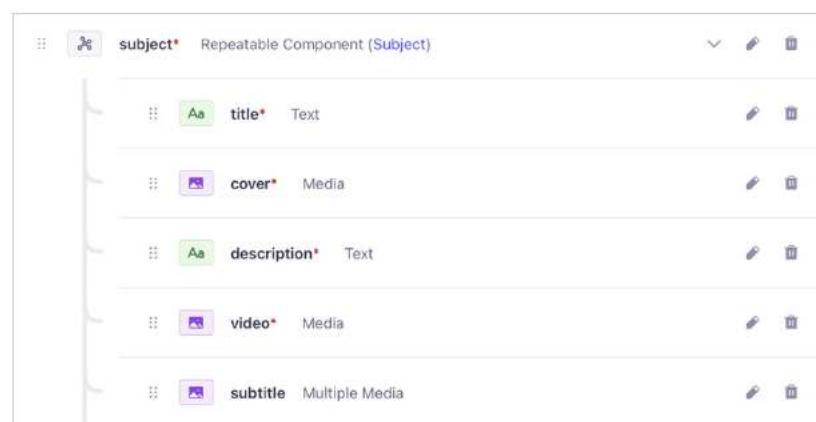
La structure de données a été construite au fur et à mesure du développement et des besoins puis modifiée, bien que les champs principaux requis étaient définis à l'avance. L'un des changements majeurs dans le début du développement concernait le système de génération des URL secrètes utilisées pour les tâches de la webapp. À l'origine, un champ personnalisé de type urlSecret a été utilisé. Ce choix a rapidement montré ses limites, il était souvent regénéré, ce qui n'est pas négligeable. En effet, il faut éviter de devoir réimprimer des QR codes si l'URL change. Il a donc été remplacé par « documentId » généré automatiquement par Strapi. De plus, cette identifiant reste unique selon les langues dans lesquelles le contenu est dérivé.

Strapi repose sur deux grandes catégories de types de contenus :

- **Collection Types** : utilisés pour stocker plusieurs entrées similaires (tâches, modules).
- **Single Types** : conçus pour gérer des contenus uniques (la tâche finale).

Par ailleurs, Strapi permet de créer des composants réutilisables, que l'on peut utiliser dans les contenus, comme un « Indice » composé d'un titre, d'un texte et d'une photo. Ces composants peuvent être partagés entre plusieurs contenus ou être répétés dans un contenu.

C'est le cas des sujets dans un module de la borne. La documentation officielle (Strapi 2025a), explique très bien ces différences.



The screenshot shows the Strapi admin interface with a component named 'subject'. It is a 'Repeatable Component (Subject)'. The structure is as follows:

- title*** (Text)
- cover*** (Media)
- description*** (Text)
- video*** (Media)
- subtitle** (Multiple Media)

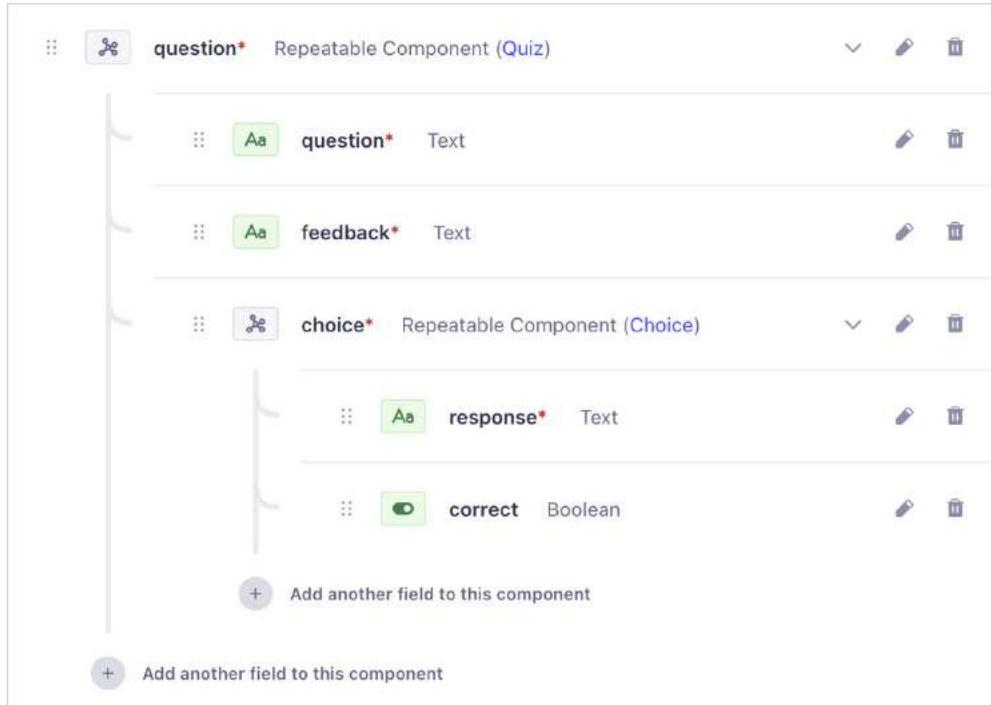
Figure 31 - Structure du composant Strapi répété Sujet de module

Voici les types de contenus modifiables créés pour ce projet :

Nom du contenu	Type	Endpoint	Description
Tâche	Collection	/api/tasks	Représente les tâches avec l'indice inclus
Tâche finale	Single	/api/final-task	Contenu de la tâche finale
Module borne	Collection	/api/modules	Module et sujets de borne
Quiz Borne	Single	/api/quiz	Quiz de la borne (pas implémenté)

Tableau 5 - Types de contenus Strapi

Afin de garder une structure légère et rapide à interroger, les relations entre types de contenus ont été volontairement limitées. Par exemple, le quiz est un type « Single » contenant un composant « question » répété, lui-même composé de composants « choice » répétés. Cette approche évite les relations complexes tout en permettant une modification rapide dans l'interface admin de Strapi et une récupération simple via un seul appel API.



The screenshot shows the Strapi admin interface for a 'question' component. The component is a 'Repeatable Component (Quiz)'. It contains a 'question*' field (Text), a 'feedback*' field (Text), and a 'choice*' field (Repeatable Component (Choice)). The 'choice*' component contains a 'response*' field (Text) and a 'correct' field (Boolean). There are buttons to add more fields to both the main 'question' component and the nested 'choice' component.

Figure 32 - Composant question utilisé pour les quiz

Pour faciliter le routage de la webapp, un endpoint spécifique par slug (fin de l'url) a été ajouté pour les tâches (Ovinz 2023). Cela permet les endpoints Strapi suivants :

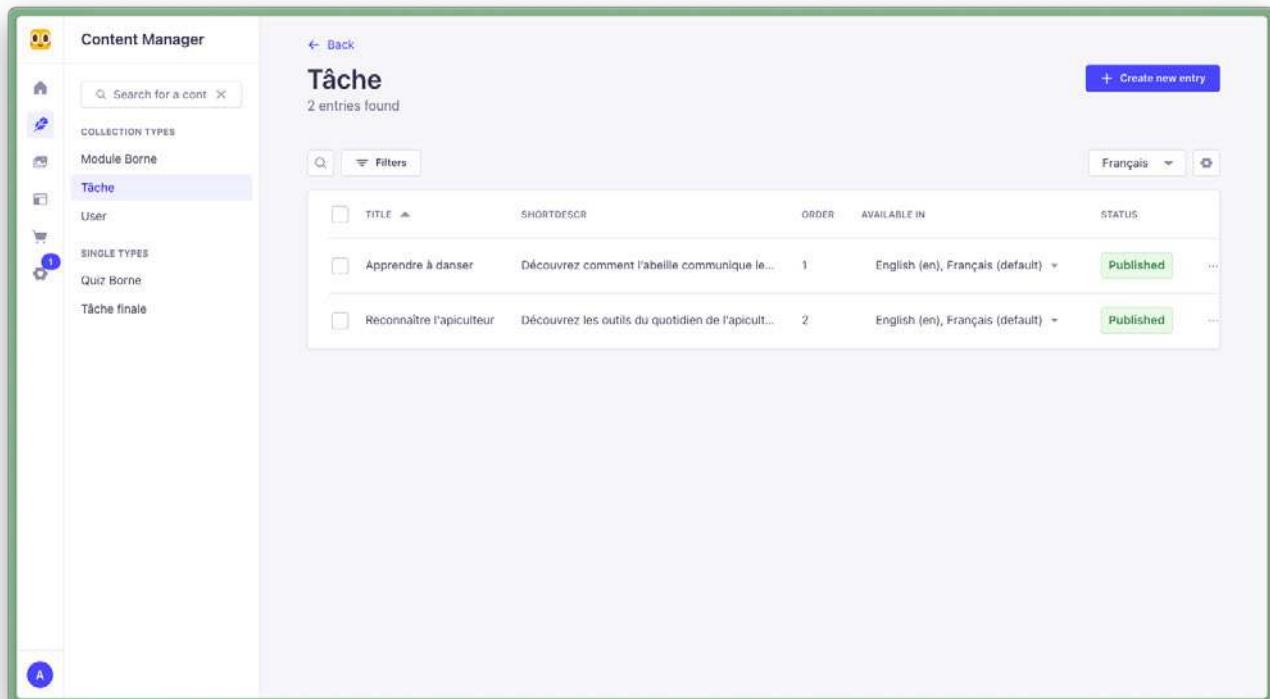
- GET /api/tasks
- GET /api/tasks/:id
- GET /api/tasks/slug/ :slug

Un composable dans le frontend VueJS s'assure de récupérer facilement le contenu. Il s'agit d'une fonction réutilisable qui centralise l'appel à l'API. On obtient alors la fonction par slug :

```
const getTaskBySlug = async (slug) => {
  return await apiRequest(`/tasks/slug/${slug}?populate=*`)
}
```

Listing 3 - Fonction pour récupérer une tâche par slug

Malgré le peu de relations dans le model de données, Strapi limite automatiquement les relations (Strapi 2025b). Les requêtes REST peuvent devenir très longues. Une amélioration serait d'intégrer la librairie « qs » (Harband 2025).



	TITLE	SHORTDESCR	ORDER	AVAILABLE IN	STATUS
<input type="checkbox"/>	Apprendre à danser	Découvrez comment l'abeille communique le...	1	English (en), Français (default)	Published
<input type="checkbox"/>	Reconnaitre l'apiculteur	Découvrez les outils du quotidien de l'apicul...	2	English (en), Français (default)	Published

Figure 33 - Liste des tâches dans l'interface admin de Strapi

6.3 Frontend Web App

La webapp est proche du serverless excepté pour le contenu provenant de Strapi. L'ensemble du reste des interactions se déroule côté client : le jeu, le profil utilisateur et la progression. Il n'y a pas de système antitricher et ce n'est pas nécessaire car il n'y a rien à gagner à la clé. Une approche mobile-first s'est imposée dès le départ car le jeu se fait sur smartphone ou tablette.

L'application a été conçue comme une Progressive Web App (PWA). Elle peut être installée sur le smartphone de l'utilisateur directement depuis le navigateur. Lors de la première visite les fichiers principaux sont mis en cache grâce à un service worker. Cela permet à l'utilisateur de continuer à utiliser l'app même sans connexion Internet.

Le framework VueJS¹⁷ a été choisi pour sa clarté et sa flexibilité. Il est accompagné de Vue Router pour la navigation et de Pinia pour la gestion d'état. Le plugin **pinia-plugin-persistedstate** permet de sauvegarder l'état de l'utilisateur dans le localStorage. Ce choix garantit une persistance même en cas de fermeture de l'onglet.



Figure 34 - Icône du jeu installé sur mobile

```
"vue": "^3.5.13",
"vue-router": "^4.5.0",
"pinia": "^3.0.3",
"pinia-plugin-persistedstate": "^4.3.0"
"vue-qrcode-reader": "^5.7.2",
"qrcode.vue": "^3.6.0",
"wavesurfer.js": "^7.9.9"
```

Listing 4 - Extrait du package.json de la webapp

La librairie **vue-qrcode-reader** est utilisée pour scanner les QR codes, **qrcode.vue** pour générer ceux des abeilles. Enfin, **wavesurfer.js** est utilisée pour afficher des pistes audios dans le contenu.

6.3.1 Routing

Url	Description
/tasks	Affiche la liste des tâches disponibles.
/tasks/:slug	Route dynamique pour afficher l'indice d'une tâche.
/t/:documentId	Permet d'accéder rapidement à une tâche via son identifiant sans exposer trop d'informations. Cette route est pensée pour être encodée dans un code QR d'où son format court.
/profile	Permet à l'utilisateur de consulter les informations liées à son abeille.
/scanner	Ouvre la vue dédiée à la lecture des codes QR des tâches.

Tableau 6 - Tableau des routes de la webapp

¹⁷ VUEJS, 2025. Vue. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://github.com/vuejs> [consulté le 6 août 2025].

6.3.2 Styles CSS

Plusieurs approches CSS ont été envisagées au début du projet. Tailwind¹⁸ a été envisagé mais la répétition du code dans les classes était un frein. UnoCSS¹⁹ une version plus personnalisable a aussi été envisagée mais trop configurable. Par conséquent et paradoxalement, le CSS classique a été adopté.

Ce choix a probablement été plus efficace pour le placement des illustrations et des éléments de background en pseudo-élément « ::before » comme la colline. Cependant, pour les éléments de base, un framework CSS comme Tailwind aurait été plus approprié. Les variables sont définies dans un fichier **base.css**. Elles permettent de maintenir une cohérence et la modification à un seul endroit (comme une configuration tailwind). Ces variables sont ensuite utilisées dans tous les composants Vue.

```
--color-background: #ffffdf9;
--color-text: #12120d;
--color-beige: #f5e3c2;
--color-beige-light: #fdf6e7;
--color-brown: #633a1e;
--color-brown-dark: #361917;
--color-orange: #ffc107;
--color-orange-electric: #dc3545;
--color-green: #94de6d;
--color-sky: #c5eff9;
```

Listing 5 - Extrait des variables CSS de couleur

6.3.3 Animations SVG

Les illustrations utilisées dans l'application sont principalement des fichiers **SVG** parfois intégrés dans des composants Vue. Les animations dans l'application sont soit SVG soit CSS.

Par exemple, l'abeille dispose d'une animation d'ailes battantes définie directement dans le fichier SVG, via des balises `<animateTransform>`. Les ailes utilisent le type d'animation rotation.

```
<g>
  <path d="[...]" fill="#62CDDA" />
  <animateTransform attributeName="transform" attributeType="XML" type="rotate"
    values="0 100 100;20 100 100;0 100 100" dur="0.2s" repeatCount="indefinite" />
</g>
```

Listing 6 - Animation SVG de l'aile d'une abeille

Cependant, en ce qui concerne le clignement des yeux, il s'agit d'une animation CSS. La classe **eye** est appliquée sur un groupe `<g>` contenant les yeux.

¹⁸ Tailwind CSS - Rapidly build modern websites without ever leaving your HTML., 2025 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://tailwindcss.com/> [consulté le 6 août 2025].

¹⁹ FU, Anthony, 2025. UnoCSS. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://unocss.dev/> [consulté le 6 août 2025].

```

.eyes {
  transform-box: fill-box;
  transform-origin: center;
  animation: blink 10s infinite;
}

@keyframes blink {
  0%,
  98%,
  100% {
    transform: scaleY(1);
  }

  99% {
    transform: scaleY(0);
  }
}

```

Listing 7 - Animation CSS du clignement des yeux

6.3.4 Transfert des données via QR-abeille

Étant donné que la webapp n'a pas de backend, il faut pouvoir remettre l'abeille et les données à la borne. Tout au long du jeu, l'utilisateur scanne des codes QR depuis la webapp pour progresser dans l'expérience. À la fin du parcours, c'est au tour de l'utilisateur de présenter un QR code à la borne comme une carte d'identité personnelle pour son abeille.

Le QR-abeille contient les informations de l'abeille adoptée par l'utilisateur dans un format JSON puis encodées en Base64. Ce choix technique permet de transférer ces données vers la borne interactive sans nécessiter une connexion internet entre les deux dispositifs. Le code Base64 est préfixé par la chaîne **beecode:BASE64** ce qui permet à la borne de comprendre que le code est correct. Avant d'être encodé en Base64, le QR contient le JSON suivant :



```

{
  "id": "62aec3d-188f-4db7-ba4e-5601bc021a84",
  "name": "ZazaTournesol",
  "level": "Butineuse",
  "tasksCompleted":
    ["sl91u7w2w4b8rv4b5uo1vxov", "k6p8zcncd6odu5e52s1w16mt"],
  "time": 13576964
}

```

Figure 35 - Exemple de code QR abeille

Listing 8 - JSON décodé du code abeille

Passer les identifiants des tâches complétées permet de récupérer dynamiquement les titres depuis Strapi, garantissant ainsi les éventuelles modifications.

