

PURIBEC - Carte de contrôle Confortum

Rapport d'avancement (CGC-0591)

Présenté à
Jean-Sébastien Deschênes, ing.
Jean-Christian Méthot, ing.
Puribec inc.

Chaire CRSNG-UQAR en génie de la conception
Université du Québec à Rimouski

Marc-Antoine Coulombe – Étudiant en génie électrique
Félix Santerre – Étudiant en génie électrique
Raphaël Tremblay – Étudiant en génie électrique

21 octobre 2021

Table des matières

1.	INTRODUCTION	8
2.	MISE À JOUR DU MANDAT	8
3.	AVANCEMENT.....	8
3.1	<i>Circuit imprimé de contrôle</i>	9
3.2	<i>Programmation de l'affichage et du contrôle.....</i>	11
4.	MISE À JOUR DU BUDGET ET DU GANTT ET IDENTIFICATION DES INCERTITUDES	12
4.1	<i>Mise à jour du budget.....</i>	12
4.2	<i>Mise à jour du Gantt.....</i>	13
4.3	<i>Identification des incertitudes</i>	15
5.	CONCLUSION.....	16
	ANNEXE A.....	17
	ANNEXE B.....	18
	ANNEXE C.....	22
	ANNEXE E.....	24
	BIBLIOGRAPHIE.....	26

Liste des tableaux

TABLEAU 3 : ESTIMATION BUDGÉTAIRE DE LA SOLUTION RETENUE	12
--	----

Liste des figures

FIGURE 1 : CIRCUIT ÉLECTRIQUE IMPRIMÉ.....	10
--	----

FIGURE 2 : DIAGRAMME DE GANTT DU PROJET REPRÉSENTANT L'AVANCEMENT ET LES ÉTAPES À VENIR	14
---	----

1. Introduction

L'entreprise *Puribec inc.* veut améliorer un produit existant nommé *Confortum* en réduisant les coûts de production, l'encombrement, le temps d'assemblage, et ce tout en augmentant ses capacités et sa flexibilité. C'est pourquoi l'entreprise a fait appel aux étudiants de l'UQAR et la chaire CRSNG-UQAR en génie de la conception pour faire la conception des éléments de contrôle et d'affichage du produit. Le rapport d'avancement a pour but de présenter le travail effectué jusqu'à présent ainsi que les tâches restantes pour compléter le projet. Ce rapport présentera la mise à jour du mandat, l'avancement, mise à jour du gant et mise à jour du budget.

2. Mise à jour du mandat

Pour faire suite au cahier des charges, il est important de revenir sur le mandat et de faire le point sur son évolution. Après avoir présenté le cahier des charges au client, il a été convenu que son contenu s'alignait avec la vision du client. Autrement dit, aucune modification n'était nécessaire. De ce fait, l'équipe est sûre de continuer le projet en se basant sur les besoins et les spécifications élaborées précédemment dans le cahier des charges.

3. Avancement

Pour donner suite à l'analyse des besoins et des spécifications du client, il a été possible de commencer la conception d'un circuit imprimé de contrôle et la programmation de l'affichage.

3.1 Circuit imprimé de contrôle

Comme mentionné dans le cahier des charges, le circuit imprimé de contrôle réalisé est une amélioration des anciennes cartes de contrôle de chez *Puribec inc.* De ce fait, il doit disposer de plusieurs entrées/sorties ainsi qu'un microcontrôleur performant avec des fonctionnalités Bluetooth et WiFi.

Les schémas électriques de ce circuit imprimé se trouvent à l'annexe A. Pour continuer, la conception de ce circuit imprimé peut être divisée en deux sections : schéma électrique et circuit imprimé. Pour chacune des sections, il a été possible de faire une revue de conception. Celle-ci consiste à analyser le circuit selon différents critères afin d'être certain que celui-ci fonctionne bien et qu'il respecte les bonnes pratiques utilisées en conception électrique. Autrement dit, la revue de conception est une longue liste contenant des points importants à vérifier sur le schéma électrique et sur le circuit imprimé, des bonnes pratiques, des normes de conception et de fabrication. Par exemple, cette revue s'assure que tous les composants polarisés sont dans le bon sens, que les circuits intégrés disposent d'un condensateur de découplage sur leur alimentation et que les traces de cuivre haute fréquence sur le circuit imprimé soient isolées du reste. Ces trois vérifications font partie de la longue liste. Cependant, il est important de noter que cette liste ne peut pas corriger une erreur fondamentale de design. La figure 1 présente le circuit imprimé réalisé par les étudiants grâce au logiciel *DipTrace*[2].

