

Dossier De Conception (DDC)

du projet

Robot Sumo - Sumositoire

Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	LIZOT Baptiste BOUYER Gaetan	Technicien	18/11/2015	
Approuvé par	BOISSONNEAU Jimmy (IUT GEII Bdx)	Chef de projet	18/11/2015	
Approuvé par		Client	/ /	

Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	05/10/2013	Publication préliminaire du DDC document à compléter par le Technicien.
2	06/10/2015	Première publication – Conception préliminaire

Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	PJR_CDC	Cahier des charges	1.2	Frédéric GIAMARCHI IUT GEII de Nîmes

Table des matières

1. Nature du document.....	4
2. Conception préliminaire du produit.....	4
3. Conception détaillée du produit.....	11
3.1.....	<i>Les capteurs d'adversaire</i>
11	
3.2.....	<i>Les capteurs de sol</i>
12	
3.3.....	<i>L'interface de puissance</i>
13	
3.4.....	<i>Les moteurs</i>
14	
3.5.....	<i>Les roues</i>
15	
3.6.....	<i>Le microcontrôleur</i>
16	
3.7.....	<i>L'indication lumineuse</i>
17	
3.8.....	<i>La batterie</i>
18	
3.9.....	<i>Conclusion de la conception détaillée du produit</i>
18	
4. Simulation du produit.....	19
4.1.....	<i><Titre de la simulation></i>
19	
4.2.....	<i>Conclusion de la simulation du produit</i>
20	
5. Conclusion de la conception du produit.....	21
6. Matrice de conformité du produit.....	21

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.

Référence de pré-conception: PRC01

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_ADVERSAIRE/_LUMINOSITÉ/_INDICATEUR/_COMBAT/_IMMOBILITÉ/_DÉPLACEMENT/_AUTONOMIE/_MOLEX/_ÉNERGIE

