

Dossier De Conception (DDC)

du projet

Jeu de Rapidité Collaboratif (JRC)

Module Joueur (MJ)

Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	THIERCEAULT Faustine EL HROURI Asmae LESTAGE Margot HADJY MAMODE Faroukh	Technicien	07/10/2025	
Approuvé par	L. THEOLIER (IUT GEII Bdx)	Chef de projet	JJ/MM/AAAA	
Approuvé par	Département GEII (IUT GEII Bdx)	Client	JJ/MM/AAAA	

Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	01/09/2025	Publication préliminaire du DDC document à compléter par le Technicien.
2	JJ/MM/AAAA	Première publication

Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	JRC_CDC_V1.1	Cahier des charges	1	IUT GEii Bdx

Table des matières

1. Nature du document	5
2. Conception préliminaire du produit	5
2.1 Mécanique	5
Référence du paragraphe : CPR_DIMENSIONS	5
Référence du paragraphe : CPR_CONNECTEUR	5
Référence du paragraphe : CPR_FIXATION	5
2.2 Électronique	6
Référence du paragraphe : CPR_ARCHI_ELEC	6
Choix	7
Choix du microcontrôleur	9
2.1.2 Choix des capteurs de sol	11
2.1.3 Choix du pont en H	12
2.1.4 Choix du régulateur de tension	13
2.1.5 Choix du connecteur USB	14
2.2 Architecture Informatique	15
2.2.1 Fonctions d'acquisition	15
2.2.2 Fonctions d'action	15
2.2.3 Fonctions d'énergie	15
2.2.4 Fonctions de traitement	16
2.3 Conclusion de la conception préliminaire du produit	17
3. Conception détaillée du produit	18
3.1 Conception détaillée du Jeu de rapidité Collaboratif, Module Joueur	18
3.2 Conception détaillée de la partie acquisition	18
3.2.1 Capteurs adversaires	18
3.2.1.1 Schéma électrique des capteurs adversaires	18
3.2.1.2 Code informatique des capteurs adversaires	18
3.2.2 Capteurs de sol (si nécessaire)	18
3.2.2.1 Schéma électrique des capteurs de sol	19
3.2.2.2 Code informatique des capteurs de sol	19
3.2.3 Capteurs de télécommande (reprendre le DDF de M. Blanchard)	19
3.2.3.1 Schéma électrique des capteurs de télécommande	19
3.2.3.2 Code informatique des capteurs adversaires	19
3.3 Conception détaillée de la partie action	21
3.3.1 Pont en H	21
3.3.1.1 Schéma électrique du pont en H	21
3.3.1.2 Code informatique du pont en H	21
3.4 Conception détaillée de la partie énergie	21
3.4.1 Pont diviseur de tension	21

3.4.1.1 Schéma électrique du pont diviseur de tension	21
3.4.1.2 Code informatique du pont diviseur de tension	21
3.4.2 régulateur de tension	21
3.4.2.1 Schéma électrique du régulateur de tension	21
3.5 Conception détaillée de la partie traitement	22
3.5.1 Le microcontrôleur ATMEGA328P-PU	22
3.4.1.1 Schéma électrique du microcontrôleur	22
3.3.1.2 Code informatique du microcontrôleur	23
4. Dérisquage des solutions techniques retenues	24
4.1 <Titre de la simulation / prototypage rapide>	24
4.2 <Titre de la simulation / prototypage rapide>	25
4.3 Conclusion de la simulation / prototypage rapide du produit	27
5. Conclusion de la conception du produit	28
6. Matrice de conformité du produit	28

1. Nature du document

Ce document est un dossier de conception et a pour but de détailler la conception du produit développé. Il apporte ainsi des preuves de la conformité du produit par rapport à l'ensemble des exigences client. Le paragraphe 3 du CDC décrit de façon plus détaillée la nature et le positionnement de ce document dans l'arborescence documentaire du projet.

2. Conception préliminaire du produit

Ce chapitre décrit l'architecture fonctionnelle du produit. Il apporte les premiers éléments de preuve de la faisabilité du produit vis-à-vis des exigences client.