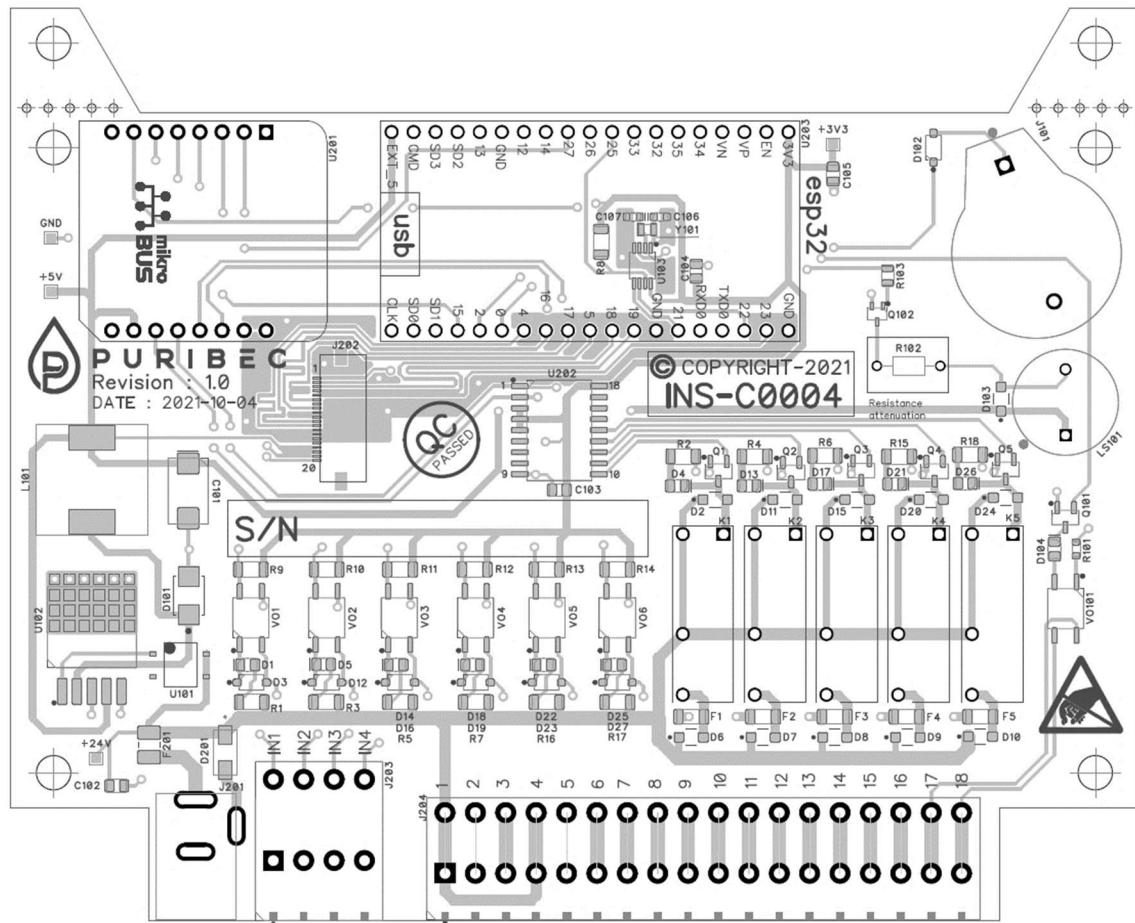


Figure 1 : Circuit électrique imprimé

Après avoir réalisé le schéma électrique ainsi que le circuit imprimé et avoir vérifié le tout avec la revue de conception, les composants électroniques ont pu être choisis et commandés. Le choix des composants a été fait selon la fonction de chacun. Par exemple, pour une diode électroluminescente d'indication il faut calculer la résistance nécessaire pour avoir le bon taux de luminosité. Ceci n'est qu'un exemple du genre de calcul à faire avant de choisir le bon composant. Alors, le fournisseur *Digikey* a été choisi étant donné qu'il dispose d'un large éventail de pièces disponibles et fonctionnelles. De ce fait, la commande réalisée pour le développement du prototype comprend presque 300 composants électriques comme des condensateurs, des diodes, des DELs et des résistances.

3.2 Programmation de l'affichage et du contrôle

Après l'acquisition des données et de l'état des capteurs à l'aide de la carte de contrôle, il faut afficher les résultats pour que le client puisse avoir une idée de l'état du procédé. À la suite d'une recherche de solution, il a été convenu que la programmation de l'affichage allait être réalisée en utilisant le langage « *C* » et en se basant sur la librairie *LVGL* [1]. L'annexe B présente le visuel programmé de l'interface utilisateur graphique jusqu'ici réalisée qui sera affiché sur l'écran tactile. De plus, l'ensemble de la programmation se trouve dans le répertoire de projet au chemin d'accès suivant :

[CGC0591 - Puribec - Contrôleur Confortum\3-Dossier d'analyse technique\3.2-Conception détaillée\3.2.2 - Programmation\Affichage\lv_Confortum_Codeblock](#)

Voici la liste des menus d'affichage effectué :

- Menu d'accueil
- Menu d'information
- Menu paramètres
 - Onglet de configuration WiFi
 - Onglet de configuration du débitmètre
 - Intégration du clavier

Voici la liste des menus qui restera à programmer :

- Menu paramètres
 - Onglet de configuration des lavages
 - Onglet de configuration des délais
 - Onglet de configuration du système