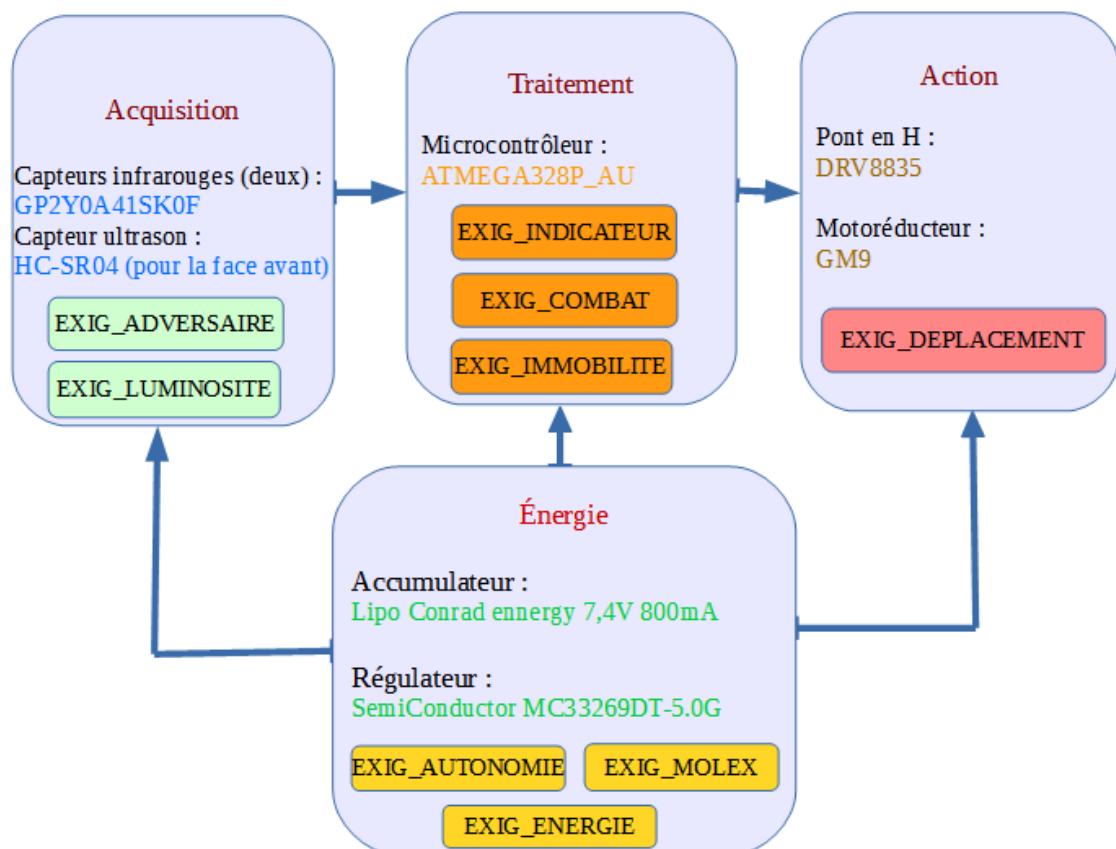


Illustration 1: architecture électronique

Référence de pré-conception: PRC02

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_LIGNES/ EXIG_ADVERSAIRE/
EXIG_DEPLACEMENT/ EXIG_COMBAT

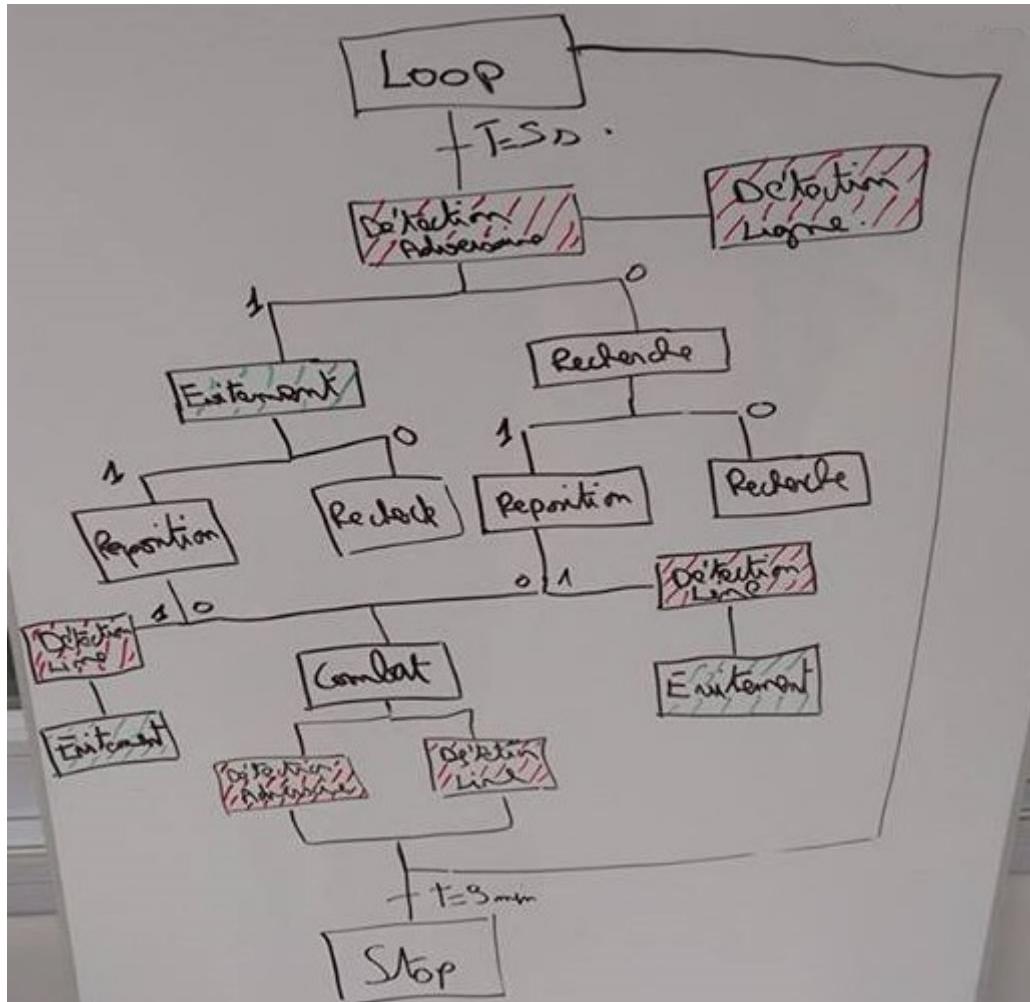
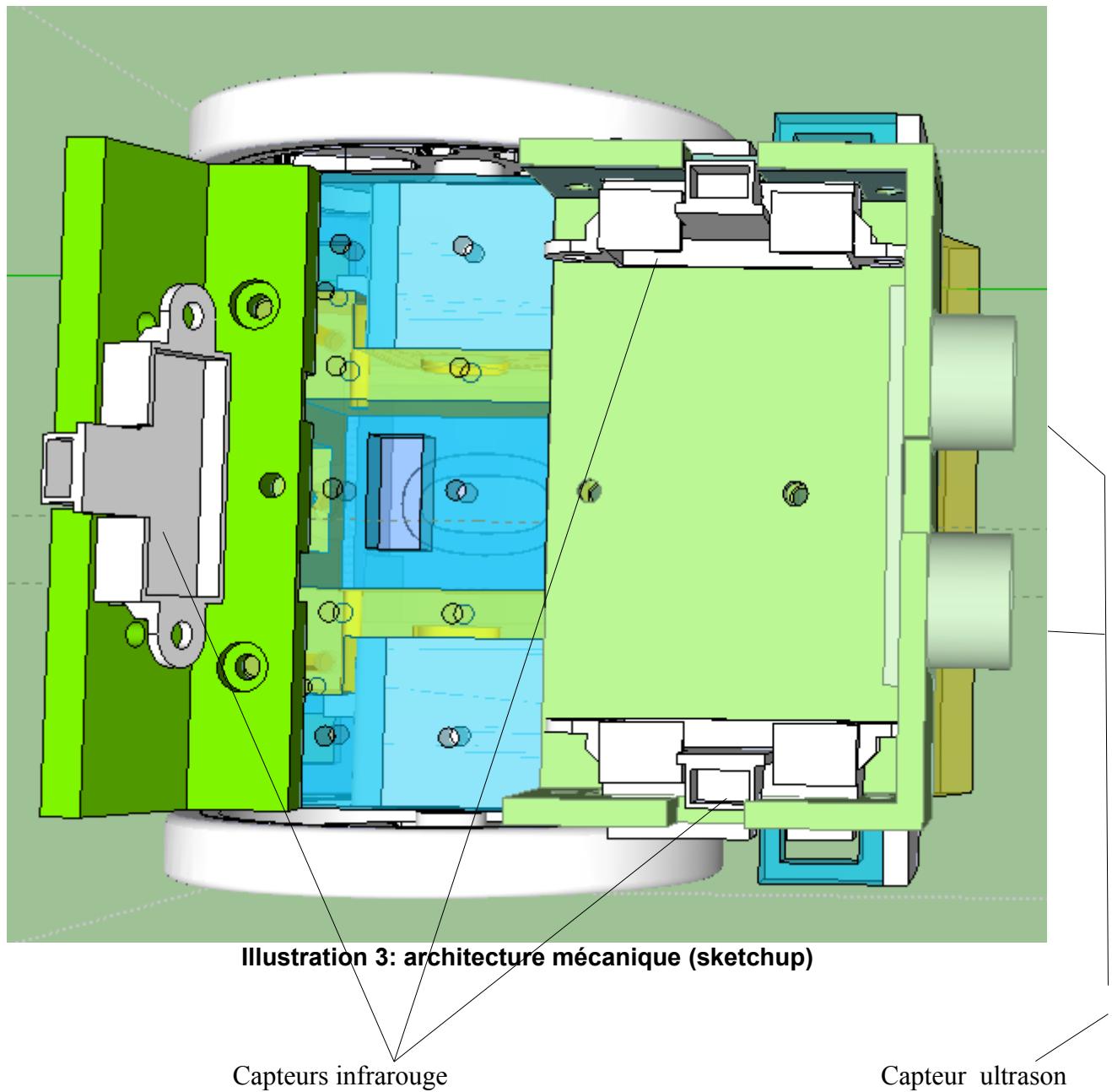