2.1 Mécanique

Référence du paragraphe : **CPR_DIMENSIONS**

Exigences client vérifiées par pré-conception : **EXIG_DIMENSIONS**

Compétences GEII : C1-10

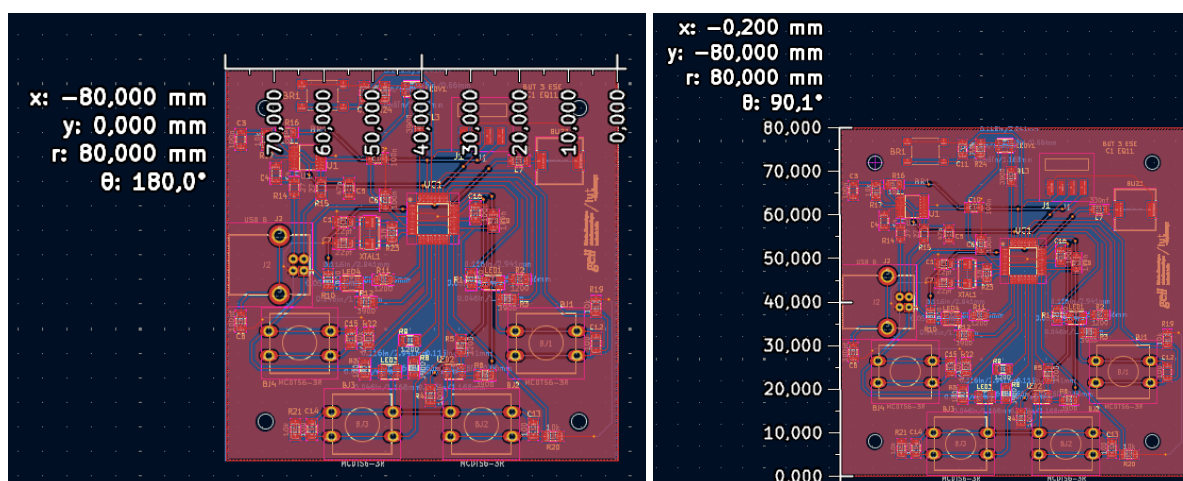


Figure 1 : Mesure de la carte

L'exigence **EXIG_DIMENSIONS** définit la dimension du module joueur à 80 mm en longueur avec une tolérance de $\pm 0,5$ mm, et 80 mm en largeur avec la même tolérance.

La mesure physique de la carte a confirmé une longueur exacte de 80 mm et une largeur exacte de 80 mm.

L'exigence **EXIG_DIMENSIONS** est donc validée, le module étant en parfaite conformité avec les spécifications dimensionnelles requises.

Référence du paragraphe : CPR_CONNECTEUR

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_CONNECTEUR

Compétences GEII : C1-10

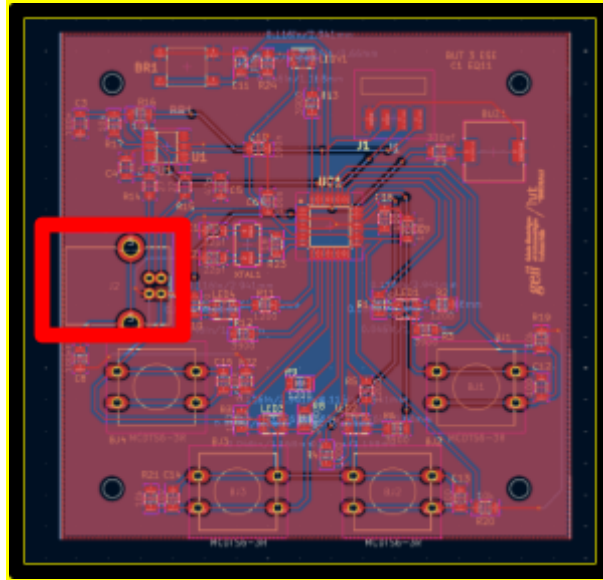


Figure 2 : Connecteur USB du module joueur

L'exigence **EXIG_CONNECTEUR** impose que le connecteur USB du module joueur soit centré sur la largeur ($\pm 0,5$ mm) et qu'il affleure le bord de la carte ($\pm 0,2$ mm).

Les vérifications confirment que le connecteur respecte les spécifications de positionnement : il est placé au milieu de la largeur et affleure correctement le bord de la carte.

L'exigence **EXIG_CONNECTEUR** est ainsi validée, démontrant la conformité du module aux critères de tolérance exigés.

Référence du paragraphe : **CPR_FIXATION**

Exigences client vérifiées par pré-conception : **EXIG_FIXATIONS**

Compétences GEII : C1-10

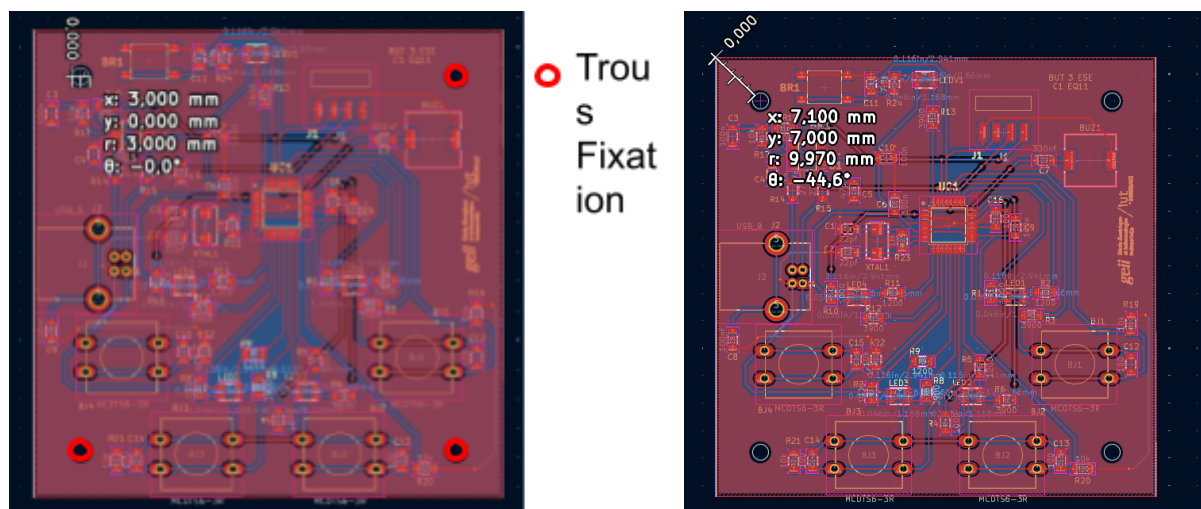


Figure 2 : Connecteur USB du module joueur

L'exigence **EXIG_FIXATIONS** spécifie la présence de quatre trous d'un diamètre de 3 mm ($\pm 0,2$ mm), positionnés à 8 mm de chaque bord de la carte ($\pm 0,2$ mm).