4. Mise à jour du budget et du Gantt et identification des incertitudes

4.1 Mise à jour du budget

Concernant la faisabilité financière, on remarque principalement que le coût des composants électroniques est approximativement deux fois moins élevé que le coût préalablement prévu dans le cahier de charge malgré les hausses de prix provoquées par la crise sanitaire (71,30\$ au lieu de 150\$). Quant à l'écran, le coût réel est un peu plus élevé que ce qui était anticipé (+14\$). Cependant, le microcontrôleur d'*Espressif* est 7,75\$ sous le montant initialement prévu ce qui balance une partie des coûts supplémentaires de l'écran. Au total, les coûts du projet totalisent 229,95\$ ce qui laisserait 130,05\$ à l'équipe pour apporter des correctifs et développer une version améliorée si nécessaire. L'équipe est sûre de pouvoir respecter le budget fixé par le client puisque la conception d'une version améliorée ne nécessitera pas l'achat d'un nouvel écran tactile ou d'un nouveau microcontrôleur. Par conséquent, les coûts d'un nouveau prototype devraient être du même ordre que ceux pour les composants électroniques et de la fabrication de la carte de contrôle réunis.

Tableau 1 : Estimation budgétaire de la solution retenue

Estimation budgétaire	
Affichage	
<i>Écran tactile DELs RVT50HQBNWC00-B</i>	139,00 CAD
Carte de contrôle	
<i>Composants électroniques</i>	71,30 CAD
<i>Microcontrôleur ESP-WROOM-32</i>	17,25 CAD
<i>Fabrication de la carte de contrôle</i>	2,40 CAD
Total:	229,95 CAD
Budget restant:	130,05 CAD

4.2 Mise à jour du Gantt

Concernant la mise à jour de l'échéancier, plusieurs dates ont été modifiées en comparaison à la planification du cahier des charges. En effet, l'équipe a investi un plus grand nombre d'heures afin de se dégager du temps pour la conception détaillée, l'amélioration du prototype et réduire les incertitudes. Comme mentionné dans le cahier de charges, puisque plusieurs problèmes peuvent se trouver dans l'interaction des multiples composantes et de la programmation, il est nécessaire de se réservé du temps pour apporter des correctifs afin de remettre un produit répondant aux besoins. C'est pourquoi, comme l'on peut voir à la figure 2, les différentes étapes de la conception préliminaire et de la conception détaillée ont été devancées ce qui a permis de débuter la conception détaillée dès le 27 septembre. De cette manière, il a été possible de sélectionner les composants, de faire le schéma électrique, tracer le circuit imprimé et commander le tout au 4 octobre. Dès la prochaine semaine, la carte électronique sera soudée ce qui permettra de réaliser les premiers tests, déterminer les corrections à apporter et développer un second prototype si nécessaire. Il sera aussi possible, dès que le prototype aura été assemblé, d'avancer plus en détail la programmation. Une fois toutes ces étapes réalisées, le prototype devrait donc être prêt à une remise au client avec les plans.