Illustration 2: architecture informatique

Référence de pré-conception: PRC03

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_DIMENSIONS/ EXIG_MASSE/
EXIG_MECA



Référence de pré-conception: PRC04

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_ÉNERGIE/_AUTONOMIE/_MASSE/_DIMENSIONS/_COÛT

Le choix de l'accumulateur LiPo 2S s'est fait à l'aide de la FAD suivante :

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)
		coût	poids	Ah	taille		
Packs d'accus Lipo CONRAD ENERGY 7.4 V 1200 mAh	1	1	4	5	2	40	Prix trop élevé
Packs d'accus Lipo CONRAD ENERGY 7.4 V 800 mAh	1	2	3	5	3	90	idem aux 450mAh mais plus lourd et fournit plus
Packs d'accus Lipo CONRAD ENERGY 7.4 V 450 mAh	1	3	2	4	3	72	mAh trop juste 421 mAh

C'est donc l'accumulateur 7,4V - 800mAh qui a été choisi compte-tenu du courant qu'il est capable de délivrer et de son prix.

Référence de pré-conception: PRC05

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_ADVERSAIRE/_LUMINOSITÉ/_LIGNES

Les capteurs des différentes faces ont été choisi grâce à la FAD suivante :

Robot Sumo - Sumositoire

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)
		Coût	Consommation	Temps de réponse	Ergonomie	Portée		
FACE AVANT								
Capteur Infrarouge GP2Y0A41SK0F	1	3	4	4	5	5	1200	10,90€ - 22mA – temps réponse : 25,2ms - portée : 4 à 30cm
Capteur à Ultra-son HC-SR04	1	5	4	3	5	5	1500	3,90€ - 15mA – temps réponse max : 46,4ms – portée : 2cm à 4m
Accéléromètre MMA8452QT	1	5	5	5	1	1	125	1,50€ - 5µA – temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m
Accéléromètre MMLA8451	1	3	5	5	1	1	75	8,80€ - 5µA - temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m

FACE ARRIÈRE								
Capteur Infrarouge GP2Y0A41SK0F	1	3	4	4	5	5	1200	10,90€ - 22mA – temps réponse : 25,2ms - portée : 4 à 30cm
Capteur de Contact D2F221	1	5	5	5	5	1	625	1,00€ - 0A - temps réponse : 0s – portée : 0m
Accéléromètre MMA8452QT	1	5	5	5	1	1	125	1,50€ - 5µA – temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m
Accéléromètre MMLA8451	1	3	5	5	1	1	75	8,80€ - 5µA - temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m

CÔTÉS								
Capteur Infrarouge GP2Y0A41SK0F	1	3	4	4	5	5	1200	10,90€ - 22mA – temps réponse : 25,2ms - portée : 4 à 30cm
Accéléromètre MMA8452QT	1	5	5	5	1	1	125	1,50€ - 5µA – temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m
Accéléromètre MMLA8451	1	3	5	5	1	1	75	8,80€ - 5µA - temps réponse max : 4,5ms – portée : 0m

Nous avons donc choisi d'utiliser un capteur à ultrasons pour la face avant, un capteur infrarouge pour la face arrière, et deux capteurs infrarouges pour les côtés, le tout couplés aux trois capteurs de lignes situés sous le robot.

Référence de pré-conception: PRC06**Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_DEPLACEMENT/_AUTONOMIE**

Afin de choisir le moteur du robot nous avons réaliser la FAD suivante :

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)
		couple	vitesse	consommation	Sans modification châssis		
motoréducteur GM9	1	2	5	3	5	150	meilleur inertie du robot (3,10 kg.cm ; 70 tr/min à 5Vcc ; 80mA)
motoréducteur GM17	1	4	1	4	1	16	6 kg.cm ; 30 tr/min à 6 Vcc ; 40mA

C'est donc le GM9 qui a été choisi, car, malgré un couple plus grand, le GM17 ne permettait pas d'avoir une grande vitesse, et que pour l'implémenter, il aurait fallu modifier le châssis.

Référence de pré-conception: PRC07**Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_COUT/_MASSE/_DIMENSIONS**

Le pont en H a été sélectionné selon la FAD suivante :

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)
		Dimension	Facilité de commande	Temps de surchauffe	Prix		
DRV8833	1	2	1	2	2	8	5,40€ ; temps de surchauffe 1,35ms
DRV8835	1	2	5	1	2	20	4,90€ ; mode de commande (IN/IN PHASE/ENABLE) ; surchauffe 1ms
L298P013TR	1	3	5	1	1	15	3,71€ ; 2 mode de commande (IN/IN PHASE/ENABLE) ; temps de surchauffe 200ns

Nous avons donc choisi le DRV8835 car il est simple à commander.

Référence de pré-conception: PRC08

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_IMMOBILITÉ/_COMBAT/_INDICATEUR

Afin de choisir le contrôleur ATMEGA adéquat nous avons réalisé la FAD suivante :

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)
		Coût	E/S	Facilité de soudage	Connaissance du produit		
ATMEGA2560_16AU	1	2	5	1	1	10	Produit inconnu, jamais utilisé. Prix trop élevé
ATMEGA328P_AU	1	5	2	3	4	120	Produit déjà utilisé en L1 en PER. Prix convenable par rapport au précédent

Grâce à son prix peu élevé et nos connaissances nous avons choisi le ATMEGA328P_AU.