Les vérifications confirment la conformité du diamètre des perçages. Cependant, le positionnement réel, mesuré à 9,970 mm, dépasse largement la tolérance requise.

En conséquence, l'exigence de fixation est considérée comme partiellement non-validée en raison du non-respect de la cote de positionnement.

2.2 Électronique

Référence du paragraphe : CPR_ARCHI_ELEC

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_DIMENSIONS, EXIG_CONNECTEUR, EXIG_FIXATIONS, EXIG_USB, EXIG_CONSOMMATION, EXIG_BOUTONS_JEU, EXIG_BOUTON_RESET, EXIG_LEDS_JEU, EXIG_LED_ETAT, EXIG_BUZZER, EXIG_LIAISON

Afin de répondre au cahier des charges, une analyse globale des exigences a conduit à l'architecture fonctionnelle présentée ci-dessous.

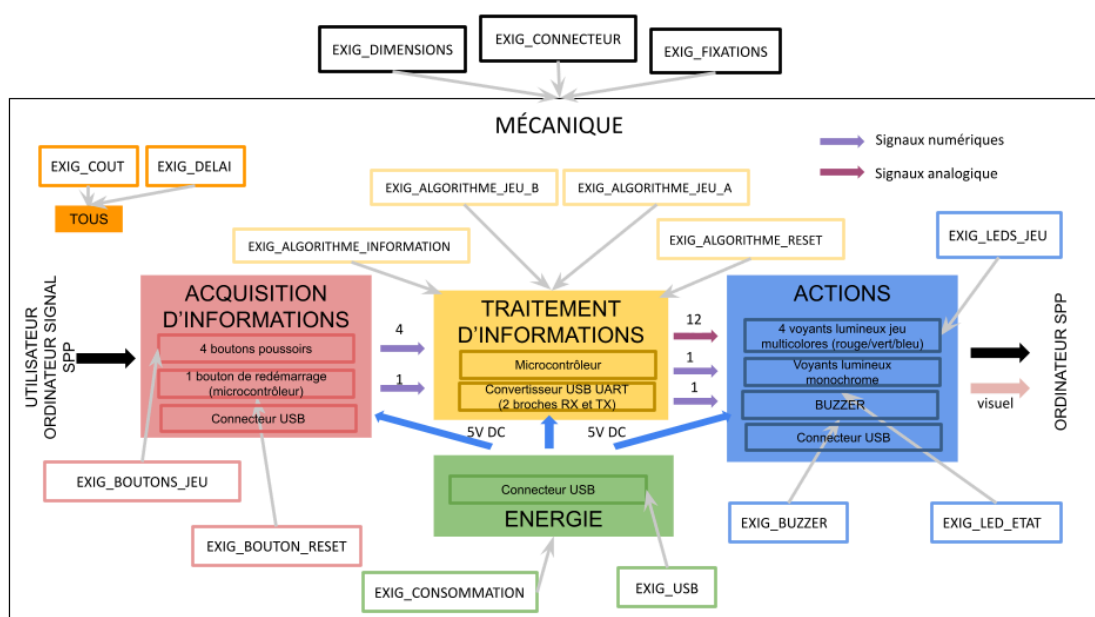


Figure 1 : Architecture électronique d'un jeu

Partie acquisition :

Le bloc acquisition a pour rôle de récupérer les actions du joueur à travers les interfaces de commande.

Il comprend quatre boutons de jeu (boutons-poussoirs avec capuchon) pour interagir facilement et un bouton reset bas profil pour éviter les appuis involontaires.

Jeu de Rapidité Collaboratif (JRC)
Module Joueur (MJ)

Une liaison USB bidirectionnelle au profil SPP assure la communication entre le module central et le module joueur, en transmettant l'état des boutons et en recevant les consignes de jeu.

Choix

Référence de pré-conception : CPR1

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_BOUTONS_JEU

Afin de de valider l'exigence bouton de jeux

Partie traitement d'informations :

Ce bloc représente le cœur logique du module joueur. Il est chargé de recevoir les signaux provenant des boutons du bloc d'acquisition, d'exécuter les différents algorithmes de jeu (EXIG_ALGORITHME_JEU_A, EXIG_ALGORITHME_JEU_B, EXIG_ALGORITHME_RESET) et de transmettre les ordres aux voyants lumineux et au buzzer du bloc d'action. Il assure également la communication avec l'ordinateur via une liaison USB-UART, permettant l'échange de données et la supervision du jeu.

Ce bloc répond à plusieurs exigences du cahier des charges : il garantit une réactivité élevée (EXIG_DELAI), la bonne exécution des algorithmes de traitement (EXIG_ALGORITHME_INFORMATION), ainsi qu'une compatibilité logicielle et matérielle avec le port USB (EXIG_USB).

Les signaux traités par ce bloc sont majoritairement numériques. Il reçoit en entrée des signaux logiques (niveau 0/5 V) issus des boutons poussoirs et envoie en sortie :

- douze signaux PWM pour le contrôle des LED RVB,
- un signal PWM pour le pilotage du buzzer,
- un signal logique pour le voyant d'état.