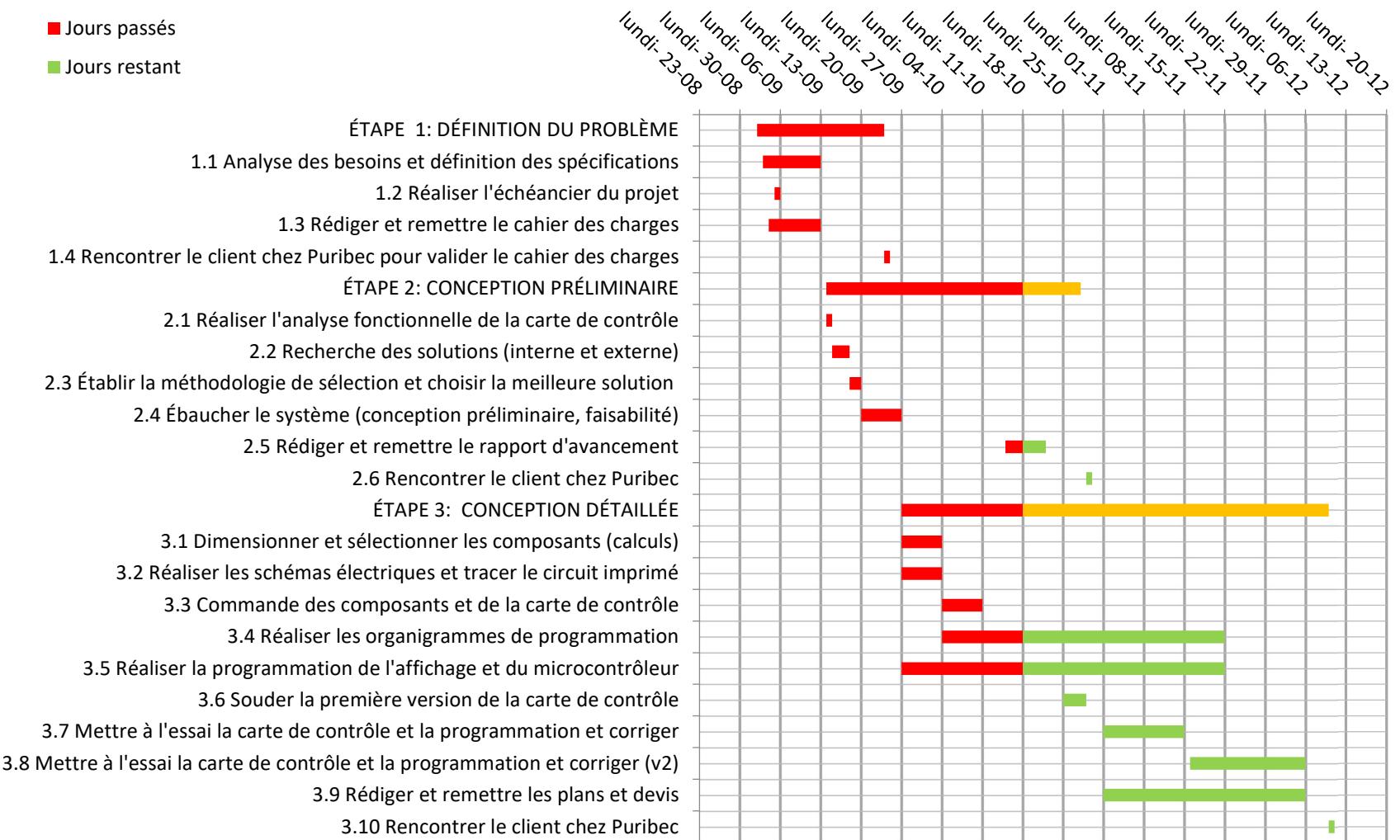


Figure 2 : Diagramme de Gantt du projet représentant l'avancement et les étapes à venir

4.3 Identification des incertitudes

L'avancement actuel du projet a permis de retirer certains doutes mentionnés dans le cahier des charges. En effet, l'équipe avait principalement des incertitudes concernant le prix et la disponibilité des composants électroniques, du microprocesseur ainsi que de l'écran tactile. Cependant, la sélection des composants et la réalisation des plans ont permis de rapidement dissiper ces doutes. En effet, pour chacun des composants choisis, il a été possible de valider la disponibilité et les prix qui sont nettement mieux qu'anticipés. La mise à jour budgétaire reflète d'ailleurs bien la surestimation initiale des coûts. Concernant les délais de réception du circuit imprimé et des composantes, de possibles retards étaient envisagés. Toutefois, la commande des composants et du circuit imprimé du prototype ayant déjà été complété et reçu, les risques à ce sujet se limitent maintenant uniquement au possible développement d'un prototype amélioré.

Au stade actuel du projet, la plus grande incertitude concerne le fonctionnement du prototype. En effet, le prototype n'a toujours pas été assemblé ni testé. Ainsi, des erreurs peuvent toujours exister dans la conception. La détection des causes et l'application de correctifs pourraient grandement ralentir le développement du projet selon l'ampleur des erreurs. Pour réduire cette incertitude, l'équipe de conception prévoit réaliser l'assemblage et effectuer les premiers tests dès la semaine suivant la remise du présent document.

5. Conclusion

Pour conclure, le client désire faire un nouveau modèle de son produit *Confortum* en diminuant les dimensions, les coûts et le temps de production. Du côté de la conception, les étudiants ont pu avancer le projet en réalisant un circuit imprimé de contrôle ainsi qu'en commençant la programmation de l'écran tactile. Les besoins et les spécifications n'ayant pas évolué, il a été possible de continuer avec la ligne directrice établie dans le cahier des charges.

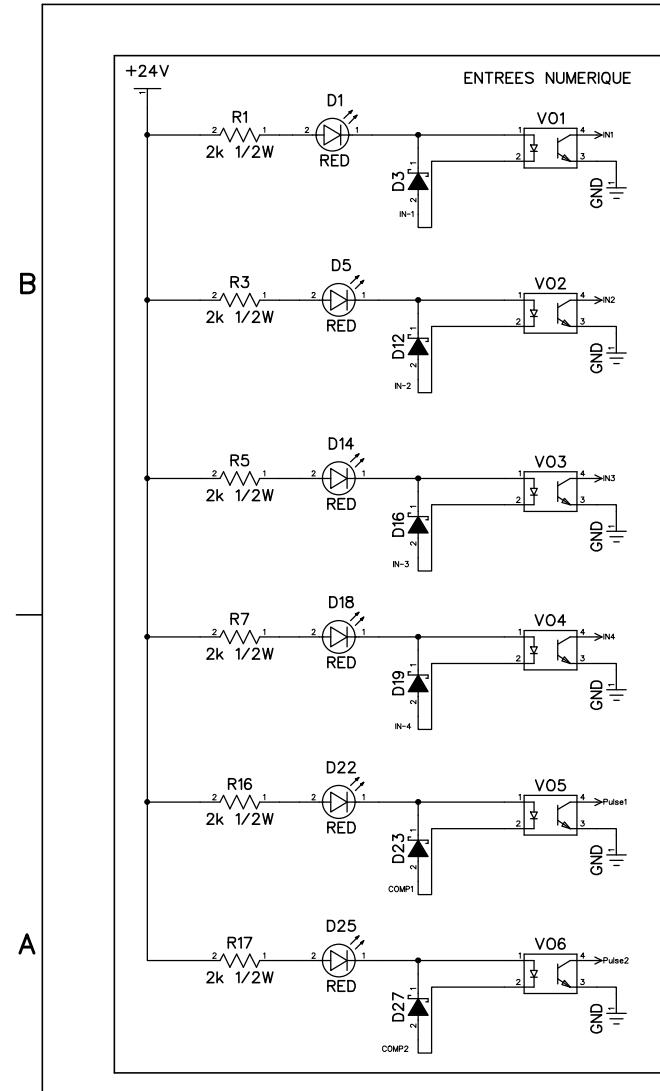
Pour continuer, une nouvelle évaluation budgétaire a été effectuée pour faire suivre les derniers achats avec le montant d'argent restant. De ce fait, en soustrayant les différents produits et composants électroniques achetés au budget initial de 360\$, on obtient un budget restant de 130,05\$. Ce montant restant permet de garder une marge de manœuvre sur l'achat de futurs composants ou si jamais il est nécessaire de faire des ajustements de dernière minute. L'échéancier a aussi été mis à jour afin de refléter l'état actuel du projet ainsi que les prochaines étapes.

