

ALBERT David
BELLUCCI Matthieu
POTRON Corentin

STPI 2

TRAVAIL D'INITIATIVE PERSONNELLE NON ENCADRÉE

Rapport du Projet **Ins'Arcade**

Vendredi 19 mai 2017

A l'attention du Jury des TIPNE

Table des matières

1	Présentation du projet	2
1.1	Naissance du projet	2
1.2	Motivation du groupe	2
1.3	Objectifs	3
2	Description du projet	4
2.1	Un système complexe	4
2.2	La partie fonctionnelle	5
2.3	La partie structurelle	5
3	Organisation du groupe	7
3.1	Répartition temporelle des tâches	7
3.2	Mise en commun	8
4	Difficultés rencontrées	9
4.1	Optimisation logicielle	9
4.2	Obtention du matériel	9
4.3	Fabrication de la borne	10
5	Bilan du projet	11
5.1	Bilan général	11
5.2	Bilan individuel	11
5.3	Perspectives envisageables	12
6	Annexes	13
6.1	Annexe 1 - Schéma fonctionnel général	14
6.2	Annexe 2 - Schéma fonctionnel de l'étage 1	15
6.3	Annexe 3 - Schéma fonctionnel de l'étage 2	16
6.4	Annexe 4 - Du concept au réel	17

Partie 1

Présentation du projet

1.1 Naissance du projet

Cette borne d'arcade est le résultat d'un travail de groupe qui s'est déroulé sur un semestre entier, c'est à dire qu'il a commencé début Janvier 2017 et il s'est terminé fin Mai 2017. A l'origine, Corentin voulait faire un TIPNE simplement sur un moteur de jeu en JavaFX et a formé avec David et Matthieu une équipe pour le mener à bien.

Cependant, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'une fois terminé, le projet aurait eu un intérêt limité au niveau applicatif, qu'il présenterait un manque d'originalité et d'exploitation des connaissances de chacun ou encore qu'il serait peut être trop simple pour pouvoir atteindre les 50 heures de travail par personnes.

Après avoir discuté des différentes options possibles, nous avons donc décidé de garder cette idée de moteur de jeu tout en lui apportant une valeur ajoutée non négligeable : nous avons choisi de lui donner une forme et un contexte d'application ludique qui parlait à chacun d'entre nous : une borne d'arcade. Une borne telle que l'on pouvait en trouver dans les bars des années 80-90 ou encore actuellement dans les salles de jeux et bowling.

Après de rapides recherches pour évaluer la faisabilité du projet, la motivation étant présente, nous avons décidé de nous lancer et ainsi de vous proposer ce TIPNE.

1.2 Motivation du groupe

La motivation pour ce projet est venue naturellement. Elle a été poussée tout simplement par l'envie de créer un objet alliant électronique, informatique et présentant une architecture générale relativement complexe, le tout **à partir de rien**. Ce dernier point est l'un des principaux axes qui a défini notre projet et qui a été respecté tout au long du semestre. Il est issue d'une philosophie américaine, le fameux **DIY** (Do It Yourself), qui consiste à créer toute sorte d'objet seulement à partir de nos compétences respectives et à partir des ressources dont nous disposons (le "prêt à l'emploi" est donc proscrit).

Il s'agit en quelque sorte d'un défi que nous souhaitons relever. Par ailleurs, concrétiser ce projet, le rendre fonctionnel et montrer les différentes perspectives d'évolution qu'il peut offrir (ajout de nouveaux jeux, **installation possible du projet fini à l'INSA**) nous a conforté dans notre démarche, d'autant plus que notre groupe s'est toujours bien entendu.

Enfin, l'évaluation en tant qu'EC facultatif au Semestre 4, nous permet de mettre en avant ce projet et de présenter à un public expérimenté ce que nos connaissances et nos compétences actuelles nous ont permis de réaliser.

1.3 Objectifs

Nous nous sommes fixés des objectifs de conception au début du projet afin de stimuler l'avancement au cours du semestre et surtout afin de se mettre d'accord sur l'idée de base :

- Faire au maximum tout à la main (DIY)
- Développer un moteur de jeu modulable et unifié (ajout d'un nouveau jeu facilement, tous les jeux fonctionnent sur la même base)
- Obtenir environ 5 jeux jouables fin mai (dont au moins un fait par chacun d'entre nous)
- Obtenir un design final agréable avec un flocage
- Rendre le projet pérenne dans le temps (mettre le code à disposition si quelqu'un veut ajouter son propre jeu par exemple)
- Rendre la borne en libre accès à l'INSA
- Réaliser une structure à taille humaine semblable aux vrais bornes d'arcades
- Réaliser une documentation pour les personnes souhaitant créer de nouveaux jeux

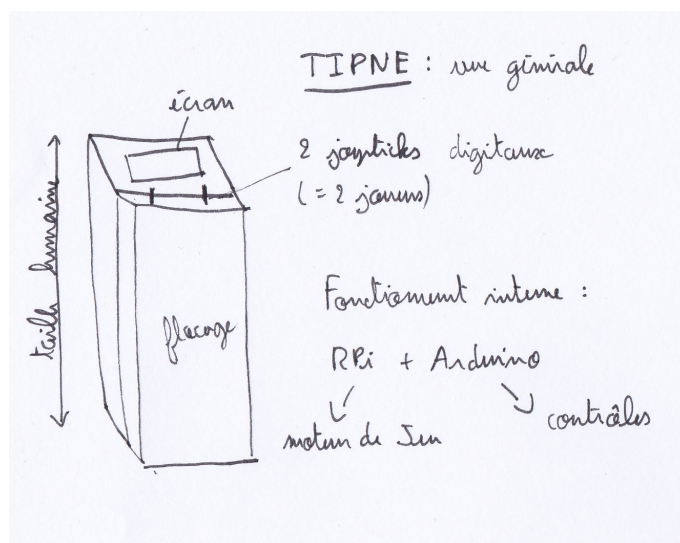


FIGURE 1.1 – Un des premiers croquis au début du projet qui présente les caractéristiques essentielles de notre idée de borne d'arcade

Partie 2

Description du projet

2.1 Un système complexe

Une borne d'arcade est un système communicant qui allie à la fois de l'électronique, du logiciel ainsi que la notion de design et de structure. Dès le début, nous avons choisi de différencier ces 3 axes majeures afin d'éviter de nous éparpiller. Chacun a ainsi pu apporter ses compétences dans les différents domaines.