La communication avec le PC s'effectue par un convertisseur USB-UART utilisant deux lignes série (RX et TX). L'ensemble du circuit est alimenté en 5 V DC, fournie par le bloc énergie.

Les composants utilisés pour ce bloc sont :

- Microcontrôleur : ATmega328P (carte Arduino Nano),
- Convertisseur USB-UART : CH340

Partie action:

Ce bloc regroupe les éléments qui permettent de restituer les informations visuelles et sonores au joueur. Il reçoit les ordres du bloc de traitement et agit sur les voyants lumineux et le buzzer pour indiquer les différentes situations du jeu.

Les voyants multicolores (rouge/vert/bleu) affichent les séquences et états du jeu, selon **EXIG_LEDS_JEU**. Ils sont commandés par des signaux PWM, ce qui permet de faire varier la couleur et l'intensité lumineuse.

Les voyants monochromes, associés à **EXIG_LED_ETAT**, signalent les états simples du système (mise sous tension, attente, fin de partie). Ils sont pilotés en mode ON/OFF.

Le buzzer, conformément à **EXIG_BUZZER**, produit des sons en fonction des événements du jeu (validation, erreur, démarrage). Il est commandé par un signal PWM qui détermine la fréquence et la durée du son.

L'ensemble du bloc ACTIONS est alimenté en 5 V, et permet une communication claire et réactive entre le système et le joueur.

Choix du microcontrôleur

Référence de pré-conception : CPR1

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_ALGORITHME_RESET, EXIG_ALGORITHME_JEU_A, EXIG_ALGORITHME_JEU_B, EXIG_ALGORITHME_INFORMATION et

Afin de sélectionner le microcontrôleur le plus adapté aux besoins fonctionnels du module joueur, une Fiche d'Analyse de Décision (FAD) a été réalisée.

Cette fiche permet de comparer plusieurs microcontrôleurs selon différents critères de performance, de coût et de compatibilité avec les exigences techniques du cahier des charges. Les critères pris en compte sont :

- le nombre total de broches d'Entrées/Sorties disponibles,
- le nombre de sorties PWM,
- le nombre de broches numériques,
- le coût du composant.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Nombre de PIN	Nombre de Pin en PWM	Nombre de Pin numérique	Coût		
VCU 8 bits, Applications Spécifiques, AVR MEGA, 16 MHz RAM 2.5Ko, Prog 32Ko Entrée 2	1	44	7	8	4,64€		
		5	5	6	3	0	
ATMEL ATMEGA328P-AU MICRO 8 BITS AVR 32K FLASH 32TQFP	1	32	6	20	2,29€		
		5	4	5	4	400	
IUT de Bordeaux Département GEII	Référence : PRJ_FAD Révision : 1.6 – 19/09/2022						2 / 8

Figure 2 : FAD pour le choix du microcontrôleur

Le tableau ci-dessus présente l'évaluation de plusieurs microcontrôleurs. Après comparaison, le microcontrôleur ATMEGA328P-AU répond à l'ensemble des exigences définies dans le cahier des charges :

- **EXIG_ALGORITHME_RESET** : lors du reset, il peut réinitialiser les variables et contrôler l'état des LEDs.
- **EXIG_ALGORITHME_JEU_A** : Pour le jeu A, il est capable d'analyser une trame reçue via USB, d'allumer les LEDs correspondantes, de mesurer le temps de réaction et de mémoriser les résultats.
- **EXIG_ALGORITHME_JEU_B** : Pour le jeu B, il gère le tirage aléatoire des LEDs, le chronométrage, le calcul du temps moyen et le comptage des appuis corrects ou incorrects.
- **EXIG_ALGORITHME_INFORMATION** : Il peut aussi envoyer des informations sur la liaison USB (temps, nombre d'appuis, etc.) conformément à la trame de communication définie.

IUT Bordeaux Département GEII	Référence : JRC_MJ_DDC_EQ11 Révision : 1 – 18/10/2025	11/30
----------------------------------	--	-------

- **EXIG_TEMPS** : Enfin, ses timers assurent une résolution de 1 ms avec une précision meilleure que 0,1 %, respectant ainsi les contraintes temporelles du projet.

Le microcontrôleur ATMEGA328P-AU répond parfaitement à l'ensemble des exigences fonctionnelles et temporelles imposées par le cahier des charges. Ainsi, le choix validé par la FAD est totalement justifié au regard des contraintes du projet.

2.1.2 Choix des capteurs de sol

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Présenter votre FAD justifiant le choix de vos capteurs d'adversaires.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (exemples) (valeur de 1 à 5)										Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Nombre d'entrées et sorties numériques (I/O)	Nombre d'entrées analogiques	Nombre de sorties PWM	Compatibilité de la tension avec les sources disponibles	Courant consommé	Fréquence de calcul	Connaissance du composant	Boîtier composant facile à utiliser/souder	Faible Prix			
ATMEGA328P	1	23	9	5	1.8-5.5	200uA	20Mhz	Elevé	Moyen	3.13	60750	Choix définitif	
ATSAMD21E16A	1	32	16	12	1.62-3.63	48MHz	Faible	Moyen	2	1	1280	Non disponible sur les marchés (GOTRONIC ET FARNEL.COM)	
ATMEGA2560	1	86	16	12	4.5-5.5	500uA	16Mhz	Moyen	Compliqué	13€	7200	Prix élevé (13€) + Non disponible sur GOTRONIC	
ATtiny25	1	4	2	2	2.7-5.5	300uA	20Mhz	Faible	Simple	2.09€	300		

Figure x : FAD pour le choix du microcontroleur

Détailler votre analyse vous ayant permis de converger vers votre solution.