Pour terminer, la prochaine phase du projet consistera à continuer le développement du concept et remettre le produit final au client. Plus précisément, le circuit imprimé de contrôle conçu doit être soudé et testé pour assurer son bon fonctionnement. Du côté de la programmation, il faut s'assurer que l'affichage fonctionne avec l'acquisition de données du circuit imprimé. Le but global est de s'assurer du bon fonctionnement de l'entièreté des systèmes du *Confortum*.

Annexe A

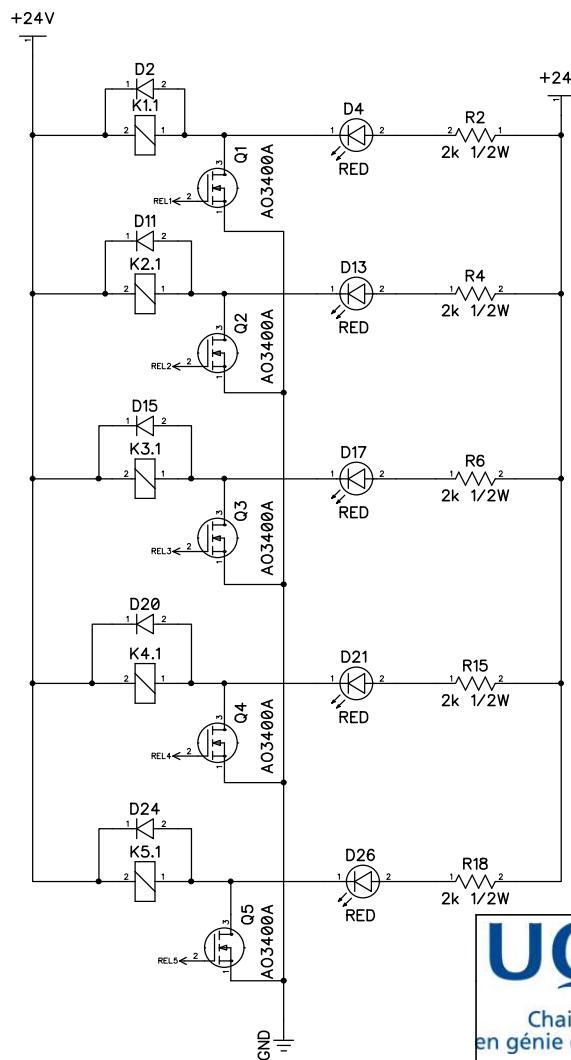
Schéma électrique du circuit imprimé

2



A

NOTE :
1 - LA TOLERANCE DES RESISTANCE SONT DE 5% SAUF AVIS CONTRAIRE

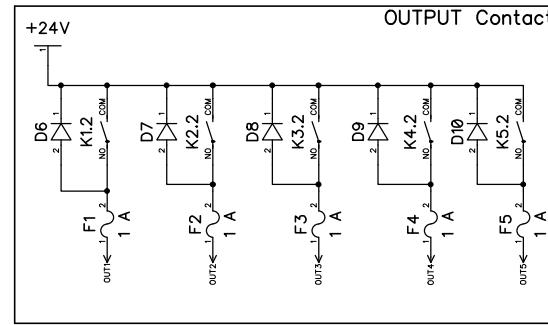


2

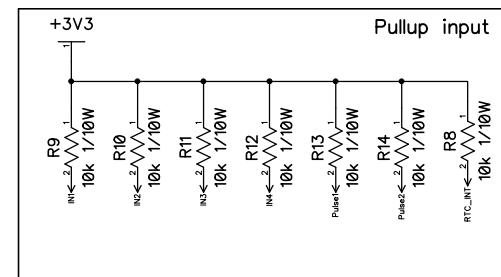
1

REVISIONS

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1	1.0	Original	2021-10-04	Raphael T.