6.4 Borne interactive

L'architecture technique de la borne (Figure 36) repose sur un frontend développé en Vue.js avec Pixi.js²⁰ et un backend en Node.js. L'ensemble fonctionne localement sur un Raspberry Pi, qui récupère les contenus dynamiques depuis le CMS Strapi hébergé à distance.

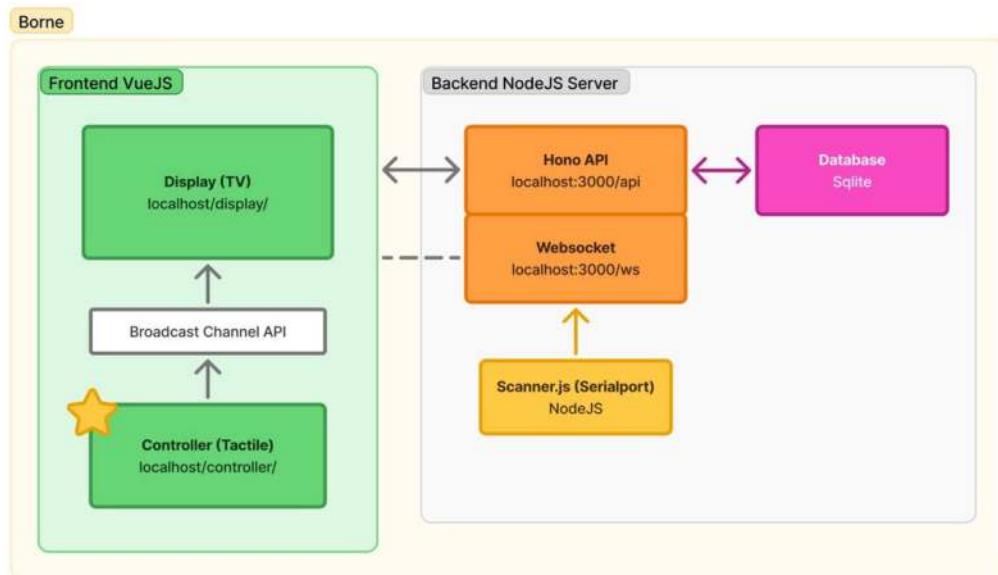


Figure 36 - Architecture de la borne

Une base de données locale Sqlite a été schématisée pour gérer les données utilisateurs et les interactions complexes comme les quiz et le classement. Toutefois, comme version préliminaire et pour simplifier le développement, une solution plus légère basée sur l'utilisation de Pinia²¹ et Local Storage du navigateur a été privilégiée. Ce choix technique est détaillé plus loin dans le rapport.

Pour améliorer l'expérience utilisateur, la borne mémorise la position de scroll horizontal dans les modules. Cela permet à l'utilisateur de reprendre sa navigation là où il s'était arrêté, sans frustration.

Enfin, pour garantir une bonne lisibilité sur grand écran, notamment depuis une certaine distance, le CSS évite les tailles en pixels. À la place, l'interface utilise des unités relatives comme le viewport width (vw), qui permettent à l'affichage de s'adapter dynamiquement à la taille réelle de l'écran de la borne.

```
html {
  font-size: clamp(18px, 1.5vw, 32px);
}
```

Listing 9 - Taille de la typographie en viewport width

Ce code CSS assure une taille minimale, tout en permettant un agrandissement progressif selon la largeur de l'écran, jusqu'à une taille maximale. Ce principe respecte les recommandations UX du Nielsen Norman Group pour les grands écrans (Pernice 2015).

²⁰ PIXIJS, 2025. PixiJS. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://pixijs.com/> [consulté le 6 août 2025].

²¹ VUEJS, 2025. Pinia. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://github.com/vuejs/pinia> [consulté le 6 août 2025].

6.4.1 Routing de la borne

Le frontend de la borne comprend deux routes principales :

- **Controller** (`/controller`) utilisée pour interagir avec la borne
- **Display** (`/display`) destinée à un écran secondaire

Ces deux routes communiquent entre elles via l'API Broadcast Channel²², une solution native et moderne qui évite la mise en place d'un WebSocket. C'est idéal pour un environnement local. Cette logique de routing est intégrée directement dans le router de VueJS. C'est toujours la page Controller qui envoie l'information à l'écran.

Chaque route peut définir un champ `meta.broadcastTo`, qui est ici une fonction retournant le chemin que l'interface display doit afficher. Dans l'extrait ci-dessous, lorsqu'on accède à un module depuis le Controller, on souhaite que le display affiche le même module mais via une autre route.

```
{
  path: '/controller/module/:moduleId',
  name: 'ControllerModule',
  component: () => import('../views/ModuleDetailView.vue'),
  meta: {
    broadcastTo: (route) => `/display/module/${route.params.moduleId}`,
  },
},
```

Listing 10 - Extrait du router de la borne

Lorsqu'une route contient une propriété `broadcastTo`, le router guard utilise Broadcast Channel pour envoyer automatiquement l'URL correspondante à l'interface display. Ce mécanisme permet de synchroniser les deux vues sans logique supplémentaire côté controller, assurant une navigation fluide et coordonnée entre les deux écrans.

```
router.beforeEach((to, from, next) => {
  if (to.meta.broadcastTo) {
    const { sendNavigation } = useBroadcastChannel('hive', false)

    const target =
      typeof to.meta.broadcastTo === 'function'
        ? to.meta.broadcastTo(to)
        : to.meta.broadcastTo

    sendNavigation(target)
  }
  next()
})
```

Listing 11 - Fonction de synchronisation de la navigation entre les écrans

²² MDN, 2025. Broadcast Channel API - Web APIs. MDN [en ligne]. 21 février 2025. Disponible à l'adresse : https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Broadcast_Channel_API [consulté le 6 août 2025].

L'API Broadcast Channel est encapsulée dans un composable Vue (Listing 12 et Listing 13) afin de faciliter son utilisation. Il centralise la logique d'envoi et de réception des messages via le canal `hive` par défaut, et expose deux méthodes principales : `sendMessage` pour envoyer des données génériques, et `sendNavigation` pour transmettre des instructions de navigation.

```
const sendMessage = (data) => {
  bc.postMessage({ type: 'message', data })
}

const sendNavigation = (path) => {
  bc.postMessage({ type: 'navigate', path })
}
```

Listing 12 - Fonction d'envoi via BroadcastChannel API

Lorsqu'un message de type `navigate` est reçu et si la navigation est autorisée (`allowNavigation = true`), le composable effectue automatiquement une redirection via le routeur de Vue.

```
bc.onmessage = (event) => {
  if (event.data.type === 'message') {
    message.value = {
      type: 'message', data: event.data.data, time: Date.now()
    }
  } else if (event.data.type === 'navigate' && allowNavigation) {
    router.push(event.data.path)
  }
}
```

Listing 13 - Réception et traitement des messages du BroadcastChannel

6.4.2 Colonie virtuelle

En ce qui concerne l'écran affichant la colonie (Figure 37), PixiJS a été choisi. C'est une bibliothèque JavaScript spécialisée dans le rendu 2D accéléré par WebGL notamment utilisée pour faire des jeux vidéo. PixiJS est rapide et est nécessaire pour ce projet. Il a été envisagé de faire des animations DOM avec du SVG mais ça aurait demandé trop de ressources pour un RaspberryPi. D'ailleurs, la colonie a une capacité maximum de 50 individus puis la première est remplacé par la dernière (first in, first out).

L'architecture du PixiService suit un pattern Singleton et est séparé dans plusieurs fichiers afin de gérer la complexité de l'application PixiJS. Le cycle de vie est partagé entre les composants frontend. Cela demande une instance unique persistante qui survit aux transitions de pages et rechargements de composants.

L'architecture modulaire en classes javascript comprend :

- **PixiApp** : Classe principale gérant l'initialisation et la configuration.
- **BeeManager** : Gestionnaire pour la création et les méthodes pour l'abeille.
- **Bee** : Classe représentant une abeille et ses simulations.
- **PortalAnimator** : Gestionnaire d'animations pour l'apparition des abeilles.
- **PixiService** : implémente le Singleton.

L'IA de Github Copilot a beaucoup aidé à la mise en place de simulations comme le déplacement des abeilles et des animations. Par exemple, les abeilles tournent naturellement lorsqu'elles atteignent les bords et évitent légèrement les collisions entre elles. L'abeille s'oriente également vers la direction du mouvement :

```
const targetRotation = Math.atan2(this.vy, this.vx) + Math.PI / 2
const lerp = (a, b, t) => a + ((b - a + Math.PI) % (2 * Math.PI)) - Math.PI) * t
this.sprite.rotation = lerp(this.sprite.rotation, targetRotation, 0.08)
```

Listing 14 - Interpolation de la rotation de l'abeille vers sa direction de mouvement

Le code calcule l'angle cible (targetRotation) vers lequel le sprite devrait se tourner, en utilisant la fonction **Math.atan2(vy, vx)** pour connaître la direction du mouvement, puis en ajoutant $\pi/2$ pour compenser l'orientation par défaut de l'image (tournée vers le haut). Ensuite, une fonction lerp est définie pour interpoler afin d'éviter les changements brusques.

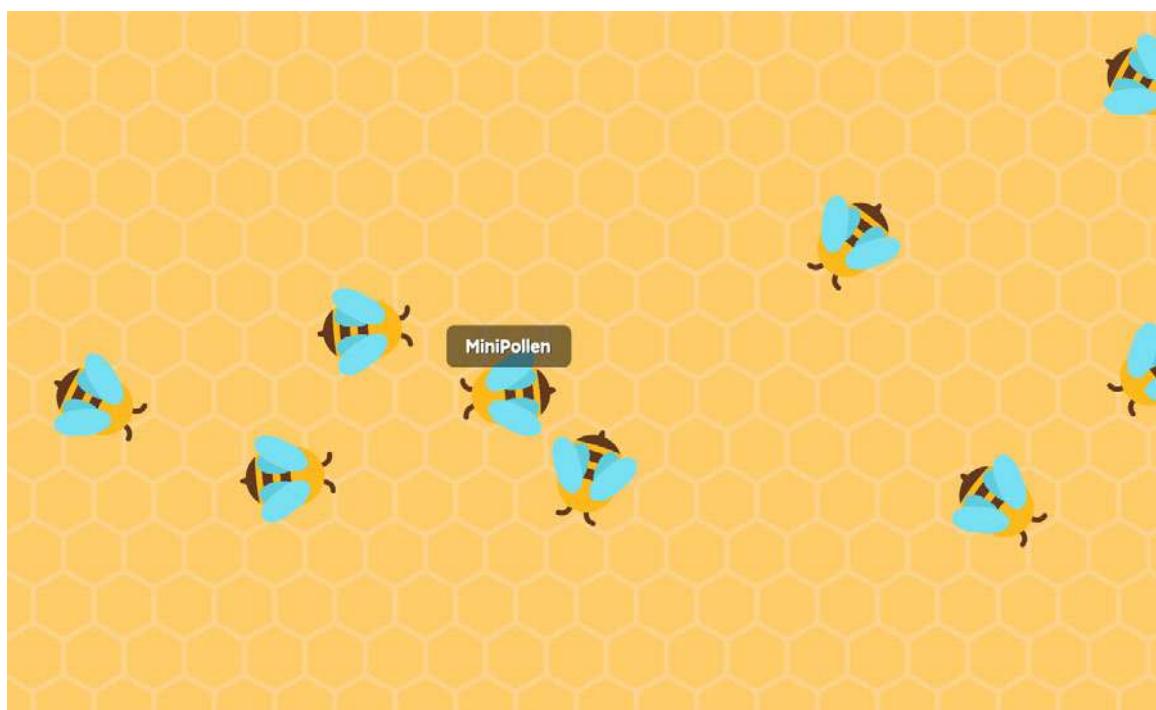


Figure 37 - Colonie virtuelle

6.4.3 Backend

Le backend gère à la fois la logique métier (API REST avec Hono²³) et la communication en temps réel avec le frontend grâce à un serveur WebSocket. Ce dernier est utilisé pour afficher le popup lors du scan du code QR de l'abeille par le scanner.

Hono facilite le développement d'une API. Ce choix répond également à une démarche pédagogique : il s'agissait de profiter de ce projet pour explorer et se familiariser avec une technologie web récente dans une logique d'apprentissage et de veille technologique. Hono dispose d'une documentation complète et accessible.

La classe **BarcodeScanner** (Listing 15) permet d'écouter un port série via le module serialport. Lorsqu'un code est scanné, les données sont transmises au frontend via le WebSocket. Le scanner utilisé est un module Waveshare 1D/2D (C) connecté à la borne via USB en mode série virtuel.

```
class BarcodeScanner extends EventEmitter {
  constructor(portPath = '/dev/tty.usbmodemXXXX', baudRate = 9600) {
    super();
    this.port = new SerialPort({ path: portPath, baudRate });
    this.parser = this.port.pipe(new ReadlineParser({ delimiter: '\r' }));

    this.port.on('open', () => this.emit('open'));
    this.port.on('error', (err) => this.emit('error', err));
    this.parser.on('data', (data) => this.emit('data', data));
  }
}
```

Listing 15 - Classe BarcodeScanner pour la lecture des codes via le port série

Pour fonctionner correctement, le module doit d'abord être configuré en mode « USB Virtual Port ». Cette opération s'effectue en scannant un QR code de configuration disponible dans la documentation officielle de Waveshare (2025). Puis, il faut activer le mode « sensing » qui permet de détecter automatiquement un changement de luminosité et allumer le scanner.

Afin de stocker les abeilles « ramenées » par les utilisateurs, l'ensemble est préparé pour être centralisé dans une base de données SQLite. Ce choix a été fait pour assurer une persistance et un transfert de données facile. SQLite est assez léger et performant pour cette tâche.

Dans le cadre du résultat pour ce travail, une simplification en utilisant Pinia et le Local Storage a été privilégiée. En effet, dans l'état actuel, c'est suffisant uniquement un identifiant et un nom d'abeille sont stockés. Dans le futur avec le quiz et le classement, il faudra gérer plus de données et l'architecture sera prête à accueillir le changement.

²³ Hono, 2025 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://hono.dev/> [consulté le 6 août 2025].

Lorsqu'un utilisateur scanne son QR-abeille sur la borne à la fin du parcours, une série d'étapes permet de vérifier et d'enregistrer les données :

1. Le système vérifie que la chaîne commence par le préfixe beecode.
2. La partie Base64 est décodée pour retrouver l'objet JSON initial.
3. La structure de l'objet est validée (champs attendus : name, level, etc.).
4. Le système vérifie via l'UID que cette abeille n'a pas déjà été enregistrée.
5. L'abeille est ajoutée dans le store (le titre des tâches est récupéré via Strapi).
6. Un message add-bee est envoyé à [/display](#) via la BroadcastChannel API.

Les données sont stockées dans deux stores : **user** et **bees**. Celui de l'utilisateur reprend l'abeille actuelle et l'autre contient entre autres un tableau d'abeilles. Voici un exemple de structure après le traitement :

```
{  
  "id": "1da62bd6-efad-4ad9-86fa-7b7ad11c92d5",  
  "name": "MiniPollen",  
  "level": "Butineuse",  
  "tasksCompleted": [  
    "Apprendre à danser",  
    "Reconnaître l'apiculteur"  
,  
  "time": 32982,  
  "isScanned": true,  
  "showNametag": true  
}
```

Listing 16 - Objet formaté dans le Store de l'abeille après le scan

7 Hébergement & déploiement

L'expérience est disponible à l'adresse suivante : <https://app.cca-abeille.ch>

Le système de gestion de contenu, quant à lui, est disponible à cette adresse : <https://cms.cca-abeille.ch>

Ces liens sont garantis jusqu'au 7 octobre 2025.

Infomaniak a été choisi pour l'hébergement. L'offre Web permet depuis juin 2025 (Infomaniak 2025a) l'exécution de projets Node.js, rendant la solution idéale pour le CMS Strapi. De plus, le CCA a la volonté de rassembler tous les aspects techniques à un seul endroit.

Concernant le frontend de la webapp, le déploiement est simple : il suffit d'effectuer un build local avec les bonnes variables d'environnement, puis d'uploader le contenu du dossier **dist** sur l'hébergement Infomaniak. Un fichier **.htaccess** a été créé pour assurer une redirection correcte des URLs conformément à la documentation officielle (vuejs 2025). Actuellement, le déploiement continu n'est pas possible car l'offre Web ne permet de créer qu'un seul projet Node.js. Or, le processus de build de la webapp nécessite lui-même un environnement Node.js. Il serait éventuellement possible de lier le repo GitHub et de configurer des actions pour générer le projet (Github 2025).

Enfin, le DNS actuel reste géré via Wix en attendant un possible nouveau site. Cette configuration peut être facilement migrée selon les besoins. (Infomaniak 2025b)

7.1 Strapi

Pour installer Strapi sur le serveur Node.js, la marche à suivre sur le support de Infomaniak est un excellent point de départ. En utilisant la méthode de personnalisation avancée (Infomaniak 2025c), il est possible de déployer facilement un site.