Jeu de Rapidité Collaboratif (JRC)
Module Joueur (MJ)

2.1.3 Choix du pont en H

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Présenter votre FAD justifiant le choix de vos capteurs d'adversaires.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (exemples) (valeur de 1 à 5)									Total	Commentaires (si nécessaire)
		Nombre d'entrées et sorties numériques (I/O)	Nombre d'entrées analogiques	Nombre de sorties PWM	Compatibilité de la tension avec les sources disponibles	Courant consommé	Fréquence de calcul	Connaissance du composant	Boîtier composant facile à utiliser/souder	Faible Prix		
ATMEGA328P	1	23	9	5	1.8-5.5	200uA	20MHz	Elevé	Moyen	3.13	60750	Choix définitif
ATSAMD21E16A	1	32	16	12	1.62-3.63	48MHz	Faible	Moyen	2	2	1280	Non disponible sur les marchés (GOTRONIC ET FARNEL.COM)
ATMEGA2560	1	86	16	12	4.5-5.5	500uA	16MHz	Moyen	Complicé	13€	7200	Prix élevé (13€) + Non disponible sur GOTRONIC
ATtiny25	1	4	2	2	2.7-5.5	300uA	20Mhz	Faible	Simple	2.09€	300	

Figure x : FAD pour le choix du microcontrôleur

Détailler votre analyse vous ayant permis de converger vers votre solution.

2.1.4 Choix du régulateur de tension

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_ xxx, EXIG_ xxx , EXIG_ xxx...

Présenter votre FAD justifiant le choix de vos capteurs d’adversaires.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (exemples) (valeur de 1 à 5)										Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Nombre d'entrées et sorties numériques (I/O)	Nombre d'entrées analogiques	Nombre de sorties PWM	Compatibilité de la tension avec les sources disponibles	Courant consommé	Fréquence de calcul	Connaissance du composant	Boîtier composant facile à utiliser/souder	Faible Prix			
ATMEGA328P	1	23	9	5	1.8-5.5	200uA	20MHz	Elevé	Moyen	3.13	60750		Choix définitif
		3	3	3	3	5	3	5	2	5			
ATSAMD21E16A	1	32	16	12	1.62-3.63	48MHz	Faible	Moyen	2	1	1280		Non disponible sur les marchés (GOTRONIC ET FARNEL.COM)
		4	4	4	2	5	1	2	1				
ATMEGA2560	1	86	16	12	4.5-5.5	500uA	16MHz	Moyen	Compliqué	13€	7200		Prix élevé (13€) + Non disponible sur GOTRONIC
		5	4	5	4	2	3	3	1	1			
ATtiny25	1	4	2	2	2.7-5.5	300uA	20Mhz	Faible	Simple	2.09€	300		
		1	1	1	1	3	4	1	5	5			

Figure x : FAD pour le choix du microcontrôleur

Détailler votre analyse vous ayant permis de converger vers votre solution.

2.1.5 Choix du connecteur USB

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_USB, EXIG_CONSOMMATION

FICHE D'AIDE A LA DECISION (FAD)							
Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Boîtier	Cout	type USB	Dimensionnement		
MC32595	1	Laiton nickelé	3,60€	A	5,72x12,5mm	0	
		4	3	0	4		
MC32596	1	Laiton nickelé	2€	B	16,22x12mm	128	
		4	4	4	2		
TSM-1xx-xx-x-xx	0	Polymère à cristaux liquides	0,50 €	X	2,54x5mm	0	
		0	5	0	4		
IUT de Bordeaux	Référence : PRJ_FAD						5 / 7
Département GEII	Révision : 1.6 – 19/09/2022						

Figure x : FAD pour le choix du connecteur USB

L'analyse des différents modèles de connecteurs a porté sur le type USB, le coût, les dimensions et la compatibilité mécanique avec la carte.

Le critère principal est le type de connecteur : le module joueur agit comme un périphérique (slave) alimenté et contrôlé par un ordinateur hôte (host).

Conformément à la norme USB, le type B est utilisé côté périphérique, tandis que le type A est réservé à l'hôte.

Le choix s'est donc porté sur un connecteur USB Type B, les autres critères (dimensions, coût, etc ...) sont conformes aux exigences de conception et d'intégration mécanique.

2.2 Architecture Informatique

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Précisez l'architecture du produit à développé sous la forme d'un schéma synoptique. Explicitez chaque bloc fonctionnel du schéma en précisant son rôle et ses relations avec le cahier des charges. Le schéma synoptique doit faire apparaître les prototypes de fonctions avec leur paramètre d'entrée et de sortie

Figure x : Schéma de l'architecture informatique du xxx

2.2.1 Fonctions d'acquisition

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Expliquer ici le fonctionnement des fonctions répondant aux exigences d'acquisition

2.2.2 Fonctions d'action

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Expliquer ici le fonctionnement des fonctions répondant aux exigences d'action

2.2.3 Fonctions d'énergie

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Expliquer ici le fonctionnement des fonctions répondant aux exigences d'énergie

2.2.4 Fonctions de traitement

Référence de pré-conception : CPR<numéro>

Exigences client vérifiées par préconception : EXIG_xxx, EXIG_xxx , EXIG_xxx...