B



A



Chaire CRSNG-UQAR
en génie de la conception

Carte contrôleur Confortum

Université du Québec à Rimouski
Raphael Tremblay

Date : 27/09/2021

SIZE
B

FSCM NO.

DWG NO.
CGC0591-000REV
1

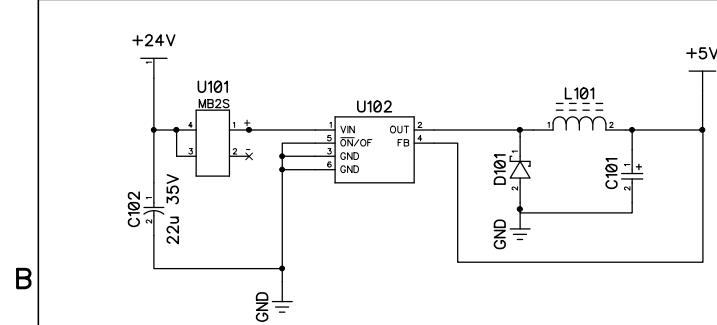
File : ..//CGC0591-000.dch

SCALE N/A

Sheet 1

1

2



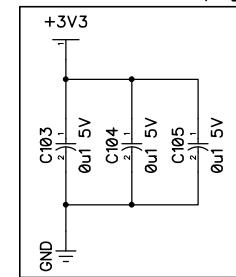
B

1

REVISIONS

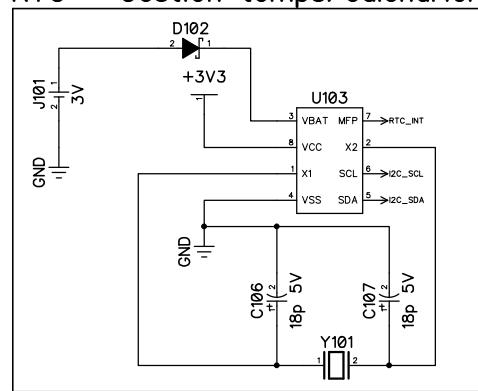
ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1	1.0	Original	2021-10-04	Raphael T.

Condensateur decouplage

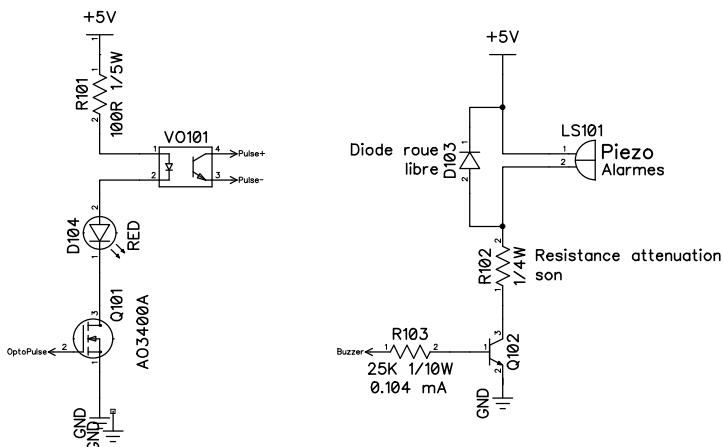


B

RTC - Gestion temps/calendrier



A



A

NOTE :

1 - LA TOLERANCE DES RESISTANCE ET CONDENSATEUR SONT DE 5% SAUF AVIS CONTRAIRE

2



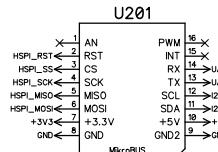
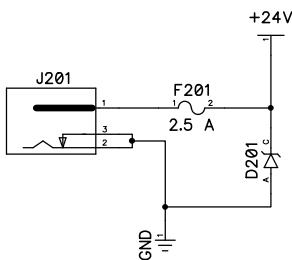
Chaire CRSNG-UQAR
en génie de la conception

Carte contrôleur Confortum

Université du Québec à Rimouski
Raphael Tremblay

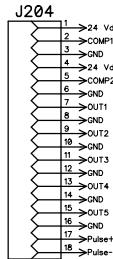
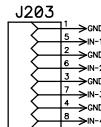
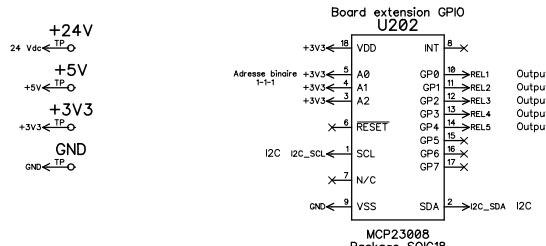
Date : 27/09/2021	SIZE B	FSCM NO.	DWG NO. CGC0591-000	REV 1
File : ..\CGC0591-000.dch	SCALE N/A			Sheet 2

1



B

B



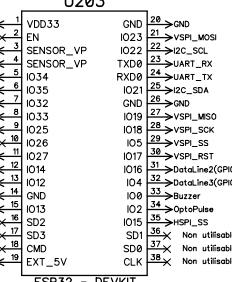
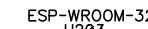
NOTE :

1 - LA TOLERANCE DES RESISTANCE SONT DE 5% SAUF AVIS CONTRAIRE

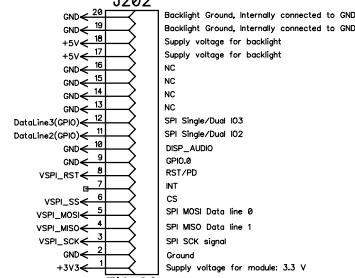
1

REVISIONS

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
1	1.0	Original	2021-10-04	Raphael T.