Différentes recherches ont permis de mettre rapidement au point le système en lui même (voir **Annexe 1**). Nous avons ainsi pu, avant même de commencer à programmer, établir le diagramme de fonctionnement ci-dessous :

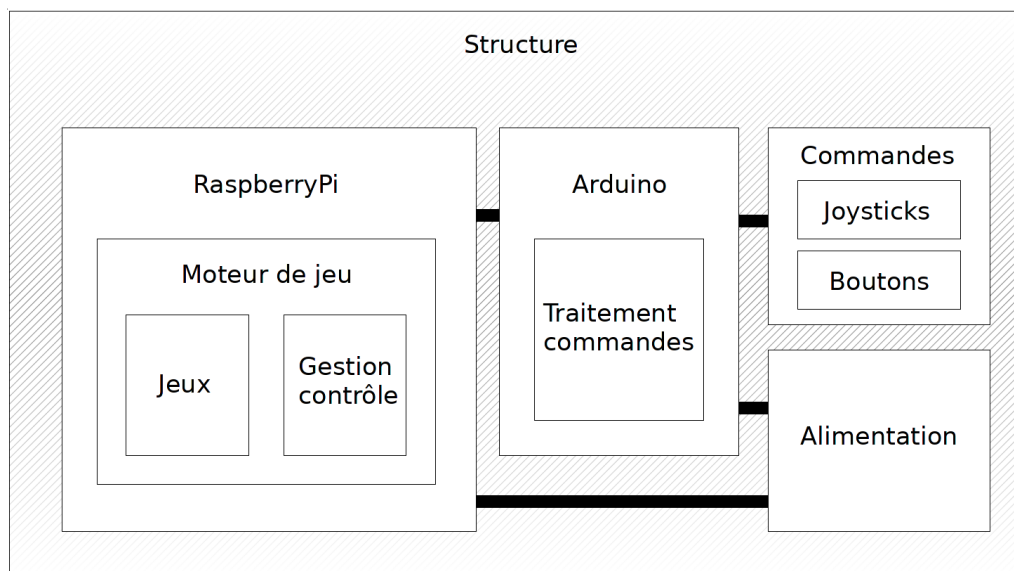


FIGURE 2.1 – Diagramme général de fonctionnement que nous avons établi

2.2 La partie fonctionnelle

La communication : un facteur déterminant

Nous allons ici nous intéresser à la partie fonctionnelle de la borne, c'est à dire la partie qui s'occupe de faire fonctionner les jeux et d'interagir avec l'utilisateur. Ces deux concepts étant éloignés, il a fallu trouver une solution pour les faire communiquer ensemble. Nous avons tout d'abord pensé à utiliser les ports disponibles sur la RaspberryPi mais ces derniers présentaient trop de contraintes en terme d'implémentation dans le moteur de jeu. Pour faire simple, il était difficile à notre niveau de gérer ce type d'interface directement en Java (plateforme sur laquelle tourne le moteur de jeu) sans avoir recours à une bibliothèque toute faite (ce qui irait à l'encontre de notre idée de DIY). Nous avons ainsi contourné le problème en programmant nous même une interface entre d'une part la RaspberryPi et d'autre part les joysticks et boutons via une carte type Arduino (très répandue et suffisamment documentée). A noter que cette interface est développée en **Annexe 2**.

Le moteur de jeu

Un moteur de jeu est un élément logiciel qui permet de faire fonctionner un jeu. C'est lui qui s'occupe de dessiner les éléments, de rafraîchir l'image, de gérer les contrôles,... En quelques mots, il s'agit du coeur de notre système. Nous avons choisi de le développer sur la plateforme Java et plus précisément sur l'extension appelée JavaFX qui permet de gérer la partie graphique de manière simple sur une RaspberryPi en ayant de bonnes performances (elle "dessine" directement sur le buffer de la RaspberryPi et est donc très rapide à l'exécution).

Le fonctionnement du moteur de jeu tel que nous l'avons imaginé peut être simplifié de la manière suivante : à la mise sous tension de la borne, le moteur de jeu se lance et plus précisément il lance 2 Threads (processus qui s'exécute de manière parallèle) :

- **Thread 1** : boucle qui se charge, dans l'ordre, d'effacer l'écran, de mettre à jour les paramètres du jeu actuel (position des personnages,...), de dessiner sur l'écran le jeu actuel et cela en boucle de manière infinie. Cette boucle s'exécute environ 60 fois par secondes pour donner une impression de mouvement qui soit le plus fluide possible.
- **Thread 2** : boucle qui se charge de récupérer les informations envoyées par l'Arduino, de les décoder et de mettre à jour les données relatives aux commandes du Thread 1 pour interpréter les actions en jeu (par exemple, joystick 1 vers le bas correspond à un déplacement du personnage vers le bas).

Ce schéma d'exécution a été également explicité plus en détail en **Annexe 3**.

2.3 La partie structurelle

La partie structurelle correspond à tout ce qu'il a été nécessaire de mettre en place pour garantir une solidité et un visuel convaincant à la borne. Nous avons imaginé différents designs en s'inspirant de ce qui se fait actuellement en terme de formes de bornes.

Nous avons finalement opté pour un design sobre et robuste qui correspond au mieux à ce que nos compétences et le matériel que l'on avait à disposition nous permettaient.

Cette partie est constituée de trois principaux éléments :

- Le **socle** : il a une forme parallélépipédique et une armature robuste afin de supporter l'ensemble de la borne. C'est lui qui donne la hauteur à l'ensemble.
- Le **support** : il donne l'allure à la borne. C'est l'élément sur lequel sont fixés les joysticks, les boutons et l'écran. Il a une forme incurvée pour permettre de rendre l'écran plus visible et agréable lors du jeu. Sous ce support réside l'ensemble des fils, cartes électroniques et divers systèmes permettant de faire fonctionner la borne.
- Les **panneaux** : ce sont les 4 éléments de bois peints qui encerclent la structure générale et qui donnent un look avenant à la borne.