1. Construire le frontend `npm run build` en local.
2. Copier le dossier complet Strapi sans les `.env` et les `node_modules` sur Infomaniak via SFTP.
3. Générer²⁴ et configurer les clés requises dans le `.env`.
4. Installer les dépendances depuis Infomaniak `npm install`.
5. Lancer le serveur `npm run start` en configurant dans l'interface Infomaniak (Figure 38).



Figure 38 - Paramètres de Node.js sur Infomaniak

²⁴ Il est possible de générer des clés pour le `.env` de strapi en utilisant la commande `require('crypto').randomBytes(16).toString('base64')` dans un terminal Node.js

7.2 Borne

La borne interactive est hébergée sur un Raspberry Pi, connecté à un écran tactile, une TV et un scanner. Le premier défi a consisté à rendre l'expérience utilisable facilement par les visiteurs sans qu'ils aient accès au système d'exploitation (OS). Pour cela, un mode kiosk a été configuré afin de verrouiller l'interface.

Le système d'exploitation est installé avec un accès SSH, la sortie audio est redirigée via HDMI vers la TV, et l'écran tactile est configuré en mode « touch » (et non souris) pour permettre le scroll au doigt.

Pour garantir un déploiement fluide depuis un repository privé GitHub, des clés de déploiement SSH ont été ajoutées pour permettre la récupération du code source avec git en suivant un article sur Medium (leangaurav 2024).

L'objectif principal est de limiter la maintenance au strict minimum. L'ensemble est encapsulé dans un container Docker permettant un lancement rapide via une simple commande, un raccourci sur le bureau et même un service systemd. Le dépôt peut être cloné puis lancé avec `make`. Après avoir renseigné les différentes URL dans les fichiers `.env`, il est possible de démarrer l'ensemble via `make start`. Des commandes supplémentaires (`make update`, `make install-service`, etc.) permettent d'installer le service systemd ou le raccourci d'application sur le bureau. Tous les détails sont documentés dans le README du projet sur la clé USB.

Initialement, l'application était prévue pour être lancée dans Chromium en mode kiosk, ce qui fonctionnait correctement avec un seul écran. Cependant, la nécessité d'utiliser deux écrans synchronisés (partageant le même contexte pour le Local Storage et la Broadcast Channel API) a posé un problème : chaque instance de Chromium en mode kiosk est isolée. Après avoir exploré les options de la commande Chromium sur un site web les regroupant toutes (Beverloo 2025), aucune solution viable n'a été identifiée. Une solution alternative a donc été développée : un wrapper Electron, utilisant l'API `BrowserWindow` pour ouvrir deux fenêtres en mode kiosk, chacune sur un écran (Electron 2025).

Bien qu'Electron réponde aux besoins fonctionnels, sa consommation de ressources reste élevée, ce qui engendre des performances réduites sur le Raspberry Pi. À terme, il serait pertinent d'envisager une modification technique avec le remplacement du Local Storage par la base de données et un remplacement de l'API Broadcast Channel par des WebSockets.

Il a également été nécessaire de remplacer le gestionnaire de fenêtres Wayland (par défaut sur les Raspberry Pi 5) par X11, plus simple à configurer pour multi-écran.

Tous les composants (scanner, écran tactile, TV) sont connectés au Raspberry Pi via HDMI et USB. L'alimentation est connectée aux deux écrans ainsi qu'au Raspberry Pi. Pour éviter des problèmes au démarrage, il est recommandé de brancher l'alimentation du Pi en dernier, une fois tous les périphériques connectés (Figure 39).

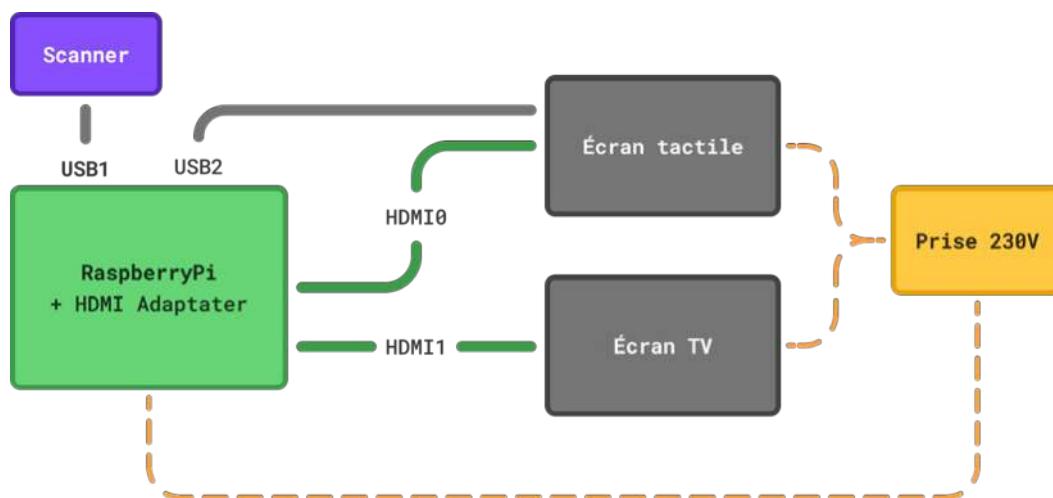


Figure 39 - Schéma de connexion des câbles au RaspberryPi

8 Marketing et communication

Pour accompagner le dispositif interactif et faciliter sa familiarisation avec les visiteurs, des supports imprimables ont été conçus. L'objectif est d'assurer une visibilité du jeu dès l'arrivée sur le site. Cela permet aussi de résumer le fonctionnement de l'expérience. La pré-étude a révélé un potentiel de communication via les réseaux sociaux. Toutefois, cette option n'est pas prioritaire pour le CCA. Le Centre souhaite s'assurer qu'il peut gérer les visiteurs avant d'amplifier sa communication.

Une affiche au format A4 résume les trois étapes principales du parcours. Placée à des emplacements stratégiques comme l'entrée du bâtiment, cette affiche sert d'appel visuel. Elle possède également un code QR pour un accès à l'expérience. Cette affiche est également déclinée en Flyer A5 (Figure 40). Ils peuvent être disposés à proximité de la borne interactive ou sur les comptoirs de l'accueil. Ces contenus sont conçus pour être facilement adaptables au format numérique. La même logique visuelle peut être repise pour une bannière sur le site web.



Figure 40 - Flyer de promotion du jeu

9 Résultats

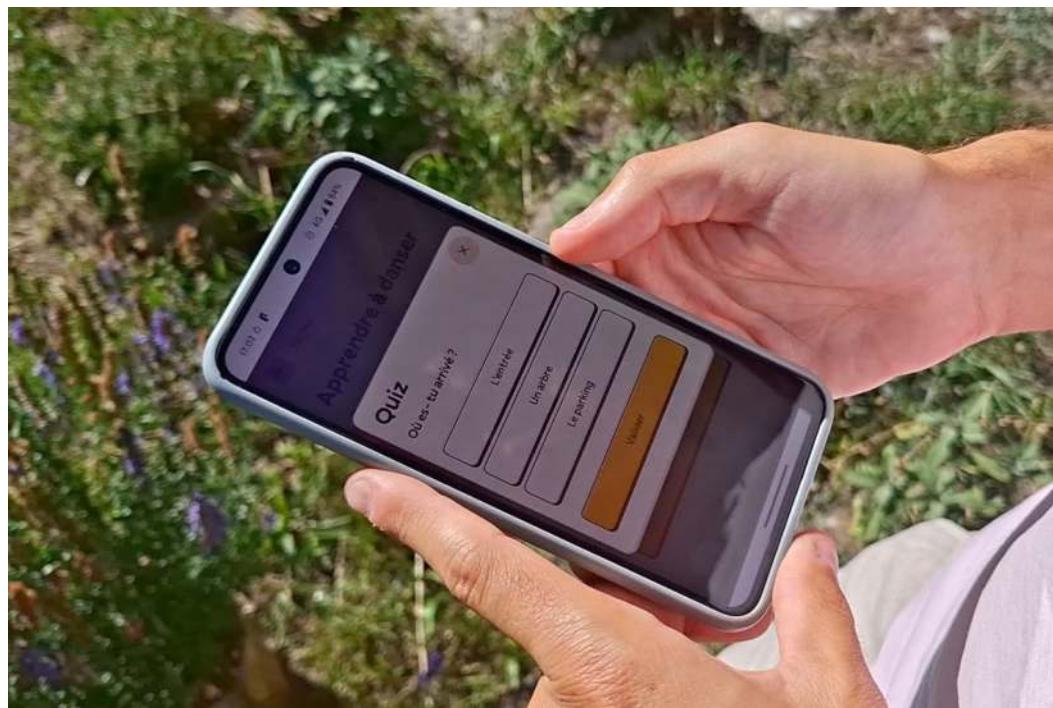


Figure 41 - Mise en situation du quiz sur l'application

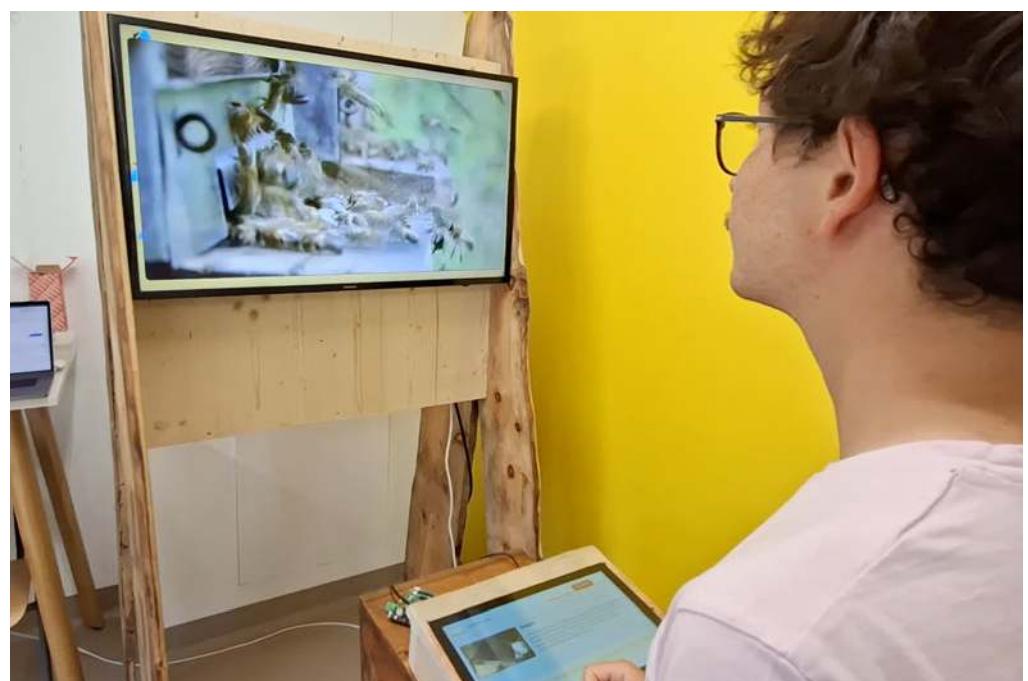


Figure 42 - Mise en situation de l'utilisation de la borne interactive

9.1 Atteinte des objectifs

Les objectifs définis en début de projet ont été globalement atteints. Les deux interfaces sont fonctionnelles. La logique de jeu est en place et théorisée et la borne interactive est opérationnelle. Le seul aspect qui a été sous-estimé concerne la création de contenu. En raison de ce point, il n'a pas été possible de mener un essai pilote complet dans le cadre du travail de bachelor. Cependant, des tests non formels ont été réalisés lors de présentations à des proches ce qui a permis d'identifier certains points d'amélioration et de connaître les interactions ou hypothèses qu'il reste à tester :

- L'expérience globale avec les postes physiques
- Le bon fonctionnement du scan sur la borne
- La compréhension de la fin du jeu : est-ce clair pour les visiteurs ?

Ces tests permettront d'obtenir des retours concrets sur l'interaction et d'ajuster les éléments pédagogiques déjà identifiés comme de mieux définir la fin du jeu (récompense, message final, etc.) et d'ajouter quelques animations.

Par ailleurs, une observation notable a émergé au cours du projet : pour les très jeunes (moins de 10 ans), il a été jugé préférable d'éviter une exposition à l'écran. L'accompagnement par un adulte reste essentiel pour cette tranche d'âge et une adaptation du parcours au format papier est en discussion.

9.2 Pistes d'amélioration futures

Plusieurs pistes ont été identifiées pour améliorer et enrichir l'expérience :

- **Corrections techniques** : résolution des bugs abordés dans le rapport
- **Personnalisation** : ajout d'une garde-robe pour les abeilles
- **Évolution du quiz** : intégration du quiz sur la borne
- **Système de gratification** : meilleure valorisation des réussites (sons, animations, badges)

Une possible extension de la borne pourrait être envisagée, sous forme d'un système de « fun facts ». Celle-ci pourrait afficher aléatoirement des anecdotes sur les abeilles (essaimage, ponte, maladies, etc.) en créant des animations avec les individus de la colonie virtuelle. Cela apporterait une continuité narrative tout en créant un lien avec les abeilles créées/générées par les visiteurs.

9.3 Prolongements du projet

Le Centre de Compétences en Apiculture a exprimé une réelle volonté de poursuivre le projet au-delà du travail de bachelor. Le dispositif servira de preuve de concept. Il sera présenté aux partenaires dans le but de lever des fonds qui permettront de finaliser les contenus et potentiellement développer le projet dans d'autres contextes.

À court terme, la priorité et de finaliser les contenus et résoudre les bugs bloquants. La borne sera également utilisée à l'occasion d'événements ponctuels comme le Verbier Bike festival²⁵ qui aura lieu du 14 au 17 août 2025. Une observation de terrain pourra être effectuée.

²⁵ Verbier Bike Festival, *Verbier E-Bike Festival* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.verbierbikefestival.com/> [consulté le 6 août 2025].

10 Conclusion

Ce projet visait à créer une expérience interactive mêlant numérique et réel pour sensibiliser le public à l'univers de l'apiculture, tout en respectant les contraintes identifiées dès la pré-étude. Il s'agissait notamment : de permettre le parcours en autonomie, d'éviter un aspect trop muséal et de concevoir une expérience accessible aussi bien seul qu'en groupe. Le résultat propose une approche émotionnelle autour d'une abeille perdue, rythmée par des actions concrètes dans l'espace du CCA.

Cette démarche a exigé une réflexion approfondie de conception et de scénarisation pédagogique. Le système mis en place repose sur une webapp, une borne interactive et un CMS, interconnectés autour d'un fil rouge. Bien que certaines fonctionnalités prévues n'aient pas été intégrées dans le MVP (comme les fun facts ou le quiz final), l'ensemble est fonctionnel sans le contenu. Il est donc presque prêt à être testé. Les retours des visiteurs permettront de valider les hypothèses UX.

Ce projet était ambitieux et m'a permis d'explorer des domaines très variés : conception UX, design graphique, prototypage Figma, développement web, déploiement et architecture, construction physique mais aussi la réflexion autour du marketing. Malgré la quantité, le travail a pu être mené selon le planning (annexe page 84) même dans les moments où j'avais l'impression de prendre du retard.

Ce travail m'a également beaucoup apporté techniquement : la manipulation d'éléments SVG, l'automatisation du déploiement sur une borne, l'utilisation de Strapi ainsi que renforcé mes connaissances de l'écosystème Vue.js. Ces compétences vont clairement me servir dans la suite de mon parcours professionnel.