Connecteur
ZIF Ecran LCD
RIBUS



Zif 20
Pins inverses
Pin 1 est Pin 20



Carte contôle Confortum

Universite du Quebec a Rimouski
Raphael Tremblay

Date : 27/09/2021	SIZE B	FSCM NO.	DWG NO. CGC0591-000	REV 1
File : ..\CGC0591-000.dch	SCALE	N/A	Sheet 3	

Annexe B

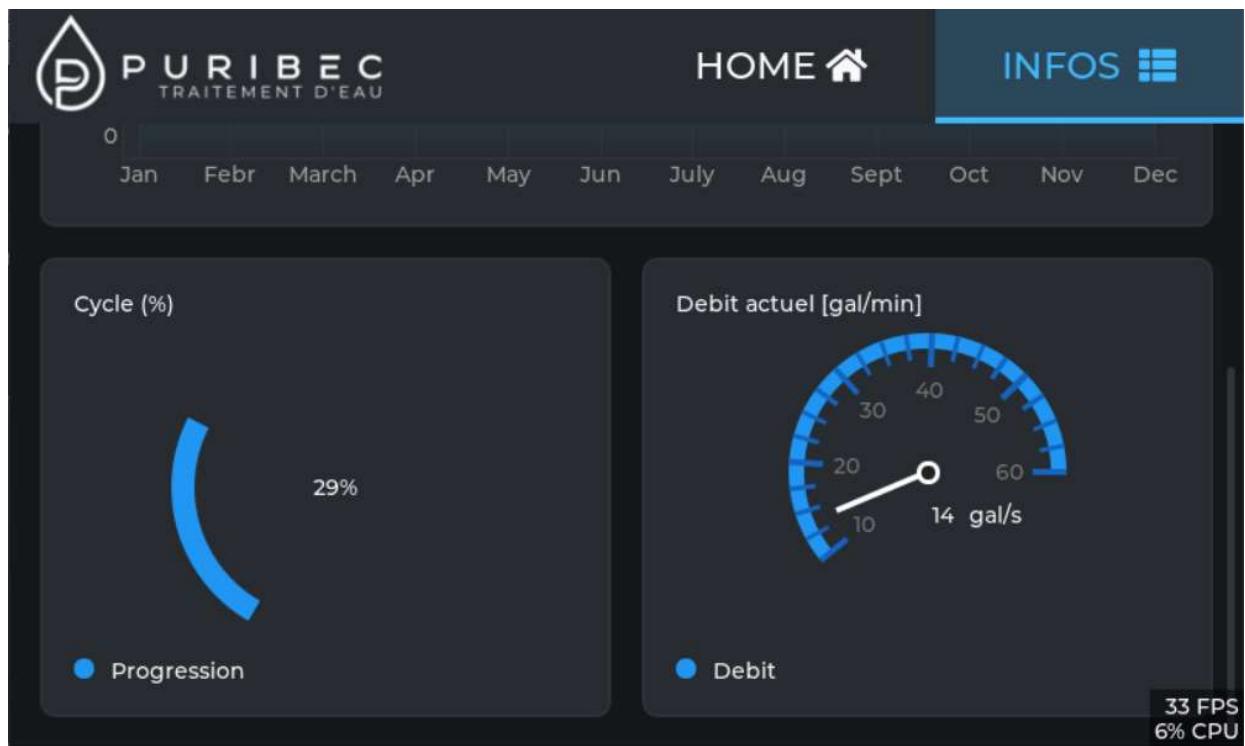
Visuel de l'interface utilisateur graphique

Page d'accueil



Pages d'informations





Page des paramètres - WIFI

This figure shows the "PARAMETRES" (Parameters) screen of the app, specifically the WiFi configuration section. On the left, there is a sidebar with navigation options: "WIFI" (selected), "DEBIMETRE", "LAVAGE", "DELAIS", and "SYSTEM". The main area has fields for "Nom :" and "SSID :" with corresponding input fields. A blue button labeled "RECHERCHE MISE A JOUR" (Search for update) is located below the SSID field. In the bottom right corner, there are performance metrics: "15 FPS" and "64% CPU".