Référence de pré-conception: PRC09

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_IMMOBILITÉ/_COMBAT/_INDICATEUR

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)
		coût	mA (courant max sortie)		
ON SEMICONDUCTOR MC33269DT-5.0G IC, LINEAR VOLTAGE REGULATOR	1	4	5	20	
ON SEMICONDUCTOR MC33269DT-3.3G IC, LDO REGULATOR, 0.8A, 20V, TO252-3	0				Délivre 3,3V alors que nous voulons 5V pour capteur sharp
TEXAS INSTRUMENTS LP2985AIM5-5.0/NOPB REGULATEUR LINÉAIRE 5V CMS	1	5	2	10	
TEXAS INSTRUMENTS LP2985AIM5-3.3/NOPB REGULATEUR DE TENSION LINEAIR 3.3V CMS	0				Délivre 3,3V alors que nous voulons 5V pour capteur sharp

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. Les capteurs d'adversaire

Référence de conception : CCPT01

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_ADVERSAIRE, EXIG_COMBAT

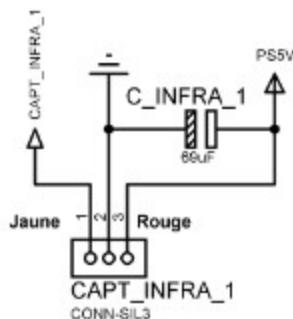


Illustration 4: capteur infrarouge (isis)

Les capteurs sélectionnés pour repérer l'adversaire sont les capteurs infrarouges GP2Y0A41SK0F, nous en utiliserons trois (un derrière et deux sur les côtés). Nous utiliserons ces capteurs car ce sont les plus appropriés pour ce type de robot et par rapport à la taille du doyo (voir FAD précédemment).

La broche 3 (PS5v, rouge) sera reliée à la sortie du régulateur de tension et la broche 1 (CAPT_INFRA₃ jaune) sera relié au microcontrôleur.

La broche 2 sera reliée à la masse

Un condensateur de découplage sera inséré de valeur : IdT/dV

$$112 \cdot 10^{-3} \cdot 124 \cdot 10^{-6} / 0,2 = 69\mu\text{F}$$

Nous choisirons comme valeur normalisée 68uF.

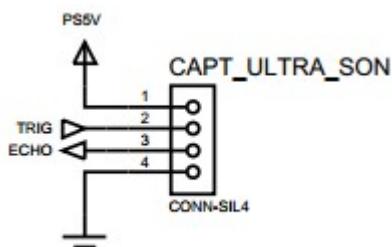


Illustration 5: capteur ultrason (isis)

Ce capteur est l'autre capteur d'adversaire qui est un capteur à ultrasons et qui sera placé à l'avant du robot.

Nous avons choisi d'utiliser ce capteur à l'avant car il possède une longue portée et qu'il est moins cher que le capteur infrarouge.

Sa broche 1 est reliée à la sortie du régulateur linéaire, la broche 3 est reliée à la masse, la broche 3 envoie son signal via « echo » et reçoit le retour du signal « trig » sur la broche 2.

3.2. Les capteurs de sol

Référence de conception : CCPT02

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_LIGNES

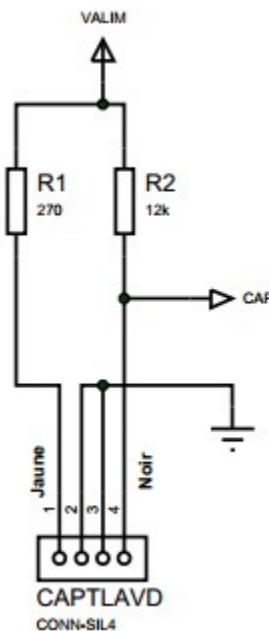


Illustration 6:
capteurs de ligne
(isis)

Les capteurs imposés pour repérer la ligne sont les CNY70, ils sont placés sous le robot afin de capter la ligne et de ne pas la dépasser.

La broche 1 (jaune) est reliée à une résistance de 270Ω et la broche 4 est reliée à la résistance de $12k\Omega$.

Pour choisir la valeur des résistances nous avons testés différentes résistances afin de voir quelles résistances nous permettraient d'avoir la plage de tension la plus élevée pour détecter le blanc et le noir. Avec ces 2 résistances nous avons la détection du blanc entre 0 et 500mV et le noir au dessus de 500mV. Les tests ont été effectués avec et sans flash.

Les broches 2 et 3 sont reliées à la masse.

La sortie du capteur (CAPTLAVD) sera reliée au microcontrôleur par le connecteur MOLEX.

3.3. L'interface de puissance

Référence de conception : CCP03

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_ENERGIE, EXIG_AUTONOMIE, EXIG_MOLEX

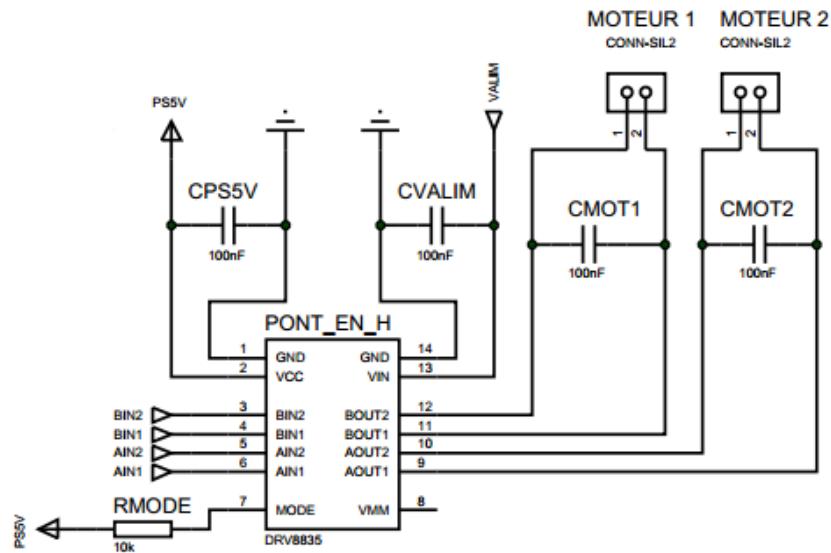


Illustration 7: pont en H (isis)

L'interface de puissance se compose du pont en H (drv8835) et des deux moteurs (motoréducteur GM9).