Bibliographie

- BEVERLOO, Peter, 2025. List of Chromium Command Line Switches « Peter Beverloo. *Peter.sh* [en ligne]. 8 mars 2025. Disponible à l'adresse : <https://peter.sh/experiments/chromium-command-line-switches/> [consulté le 6 août 2025].
- BILHAM, Jasmine, 2021. Case Study: How Duolingo Utilises Gamification To Increase User Interest - Raw.Studio. [en ligne]. 2 juillet 2021. Disponible à l'adresse : <https://raw.studio/blog/how-duolingo-utilises-gamification/> [consulté le 6 août 2025].
- CHAN, Megan, 2024. Mental Models and User Experience Design. *Nielsen Norman Group* [en ligne]. 26 janvier 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.nngroup.com/articles/mental-models/> [consulté le 6 août 2025].
- ELECTRON, 2025. BrowserWindow. *Electron Docs* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://electronjs.org/docs/latest/api/browser-window> [consulté le 6 août 2025].
- FESSENDEN, Therese, 2017. Modal & Nonmodal Dialogs: When (& When Not) to Use Them. *Nielsen Norman Group* [en ligne]. 23 avril 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.nngroup.com/articles/modal-nonmodal-dialog/> [consulté le 6 août 2025].
- GITHUB, 2025. Création et test de code Node.js - Documentation GitHub. *GitHub Docs* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://docs-internal.github.com/fr/actions/tutorials/build-and-test-code/nodejs> [consulté le 6 août 2025].
- HARBAND, Jordan, 2025. *ljharb/qs* [logiciel] [en ligne]. 6 août 2025. [consulté le 6 août 2025]. Disponible à l'adresse : <https://github.com/ljharb/qs> [consulté le 6 août 2025].
- IDEUM, 2017. Space Guard Academy - Ideum. *Behance* [en ligne]. 1 décembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.behance.net/gallery/59438963/Space-Guard-Academy> [consulté le 6 août 2025].
- INFOMANIAK, 2025a. Hébergement Node.js. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://www.infomaniak.com/fr/hebergement/hebergement-nodejs> [consulté le 6 août 2025].
- INFOMANIAK, 2025b. Lier un nom de domaine à un Hébergement Web Infomaniak. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://www.infomaniak.com/fr/support/faq/2025/lier-un-nom-de-domaine-a-un-hebergement-web-infomaniak> [consulté le 6 août 2025].
- INFOMANIAK, 2025c. Créer un site Node.js. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://www.infomaniak.com/fr/support/faq/2537/creer-un-site-nodejs-chez-infomaniak> [consulté le 6 août 2025].

KHMELYK, Karyna, 2024. What different types of typographic scales exist? *Cieden* [en ligne]. 8 juillet 2024. Disponible à l'adresse : <https://cieden.com/book/sub-atomic/typography/different-type-scale-types> [consulté le 6 août 2025].

LEANGAURAV, 2024. Setup ssh key with git/github: Clone private repo using ssh. *Medium* [en ligne]. 22 juin 2024. Disponible à l'adresse : <https://leangaurav.medium.com/setup-ssh-key-with-git-github-clone-private-repo-using-ssh-d983ab7bb956> [consulté le 6 août 2025].

Material Design, 2021 *Material Design* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://m3.material.io> [consulté le 6 août 2025].

OVINZ, 2023. Answer to « How to fetch Strapi by slug, and how to populate the categories ». *Stack Overflow* [en ligne]. 1 février 2023. Disponible à l'adresse : <https://stackoverflow.com/a/75314251> [consulté le 6 août 2025].

PERNICE, Kara, 2015. A Few Mobile UX Design Skills Help With Very Large Touchscreen UX Design. *Nielsen Norman Group* [en ligne]. 23 août 2015. Disponible à l'adresse : <https://www.nngroup.com/articles/very-large-touchscreen-ux-design/> [consulté le 2 août 2025].

STRAPI, 2025a. Content-type Builder | Strapi 5 Documentation. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://docs.strapi.io/cms/features/content-type-builder> [consulté le 6 août 2025].

STRAPI, 2025b. Populate and Select | Strapi 5 Documentation. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://docs.strapi.io/cms/api/rest/populate-select> [consulté le 6 août 2025].

TERADA, Youki, 2022. Do Dyslexia Fonts Actually Work? *Edutopia* [en ligne]. 24 juin 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.edutopia.org/article/do-dyslexia-fonts-actually-work/> [consulté le 17 juin 2025].

Typography, 2021 *Material Design* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://m3.material.io/styles/typography/type-scale-tokens> [consulté le 6 août 2025].

VUEJS, 2025. Different History modes | Vue Router. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://router.vuejs.org> [consulté le 6 août 2025].

WAVESHARE, 2025. Barcode Scanner Module (C) - Waveshare Wiki. [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : [https://www.waveshare.com/wiki/Barcode_Scanner_Module_\(C\)](https://www.waveshare.com/wiki/Barcode_Scanner_Module_(C)) [consulté le 6 août 2025].

YABLONSKI, Jon, 2025a. Laws of UX. *Laws of UX* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://lawsofux.com/> [consulté le 6 août 2025].

YABLONSKI, Jon, 2025b. Choice Overload. *Laws of UX* [en ligne]. 2025. Disponible à l'adresse : <https://lawsofux.com/choice-overload/> [consulté le 6 août 2025].

Yuzzu - La Maison du Gruyère - On est fondus de Gruyère !, 2024 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.yuzzu.com/projets-fr/la-maison-du-gruyere-on-est-fondus-de-gruyere> [consulté le 23 mai 2025].

ZEESHAN ACADEMY, 2021. Design Principle for Serious Game. *YouTube* [en ligne]. 25 septembre 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=XmP0hAIKL6c> [consulté le 6 août 2025].

Glossaire

Base64	Méthode d'encodage permettant de représenter des données binaires en ASCII.....	45
CMS	Outil pour gérer le contenu d'un site sans coder.....	15
CSS	Langage qui définit le style et la mise en page d'un site web (couleurs, tailles, positions, etc.)	44
Design Thinking	Méthode centrée sur l'utilisateur pour résoudre des problèmes par étapes.....	16
Endpoint	Point d'accès à une API permettant d'envoyer ou recevoir des données.	38
MVP	version simplifiée d'un produit pour tester une idée rapidement.	15
OnBoarding	Processus d'accueil guidant un nouvel utilisateur dans la découverte d'un service ou d'une interface.....	20
Serious Game	Jeu conçu avec un objectif pédagogique, informatif ou de sensibilisation, au-delà du simple divertissement. ..	22
serverless	Architecture où l'exécution du code est gérée par un fournisseur cloud, sans gérer de serveur soi-même.....	43
surcharge cognitive	Trop grande quantité d'informations à traiter, rendant la compréhension difficile pour l'utilisateur.....	17
SVG	Format d'image vectorielle adapté au web, redimensionnable sans perte de qualité.....	44
UX	expérience globale vécue par un utilisateur lors de l'usage d'un produit ou service.....	30
WebApp	application accessible via un navigateur, sans installation.	16

Déclaration sur l'usage des IA

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

Neyret Antony

Date : 31.07.2025

Annexes

Une archive numérique est également disponible sur clé USB. Elle contient :

- Le code source
- Le fichier source des illustrations
- Le fichier Figma (Prototype)
- Le fichier Figjam (Moodboard & recherches)
- Les fichiers PDF + source de l'affiche et du flyer
- Une vidéo de démonstration de l'expérience

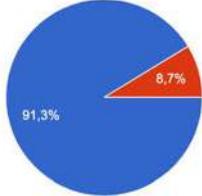
A. Résultats questionnaire

Expériences digitales en tourisme et expositions culturelles
46 réponses

[Publier les données analytiques](#)

Lors de vos visites culturelles avez-vous déjà utilisé des expériences digitales ?

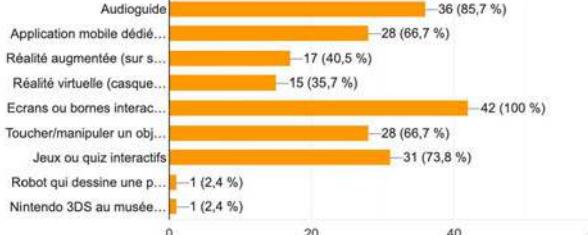
46 réponses



Réponse	Nombre	Pourcentage
Oui	42	91,3%
Non	4	8,7%

Lesquelles avez-vous testées ?

42 réponses



Expérience	Nombre	Pourcentage
Audioguide	36	85,7 %
Application mobile dédiée	28	66,7 %
Réalité augmentée (sur smartphone)	17	40,5 %
Réalité virtuelle (casque)	15	35,7 %
Ecrans ou bornes interactives	42	100 %
Toucher/manipuler un objet	28	66,7 %
Jeux ou quiz interactifs	31	73,8 %
Robot qui dessine une personne	1	2,4 %
Nintendo 3DS au musée	1	2,4 %

Une expérience qui vous a marqué et pourquoi ?

42 réponses

La visite virtuelle du palais de Néron à Rome. Très réaliste et impressionnant. On se sentait immergé dans une autre époque.

Le Château d'Avignon (France). La visite se fait avec des tablettes et permet grâce à la réalité augmentée de voir comment était le château à l'époque, avec des objets, meubles, tapisseries etc. Il y a aussi des jeux interactifs, une chasse au trésor virtuelle. C'est ludique et surtout cela amène une toute nouvelle dimension à la visite. Sans cela, le Château en lui-même est assez "vide" et pas très intéressant.

L'exposition Van Gogh interactif pour l'originalité et une autre façon de voir les tableaux

Réalité augmentée avec le smartphone

Un musée proposait un audio guide/téléphone, j'avais l'impression qu'il prenait trop de place dans la visite. On devait lire sans arrêt le petit écran, et je perdais cette sensation de visite de musée. Ça donnait l'impression que j'aurais pu avoir les mêmes infos sur Wikipedia.

Quels aspects aimez-vous dans ce type d'expérience ?

38 réponses

La nouveauté et le réalisme

L'interactivité, le côté ludique et surtout lorsque cela amène un plus à la visite, cela nous permet de découvrir et apprendre de façon différente.

Ce que j'aime dans les expériences digitales c'est d'apporter plus d'informations tout en restant ludique parce exemple avec les audioguides. Je trouve que l'avantage des audioguides c'est de pouvoir regarder les objets/l'exposition sans regarder un écran.

Interactivité

J'aime quand on peut choisir certains aspects que l'on souhaite approfondir.

La gamification

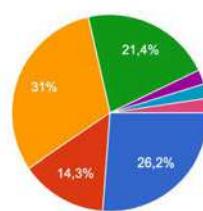
Très bonne utilisation de nouvelles technologies qui ont augmenté l'immersion.

J'ai aimé avoir le choix de la langue et l'application donnait plus d'explications que les

[Copier](#)

Sur quel support préférez-vous vivre ces expériences digitales ?

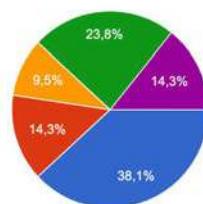
42 réponses



- Smartphone personnel
- Tablette fournie sur place
- Ecrans / bornes interactives
- Objet physique interactif
- Ben ça dépend quel est le sujet, des supports différents vont être utile pour différents sujets ou l... (égal)
- Sans préférence, cela dépend du concept. Je dirais cependa...

Quel type d'expérience interactive préférez-vous lors d'une visite ?

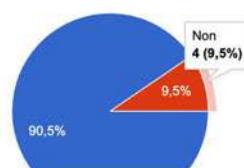
42 réponses



- Une expérience courte et simple (moins de 5 minutes)
- Une expérience longue, avec plusieurs étapes
- Une expérience ludique, genre quiz, chasse au trésor digital (...
- Une expérience éducative, avec beaucoup d'informations détaillées
- Une expérience ludique, genre quizz, chasse au trésor digital...

Est-ce que vous utilisez votre smartphone pendant une visite culturelle (en intérieur ou en extérieur) ?

42 réponses



[Copier](#)



Si oui, pourquoi ?

39 réponses

Copier

Complément d'informations, recherches sur le web	25 (64,1 %)
Prendre des photos / vidéos	37 (94,9 %)
Utiliser une application ou un QR code proposé sur place	24 (61,5 %)
Partager sur ses réseaux sociaux	9 (23,1 %)

0 10 20 30 40

si non, pourquoi ?

4 réponses

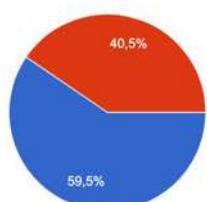
Copier

- Envie de me déconnecter de mon téléphone
- je trouve que ces sorties me permettent de me déconnecter
- Ça me dérange plutôt dans l'observation
- La culture c'est plutôt intérieur pour moi

Seriez-vous prêt à installer une application sur votre smartphone ?

42 réponses

Copier

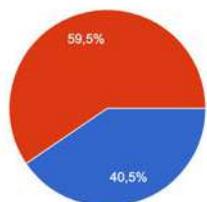


Oui	Non
59,5%	40,5%

Aimeriez-vous pouvoir accéder à l'expérience ou une partie de l'expérience à distance depuis chez vous ?

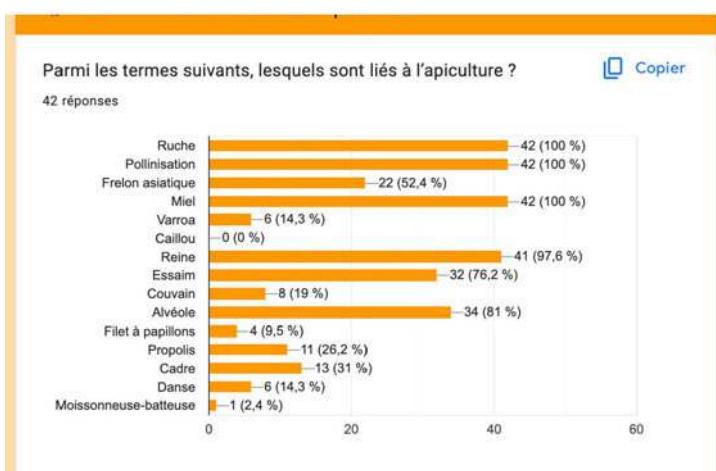
42 réponses

Copier

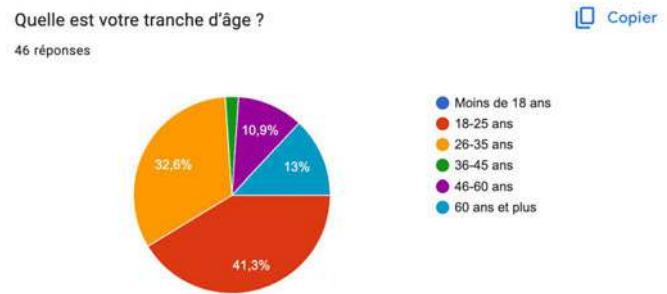


Oui	Non
40,5%	59,5%

 Votre niveau de connaissance en apiculture



Données démographiques



**Des remarques, suggestions ?**

12 réponses

Maison d'ailleurs à Yverdon

Je préfère ne pas trop utiliser mon smartphone perso pendant les visites (en tout cas pour des applis etc.) car cela vide trop rapidement la batterie, et je me sens moins libre pour rechercher des infos complémentaires et prendre des photos.

Excellent sondage !

Application web c'est le mieux je pense, parce que j'aurais vraiment la flemme d'installer une application pour une seul expérience.

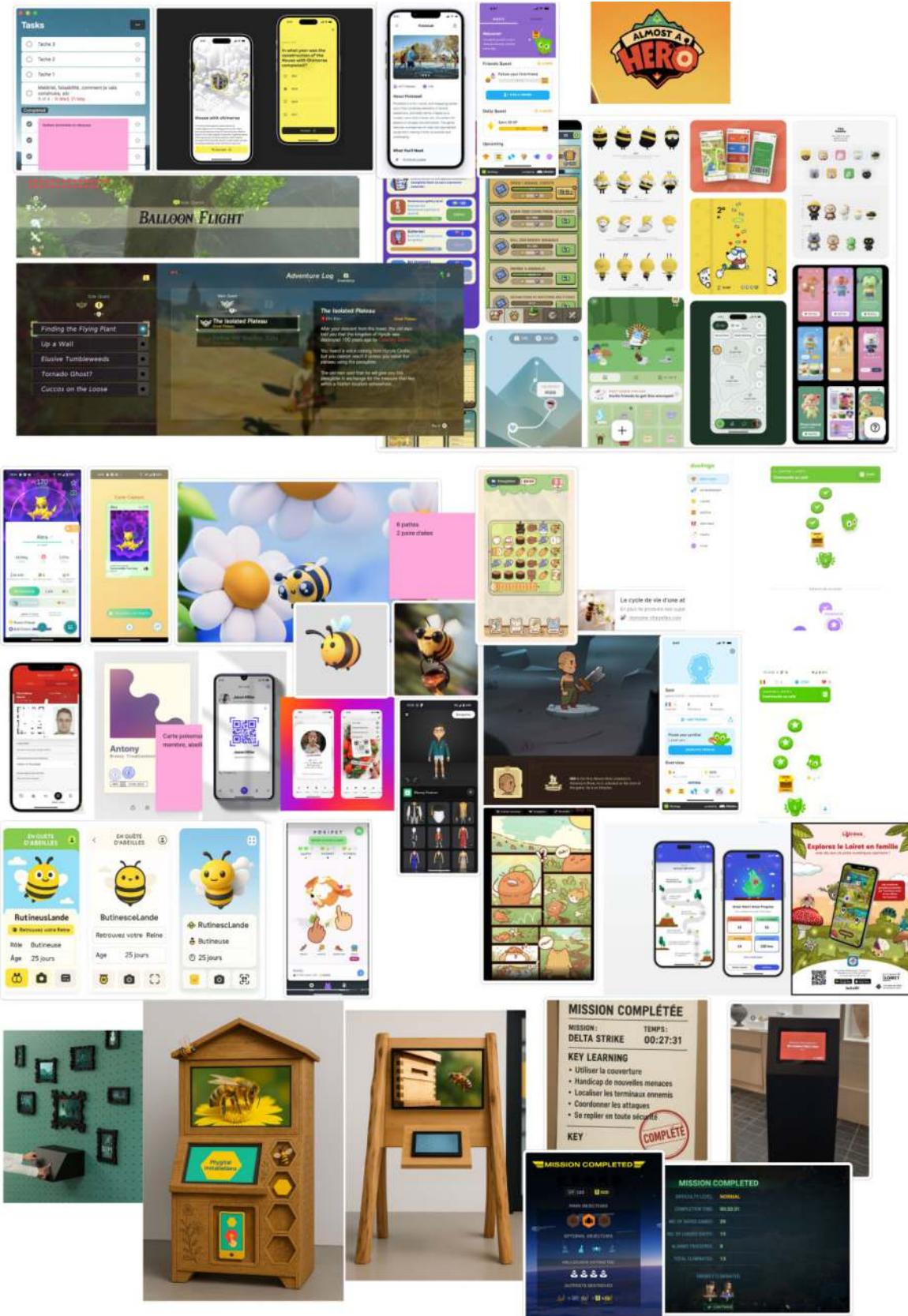
Et c'est bien de pouvoir le faire à distance, mais il faut quand même une partie qui est obligatoirement sur place. Déjà parce que c'est plus fun, mais aussi parce que sinon tu risques de juste arrêter l'expérience ou d'être distrait par autre chose sur ton téléphone si tu es chez toi.