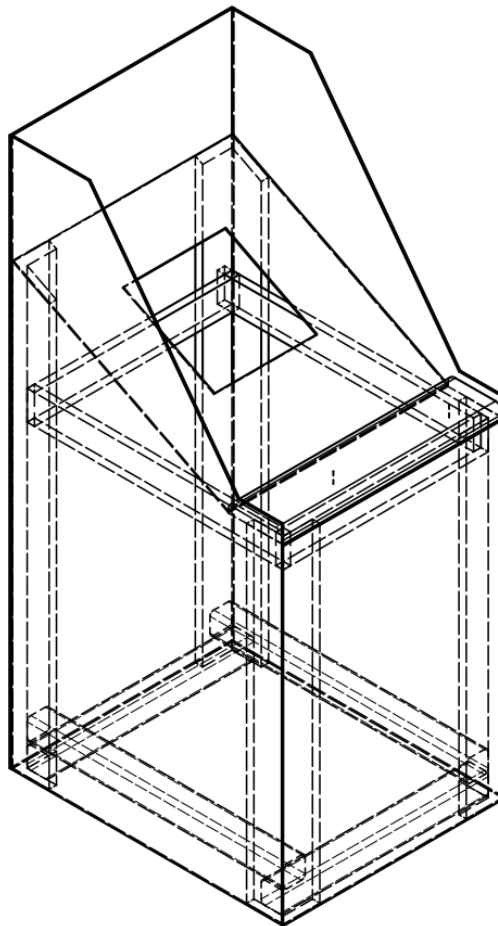


FIGURE 2.2 – Aspect structurel de la borne

Partie 3

Organisation du groupe

3.1 Répartition temporelle des tâches

La répartition des tâches s'est faite au fur et à mesure de l'avancée du projet, avec des délais relativement souple pour chacun d'entre nous. La construction de la borne s'est déroulée en trois étapes principales détaillées ci-dessous :

Janvier - Préparation globale

Cette période a été consacrée à la mise en place du fonctionnement global de la borne par Corentin, avec la création des éléments principaux du moteur de jeu ; et à l'apprentissage du langage Java pour Matthieu et David, qui s'est accompagné de la compréhension de la programmation orientée objet.

Février jusqu'à début Mars : Création de jeux d'arcades et acquisition du matériel

Suite au travail fourni en Janvier, il nous fallait maintenant créer des jeux. C'est donc durant la période de Janvier à Mars que chaque membre a eu comme objectif de créer au minimum un jeu. Le bilan de cette période fut de trois jeux créés et terminés (un par personne), deux terminés mais avec quelques problèmes d'optimisation et un autre en cours de développement. Cette période a aussi permis d'acquérir tout le matériel manquant à la construction de la borne (écran, joysticks, différents morceaux de bois). De plus, nous avons commencé à réfléchir au design extérieur de la borne grâce à des schémas papiers et différents croquis pour mieux se rendre compte du résultat final.

Fin Mars jusqu'à la fin : Construction de la borne et compte-rendu

A la fin du mois de Mars, Corentin s'est chargé de faire les soudures nécessaires et David a réalisé un modèle 3D de la borne. Cette modélisation a été réalisée en prenant

en compte divers paramètres tel que le matériau (bois), la taille de l'écran et des joysticks ainsi que la forme extérieure choisie par le groupe. En avril, la finalité du projet s'est faite ressentir, David a construit la borne telle que représentée sur le modèle 3D et a ajouté quelques arrangements utiles telle qu'une étagère pour positionner le matériel électronique et une porte pour faciliter l'accès à celui-ci.

Enfin, l'ensemble du groupe s'est lancé dans la rédaction du rapport final dont chacun a pris en charge l'écriture d'une partie.

3.2 Mise en commun

Dans un travail de groupe la mise en commun est essentielle au bout d'un certain temps de travail sur une partie définie. C'est la raison pour laquelle notre groupe se réunissait une fois par semaine pendant une durée variable (allant de 1H à 3H) tous les mardis midi, notre emploi du temps nous le permettant. Ce regroupement nous permettait de discuter des problèmes rencontrés par chacun, de définir et répartir les tâches à effectuer et de faire un point sur le travail réalisé jusqu'alors. Cette réunion permettait également de ne pas faire stagner le projet, de le rendre "dynamique" (se fixer des objectifs permet d'avancer plus rapidement et d'aborder un problème complexe étape par étape) et surtout d'avoir **une vision commune du projet final** afin d'éviter tout travail inutile qui ne rentrerait plus dans le contexte du projet.

Hors de cette réunion hebdomadaire, nous avons eu recours à différentes plateformes pour communiquer et échanger :

- Une discussion instantanée de groupe afin d'être toujours au courant des avancées de chacun et/ou de se mettre d'accord, discuter hors de la réunion.
- La mise en place d'un **GitHub** (plateforme de travail de groupe et de gestion de versions pour des projets informatiques) privé afin que chacun puisse publier son code informatique et ses avancées en matière de développement de jeux.

Partie 4

Difficultés rencontrées

4.1 Optimisation logicielle

Situation

Lors du test de nos jeux sur la RaspberryPi, nous nous sommes rendus compte que certains jeux n'atteignaient pas les 60 images par seconde, seuil que nous avons fixé afin que les jeux soient fluides.

Facteur

Ce problème vient des capacités limitées de la RaspberryPi.

Résolution

Nous avons retravaillé nos jeux de manière à les modifier le moins possible mais en assurant un plus grand nombre d'images par seconde. La plupart du temps, il s'agissait simplement de charger une image avant le début du jeu, plutôt que de la charger pendant le jeu, ce qui augmentait le nombre de calculs nécessaires, et donc diminuait le nombre d'images par seconde. Cependant, pour un jeu en particulier, le problème ne venait pas du chargement des images, mais plutôt du nombre de calculs de collisions, d'affichage de formes géométriques créées par le moteur de jeu etc...

Il n'y avait donc pas de solution évidente et simple à mettre en place. Nous avons décidé d'optimiser le jeu afin qu'il soit jouable, c'est-à-dire au minimum 30 images par seconde, sans qu'il n'atteigne le seuil de 60 images par seconde.

4.2 Obtention du matériel

Situation

Lors de la création de notre projet, nous savions que nous aurions besoin de beaucoup de matériel, par exemple, un écran, une RaspberryPi, des joysticks. Notre problème a donc été de se procurer ce matériel.

Facteur

Il faut assurer un minimum de qualité tout en minimisant les coûts, car tout les achats

sont à notre charge.