Les broches 3, 4, 5, 6 sont les entrées du pont en H, la broche 7 est reliée à l'accumulateur via une résistance de $10k\Omega$.

Les broches VCC et GND sont reliées respectivement à la pile et à la masse et les broches VIN et GND sont reliées à la sortie du régulateur et à la masse.

Nous avons choisi des condensateurs de découplage de 100nF.

3.4. Les moteurs

Référence de conception : CCPT04

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_DIMENSIONS, EXIG_MASSE, EXIG_AUTONOMIE

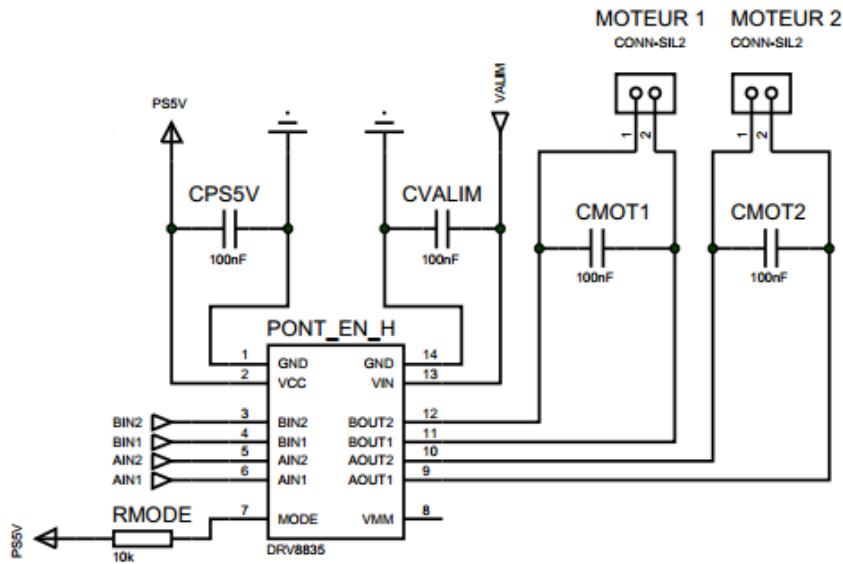


Illustration 8: moteurs (isis)

Les moteurs sont des GM9 car ils procurent une meilleure inertie au robot.

Les broches 9, 10, 11, 12 du pont en H sont reliées à chacun des moteurs avec un condensateur de découplage entre chaque broche du moteur.

Nous avons choisi des condensateurs de découplage de 100nF pour réduire l'influence des parasites.

3.5. Les roues

Référence de conception : CCPT05

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_DEPLACEMENT

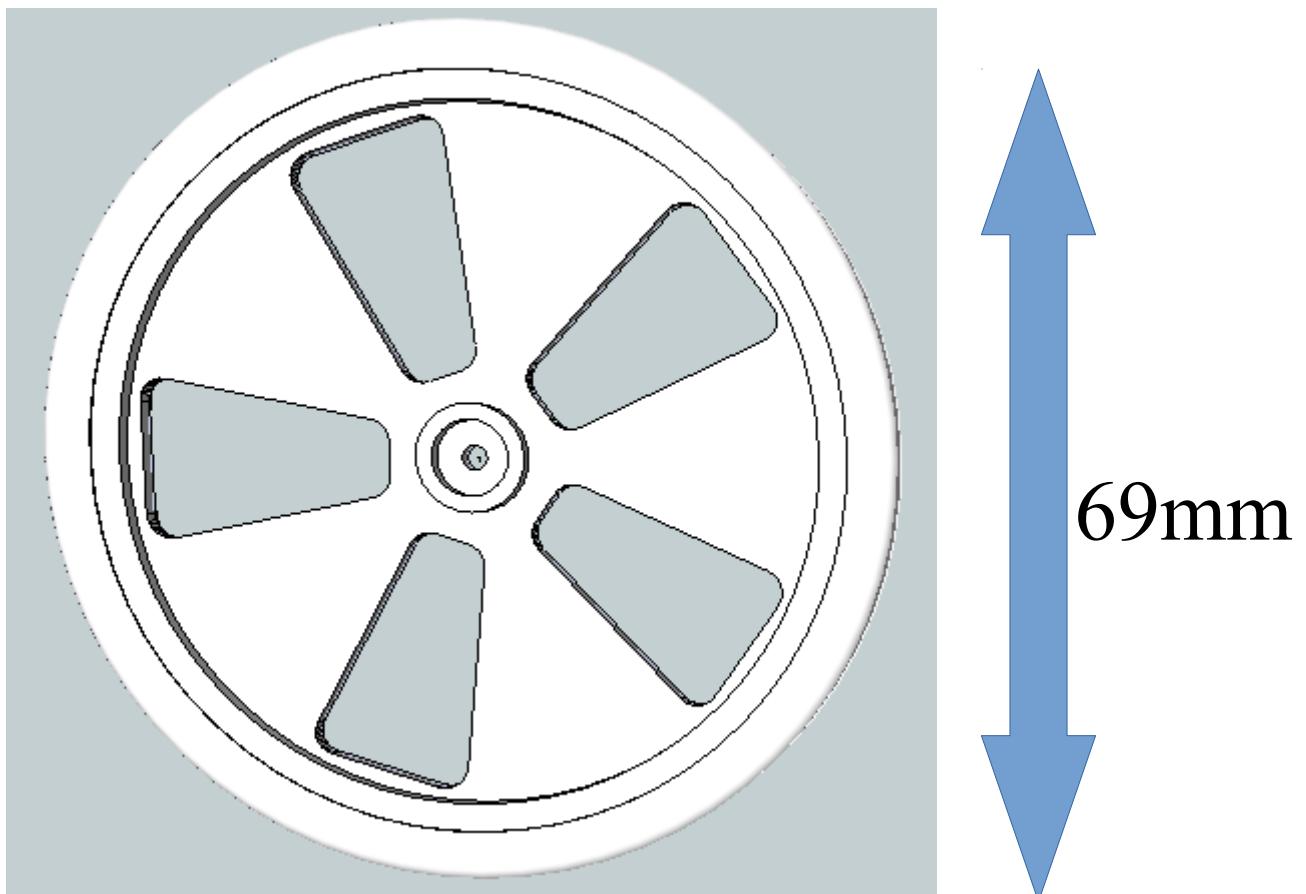


Illustration 9: Roues (sketchup)