Expliquer ici le fonctionnement des fonctions répondant aux exigences de traitement

2.3 Conclusion de la conception préliminaire du produit

Rédiger quelques lignes sur le fait que vous avez réussi, ou pas à répondre à l'ensemble des exigences du client.

3. Conception détaillée du produit

Ce chapitre détaille la conception du produit développé. Il constitue une preuve de la conformité du produit. Chaque paragraphe de cette étude fait donc clairement référence aux exigences client issues du [CDC].

3.1 Conception détaillée du Jeu de rapidité Collaboratif, Module Joueur

Chaque bloc fonctionnel doit faire l'objet d'un chapitre de conception détaillé, présenté comme suit.

Référence de conception : CDT01

Exigences client vérifiées : EXIG_DIMENSIONS, EXIG_CONNECTEUR EXIG_USB, EXIG_CONSOMMATION, EXIG_BOUTONS_JEU, EXIG_BOUTON_RESET, EXIG_LEDS_JEU, EXIG_LED_ETAT, EXIG_BUZZER, EXIG_LIAISON

A la suite de la conception préliminaire, l'activité de conception détaillée a été menée. Le schéma électrique complet de la carte est fourni ci-dessous.

III

Figure x : schéma électrique de la carte Module Joueur

3.2 Conception détaillée de la partie acquisition

3.2.1 Capteurs adversaires

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.2.1.1 Schéma électrique des capteurs adversaires

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire, donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.2.1.2 Code informatique des capteurs adversaires

Présenter le code des fonctions associées aux capteurs adversaires.

Expliquer en détail le fonctionnement des fonctions.

3.2.2 Capteurs de sol (si nécessaire)

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

IUT Bordeaux Département GEII	Référence : JRC_MJ_DDC_EQ11 Révision : 1 – 18/10/2025	20/30
----------------------------------	--	-------

3.2.2.1 Schéma électrique des capteurs de sol

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire, donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.2.2.2 Code informatique des capteurs de sol

Présenter le code des fonctions associées aux capteurs adversaires.

Expliquer en détail le fonctionnement des fonctions.

3.2.3 Capteurs de télécommande (reprendre le DDF de M. Blanchard)

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.2.3.1 Schéma électrique des capteurs de télécommande

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire, donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.2.3.2 Code informatique des capteurs adversaires

```
//Library
```

```
#include "IRremote.h"
```

```
//Variable
```

```
int receiverPin = 2; // Le Capteur de la télécommande est sur l'entrée 8
```

```
int flag=0;
```

```
int info;
```

```
IRrecv irrecv(receiverPin);
```

```
void initIR(){
```

```
    irrecv.enableIRIn(); // Start the receiver
```

```
}
```

```
int lireIR(){
```

```
    int flag = 0;
```

```
    static long temps =0;
```

```
    if(IrReceiver.decode()>0){
```

```
        if((millis()-temps)>200){
```

```
            flag=1;
```

```
        }
```

```
        temps = millis();
```

```
        irrecv.resume();
```

```
}  
return flag;  
}  
  
void setup(){  
  initIR();  
  pinMode(5, OUTPUT); // Permet de mettre une LED sur la sortie 5  
}  
  
void loop() {  
  info = lireIR();  
  if(info==1){  
    Etat_LED = 1 - Etat_LED;  
  }  
  digitalWrite(12, Etat_LED);  
}
```

Dans ce code d'essai des capteurs infrarouges, nous faisons appel à une fonction `setup`, `loop`, et à deux fonctions qui sont : `void initIR()` et `int lireIR()`. Nous avons utilisé la bibliothèque `IRremote.h`. Cette dernière permet d'utiliser différentes fonctions afin de recevoir une donnée de notre télécommande.

Voici les différentes fonctions utilisées :

- `initIR()` : cette fonction fait appel à une fonction de la bibliothèque `IRremote.h` qui est `irrecv.enableIRIn()`. Cette dernière permet d'activer le capteur infrarouge afin d'être prêt à recevoir une donnée de la télécommande.
- Notre fonction `lireIR()` contient une autre fonction de la bibliothèque `IRremote.h` : `IrReceiver.decode()`. Celle-ci a pour but de décrypter les informations envoyées par notre télécommande.
- `irrecv.resume()` : cette fonction issue également de la bibliothèque `IRremote.h` permet d'actualiser les valeurs stockées afin d'être prêt à la réception d'une nouvelle donnée.

La LED est éteinte quand l'état de la LED (`Etat_LED`) vaut 0.

Dans notre fonction, nous utilisons la fonction `millis()` afin d'être le plus réactif à l'appui sur la télécommande. En effet, la condition `millis()-temps>200` (ici le temps correspond au temps de l'appui précédent, nous remettons à jour le temps avec la valeur `millis()`), nous permet de faire appel à la fonction `irrecv.resume()` dès l'appui. Nous n'avons pas besoin d'attendre le relâchement du bouton. A chaque appui, l'état logique de la LED s'inverse.

Pour conclure, ce code permet de vérifier si le récepteur infrarouge et à quel moment il exécute nos lignes de code avec l'allumage de notre LED. La LED remplace l'état des moteurs pour les besoins du test et représente si les moteurs sont en fonctionnement ou en arrêt.