Résolution

Nous avons demandé à notre entourage du matériel inutilisé, c'est comme cela que nous avons pu récupérer l'écran par exemple. Quant aux joysticks, nous avons recherché sur Internet des joysticks de qualité, correspondant à nos besoins.

Au final, nous avons défini un budget de 100 euros que nous avons respecté, malgré l'envie d'acquérir un meilleur équipement pour plus cher. Ainsi la majorité de notre équipement est issu de dons de notre entourage plutôt que d'achat. C'est une solution qui demande plus d'effort et de temps, mais qui a l'avantage d'être à moindre coût.

4.3 Fabrication de la borne

Situation

La conception de la borne d'arcade a été l'un des plus gros problème. En effet, il fallait créer une structure stable et solide, afin de soutenir un écran, des joysticks, et surtout des étudiants pris par le jeu.

Facteur

Cette structure doit être ergonomique et agréable visuellement tout en remplissant son rôle initial.

Résolution

Il a fallu s'assurer que la hauteur des joysticks et de l'écran soit adaptée à tout le monde, mais aussi qu'il y ait un minimum de reflets sur l'écran. Il a également fallu s'assurer que la borne soit assez bien ventilée car la RaspberryPi ne dispose pas de refroidissement actif, et elle fonctionne tout le temps (rien que pour afficher le menu principal). N'ayant aucun outil pour travailler le bois, nous nous sommes concertés et finalement David s'est avéré être le plus apte à construire la structure chez lui (il dispose en effet des outils et du matériel nécessaire). Nous avons en outre pu bénéficier de l'aide de la maman de David pour la peinture de la borne.

Partie 5

Bilan du projet

5.1 Bilan général

Nous sommes heureux d'avoir réussi à réaliser ce projet qui a rythmé une bonne partie de notre semestre et nous sommes fiers du résultat qui correspond parfaitement à ce que nous avions imaginé.

Il n'y a eu aucun problème majeur et nous avons toujours su trouver une solution qui permettait de résoudre l'obstacle rencontré. Notre groupe a également très bien fonctionné et la communication a été la clé de ce projet que ce soit à l'échelle de la borne d'arcade ou à l'échelle de notre investissement dans le projet avec l'utilisation de nos compétences respectives.

5.2 Bilan individuel

David

Le projet, dans sa complexité, m'a permis d'acquérir de nombreuses connaissances informatiques. Tout d'abord, la connaissance d'un nouveau langage de programmation, le Java, et de son côté orienté objet accompagné de l'utilisation de la bibliothèque Java FX pour les graphismes a été un apport considérable du point de vue de la programmation informatique. A ceci, il faut rajouter la compréhension des concepts de bases d'utilisation de la carte Arduino et de sa programmation en C. Ensuite, le besoin de visualiser la structure de la borne, ainsi que mon désir personnel de connaître les bases d'utilisation d'un logiciel de CAO m'ont poussé à me lancer dans l'apprentissage de l'utilisation du logiciel Inventor. Pour finir, j'ai pu comprendre, avec l'aide de Corentin, comment un programme peut gérer des entrées externes (via le port Série).

Matthieu

Notre projet m'a appris de nombreuses compétences, utiles pour le travail d'ingénieur. Tout d'abord, j'ai appris le langage Java et donc le fonctionnement d'un langage orienté objet ainsi que l'utilisation d'une bibliothèque complexe telle que JavaFX. Ce projet m'a aussi appris le fonctionnement des cartes RaspberryPi et Arduino, comment les mettre en relation et comment façonner un programme pour qu'il fonctionne le mieux possible

sur un système limité en performances. Cela implique de réfléchir sur l'algorithme avant de le coder, ce qui est une application concrète du cours de I3. J'ai donc mieux compris l'importance de l'optimisation du code, et comment optimiser en fonction du système ciblé. Enfin, j'ai appris à travailler en équipe, c'est-à-dire répartir les tâches, organiser le travail, fixer des délais et formuler des idées le plus clairement possible. Pour conclure, ce projet m'a apporté de nombreuses compétences axées autour du travail en équipe et de la programmation.

Corentin

Ce projet m'a beaucoup apporté en terme de travail d'équipe : faire confiance à l'autre par exemple en n'allant pas toujours vérifier ce qui a été fait car cela entraîne inévitablement une perte de temps. J'ai appris que l'un des éléments primordial réside dans la compréhension de chacun des membres du groupe : tout le monde doit avoir la même vision du projet. C'est en partie pour cela qu'il est essentiel de beaucoup débattre à ce propos, de clarifier immédiatement tous les points qui ne nous sembleraient pas clairs ou importants. Ce projet m'a également permis d'approfondir mes connaissances en Java, en optimisation de code, en modularité et clarté (avoir toujours en tête que le code pourrait être ré-utilisé, relu par une autre personne,...) ou encore en rédaction d'une documentation claire pour expliquer à d'autres personnes comment tel ou tel élément fonctionne. Enfin, en tant que futur ingénieur, j'arrive maintenant à mieux comprendre les enjeux et les avantages d'un travail en groupe, l'importance de la communication au sein d'une équipe, savoir chercher par soi-même des informations sur différents forums anglais ou comprendre des documentations (datasheet du matériel). En un mot : l'auto-apprentissage.

5.3 Perspectives envisageables

Nous avons développé le moteur de jeu dans l'optique de le rendre open source, et donc utilisable par tout le monde. Il peut dès à présent être consultable à l'adresse suivante <https://github.com/coco-perso/Insarcade.git>. Le code source est d'ailleurs disponible à cette adresse si vous souhaitez le consulter. De plus, la création de jeux est grandement facilitée, ce qui nous permettra de développer et d'ajouter d'autres jeux à la borne d'arcade. De même, nous avons fait en sorte que nos jeux soient modulables, c'est-à-dire que l'on puisse modifier certains aspects sans avoir à modifier le code. Par exemple, nous pourrions augmenter ou diminuer la vitesse du personnage en modifiant simplement une constante. Il sera donc plus simple d'équilibrer le jeu : si les joueurs trouvent que le personnage se déplace trop lentement ou qu'une partie est trop longue, il nous suffira de modifier une constante et le problème sera résolu. Nous avons également envisagé la possibilité de modifier les jeux à distance, en connectant la Raspberry Pi à Internet, afin que nous puissions y accéder depuis n'importe quel ordinateur, et ainsi modifier les fichiers stockés sur celle-ci pour ajouter un jeu ou en corriger un existant. Enfin, nous envisageons dans le futur de développer une partie audio dans notre moteur de jeu afin d'ajouter la gestion de sons pour les jeux (actuellement, il n'y en a pas). La mise en place de LEDs de couleurs sur le pourtour de la borne est également envisagée. Il serait alors intéressant d'ajouter la gestion des LEDs dans le moteur de jeu pour pouvoir les faire clignoter en fonction de l'état du jeu.