Les roues sont indépendantes et motorisées et elles nous sont fournies avec le robot. Le diamètre des roues est de 69mm.

3.6. Le microcontrôleur

Référence de conception : CCPT06

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_COMBAT, EXIG_IMMOBILITE

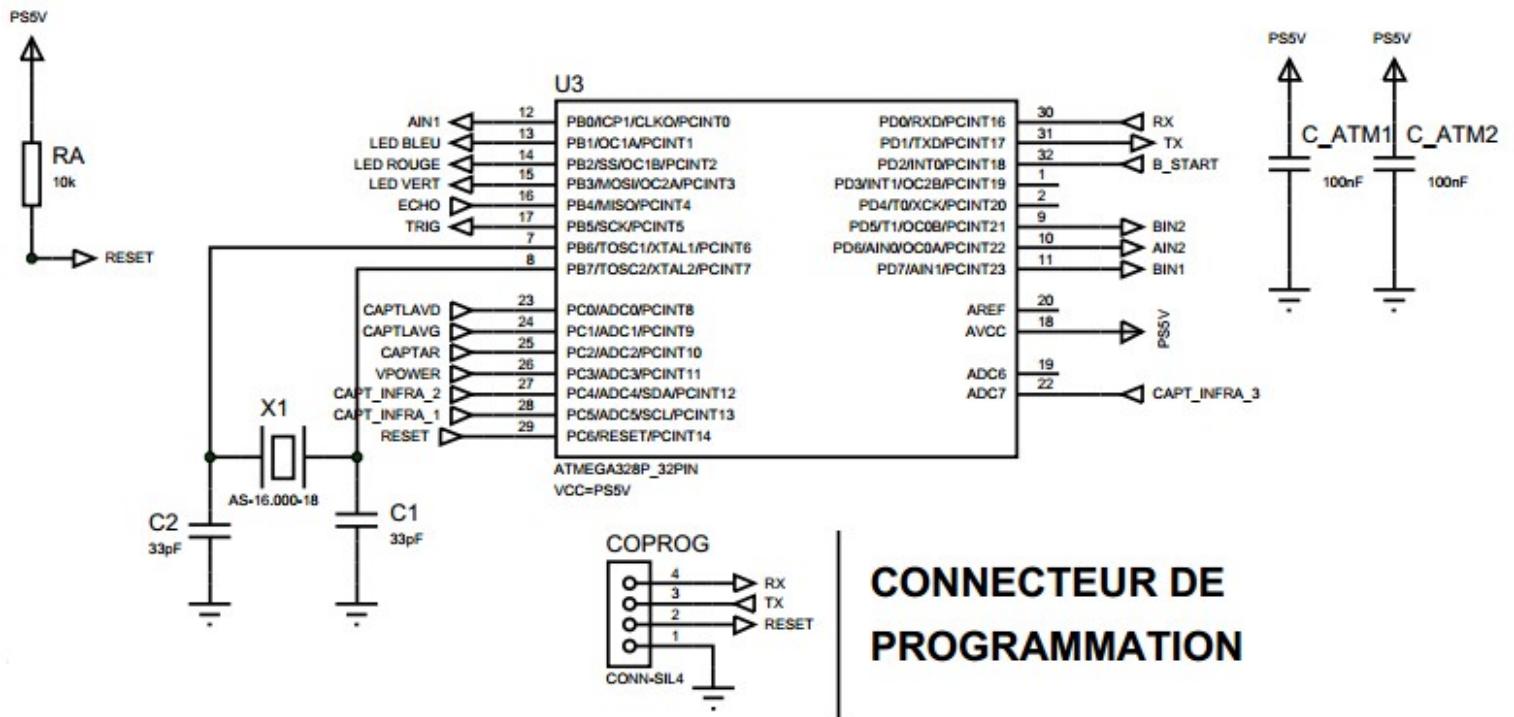


Illustration 10: microcontrôleur (isis)

Le microcontrôleur choisi est l'ATMEGA 328P_AU car c'est un microcontrôleur déjà utilisé l'année dernière et qu'il est moins cher que l'ATMEGA2560_16AU.

Ce microcontrôleur nécessite un connecteur de programmation (« COPROG ») relié au microcontrôleur et il envoie le signal (« RX ») et reçoit le signal (« TX »). Ce connecteur est aussi relié à l'horloge (« reset »).

Le microcontrôleur est relié au quartz 16 Mhz (« X1 ») et on a mis deux condensateurs de 33pF (« C1 », « C2 ») autour du quartz (valeur donnée dans la datasheet du quartz) qui sont des condensateurs de découplage. Il y'a d'autres condensateurs de découplage (« C_ATM1 », « C_ATM2 »).