Le début faisable à distance et si tu veux faire la suite faut venir sur place ou quelque chose du style.

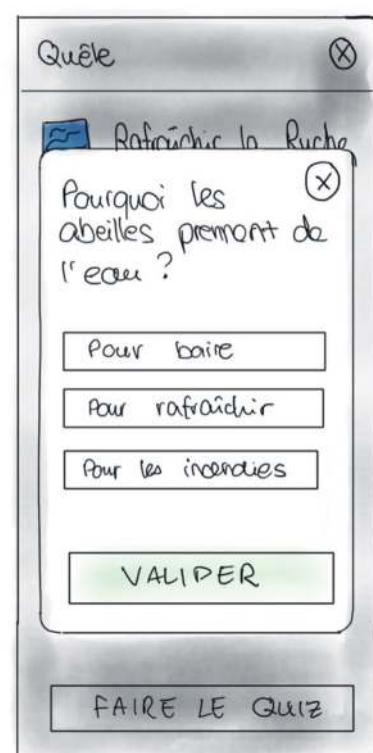
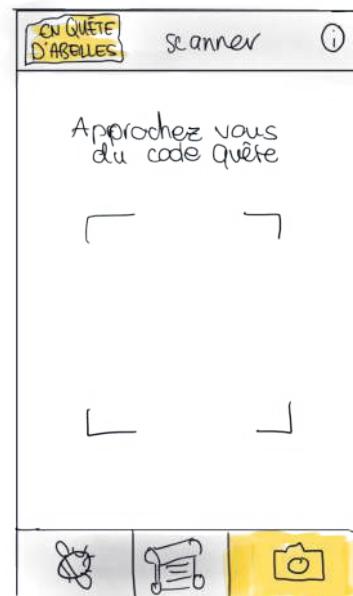
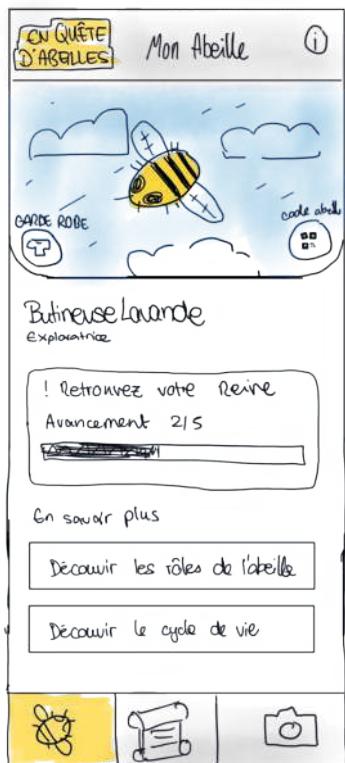
Pour l'accès à la maison de l'expérience digitale, ben ça dépend aussi de ce que c'est, il y

B. Moodboard (Tableau libre)

Disponible en ligne : <https://www.figma.com/board/0cWZy9Gno6fZQHGNG3r9un/AnnexeTB--Figjam>



C. Maquettes papier



Quête X

 Rafraîchir la Ruche

Bravo !

Objet débloqué 

Effectivement, les abeilles prennent de l'eau pour rafraîchir la ruche.

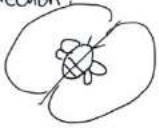
CONTINUER

FAIRE LE QUIZ

< Indice

 Rafraîchir la Ruche

Les abeilles se sont arrêtées pour récupérer de l'eau.

Votre abeille vous indique la direction ! 

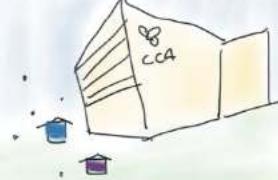
Indice 0:30 + 

Photo du lieu

Appuyer pour afficher 

EN QUÊTE D'ABEILLES

Bienvenue au Centre de Compétences en Apiculture !



Les abeilles sont heureuses ! Elles volent à la recherche de bon nectar !

COMMENCER

EN QUÊTE D'ABEILLES

Cette ruche semble bien mouvementée !



La ruche est pleine. La moitié de la colonie va partir avec l'ancienne reine. C'est l'essaimage !

< **INSPECTER**

EN QUÊTE D'ABEILLES

Oups ! une abeille semble perdue.



Cette abeille est désorientée à cause des pesticides. Elle a perdu les notions d'espace et son intelligence est réduite. Aidez-la !

< **ADOPTER**

**ON QUÊTE
D'ABEILLES**

Voici votre abeille



Butineuse Lavande
Rôle: Butineuse

Butineuse Lavande est une jeune abeille inexpérimentée. Un peu maladroite parfois, elle rêve de devenir une butineuse indispensable.

< CONTINUER

**ON QUÊTE
D'ABEILLES**

Quête principale
Retrouver l'essaim

Votre but est d'effectuer des quêtes pour ramener Butineuse Lavande à son essaim.

Lisez les indices et scannez les codes QR avec la caméra.

Une fois les quêtes terminées rendez vous à la borne située dans le centre.

< ACCEPTER LA QUÊTE

D. Synthèse des tests utilisateurs papier

Synthèse des tests utilisateurs

Deux tests utilisateurs ont été réalisés sur le prototype papier de la webapp *En quête d'abeilles* dans le cadre du Travail de Bachelor. Les tests à évaluer la compréhension du concept, la navigation dans l'interface, et l'enchaînement des tâches principales.

Profil des participants

#	Nom	Date	Usage numérique
1	Olivier Lonneux	06.06.2025	Utilisateur régulier (tous les jours).
2	Celestine Neyret	09.06.2025	Habituée à l'usage du numérique

Tâche 1 : Trouver le premier indice depuis l'écran d'accueil (Onboarding)

Départ : depuis le « on boarding », arrivée sur l'app

Objectif du test : comprendre comment fonctionne l'application

Résultats :

- Les deux participants ont rencontré des **difficultés de compréhension** initiales.
- Olivier Lonneux a eu besoin d'être guidé pour comprendre qu'il fallait utiliser les indices comme point de départ physique. Il a fini par trouvé l'indice mais il a fallut beaucoup le guider.
- Les écrans n'indiquaient pas clairement le lien entre le jeu et le monde réel.
- Le parcours n'était pas assez explicite sur la première action à entreprendre (ex. : chercher physiquement le premier poste).

Tâche 2 : Finaliser une quête (scan du QR et validation du quiz)

Départ : depuis la page d'accueil « Abeille »

Objectif du test : Tester le workflow de scanner le code et finir un quiz.

Résultats :

- Cette tâche a été **plus fluide** pour les deux participants.
- Olivier a mis quelques secondes à comprendre qu'il fallait utiliser la caméra, mais a ensuite suivi le bon cheminement.
- Le parcours a été perçu comme **plutôt facile à très facile**.

Appréciation générale**Points positifs :**

- L'idée de mixer réel et numérique a été appréciée.
- Le design et l'aspect ludique bien que papier de la quête ont été perçus comme engageants.

Points à améliorer :

- Le début de l'expérience manque de clarté sur ce qu'il faut faire.
- Une meilleure **mise en contexte** dès l'accueil serait bénéfique.
- Olivier a exprimé des doutes sur l'usage collectif.

Recommandations des participants :

- Clarifier les objectifs dès l'accueil.
- Améliorer la signalisation vers les premières actions à effectuer.
- Penser à une **version plus guidée pour les groupes ou enfants**.
- Autres propositions: multijoueur, classement

Utilisabilité perçue

- L'autonomie de la batterie n'a pas été vue comme un problème.

E. Maquettes Webapp

Disponible en ligne : <https://www.figma.com/design/4xEIxtHOYysbdEw1oAl0kl/AnnexeTB--EnQueteAbeille>

Prototype interactif : <https://www.figma.com/proto/4xEIxtHOYysbdEw1oAl0kl/AnnexeTB--EnQueteAbeille?page-id=0%3A1&node-id=147-830&viewport=-893%2C213%2C0.33&t=Zvo8y7kJBscUdT95-1&scaling=scale-down&content-scaling=fixed&starting-point-node-id=147%3A830>

F. Tableau de définition des postes

En quête d'abeilles - CCA

Fiche de description de tâche

Tâche de la quête principale	Apprendre à danser
Description <i>But général</i> <i>Contexte dans le fil rouge</i>	Explique la danse de l'abeille.
Ordre dans le parcours	Peut-être en dernier si ça ramène vers la borne et on peut justifier le vote d'une nouvelle maison.
Indice sur le lieu <i>Pour guider l'utilisateur vers l'emplacement</i>	Trouver le soleil dans le jardin. « Je brille mais je suis fait de bois »
Contenu sur l'application <i>Ce que l'utilisateur verra sur son smartphone/tablette lorsqu'il scan la quête.</i>	Schéma de la danse, animation. Photographies du soleil à repérer physique. Exemple aller vers l'arbre. Quiz : Où êtes-vous arrivés ?
Action physique, activité	Le déplacement vers l'arbre constitue la tâche. On se repère avec la danse de l'abeille, en fonction du bâtiment (la ruche) et le soleil en bois planté dans le jardin.
Lieu	Soleil en bois et l'arbre.
Ressources matérielles	Soleil en bois
Module de la borne correspondant (Par ex. : Poste danse = Module de communication de l'abeille)	Communication de l'abeille - Phéromones - Danse
Objectif pédagogique visé <i>Au terme de cette tâche, l'utilisateur doit être capable de...</i>	Comprendre la danse de l'abeille.
En quoi est-ce justifiable dans le cadre de l'essaimage ?	Les abeilles utilisent la danse pour voter une nouvelle maison.

06.2025

Tâche de la quête principale	Repérer les plantes mellifères
Description <i>But général</i> <i>Contexte dans le fil rouge</i>	Les abeilles butinent des fleurs.
Ordre dans le parcours	
Indice sur le lieu <i>Pour guider l'utilisateur vers l'emplacement</i>	« Mmmh le bon nectar »
Contenu sur l'application <i>Ce que l'utilisateur verra sur son smartphone/tablette lorsqu'il scan la quête.</i>	Image des plantes mellifères de la région avec explication des plantes = différents miels : couleurs, texture.
Action physique, activité	Sur des panneaux physiques, il pourrait relier un dessin d'abeille à la bonne plante à l'aide de ficelles, ça représente un peu le butinage. (Attention la notion d'une fleur par trajet)
Lieu	
Ressources matérielles	
Module de la borne correspondant (Par ex. : Poste danse = Module de communication de l'abeille)	Les plantes mellifères, avec des vidéos sur le butinage, la transformation nectar-miel.
Objectif pédagogique visé <i>Au terme de cette tâche, l'utilisateur doit être capable de...</i> En quoi est-ce justifiable dans le cadre de l'essaimage ?	Découvrir ce qu'est une plante mellifère, le pollen, le nectar, pourquoi l'abeille butine. Pas directement pendant mais l'abeille butine avant de partir pour avoir assez de réserves.

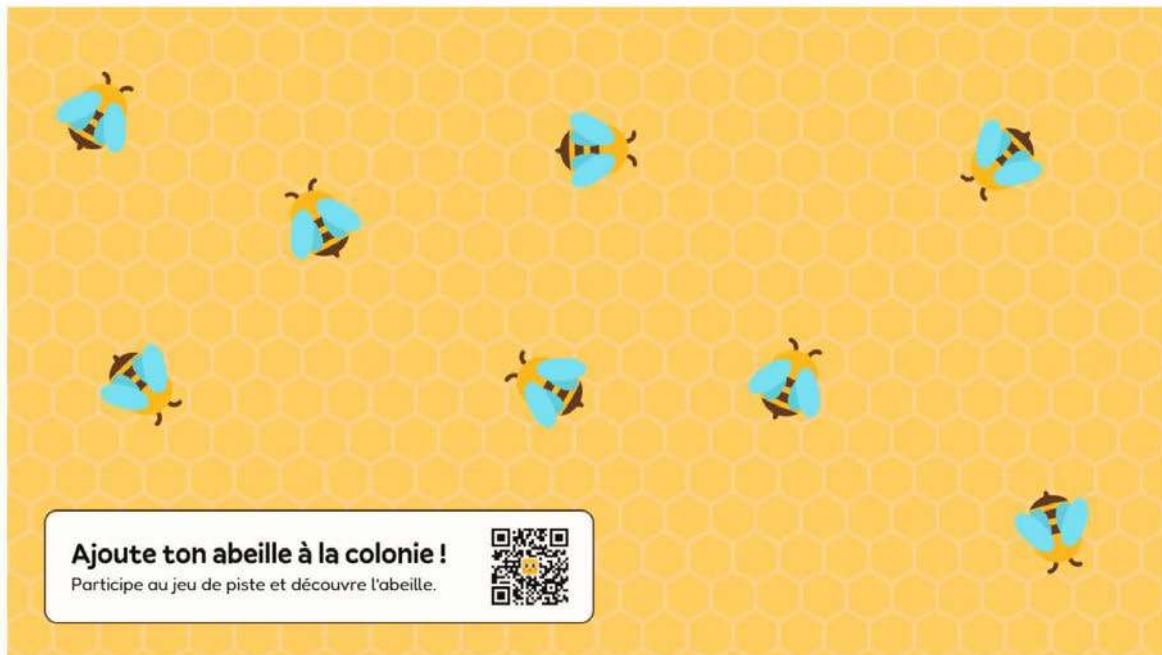
Tâche de la quête principale	Reconnaître un apiculteur
Description <i>But général</i> <i>Contexte dans le fil rouge</i>	L'utilisateur découvre les principaux outils et vêtements utilisés par un apiculteur.
Ordre dans le parcours	
Indice sur le lieu <i>Pour guider l'utilisateur vers l'emplacement</i>	« Une étrange créature masquée rôde près de l'abri... Viens voir si elle est dangereuse. »
Contenu sur l'application <i>Ce que l'utilisateur verra sur son smartphone/tablette lorsqu'il scan la quête.</i>	L'abeille isolée aperçoit une silhouette étrange... Ami ou ennemi ? Il s'agit de l'apiculteur qui tente de suivre l'essaim. Explication des objets de base liés à la pratique apicole.
Action physique, activité	Découvrir les outils de l'apiculteur. Tenue, enfumoir, récolte de miel, extracteur Éventuellement cadres
Lieu	Sous le couvert (à droite en sortant)
Ressources matérielles	Enfumoir, Tenue, Extracteur (sauf si poste sur les produits)
Module de la borne correspondant (Par ex. : Poste danse = Module de communication de l'abeille)	Histoire de l'apiculture
Objectif pédagogique visé <i>Au terme de cette tâche, l'utilisateur doit être capable de...</i>	Reconnaître un apiculteur, comprendre les outils de l'apiculteur et son rôle envers les abeilles.
En quoi est-ce justifiable dans le cadre de l'essaimage ?	L'apiculteur veut récupérer l'essaim.