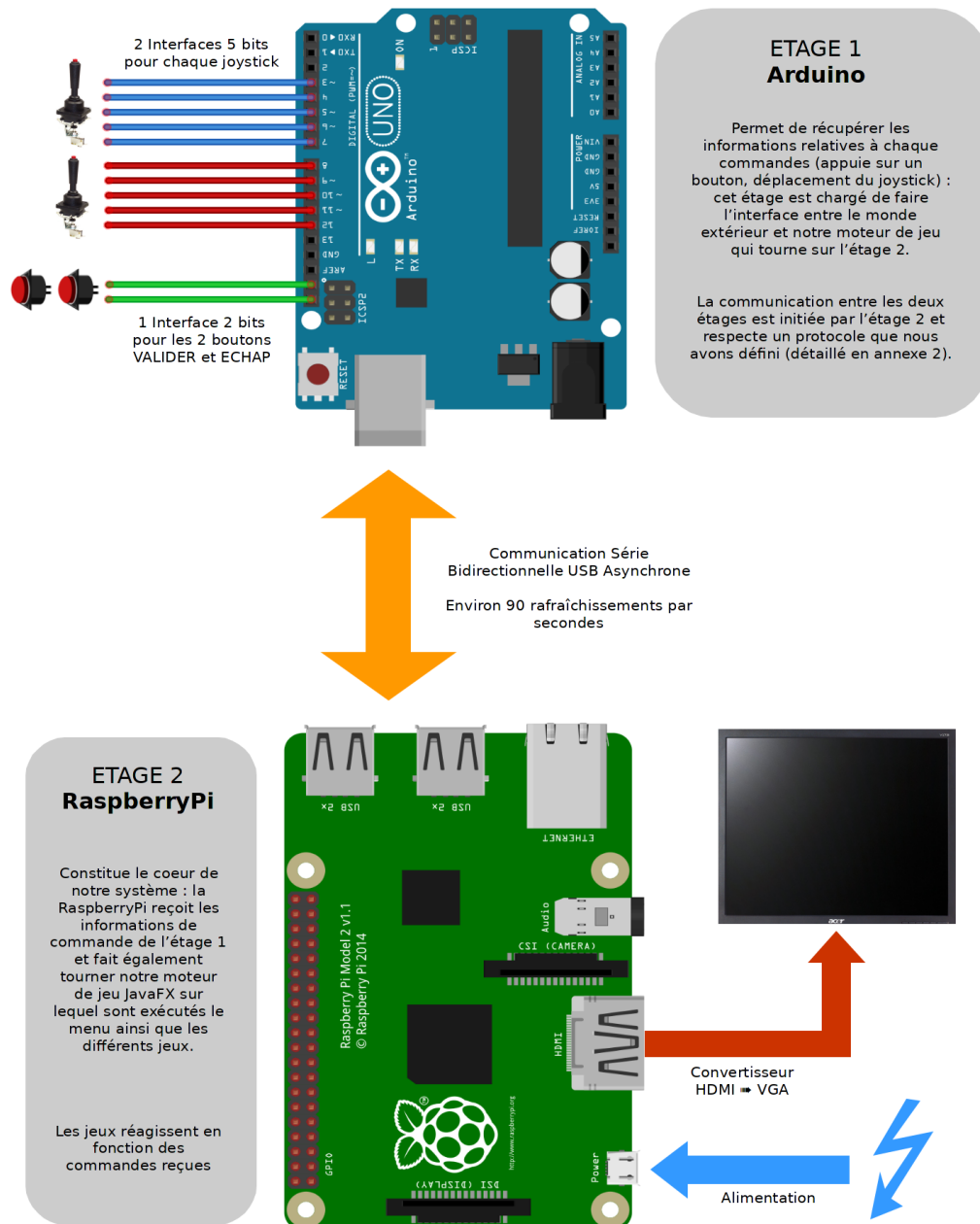
Partie 6

Annexes

Veillez trouvez dans les pages suivantes les divers croquis, schémas et autres diagrammes explicatifs qui témoignent de la progression de ce projet et qui permettent en outre de faciliter la compréhension de certains points