3.3 Conception détaillée de la partie action

3.3.1 Pont en H

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.3.1.1 Schéma électrique du pont en H

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire, donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.3.1.2 Code informatique du pont en H

Présenter le code des fonctions associées aux capteurs adversaires.

Expliquer en détail le fonctionnement des fonctions.

3.4 Conception détaillée de la partie énergie

3.4.1 Pont diviseur de tension

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.4.1.1 Schéma électrique du pont diviseur de tension

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire, donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.4.1.2 Code informatique du pont diviseur de tension

Présenter le code des fonctions associées aux capteurs adversaires.

Expliquer en détail le fonctionnement des fonctions.

3.4.2 régulateur de tension

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.4.2.1 Schéma électrique du régulateur de tension

Précisez le(s) bloc(s) fonctionnel(s) étudié(s) en lien avec la conception préliminaire,

donnez-en le schéma électrique de principe.

En partant des relations générales de l'électricité et d'informations tirées directement de la documentation des composants, déduisez les valeurs théoriques et les caractéristiques de tous les composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimez leur impact sur les caractéristiques du produit.

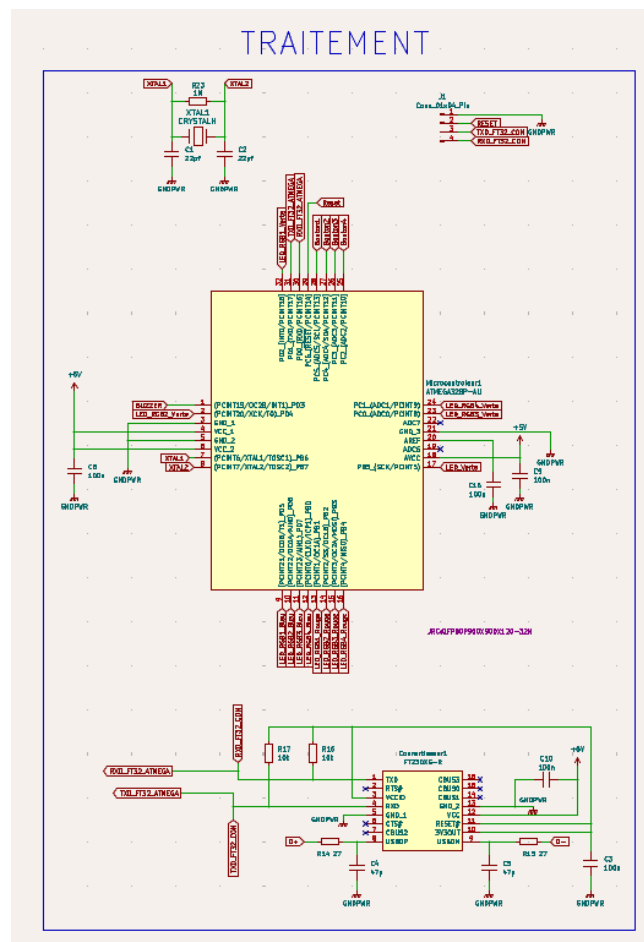
3.5 Conception détaillée de la partie traitement

3.5.1 Le microcontrôleur ATMEGA328P-PU

Référence de conception : CDTxx

Exigences client vérifiées : EXIG_xx, EXIG_xx...

3.4.1.1 Schéma électrique du microcontrôleur



composants du schéma réalisant la fonction étudiée.

Choisissez les valeurs normalisées les mieux adaptées et estimer leur impact sur les caractéristiques du produit.

3.3.1.2 Code informatique du microcontrôleur

Présenter le code des fonctions associées aux capteurs adversaires.

Expliquer en détail le fonctionnement des fonctions.

4. Dériskage des solutions techniques retenues

Ce chapitre détaille les activités de dériskage des solutions techniques retenues : simulation et/ou prototypage rapide. Il constitue une preuve partielle de la conformité du produit. Chaque paragraphe de l'étude fait donc clairement référence aux exigences client issues du [CDC].

Il permet également de confirmer les résultats théoriques effectués aux paragraphes 2 et 3 en vérifiant le fonctionnement à travers des simulations et/ou prototypages rapides. Pour chaque simulation et/ou prototypage rapide est renseigné le protocole de mise en œuvre. Les résultats des simulations et/ou prototypages rapides sont confrontés aux résultats de l'étude théorique.

L'ensemble des fichiers est disponible dans le dossier : renseignez ici le chemin du dossier où sont situés les fichiers de simulation et/ou prototypage rapide du projet.

4.1 <Titre de la simulation / prototypage rapide>

Chaque bloc fonctionnel ainsi que l'ensemble du montage doit faire l'objet d'une fiche de simulation / prototypage rapide, présentée comme suit.

Référence de la simulation : SIM<numéro>

Exigences client vérifiées : Renseignez ici les références des exigences client auxquelles le paragraphe de simulation / prototypage rapide ci-dessous fait référence.

But de l'essai : Décrivez brièvement le but de la simulation / prototypage rapide vis-à-vis du cahier des charges.

Fichiers : Renseignez ici le nom des fichiers associés à la simulation / prototypage rapide de manière à pouvoir rejouer la simulation / prototypage rapide en cas de besoin au cours et après le développement du produit.