3.7. L'indication lumineuse

Référence de conception : CCPT07

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_INDICATEUR

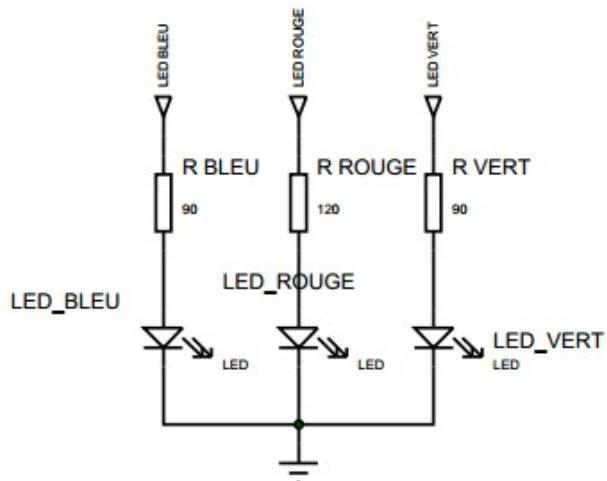


Illustration 11: LEDs (isis)

Pour les indications lumineuses nous avons choisi d'utiliser la LED bleue pour indiquer que le robot est en attente de 5 secondes (début du combat), la LED verte est utiliser pour indiquer que le robot est en marche et la LED rouge indique que la batterie est déchargée.

Les LEDs sont chacune reliés à une résistance. Pour trouver les valeurs de résistance nous avons faits quelques calculs :

$$R_{rouge} = (V_e - V_r)/I = (5 - 2,6)/20 \cdot 10^{-3} = 120\Omega$$

$$R_{verte/bleue} = (V_e - V_v/b)/I$$

$$= (5 - 3,2)/20 \cdot 10^{-3} = 90\Omega$$

3.8. La batterie

Référence de conception : CCPT08

Exigences client vérifiées par dimensionnement : EXIG_ENERGIE, EXIG_AUTONOMIE

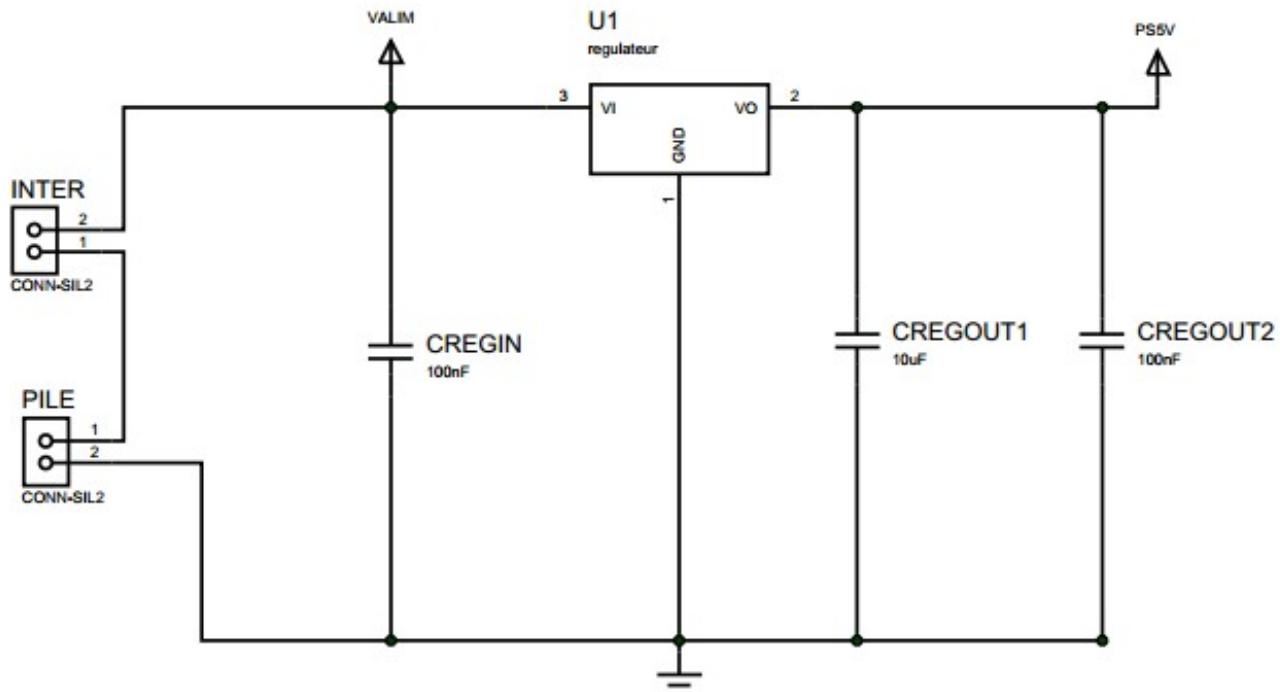


Illustration 12: batterie (isis)

L'accumulateur choisi est le Lipo CONRAD ENERGY 7.4 V 800mAh car il est beaucoup moins cher que le (1200mAH) et il fournit plus et est plus lourd que la batterie (450mAh).

La batterie est reliée à la masse et à l'interrupteur qui sert à mettre en marche le robot. L'interrupteur lui est aussi relié au régulateur qui est relié à la masse et à différents composants.

Des condensateurs de découplage ont été rajoutés afin d'éviter les parasites, les valeurs des condensateurs ont été calculés l'année dernière.

3.9. Conclusion de la conception détaillée du produit

La conception détaillée du produit nous a permis de trouver les valeurs des différents composants (résistances, condensateurs) qui permettent le fonctionnement des composants plus importants (ATMEGA, capteurs...). La conception de chaque bloc répond aux exigences du cahier des charges et est adapté à notre stratégie pour le combat.

Tableau I: Valeurs théorique et normalisée des composants.