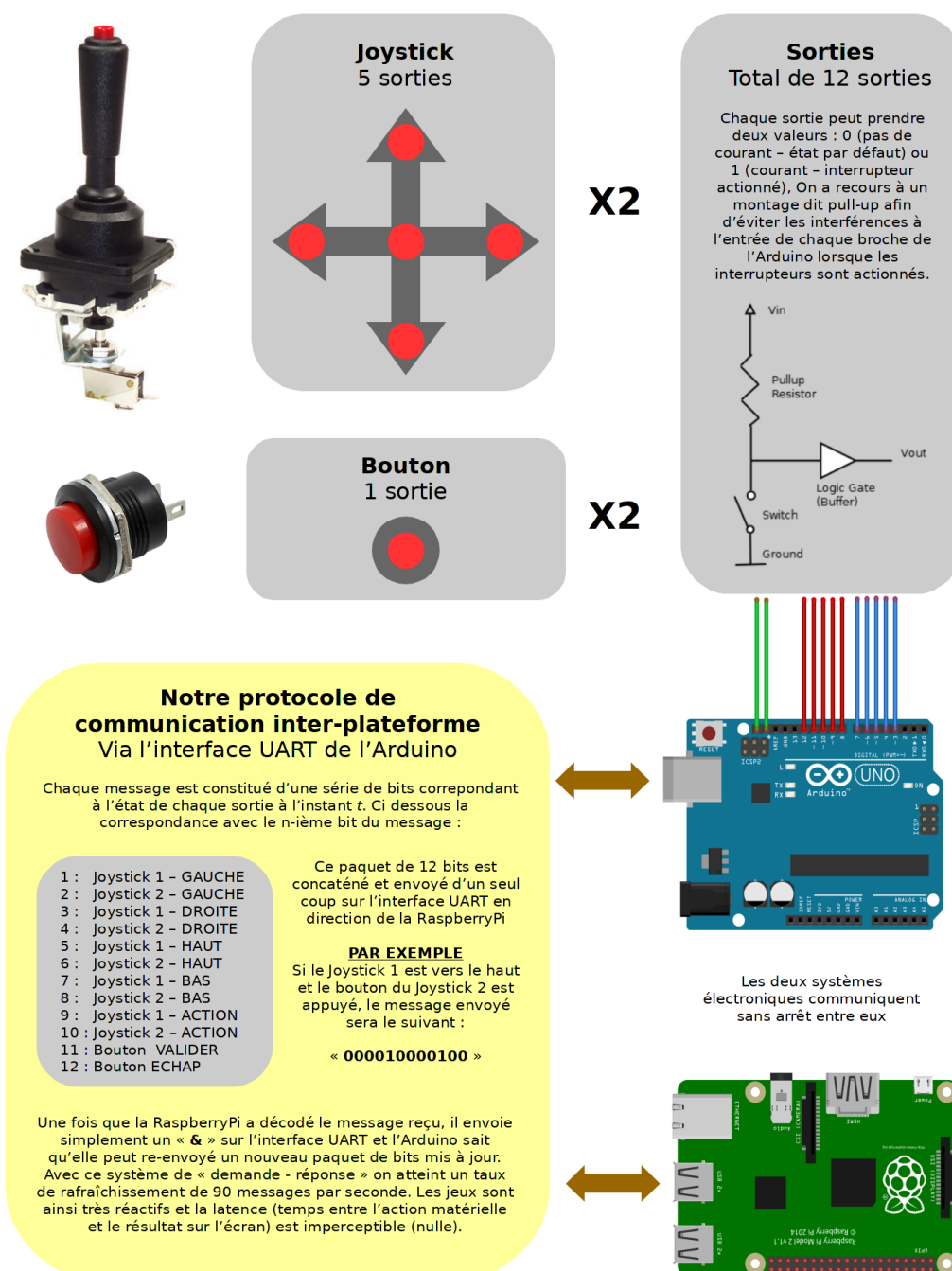


6.1 Annexe 1 - Schéma fonctionnel général



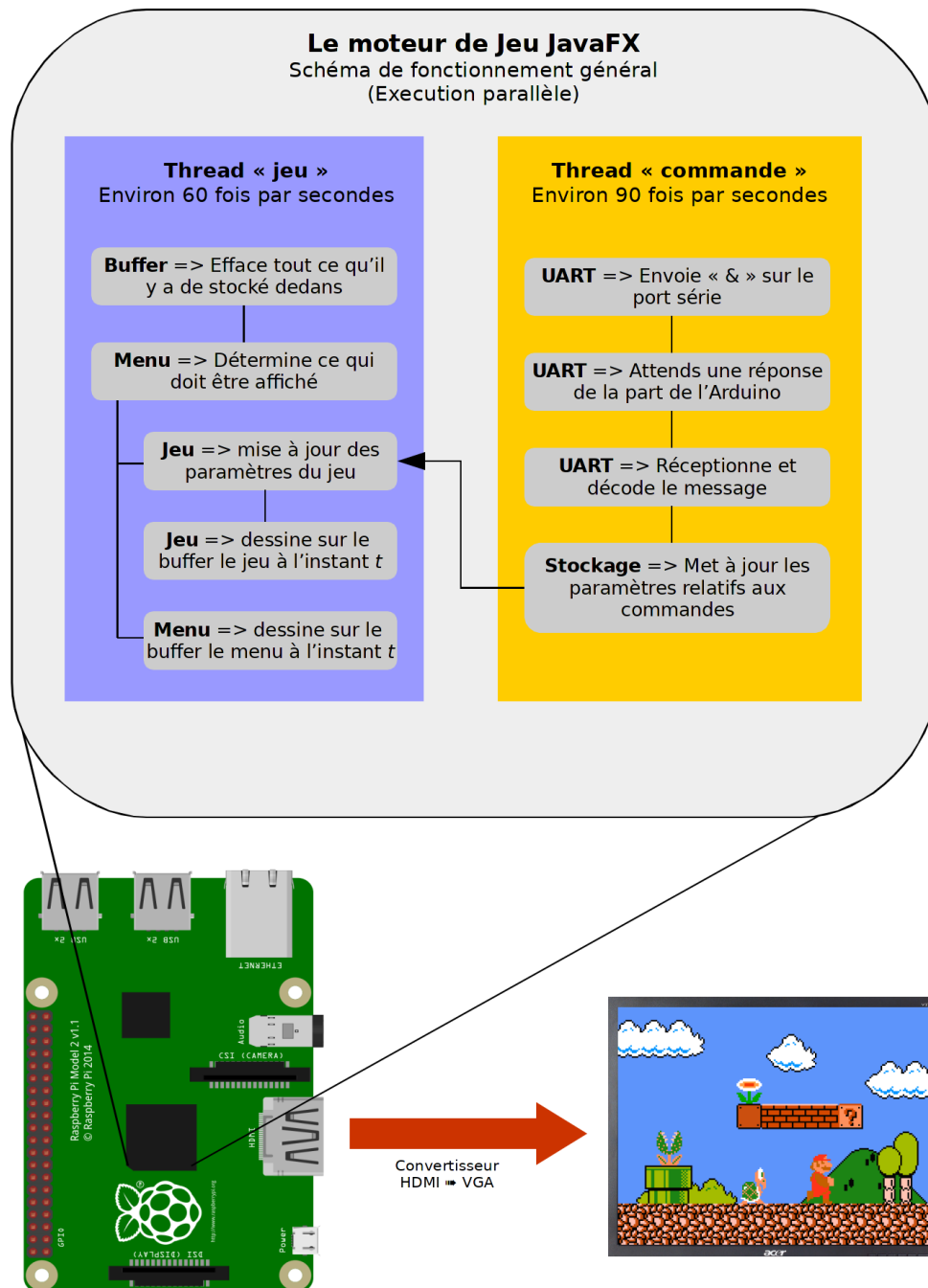
6.2 Annexe 2 - Schéma fonctionnel de l'étage 1