Procédure de simulation :

Précisez le déroulé de simulation / prototypage rapide effectué, donnez le schéma de simulation / prototypage rapide correspondant. Précisez la configuration des sources éventuelles, le positionnement des sondes, etc.

Résultats attendus :

A partir des exigences client issues du Cahier Des Charges, renseignez les valeurs attendues ci-dessous.

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Tension du signal S7	3,5 V	+/- 10%

Résultats obtenus :

Insérez les graphes, tableaux de valeurs, etc. issus de la simulation / prototypage rapide.

Commentez les résultats en les comparant à ceux de la phase de conception détaillée ainsi qu'aux exigences du cahier des charges.

A partir des simulations / prototypages rapides effectués, complétez ci-dessous les valeurs obtenues.

Grandeur	Valeur mesurée	Conf/Non conf.
Tension du signal S7	3,4 V	Conforme/Non conf.

Statut de l'essai : Mentionnez ici la conclusion du test, c'est-à-dire « conforme » ou « non conforme ».

Problèmes rencontrés :

Mentionnez ici les problèmes que vous avez rencontrés. Précisez les solutions que vous avez adoptées pour résoudre les problèmes, ou éventuellement les problèmes qui persistent encore lors de la rédaction de ce document. Ce paragraphe n'est pas à négliger, le client y apporte toujours beaucoup d'importance. Il permet de tracer les éventuelles modifications apportées au produit pendant son développement. On peut également informer le client des limitations du produit qui lui est livré. Il sera ainsi conscient des problèmes encore non résolus et ne perdra pas un temps précieux à comprendre pourquoi cela ne fonctionne pas. Ceci est une démarche de transparence entre un fournisseur et un client qui contribuera à la qualité finale du produit et à la satisfaction du client.

4.2 <Titre de la simulation / prototypage rapide>

Chaque bloc fonctionnel ainsi que l'ensemble du montage doit faire l'objet d'une fiche de simulation / prototypage rapide, présentée comme suit.

Référence de la simulation : SIM<numéro>

Exigences client vérifiées : Renseignez ici les références des exigences client auxquelles le paragraphe de simulation / prototypage rapide ci-dessous fait référence.

But de l'essai : Décrivez brièvement le but de la simulation / prototypage rapide vis-à-vis du cahier des charges.

Fichiers : Renseignez ici le nom des fichiers associés à la simulation / prototypage rapide de manière à pouvoir rejouer la simulation / prototypage rapide en cas de besoin au cours et après le développement du produit.

Procédure de simulation :

Précisez le déroulé de simulation / prototypage rapide effectué, donnez le schéma de simulation / prototypage rapide correspondant. Précisez la configuration des sources éventuelles, le positionnement des sondes, etc.

Résultats attendus :

A partir des exigences client issues du Cahier Des Charges, renseignez les valeurs attendues ci-dessous.

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Tension du signal S7	3,5 V	+/- 10%

Résultats obtenus :

Insérez les graphes, tableaux de valeurs, etc. issus de la simulation / prototypage rapide.

IUT Bordeaux Département GEII	Référence : JRC_MJ_DDC_EQ11 Révision : 1 – 18/10/2025	27/30
----------------------------------	--	-------

Commentez les résultats en les comparant à ceux de la phase de conception détaillée ainsi qu'aux exigences du cahier des charges.

A partir des simulations / prototypages rapides effectués, complétez ci-dessous les valeurs obtenues.

Grandeur	Valeur mesurée	Conf/Non conf.
Tension du signal S7	3,4 V	Conforme/Non conf.

Statut de l'essai : Mentionnez ici la conclusion du test, c'est-à-dire « conforme » ou « non conforme ».

Problèmes rencontrés :

Mentionnez ici les problèmes que vous avez rencontrés. Précisez les solutions que vous avez adoptées pour résoudre les problèmes, ou éventuellement les problèmes qui persistent encore lors de la rédaction de ce document. Ce paragraphe n'est pas à négliger, le client y apporte toujours beaucoup d'importance. Il permet de tracer les éventuelles modifications apportées au produit pendant son développement. On peut également informer le client des limitations du produit qui lui est livré. Il sera ainsi conscient des problèmes encore non résolus et ne perdra pas un temps précieux à comprendre pourquoi cela ne fonctionne pas. Ceci est une démarche de transparence entre un fournisseur et un client qui contribuera à la qualité finale du produit et à la satisfaction du client.

4.3 Conclusion de la simulation / prototypage rapide du produit

Concluez sur la simulation / prototypage rapide du produit en insistant sur les non-conformités et les solutions possibles. Le texte ci-dessous est un exemple.

Les simulations / prototypages rapides effectués dans cette partie ont permis de valider les choix et dimensionnement de la phase de conception.

5. Conclusion de la conception du produit

Concluez sur la conception du produit vis-à-vis des exigences client en insistant plus particulièrement sur les non-conformités identifiées, les causes possibles et les solutions envisagées.

6. Matrice de conformité du produit

Ce chapitre synthétise par l'intermédiaire d'un tableau la conformité du produit développé par rapport aux exigences issues du Cahier des Charges.

Exigence	Méthodes Vérification	Eléments vérifiant l'exigence	Statut
EXIG_ENERGIE	Conception Dérivage Conception/Fab. Vérification	PRC01 CCPT05 FAB02	Conf.