Tâche de la quête principale	Rencontrer d'autres abeilles
Description <i>But général</i> <i>Contexte dans le fil rouge</i>	Il faut une tâche qui observe à distance les ruches. Expliquer que les abeilles défendent leur colonie des intrus. Tellement désorientée quelle se dirige vers d'autres abeilles.
Ordre dans le parcours	
Indice sur le lieu <i>Pour guider l'utilisateur vers l'emplacement</i>	« On les appelle boîtes car elles ressemblent à des boîtes en bois »
Contenu sur l'application <i>Ce que l'utilisateur verra sur son smartphone/tablette lorsqu'il scan la quête.</i>	Expliquer comment on s'organise dans une ruche et les abeilles défendent l'entrée. Expliquer les piqûres.
Action physique, activité	Observation des ruches
Lieu	Ruches
Ressources matérielles	-
Module de la borne correspondant (Par ex. : Poste danse = Module de communication de l'abeille)	Rôles de l'abeille ? Abeilles sauvages ?
Objectif pédagogique visé <i>Au terme de cette tâche, l'utilisateur doit être capable de...</i> En quoi est-ce justifiable dans le cadre de l'essaimage ?	Comprendre comment les abeilles sont organisées dans une ruche. Lors de l'essaimage les abeilles vont chercher une nouvelle

G. Maquette Borne

En ligne : <https://www.figma.com/design/4xElxtHOYysbdEw1oAl0kl/AnnexeTB--EnQueteAbeille?node-id=1-2>





00 Non connecté | Quizzzzzzz | FR

L'apiculteur

La vie de la ruche

Les mer



< **L'apiculteur** FR Home



Capture d'un essaim **Création des cadres** **Élevage de reine** **Récolte de miel**



8

L'apiculteur : création de cadres

FR



Une fois la cire récupérée après l'extraction du miel, elle est fondue, filtrée puis coulée dans des moules ou passée dans une presse pour obtenir de fines feuilles gaufrées. Ces feuilles reproduisent la forme hexagonale des alvéoles et servent de base pour les abeilles, qui complètent ensuite elles-mêmes les cellules.

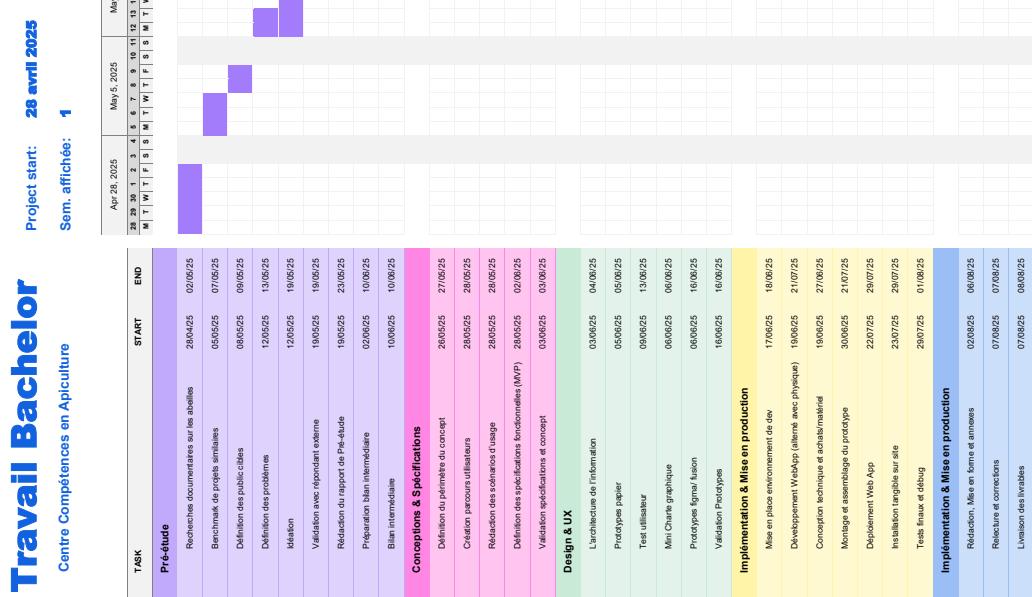


2:00 / 2:55

H. Code Source

Le code source est disponible sur GitHub : <https://github.com/antonynt/en-quete-abeilles>

I. Planning



x = tâches définies dans le rapport pré-stude

Pré-étude

Concevoir une expérience interactive et éducative pour sensibiliser le grand public à l'apiculture

Non confidentiel



Étudiant : Antony Neyret
Travail proposé par : Jean-Baptiste Moulin
Centre de Compétences en Apiculture
Chemin de Plachouet 3
1941 Vollèges
Enseignant responsable : Olivier Ertz
Année académique : 2025-2026

Authentification

Le soussigné, atteste par la présente avoir réalisé seul ce travail et n'avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées.



Antony Neyret

Yverdon-les-Bains, le 23 mai 2025

Table des matières

1.	Introduction.....	4
1.1	Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité.....	4
1.2	Objectifs de la pré-étude au CCA.....	4
2.	Présentation de la problématique.....	5
2.1	Résumé du contexte actuel.....	5
2.2	Problématique	6
3.	Recherche documentaire et immersion	6
3.1	Stratégie de communication actuelle.....	7
3.2	Visites.....	7
3.3	Expériences similaires dans l'agrotourisme et en médiation culturelle	7
3.3.1	Maison du Gruyère	8
3.3.2	Vis comme une abeille.....	8
3.3.3	Autres expériences inspirantes	9
3.4	Synthèse des recherches documentaires.....	10
4.	Analyse et description des besoins liés à la problématique	11
4.1	Redéfinition des problèmes.....	11
4.2	Public cible	12
4.3	Parcours	13
4.4	Reformulation de la demande à l'aide du Design Thinking	13
4.5	Définition du concept	13
5.	Définition des objectifs et livrables	14
5.1	Objectifs du projet.....	14
5.1.1	Objectifs spécifiques	14
5.1.2	Objectifs pratiques	14
5.2	Livrables	15
6.	Organisation et description des tâches	16
7.	Planning	17
8.	Gestion des risques et facteurs de succès	18
8.1	Risques	18
8.1.1	Matrice de Farmer	18
8.2	Facteurs de succès.....	19
9.	Apport critique	19

1. Introduction

1.1 Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité

Le Centre de Compétences en Apiculture (CCA), Inauguré le 18 mai 2024, se trouve à Vollèges au bord de la Dranse et de l'axe routier qui mène au Grand-Saint-Bernard. Le centre a vu le jour sous l'impulsion de la Société d'Apiculture d'Entremont (SAE), présidée par Michel Rausis, afin de transmettre des connaissances, d'investir dans des projets dédiés aux abeilles et à la biodiversité, d'informer le public et de valoriser les produits apicoles. Leur objectif est avant tout de transmettre des connaissances sur les abeilles d'un point de vue professionnel.

Légalement, le CCA est géré par la fondation ApiAlpes. Cette dernière est composée de 8 personnes. Le Centre est pour l'instant uniquement composé de Jean-Baptiste Moulin, qui en est le coordinateur. Son rôle est d'organiser les visites, de prendre soin du bâtiment et d'en assurer la gestion dans sa globalité (image, budgets, etc.). Le club Mellonia vient s'ajouter à la fondation ApiAlpes, dont les membres contribuent financièrement et peuvent aussi participer à la vie du Centre en aidant à animer des visites par exemple.

Le Centre de Compétences en Apiculture a plusieurs activités :

- Agrotourisme
- Apiculture
- Formation
- Recherche et développement
- Apithérapie

Le Centre bénéficie d'une bonne situation géographique. Il est proche d'un axe routier fréquenté et bien desservi par les transports publics. Unique en Suisse romande, il se positionne comme un lieu de référence pour l'apiculture, la recherche, l'apithérapie, le tourisme et la sensibilisation du public. Il participe à des actions régionales comme le Passeport vacances de Martigny et développe un projet de ruches connectées transfrontalier avec le Val d'Aoste, visant à mieux lutter contre le varroa, le frelon asiatique et analyser les effets du changement climatique sur les abeilles.

Dans le cadre de son développement agrotouristique, le CCA souhaite renforcer sa médiation numérique.

1.2 Objectifs de la pré-étude au CCA

- S'informer sur le domaine de l'abeille, de la vie du Centre, des visites.
- Comprendre et redéfinir la problématique.
- Suivre la méthode du Design Thinking, trouver des idées, définir le concept.

2. Présentation de la problématique

2.1 Résumé du contexte actuel

Le Centre de compétences en Apiculture (CCA) a été inauguré en mai 2024 à Vollèges et développe plusieurs activités. Dans sa stratégie de développement, l'**agrotourisme** joue un rôle secondaire pour l'instant, mais est appelé à se renforcer afin de faire découvrir l'apiculture au grand public. C'est dans ce domaine que vient s'inscrire ce travail de bachelor.

L'agrotourisme fait souvent référence à l'agriculture et à des activités telles que séjourner dans une ferme. Ici, le terme désigne l'ensemble des activités touristiques en lien avec des pratiques agricoles moins populaires. Cela permet aux visiteurs de découvrir des savoir-faire, des produits locaux et des traditions, tout en valorisant le patrimoine naturel et culturel. Dans le cadre du CCA, il s'agit notamment de proposer des visites guidées, un espace d'exposition et des démonstrations.

Pour cela, le centre possède un **petit espace d'exposition intérieur** ainsi qu'un **jardin** avec rucher et un chemin de 18 panneaux textuels : nommé "*le génie de l'abeille*". Réparti entre l'intérieur et l'extérieur, cet espace traite du thème général de l'abeille mellifère. Un espace de démonstration avec une ruche vitrée est également prévu à terme.



Photographies de l'espace d'exposition intérieur et du jardin.

2.2 Problématique

Le CCA souhaite enrichir son offre agrotouristique avec une expérience interactive et éducative destinée au grand public. Le constat actuel est double :

1. Les panneaux d'information sur place sont peu consultés et suscitent peu d'engagement
2. Si les visites guidées intègrent des activités ludiques pour les enfants, celles destinées aux adultes et retraités reposent principalement sur une transmission descendante du savoir, souvent sous la forme d'une discussion d'une heure suivie d'un apéritif ou d'un petit-déjeuner.

Pour y remédier, le centre cherche à développer un concept digital capable de capter l'attention, de susciter la curiosité et de transmettre efficacement les enjeux liés à l'apiculture et à l'abeille mellifère. L'objectif est également de proposer des formats plus interactifs et participatifs pour diversifier l'expérience des publics adultes.

Afin de mieux cerner les enjeux de la problématique, il est pertinent de redéfinir certains termes clés, selon le Larousse :

Concevoir une **expérience** : *un ensemble d'activités immersives, interactive : qui permet une interaction (un échange aisément entre l'utilisateur et la machine), et éducative : qui a l'éducation pour but ; qui éduque, forme efficacement, pour sensibiliser : rendre réceptif à quelque chose pour lequel il ne manifestait pas d'intérêt, le grand public : la plupart des individus d'une population, à l'apiculture : technique de l'élevage pour obtenir les produits des abeilles.*

Cette clarification permet d'orienter plus précisément la démarche du travail et la recherche de solutions adaptées en phase avec le CCA.

3. Recherche documentaire et immersion

Ce travail de pré-étude s'inscrit dans une démarche de Design Thinking, caractérisée par un processus itératif et non linéaire. Certaines découvertes ou retours des parties prenantes ont à plusieurs reprises, amené à réajuster ou remettre en question des éléments du processus.

Dans ce cadre, les premières phases ont consisté en une exploration empathique et documentaire du sujet. Cela m'a permis de mieux comprendre le contexte et les attentes des parties prenantes.

J'ai d'abord analysé les supports de communication actuels du CCA (brochures, site web), complétés par un entretien avec Jean-Baptiste Moulin. Une discussion avec Michel Rausis, président d'ApiAlpes et de la Société d'Apiculture d'Entremont, a également enrichi cette phase.

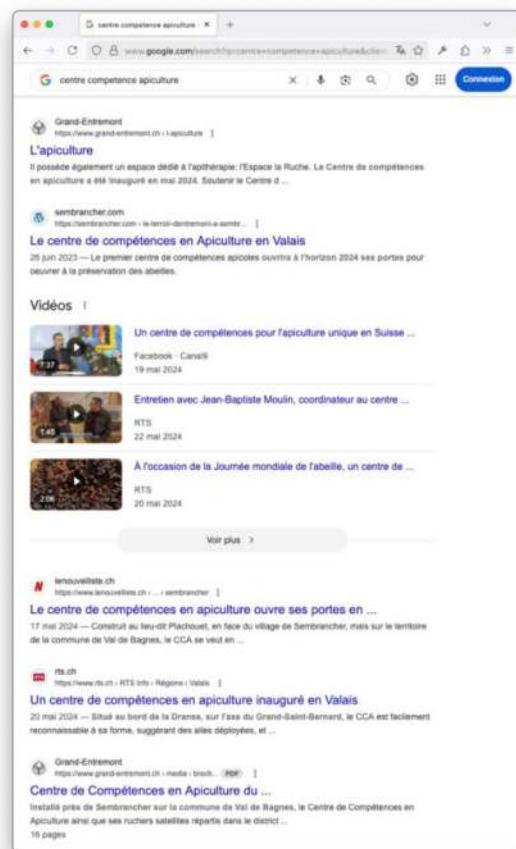
Pour approfondir ma compréhension du sujet, j'ai visionné des documentaires et des conférences d'experts sur l'apiculture. Sans devenir spécialiste, cela m'a permis de pouvoir en parler de manière confiante. J'ai également réalisé des observations de terrain auprès d'apiculteurs, regardé ce qui se fait ailleurs dans l'agro-tourisme et testé la faisabilité de certaines technologies.

3.1 Stratégie de communication actuelle

Le CCA dispose d'une faible présence digitale mais fonctionnelle. Son site web, développé sur Wix et géré par Jean-Baptiste, présente les activités, les informations pour les visites, les projets soutenus et les partenaires. Le CCA est également mentionné sur le site de la Société d'Apiculture d'Entremont.

Le Centre a une forte visibilité dans les médias en ligne, avec plusieurs articles et vidéos relayés par des journaux régionaux et la RTS. Il s'agit d'une communication traditionnelle, basée sur le *bouche à oreille* et la notoriété.

Dans le domaine de l'apiculture, l'aspect social digital est encore très niche et peu exploité en Suisse et en francophonie. Il s'agit principalement de contenu pour vendre les produits, et non pas pour informer.



3.2 Visites

Les visites au CCA se font exclusivement sur rendez-vous, par téléphone, pour des groupes d'au moins six personnes.

Le format des visites est modulé en fonction du public accueilli : certaines sont très passives et principalement informatives, tandis que d'autres incluent des activités plus participatives. Cela peut être par exemple, la visite du rucher ou une démonstration pour les enfants avec une ruche didactique. Il s'agit d'une ruche sans abeilles permettant de manipuler les cadres et découvrir sa structure interne en toute sécurité avant de la faire avec une vraie ruche.

Les thématiques abordées couvrent l'histoire de l'apiculture, l'intelligence collective des abeilles, les menaces qui pèsent sur elles, la diversité des produits de la ruche et le processus de fabrication du miel. À l'issue de la visite, les visiteurs ont la possibilité d'acheter du miel sur place.

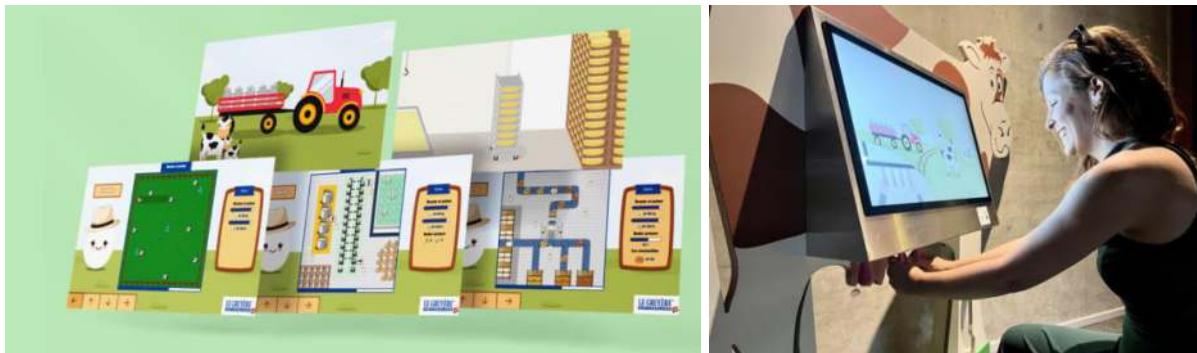
Un réseau WiFi public est également mis à disposition pour les visiteurs durant leur passage.

3.3 Expériences similaires dans l'agrotourisme et en médiation culturelle

L'analyse des projets similaires a permis de découvrir différents formats et supports utilisés dans l'agrotourisme et la médiation culturelle. J'ai décidé de détailler deux projets inspirants pour ce dossier de pré-étude.

3.3.1 *Maison du Gruyère*

La Maison du Gruyère propose une expérience interactive combinant médiation culturelle et immersion ludique sous la forme d'installations physiques, d'un parcours interactif et de la gamification. L'expérience retrace le parcours du lait en Gruyère AOP via un parcours interactif et trois jeux.