Détail sur l'interaction avec l'utilisateur et notre protocole de communication



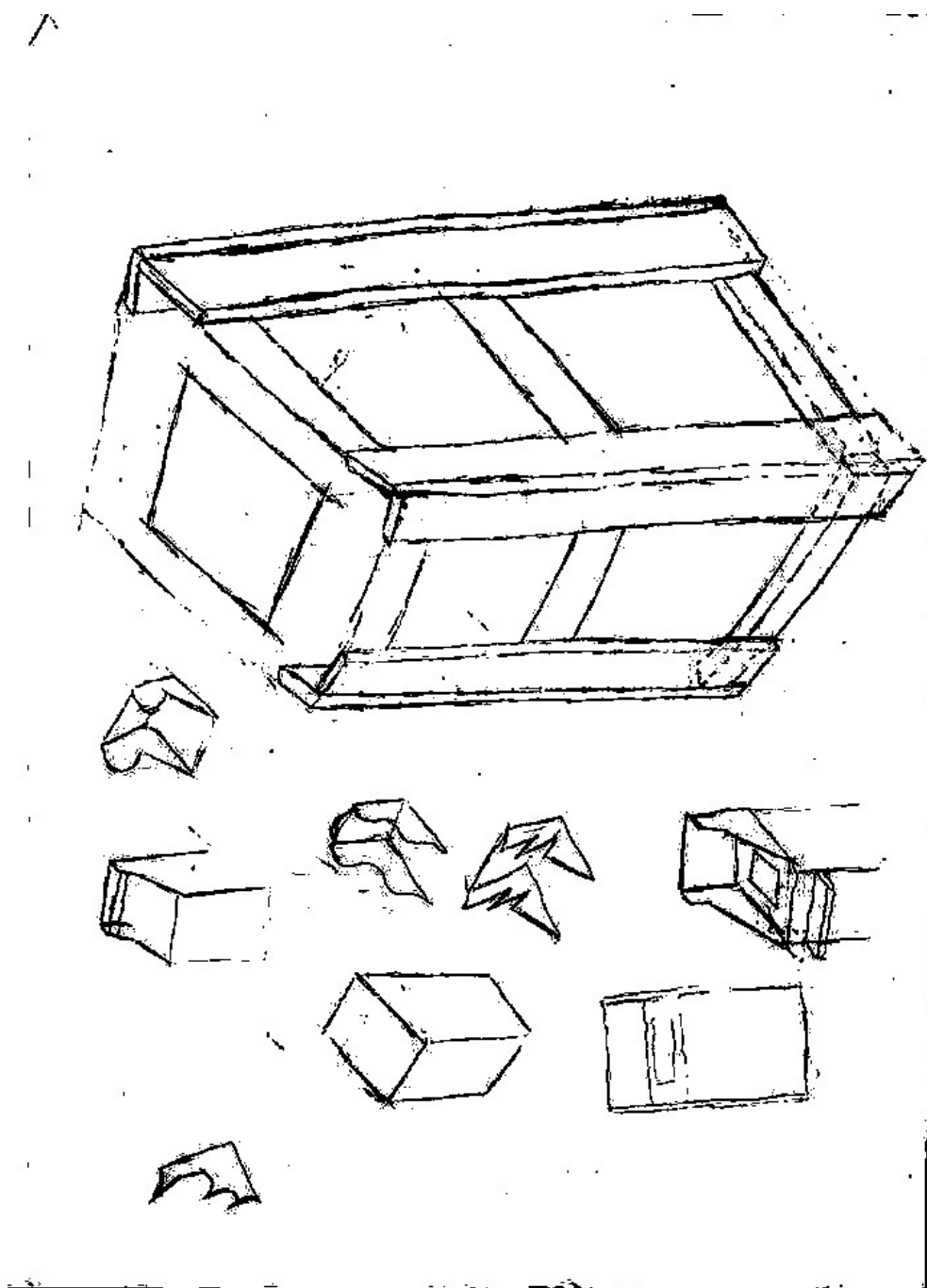
6.3 Annexe 3 - Schéma fonctionnel de l'étage 2