Repère	Désignation	Valeur théorique	Valeur normalisée
C_INFRA	condensateur	69uF	68uF
R1, R3, R5	résistance	270Ω	270Ω
R2, R4, R6	résistance	12kΩ	12kΩ
CPS5V	condensateur	100nF	100nF
CVALIM	condensateur	100nF	100nF
CMOT1	condensateur	100nF	100nF
CMOT2	condensateur	100nF	100nF
C1, C2	condensateur	33pF	33pF
C_ATM1, C_ATM2	condensateur	100nF	100nF
Rrouge	résistance	120Ω	120Ω
Rvert, Rbleue	résistance	90Ω	90Ω
CREGIN, CREGOUT2	condensateurs	100nF	100nF
CREGOUT1	condensateur	10uF	10uF

4. Simulation du produit

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

Il permet également de justifier les résultats théoriques effectués aux paragraphes 2 et 3 en vérifiant le fonctionnement à travers des simulations. Pour chaque simulation sont renseignées les consignes pour reproduire la simulation effectuée. Les résultats des simulations sont confrontés aux résultats de l'étude théorique.

Nous avons pris soin de conserver chaque simulation dans un fichier distinct. Chaque simulation du projet peut donc être rejouée en cas de besoin au cours et après le développement du produit.

4.1. <Titre de la simulation>

Référence de la simulation : SIM01

Exigences client vérifiées par simulation : EXIG_LUMINOSITE

But de la simulation : Allumer les trois LEDs avec une entrée à 5V.

Fichiers : espace étudiants/ PER2_B1_eq2/ S3/ isis électronique/ simu LED

Procédure de simulation : On met une entrée (VCC) à 5V relié aux trois LEDs puis on lance la simulation et les trois LEDs s'allument.

Résultats obtenus

Les trois LEDs s'allument.

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré pour cette simulation.

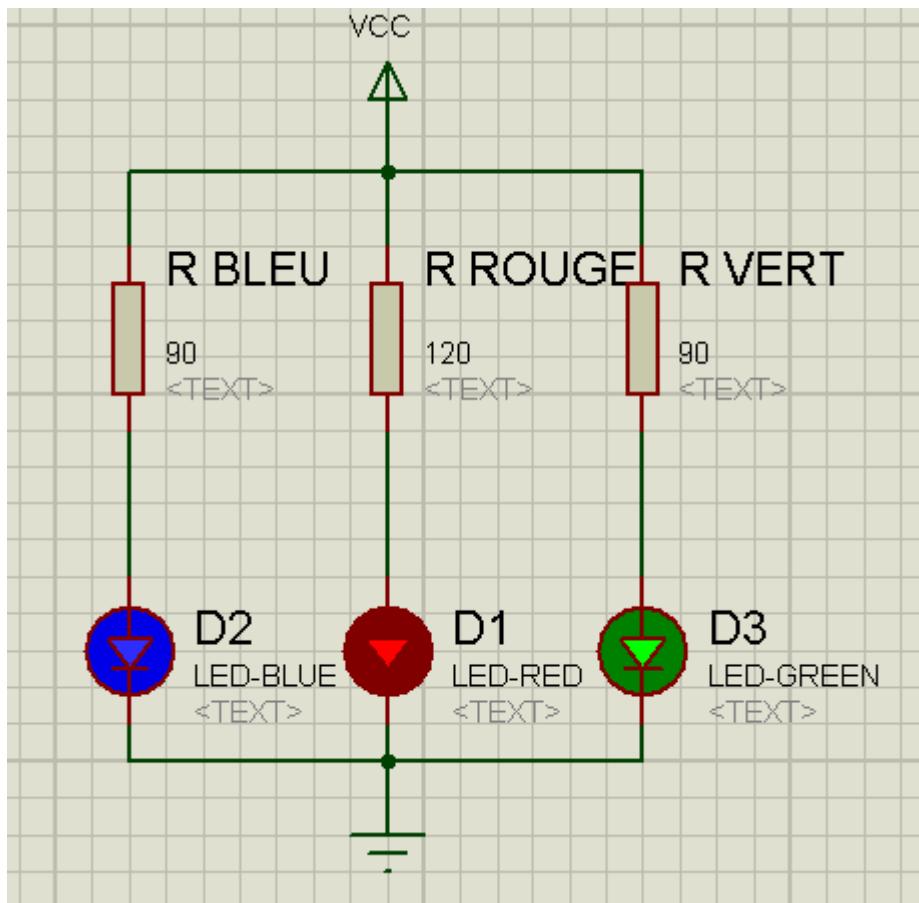


Illustration 13: simulation LEDs (isis)

4.2. Conclusion de la simulation du produit

La simulation des LEDs n'a rencontré aucun problème et nous a permis de voir que les LEDs fonctionnaient avec les valeurs des résistances calculées.

5. Conclusion de la conception du produit

La conception du produit est conforme aux exigences du cahier des charges malgré quelques soucis rencontrés lors de l'utilisation de sketchup et de la compréhension de certaines datasheets mais ces problèmes ont été résolus et nous pouvons donc nous lancer dans la fabrication.

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_DIMENSIONS	Conception	PRC03, PRC04, PRC07, CCPT04	Conf.
EXIG_MASSE	Conception	PRC03, PRC04, PRC07, CCPT04	Conf.
EXIG_MECA	Conception	PRC03	Conf.
EXIG_ENERGIE	Conception	PRC01, PRC04, CCPT03, CCPT08	Conf.
EXIG_AUTONOMIE	Conception	PRC01, PRC04, PRC06, CCPT03, CCPT04, CCPT08	Conf.
EXIG_MOLEX	Conception	PRC01, CCPT03	Conf.
EXIG_LIGNES	Conception	PRC02, PRC05, CCPT02	Conf.
EXIG_ADVERSAIRE	Conception	PRC01, PRC02, PRC05, CCPT01	Conf.
EXIG_LUMINOSITE	Conception	PRC01, PRC05	Conf.
EXIG_DEPLACEMENT	Conception	PRC01, PRC02, PRC06, CCPT05	Conf.
EXIG_IMMOBILITE	Conception	PRC01, PRC08, PRC09, CCPT06	Conf.
EXIG_COMBAT	Conception	PRC01, PRC02, PRC08, PRC09, CCPT01, CCPT06	Conf.
EXIG_INDICATEUR	Conception	PRC01, PRC08, PRC09, CCPT07	Conf.
EXIG_COUT		PRC04, PRC07	Conf.