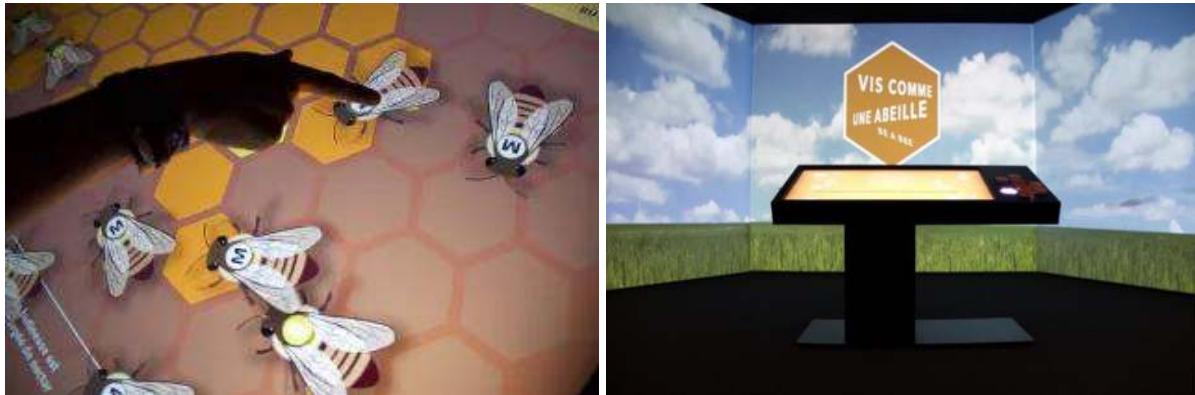
Les visiteurs personnalisent une goutte de lait virtuelle qui les accompagne tout au long de la visite. Ils interagissent avec des bornes et participent à des mini-jeux (production de lait, fabrication de fromage, tri des meules selon l'affinage) via des bornes d'arcade en forme de vaches. Cette approche allie découverte du patrimoine fromager et médiation culturelle à travers le jeu et l'interaction physique, ancrée dans le contexte agrotouristique.

Points forts et éléments inspirants :

- **Parcours interactif scénarisé** : structurer la visite sous forme de parcours où l'utilisateur suit un fil conducteur (ici une goutte de lait).
- **Utilisation d'objets physiques interactifs** : l'intégration d'objets réels détournés (tabourets bottes-à-cul, bornes en forme de vaches, manettes en pis de vache) favorise l'expérience sensorielle et rend la médiation plus mémorable.
- **Gamification accessible** : des règles simples et un gameplay immédiat rendent l'expérience inclusive pour un large public (enfants, familles, novices).
- **Valorisation du patrimoine local** : mettre en avant les savoir-faire traditionnels et le terroir dans un format contemporain et interactif, sans dénaturer le contenu.

3.3.2 *Vis comme une abeille*

Vis comme une abeille est une expérience interactive et immersive réalisée pour le Parc Galamé à la Maison de la nature en 2016 qui plonge les visiteurs dans la vie d'une abeille ouvrière. À mi-chemin entre jeu vidéo collaboratif et film documentaire, l'installation repose sur une **table tactile** connectée à **trois vidéoprojecteurs**, projetant un contenu immersif panoramique avec un son spatialisé.



Le visiteur manipule des **objets tangibles** (avec puce RFID) représentant les différentes étapes de la vie d'une abeille. En plaçant ces objets sous la forme d'alvéoles dans des réceptacles à côté de l'écran, il active des chapitres vidéo et des jeux collaboratifs expliquant le rôle de l'abeille. Cette expérience favorise la **coopération** et l'apprentissage.

Points forts et éléments inspirants :

- **Installation hybride** : la combinaison entre film documentaire et jeu crée un équilibre intéressant entre transmission de savoir et engagement ludique.
- **Valorisation du collectif** : en favorisant la coopération et le jeu en équipe, l'installation enrichit l'expérience de médiation en créant du lien entre les visiteurs.
- **Manipulation d'objets tangibles** : la reconnaissance RFID intégrée au mobilier permet une interaction physique simple et intuitive

Ce format fonctionne bien avec des groupes constitués (famille, amis, classe scolaire) mais peut générer de la gêne ou freiner la participation si les visiteurs ne se connaissent pas.

3.3.3 Autres expériences inspirantes

Nom du projet	Type de dispositif	Description et points forts
Musée Dobrée	Physique, manipulation, écran	Dispositif permettant de manipuler les éléments d'une pièce de monnaie, comprendre en faisant.
Cité Viking : recette cuisine	Physique et digital	Ajouter les bons ingrédients, on peut voir et comparer avec le vrai produit. Utilisation des sens et apprentissage ludique.
Explore Vevey	Course d'orientation	Parcours urbain gratuit avec QR codes menant à des points d'intérêt. Découverte ludique et autonome de la ville.

Nom du projet	Type de dispositif	Description et points forts
Géocaches	Physique et digital, jeu de piste	Chasse au trésor utilisant GPS et indices physiques ou numériques. Encourage l'exploration du territoire de façon ludique.
Totemi	Parcours découverte, ludique	Parcours urbain sur mesure, personnalisable par le créateur de parcours, plusieurs formes d'apprentissage.
La Muette : C. F. Ramuz, livre interactif	Phygital, livre et écran	Un écran dans un livre avec lequel on peut interagir. Bon compromis entre un support traditionnel et digital

3.4 Synthèse des recherches documentaires

L'analyse met en évidence que le CCA dispose d'une bonne visibilité locale via les médias traditionnels et le bouche-à-oreille, mais souffre d'une présence digitale encore limitée, ce qui souligne un besoin numérique plus large qui dépasse toutefois le cadre de ce projet de bachelor.

L'étude d'expériences similaires a permis d'identifier différents formats ludiques et immersifs combinant supports physiques et digitaux, favorisant l'engagement du public par le jeu, l'exploration et la manipulation. Ces expériences peuvent prendre des formes numériques (applications, sites web, visites virtuelles), physiques (bornes tactiles) ou hybrides, mêlant écrans et smartphones au sein d'un parcours défini, à l'image de dispositifs comme Totemi ou d'approches phygitales telles que Le Livre sur C.F. Ramuz à *La Muette*.

Le format collaboratif peut cependant freiner les visiteurs qui ne se connaissent pas. La manipulation d'objets tangibles ou d'interfaces spécifiques peut aussi poser des difficultés pour certains publics (personnes à mobilité réduite, enfants, personnes âgées).

D'un point de vue technique, certaines technologies comme le Bluetooth Low Energy, le NFC, la localisation ou la boussole se heurtent à des contraintes d'intégration web ou de rétrocompatibilité. L'AR est aussi peu adapté car le résultat n'est pas très réaliste avec des technologies web. Les QR codes apparaissent ainsi comme une solution simple et efficace à exploiter dans ce contexte.

4. Analyse et description des besoins liés à la problématique

Dans le cadre de la méthodologie *Design Thinking*, cette étape regroupe la phase de Définition, essentielle pour comprendre les besoins du public et des parties prenantes.

4.1 Redéfinition des problèmes

Pour analyser précisément les besoins, j'ai reformulé la problématique en plusieurs petits problèmes et freins potentiels. Ces éléments ont été identifiés à travers des discussions avec Jean-Baptiste Moulin. En parallèle, un questionnaire en ligne a été diffusé auprès d'un public large consommant régulièrement des expériences culturelles digitales (visites de musées, expositions, sites archéologiques, jardins botaniques, etc.).

Les deux **points** principaux ressortis :

1. Il faut que le concept s'intègre dans les visites mais sans l'intervention de l'animateur.
2. Il faut garder à l'esprit que ce n'est pas un musée mais un partage de connaissances.



Le questionnaire a permis de faire émerger d'autres **pain points**, comme l'accès à un WiFi, et de recenser des dispositifs digitaux que les participants jugent réussis et engageants. Les résultats permettent aussi de visualiser une direction commune vers une préférence pour les activités sur écrans tactiles, le smartphone puis le physique.

4.2 Public cible

Le public cible a été défini en concertation avec le CCA :

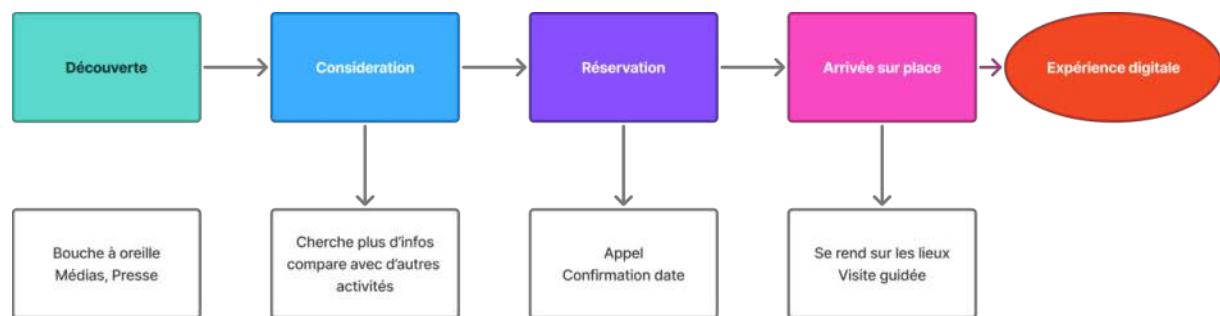
- **Public principal** : les familles (groupes de 6 personnes ou plus de préférence)
- **Autres publics réguliers** :
 - o Écoles et classes d'enfants
 - o Public épicurien et amateur de nature
 - o Retraités et habitants de la région
 - o Amateurs d'apicultures et chercheurs

J'ai établi un tableau regroupant les attentes, usages et freins des différents publics cibles, sur la base des données issues du questionnaire et des échanges avec les parties prenantes.

Points appréciés	<ul style="list-style-type: none"> - Le dynamisme et l'interactivité - Storytelling - Avoir le choix - Être acteur de l'expérience - Vivre quelque chose d'unique
Attentes sur le digital	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas être passif : agir, toucher, tester - Permettre de mieux comprendre le sujet - Ludique et simple d'utilisation - Personnalisation, adapté à la personne - Technologie discrète
Freins sur le digital	<ul style="list-style-type: none"> - Trop de digital tue le digital - Être contraint par la technologie - Attendre pour des bornes ou installations - Manque d'autonomie
Utilisation du digital	<ul style="list-style-type: none"> - Comme outil complémentaire et optionnel - Apprécient les audioguides - Avoir un contenu quand ils en ont envie
Émotions recherchées	<ul style="list-style-type: none"> - L'immersion - Surprise, découverte - Apprendre, ressortir avec des - Plaisir, amusement
Motivations à venir au CCA	<ul style="list-style-type: none"> - Aspect "Nouveauté" du CCA, curiosité - L'Abeille comme symbole universel de l'écologie et de la biodiversité - C'est un monde passionnant

4.3 Parcours

L'expérience digitale viendra s'intégrer dans un **parcours de visite déjà existant**, car ce sont les visites sur rendez-vous qui génèrent la venue des participants sur le site. J'ai d'ailleurs réalisé un schéma du parcours-type des visiteurs pour visualiser l'endroit où le dispositif pourrait s'intégrer naturellement.



4.4 Reformulation de la demande à l'aide du Design Thinking

Comment concevoir une expérience interactive et éducative, intégrée au parcours de visite existant du Centre de Compétences en Apiculture, qui valorise la découverte de l'univers des abeilles et engage efficacement des publics variés, principalement les familles et les écoles ?

4.5 Définition du concept

Pour définir le concept, j'ai mené plusieurs sessions de brainstorming seul ou avec des amis lors de repas. Pour diversifier les approches, j'ai créé un jeu de cartes mêlant les formats « Et si... » et « Objet aléatoire », inspiré des outils du *Design Project Starter Kit*. Cette méthode m'a permis de générer et tester de nouveaux concepts. Enfin, j'ai présenté deux concepts à Jean-Baptiste, qui a pu contribuer à la décision finale.

Au terme de la recherche et de l'analyse des expériences existantes, le concept retenu est une application web de parcours où le visiteur incarne une abeille ayant perdu son essaim. L'objectif est de suivre la reine à travers plusieurs arrêts sur le site du CCA, chacun lié à un enjeu apicole, un dispositif physique ou une information digitale.

La forme finale n'est pas encore définie mais le fil rouge est posé. Ce concept permet de scénariser la visite, de proposer une approche ludique pour adultes et familles, tout en restant assez libre d'y ajouter des postes et de le faire évoluer. Il répond aux besoins du CCA en termes d'autonomie et d'intégration dans le contexte des visites.

5. Définition des objectifs et livrables

5.1 Objectifs du projet

L'**objectif principal** de ce projet est de concevoir et développer une expérience interactive et éducative destinée à sensibiliser le grand public à l'apiculture. Ce concept prendra la forme d'un parcours scénarisé associant une application web et la réalisation d'un dispositif physique interactif. Le projet doit répondre au besoin de médiation numérique sur place défini plus haut.

5.1.1 *Objectifs spécifiques*

- Créer une **application web** simple d'utilisation, permettant aux visiteurs d'adopter une abeille virtuelle et de suivre un parcours d'apprentissage via différents postes à l'intérieur et à l'extérieur du CCA.
- Réaliser un prototype physique interactif, représentant la danse frétillante des abeilles pour illustrer ce comportement par la pratique.
- Imaginer et structurer un parcours de visite scénarisé et interactif, articulé autour d'un fil conducteur compréhensible pour tous les publics.
- Tester l'interface utilisateur par un test utilisateur

5.1.2 *Objectifs pratiques*

- Mettre en pratique les compétences acquises en UX, design d'interfaces, développement web, gestion de projet en réponse à un besoin réel.
- Acquérir de nouvelles compétences en intégrant un dispositif physique interactif
- Proposer une solution adaptée au contexte et aux contraintes du lieu
- Comprendre, analyser et apprendre de ses erreurs

5.2 Livrables

Le projet prévoit plusieurs livrables, organisés par ordre de priorité et ajustables en fonction du temps et imprévus. Les fonctionnalités et la faisabilité seront redéfinis durant la première semaine suivant la pré-étude.

Priorité	Livrable	Description
1	Application web	Application permettant de personnaliser une abeille, de scanner des QR codes sur le parcours et d'accéder à des contenus informatifs. L'abeille rejoindra une colonie virtuelle affichée en fin de visite sur un écran.
2	Prototype physique	Dispositif illustrant la danse de l'abeille frétilante à l'aide d'un plateau rotatif et d'une interaction simple à définir.
3	Contenu des postes	Description du contenu des postes du parcours à travers minimum 4 arrêts (dont ruches extérieures et points d'intérêt du site) intégrés à la narration et au fonctionnement de l'application.

Le projet prévoit une potentielle **réduction du nombre de fonctionnalités si nécessaire**, en conservant le concept général de chaque livrable.

En plus de ces rendus s'ajoute les rendus académiques :

- Affiche & Résumé
- Rapport final

6. Organisation et description des tâches

Pour structurer mon projet, j'ai choisi d'appliquer la méthode Design Thinking durant la phase de pré-étude. Je prévois de poursuivre avec cette approche pour la suite du projet. Elle sera accompagnée d'un planning, d'objectifs hebdomadaires et d'une gestion de projet sur Notion, pour garder une vision claire et adaptable. Initialement, je faisais tout sur Notion, avant de migrer vers un tableau plus visuel et flexible sur FigJam.

J'ai accès à des outils pour travailler le bois au CCA, ils leur arrivent de créer ou modifier des ruches.

Work package	Description	Durée
Pré-étude	Recherche documentaire, benchmark, définition objectifs, publics cibles, planification, rapport	4 semaines
Conception & Spécifications	Définition périmètre, parcours utilisateurs, scénarios d'usage, spécificités fonctionnelles et techniques	1 semaine
Design & UX	Architecture information, prototypes papier, test utilisateurs, mini charte graphique, proto Figma/Fusion	2 semaines
Rédaction des contenus	Rédaction et structuration des contenus pour les postes du parcours et la colonie virtuelle	Intégré dans le Design
Dev. WebApp	Environnement dev, personnalisation abeille, colonie virtuelle, tests	5 semaines
Prototype physique	Conception technique, achat/matériel, assemblage, programmation, tests	5 semaines (alterné dev.)
Mise en production	Déploiement WebApp, installation tangible, tests finaux et derniers ajustements.	0.5 semaine
Rapport & Livraison	Rapport TB, mise en forme, annexes, préparation présentation et soutenance.	1.5 semaine

7. Planning

Voici le planning sous la forme de dates clés (jalons). Je prévois aussi un point de situation de l'avancement toutes les deux semaines environ sous forme d'e-mail ou de rendez-vous.

La rédaction du rapport se fait au fur et à mesure sous forme de brouillon. La dernière semaine servira à remettre en forme les paragraphes.