Détail sur le fonctionnement du moteur de jeu JavaFX sur la RaspberryPi

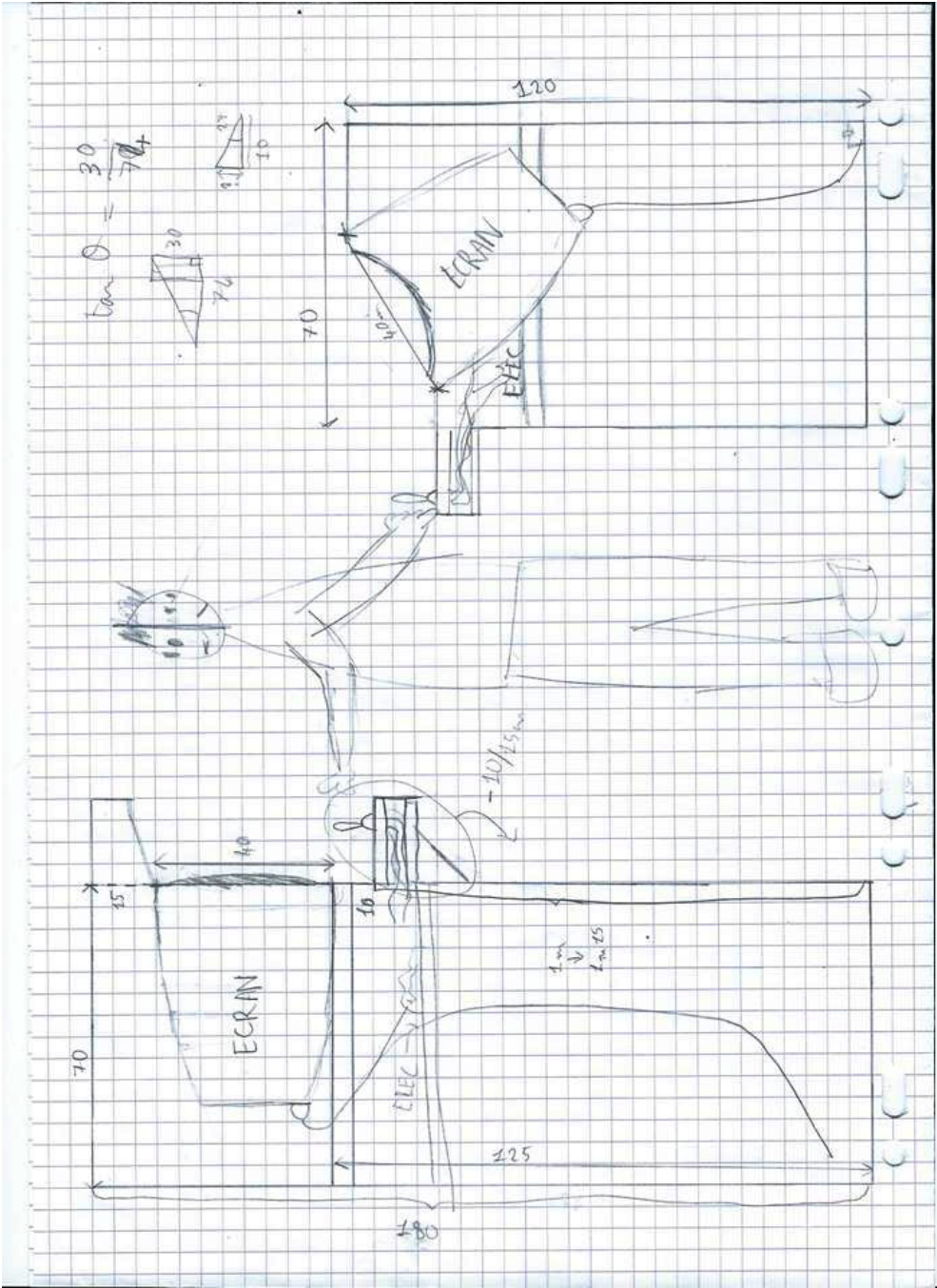


6.4 Annexe 4 - Du concept au réel

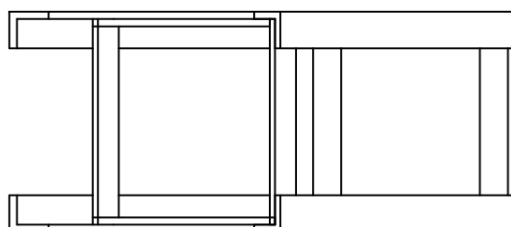
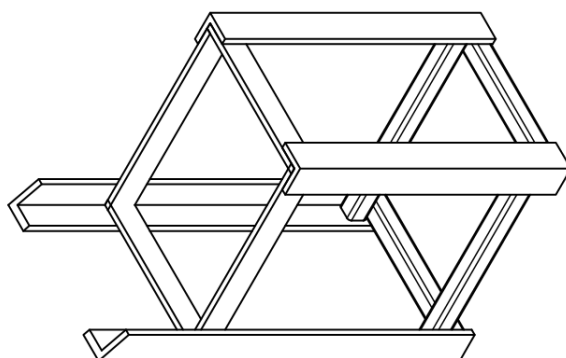
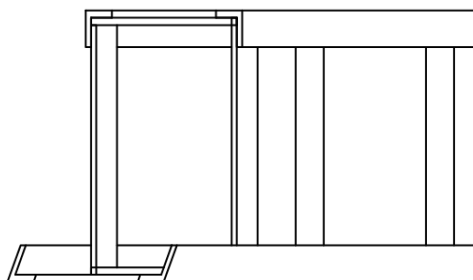
Premiers croquis pour choisir le design de la borne



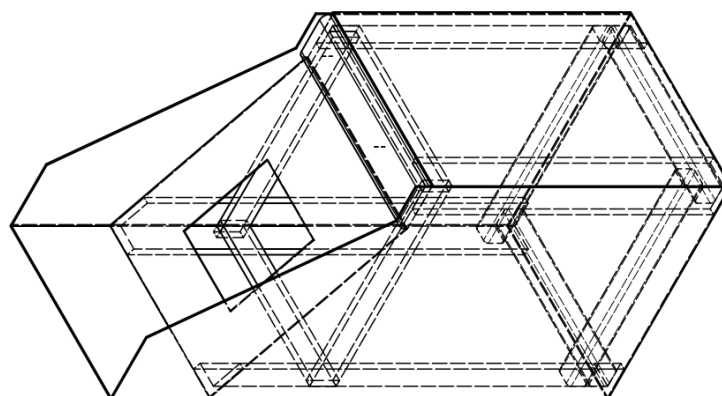
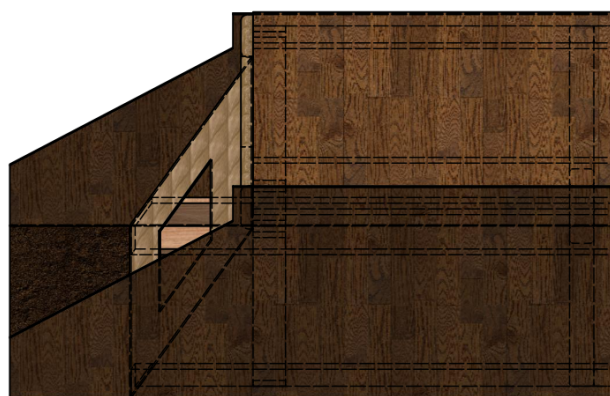
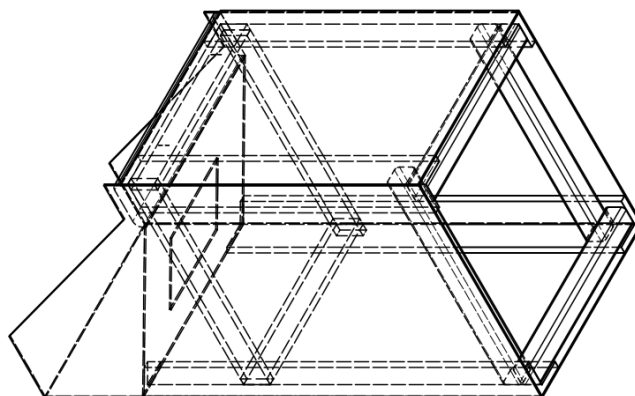
Croquis présentant les différentes dimensions envisagées



Modèle 3D de la base structurelle de la borne



Modèle 3D de la borne dans son ensemble avec visualisation du matériau utilisé



Quelques vues prises lors de l'avancement de la construction de la borne