Page des paramètres – WIFI – Clavier virtuel



Page des paramètres – DEBITMÈTRE



Annexe C

Liste de pièce commandé (*Digikey*)

#pièce manufacturier	Description	Disponible	Prix unitaire	Prix \$USD
B360AM-13-F	DIODE SCHOTTKY 60V 3A SMA	3	0,54	1,62
TPME337M016R0050	CAP TANT 330UF 20% 16V 2917	3	5,48	16,44
C3216JB1V226M160AC	CAP CER 22UF 35V JB 1206	3	1,08	3,24
CL21F104ZBCNNNC	CAP CER 0.1UF 50V Y5V 0805	9	0,1	0,90
CC0603JPNP09BN180	CAP CER 18PF 50V COG/NPO 0603	10	0,042	0,42
CMD17-21VRD/TR8	LED RED DIFFUSED 0805 SMD	36	0,356	12,82
SM4007PL-TP	DIODE GEN PURP 1KV 1A SOD123FL	33	0,352	11,62
MBR0530	DIODE SCHOTTKY 30V 500MA SOD123	21	0,25	5,25
SMAJ30A	TVS DIODE 30VWM 48,4VC DO214AC	3	0,38	1,14
C1F 1	FUSE 1.0A 125VAC FAST 1206	15	0,254	3,81
C1Q 2.5	FUSE BOARD MNT 2.5A 125VAC 63VDC	3	0,34	1,02
BH600	BATT HLDR COIN 16MM 1 CEL PC PIN	3	1,85	5,55
4840,2201	CONN PWR JACK 2X5.5MM SOLDER	3	1,82	5,46
5052782033	0.5 FFC ZIF BTM CONT EMBT PKG 20	3	3,04333	9,13
1841513	TERM BLK 4POS SIDE ENT 3.5MM PCB	3	6	18,00
1870430000	TERM BLK 18P SIDE ENT 3.5MM PCB	3	8,43	25,29
PCJ-124D3M,301	RELAY GEN PURPOSE SPST 3A 24V	15	1,767	26,51
SRR1280A-331K	FIXED IND 330UH 1.1A 600MOHM SMD	3	1,58	4,74
AI-1223-TWT-5V-5-R	BUZZER MAGNETIC 5V 12MM TH	3	1,15	3,45
AO3400A	MOSFET N-CH 30V 5.7A SOT23-3L	18	0,362	6,52
MMBT2222AW_R1_00001	SOT-323, TRANSISTOR	3	0,19	0,57
RNCP1206FTD2K00	RES 2K OHM 1% 1/2W 1206	33	0,085	2,81
RMCF1206JT10KO	RES 10K OHM 5% 1/4W 1206	21	0,028	0,59
CRGH0603J100R	RES SMD 100 OHM 5% 1/5W 0603	3	0,1	0,30
CPF-A-0805B25KE	RES SMD 25K OHM 0.1% 1/10W 0805	3	0,58	1,74
MB2S	BRIDGE RECT 1P 200V 500MA 4SOIC	3	2,78333	8,35
LM2575D2T-5G	IC REG BUCK 5V 1A D2PAK-5	3	2,62	7,86
MCP79400T-I/MS	IC RTC CLK/CALENDAR I2C 8-MSOP	3	0,91	2,73
MCP23008T-E/SO	IC I/O EXPANDER I2C 8B 18SOIC	3	3,58333	10,75
LTV-357T	OPTOISOLATOR 3.75KV TRANS 4-SOP	21	0,63333	13,30
CM8V-T1A-32.768KHZ-9PF-20PPM-TA-QC	CRYSTAL 32.7680KHZ 9PF SMD	3	0,66	1,98
			total (\$CAD)	213,91

Annexe E

Tableau des contributions individuelles

Contributions individuelles des membres de l'équipe – ÉTAPE 2				
	Membres de l'équipe			
	Marc-Antoine Coulombe	Félix Santerre	Raphaël Tremblay	Total
Connaissances professionnelles				
Tenir compte des aspects professionnels lors de la prise de décision (P2)	33%	33%	33%	100%
Conception technique :				
Recherche d'informations pour identifier des solutions (C3-1)	33%	33%	33%	100%
Brainstorming en équipe pour l'identification de solutions (C3-2)	33%	33%	33%	100%
Prouver la faisabilité des concepts (fiches de calculs) (C5)	n/a	n/a	n/a	100%
Prise de décision (application des méthodes appropriées) (C8)	33%	33%	33%	100%
Aptitudes				
Rédiger le rapport (A4)	33%	33%	33%	100%
Mise à jour du cahier de projet (A5)	33%	33%	33%	100%
Habiletés cognitives				
Gestion du projet (HC1)	33%	33%	33%	100%
TOTAUX	200%	200%	200%	800%

Bibliographie

- [1] LVGL, *light and versatile*, [en ligne], 2021, accédé le 18 octobre 2021 au lieu suivant: <https://lvgl.io/>
- [2] DipTrace, schematic and pcb design software, [en ligne], 2021, accédé le 18 octobre 2021 au lien suivant: <https://diptrace.com/>
- [3] Espressif, products, [en ligne], 2021, accédé le 15 septembre 2021 au lien suivant : <https://www.espressif.com/en/products/modules/esp32>