Mile stone	Date
Rendu pré-étude	23 mai 2025
Validation spécifications et concept	3 juin 2025
Bilan intermédiaire	10 juin 2025
Validation prototypes UI / contenus rédigés	16 juin 2025
Test utilisateurs terminés	18 juin 2025
WebApp terminée	22 juillet 2025
Prototype physique terminé	23 juillet 2025
WebApp en production & prototype installé	29 juillet 2025
Livraison & Rapport terminé	8 août 2025
Soutenance réalisée	À définir

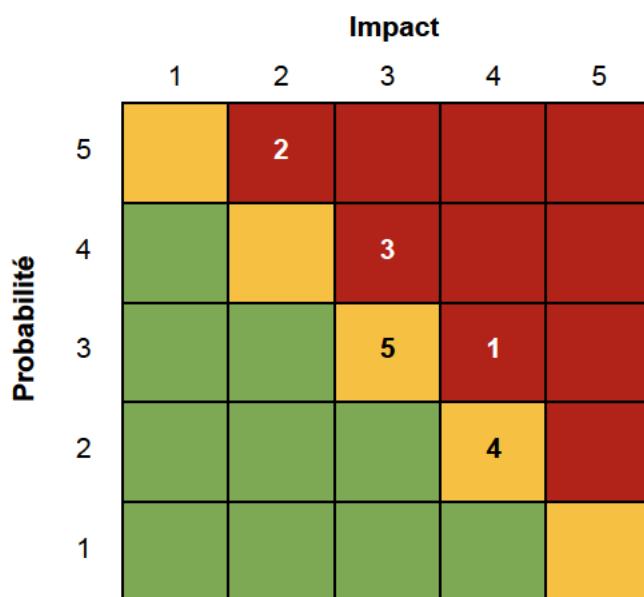
8. Gestion des risques et facteurs de succès

8.1 Risques

N°	Risque	Plan de mitigation
1	Projet trop ambitieux	Définir un MVP clair et prioriser les fonctionnalités
2	Jean-Baptiste Moulin sera absent pendant 1 mois	Planifier les tâches dépendantes avant/après son absence. Anticiper
3	Bugs, problèmes	Prévoir du temps pour debug et faire des tests réguliers
4	Retard sur l'UI des prototypes	Valider rapidement des versions intermédiaires (wireframes → maquettes), utiliser un design system
5	Difficulté à tester avec des utilisateurs	Bien préparer les tests et prendre rendez-vous à l'avance

8.1.1 Matrice de Farmer

Voici une évaluation des risques avant mitigation.



8.2 Facteurs de succès

Facteur de succès	Explication
Définition claire du périmètre (MVP)	Permet de se concentrer sur l'essentiel à livrer
Communication fluide et régulière avec les parties prenantes du projet	Limite les malentendus et permet des ajustements rapides en cas de problème
Anticipation des retards	Permet de prendre des décisions en fonction
Préparation des éléments physiques bien en amont	Pour éviter les blocages logistiques de dernière minute.
Jalons atteints dans les temps	Assure que le projet se déroule comme sur le planning

9. Apport critique

Le cadre très libre de la problématique a nécessité un travail de cadrage important pour définir un fil conducteur pertinent, capable de répondre à la fois aux attentes du CCA et ceux des visiteurs. Il sera essentiel de vérifier les informations transmises et de concevoir des contenus cohérents et accessibles.

Je suis conscient du caractère ambitieux de vouloir combiner une application web et un prototype physique. C'est pourquoi j'ai organisé les livrables par priorité et prévois, dès la première semaine de production, de préciser les détails et d'évaluer la faisabilité de chaque élément. Si nécessaire, j'ajusterai la charge de travail. Ceci vient de ma volonté de proposer un projet qui dépasse le cadre des applications web réalisées jusqu'ici à la HEIG-VD. Ce travail me donne l'occasion d'explorer des formats tangibles et hybrides.

Ce projet demande un large éventail de compétences : en UX et UI design pour concevoir l'interface et l'expérience utilisateur, en programmation et déploiement web, ainsi qu'en conception et fabrication d'un objet physique interactif. Selon les choix, des notions de modélisation 3D pourraient également être sollicitées. Cette diversité représente pour moi un enrichissement professionnel important.

L'un des défis sera de concevoir une interaction pertinente et originale entre l'objet physique et l'application web. Je devrai aussi trouver un aspect différenciant pour éviter que l'expérience ne rappelle trop ceux de la *Maison du Gruyère*, et proposer une solution qui reflète l'identité du Centre de Compétence en Apiculture.

Bibliographie

J'ai utilisé l'IA pour corriger et établir la liaison entre certains paragraphes.

Centre de compétences en apiculture en Valais | Accueil, CCA [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.cca-abeille.ch> [consulté le 28 avril 2025].

Fondation ApiAlpes - StiftungSchweiz, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://stiftungen.stiftungschweiz.ch/organisation/fondation-apialpes> [consulté le 15 mai 2025].

Inauguration du Centre de Compétences en Apiculture, 2024 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.grand-entremont.ch/fr/journal/?id=2677> [consulté le 30 avril 2025].

Intelligence des abeilles, 2024 *Wikipédia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligence_des_abeilles&oldid=215757113 [consulté le 28 avril 2025]. Page Version ID: 215757113

LES INTELLIGENCES ANIMALES, 2023. *Conférence de Mathieu Lihoreau : À quoi pensent les abeilles ?* [en ligne]. 12 mars 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=3zY6qKLTT9g> [consulté le 30 avril 2025].

Le Bruit de la Ruche, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://podcast.usha.co/lebruitdelaruche> [consulté le 30 avril 2025].

Agritourisme, 2025 *Wikipédia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Agritourisme&oldid=221812829> [consulté le 30 avril 2025]. Page Version ID: 221812829

Apiculture, 2025 *Wikipédia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Apiculture&oldid=224783117> [consulté le 30 avril 2025]. Page Version ID: 224783117

Un centre de compétences en apiculture inauguré en Valais, 2024 *rts.ch* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rts.ch/info/regions/valais/2024/article/un-centre-de-competences-en-apiculture-inaugure-en-valais-28507451.html> [consulté le 30 avril 2025].

HOCHULI, Andreas et HUBER, Mario, 2016. Les segments de clientèle dans l'agritourisme.

Unique en Suisse, un centre de compétences sur les abeilles verra le jour en Entremont, *Unique en Suisse, un centre de compétences sur les abeilles verra le jour en Entremont* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.lenouvelliste.ch/valais/bas-valais/entremont-district/sembrancher/unique-en-suisse-un-centre-de-competences-sur-les-abeilles-verra-le-jour-en-entremont-1186137> [consulté le 16 mai 2025].

Apithérapie et centre de soins à Sembrancher, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.docteur-abeille.com/> [consulté le 16 mai 2025].

DURUZ, Céline, 2024. Dans le rucher, tout est bon pour la santé, même l'air qu'il renferme. *Terre & Nature – Les abeilles et nous.* p. 9.

Le Valais et le Val d'Aoste lancent un projet de ruches connectées pour étudier la biodiversité, 2025rts.ch [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rts.ch/info/sciences-tech/2025/article/ruches-connectees-dans-les-alpes-etudier-la-biodiversite-face-au-climat-28845900.html> [consulté le 16 mai 2025].

Article - Gamification : une nouvelle opportunité pour les musées, *Ask Mona* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.askmona.fr/article-gamification-opportunité-musées/> [consulté le 6 mai 2025].

«Les musées doivent entrer en interaction avec leur public» - Le Temps, 2018 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.letemps.ch/culture/musees-doivent-entrer-interaction-public> [consulté le 6 mai 2025].

Redéfinir l'expérience muséale à l'ère du numérique, *CORDIS | European Commission* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://cordis.europa.eu/article/id/413511-redefining-the-museum-experience-for-the-digital-age-test/fr> [consulté le 6 mai 2025].

Outils Archive, *Design Project Starter Kit* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://designstarterkit.ch/outils/> [consulté le 15 mai 2025].

Benchmark :

Beedoo, expérience interactive pour enfants, *Loris Pinna, développeur et designer freelance* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://lorispinna.com/> [consulté le 28 avril 2025].

L'exposition « Insecte expérience » à Neuchâtel, 2024rts.ch [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rts.ch/audio-podcast/2024/audio/l-exposition-insecte-experience-a-neuchatel-28497326.html> [consulté le 28 avril 2025]. Last Modified: 2024-05-09T17:40:40Z

Espace immersif, Vis comme une abeille - Mosquito, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://mosquito.fr/Espace-immersif-Vis-comme-une-abeille> [consulté le 28 avril 2025].

Cité immersive Viking - Mosquito, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://mosquito.fr/Cite-immersive-Viking> [consulté le 28 avril 2025].

Dobrée, un musée digne de curiosité, 2024 *Tactile Studio* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://tactilestudio.co/fr/dobree-sensoriel-inclusif-interactif/> [consulté le 28 avril 2025].

Explore Vevey, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.explore-vevey.ch/> [consulté le 13 mai 2025].

GEOCACHING. Geocaching. *Geocaching* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.geocaching.com/play> [consulté le 23 mai 2025].

La Muette, *La Muette* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://lamuette.ch/de/> [consulté le 13 mai 2025].

Totemi | Une solution de parcours connectés, interactifs et ludiques, *Totemi* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://totemi.ch/> [consulté le 13 mai 2025].

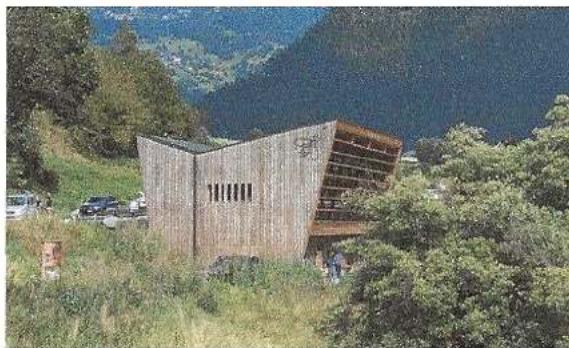
Yuzzu - La Maison du Gruyère - On est fondus de Gruyère !, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.yuzzu.com/projets-fr/la-maison-du-gruyere-on-est-fondus-de-gruyere> [consulté le 13 mai 2025].

Expérience interactive et éducative pour sensibiliser le grand public au monde des abeilles

Contexte

En 2024, le Centre de Compétences en Apiculture (CCA) est inauguré à Vollèges au bord de la Dranse et de l'axe routier menant au Grand-Saint-Bernard. Géré par la fondation ApiAlpes, le CCA a comme objectifs de transmettre des connaissances en apiculture, soutenir des projets en faveur des abeilles, protéger la biodiversité, informer le public et valoriser les produits apicoles.

Le CCA propose actuellement aux groupes, sur réservation, une découverte du monde des abeilles. Il souhaite à présent renforcer son offre agrotouristique dans la perspective de l'ouvrir au grand public.



Besoins

Ce travail vise à diversifier l'offre agrotouristique en proposant une expérience numérique en autonomie. Celle-ci s'intègre à l'espace d'exposition intérieur, au jardin et au sentier didactique déjà existants.

Plusieurs besoins ont été identifiés :

- Proposer une activité numérique qui favorise l'observation et la pratique ;
- Une intégration lors des visites guidées mais possible en autonomie ;
- S'adresser à un public large, composé de groupes scolaires, d'adultes curieux et de familles en visite.

Auteur : Antony Neyret
Répondant externe : Jean-Baptiste Moulin
Prof. responsable : Olivier Ertz

Solution proposée

Cette solution consiste en une application web basée sur un jeu de postes couplée à une borne éducative.

1. Le visiteur adopte une jeune abeille virtuelle et doit se déplacer autour du Centre pour accomplir différentes tâches combinant quiz et observations de terrain.
2. Ces tâches sont activables par des ruchettes munies de codes QR.
3. À l'issue du parcours, l'utilisateur est invité à déposer son abeille dans la colonie virtuelle sur la borne interactive.

La borne présente des contenus éducatifs plus approfondis (vidéos, animations, photos, fiches pédagogiques) et peut être accessible en tout temps sans avoir complété le jeu.

De plus, la solution s'accompagne d'un système de gestion de contenu (CMS) qui permet la flexibilité et l'évolution de l'expérience dans le temps.

Résultat



Cette nouvelle offre permet au CCA d'enrichir ses visites guidées et de proposer, à terme, une activité interactive accessible lors de l'ouverture libre du site.

Diplômant :	Neyret Antony
Titre du travail de Bachelor :	Concevoir une expérience interactive et éducative pour sensibiliser le grand public à l'apiculture.
Enseignant responsable du TB :	Olivier Ertz
Entreprise partenaire :	Centre de Compétence en Apiculture

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

10.06.2025

Nom et signature

Antony NEYRET



Enseignant responsable

Date

10.6.2025

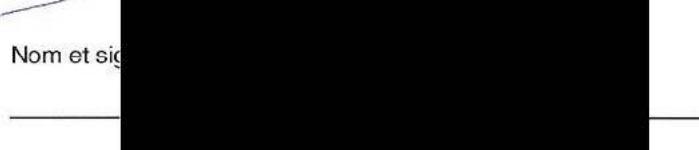


Entreprise partenaire

Date

10.06.2025

Nom et sig



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.*

PV : Bilan intermédiaire du travail de Bachelor

Lieu : Centre de Compétences en Apiculture, Vollèges	
Participants :	
Date : 10.06.2025	Début de l'entretien : 9h30
Ordre du jour : <ol style="list-style-type: none">Présenter les changements par rapport à la pré-étude, le détail de l'expériencePoint sur l'état d'avancement par rapport au planningPrésenter l'affiche et le résuméSigner le contrat de confidentialité	

1. Présentation des changements et des détails de l'expérience

Présentation de la solution et des maquettes basse fidélité :

- Une WebApp de parcours ludiques avec quiz à chaque étape
- Une borne interactive éducative

Le module physique "Danse de l'abeille" précisé dans la pré-étude sera transformé en borne éducative à deux écrans, dont un tactile.

Jean-Baptiste Moulin souligne l'intérêt d'une borne pour les périodes hivernales où l'accès au jardin est limité. Il insiste sur le fait que ce n'est pas un musée. Une formule avec billet d'entrée avait été testée dans le passé.

Le détail des tâches pour l'application doit être intégré dans les modèles de tableaux Word créés par Antony Neyret et doivent être validés par Jean-Baptiste Moulin.

Antony Neyret doit transmettre le descriptif détaillé de l'expérience à Olivier Ertz et Jean-Baptiste Moulin.

Le public cible principal évolue pour inclure les groupes scolaires.

Une discussion a déterminé que les enseignants préparent souvent leurs visites. Une version papier du quiz, avec possibilité d'utiliser la borne pour répondre, est envisagée. L'aspect collaboratif du jeu sera géré en dehors de la WebApp.

2. État d'avancement du projet

Présentation résultats des premiers tests sur l'interface papier, à savoir, deux problèmes ont pu être identifiés et il faudra tester les correctifs.

Possibilité évoquée de réaliser un essai pilote avec un groupe, idéalement en milieu de développement ou en fin de projet, en août, débouchant sur des recommandations et priorisations.

Jean-Baptiste Moulin indique que le projet se poursuivra après le travail de Bachelor.

Jean-Baptiste indique que le terrain espace jardin va s'agrandir la création de nouveau postes et modifier leur emplacement doit être pris en compte.

Antony Neyret doit :

- Intégrer l'essai pilote dans sa planification.
- Considérer les aspects techniques, pédagogiques et financiers pour le projet.

Points complémentaires :

Projet à jour selon le planning. Les maquettes Figma de la WebApp doivent être finalisées en fin de semaine.

La borne doit être détaillée sous sa forme physique et interface. Jean-Baptiste Moulin demande précisions sur la forme (dimensions) et qu'elle soit mobile.

Antony Neyret doit préparer la liste des composants pour la commande de matériel.

Jean-Baptiste envisage planifier une présentation du projet devant le Conseil de fondation.

Points techniques :

Olivier Ertz évoque une potentielle visualisation sous la forme de cartographie, une approche par liste évolutive reste privilégiée dû à l'aspect évolutif du terrain et des tâches mais la suggestion est notée.

Antony Neyret évoque l'hébergement chez Infomaniak pour centraliser :

- WebApp Frontend
- Strapi
- Jean-Baptiste évoque une possible refonte du site web Wix actuel.

3. Affiche et résumé

Antony Neyret a oublié d'envoyer le résumé et l'affiche en amont. Ces documents seront alors envoyés après le rendez-vous pour relecture.

4. Contrat de confidentialité

Signé par les trois parties.

5. Actions à suivre

Action	Responsable
Planifier le prochain rendez-vous MS Teams pour faire le point.	Antony Neyret
Envoyer le résumé et l'affiche.	Antony Neyret
Valider affiche et résumé de TB.	Jean-Baptiste Moulin Olivier Ertz
Valider les feuilles de tâches et le texte du fil rouge.	Jean-Baptiste Moulin
Intégrer l'essai pilote dans la planification.	Antony Neyret
Regrouper tous les assets déjà disponibles.	Jean-Baptiste Moulin
Lister les composants et dimensions de la borne pour commander les pièces.	Antony Neyret

Heure de fin de la réunion : 10h40

Rédigé par Antony Neyret