

Travail de Bachelor 2017

Enregistreur de traces, le Datalogger

Enregistreur de signaux numériques et analogiques
haute vitesse avec détecteurs de seuils,
triggers et équations logiques.

Auteur :
Blessemaille Sébastien

Conseiller :
Bressy Pierre

De Juillet à Septembre 2017

Travail de Bachelor

Préambule

Ce travail de Bachelor est réalisé en vue de l'obtention du titre de Bachelor of Sciences en Ingénierie.

Son contenu, sans préjuger de sa valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celles du jury du travail de Bachelor et de l'Ecole.

Aucune utilisation, même partielle, de ce travail ne peut être faite sans l'autorisation écrite préalable de la Direction. Toutefois, l'entreprise ou l'organisation qui a confié un sujet de travail de Bachelor peut utiliser les résultats du travail pour ses propres besoins.

Doyenne du Centre Formation de Base

L. Larghi

Yverdon-les-Bains, novembre 2016

TRAVAIL DE BACHELOR 2016 - 2017

Enregistreur de signaux numériques et analogiques haute vitesse avec détecteur de seuil, triggers et équations logiques

Entreprise Bobst SA (Both François)

Résumé publiable

L'entreprise Bobst Mex SA a été fondée en 1890 à Lausanne (Suisse) par Joseph Bobst, la société BOBST est présente dans plus de 50 pays, possède 12 sites de production dans 8 pays et emploie près de 5'000 personnes

Dans le monde. La maison mère est en Suisse, à Mex, où travaillent environ 1'200 personnes.

Elle est le leader mondial en tant que fabricant de machines d'emballage.

Elle est aussi l'un des premiers fournisseurs mondiaux d'équipements et de services destinés aux fabricants d'emballages et d'étiquettes des industries de la boîte pliante, du carton ondulé et des matériaux flexibles.

Le nombre de machines dans le monde peut se compter en millier de toutes générations. La qualité, la fiabilité et le service après-vente sont les forces de l'entreprise et en ont fait sa réputation.

Afin d'améliorer le service après-vente, l'idée de fabriquer un outil d'enregistrement est venue.

Le projet du Datalogger est né.

C'est un appareil principalement destiné à aider au dépannage, mais peut aussi être utilisé pour faire du monitoring sur des signaux électriques.

Le but premier est de pouvoir trouver des pannes intermittentes d'une durée minimum de l'ordre de 1 ms.

Son principe est de pouvoir visualiser et enregistrer de signaux analogiques et digitaux en temps réel avec des détecteurs de seuils sélectionnables et réglables.

Sa force est l'équation logique de ces triggers, cette fonction n'est disponible dans aucun appareil existant sur le marché actuellement.

Les utilisateurs principaux seront des techniciens, il devra être intuitif et facile à utiliser.

Dans le cadre de ce travail de Bachelor, il est défini de réaliser le développement de l'interface homme-machine, l'évaluation de la fonction de trigger et la sauvegarde des données à une fréquence d'acquisition de 10 khz au minimum.

Candidat

Blessemaille Sébastien Date: 31.08.2017 Signature: 

Responsable

Bressy Pierre Date: 11. IX. 2017 Signature: 

Cheffe du département FEE

Larghi Laurence Date: Yverdon-les-Bains, le 29.08.2017 Signature: 

Bobst SA

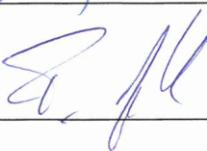
Both François Date: 31.08.2017 Signature: 

Table des matières

1	Introduction	13
1.1	Le mandant, l'entreprise BOBST MEX SA	13
1.2	Le contexte	13
1.3	L'utilisation future	14
1.4	La présentation du projet	14
1.5	Objectifs secondaires	15
1.6	Le cahier des charges validé du Datalogger	16
2	Les étapes de développement	17
2.1	L'installation et configuration du Raspberry Pi3	17
2.2	La conception de l'interface graphique	17
2.3	La création du mode de simulation	18
2.4	L'acquisition réelle des données	18
2.5	Mesure de vitesse	18
2.6	Validation du projet selon le cahier des charges	19
2.7	Mise en forme de toute la documentation	19
2.8	La conclusion	19
3	Les problèmes rencontrés	21
3.1	Installation de l'environnement QT :	21
3.2	La configuration de communication du périphérique FTDI :	22
3.3	L'accès au périphérique FTDI :	22
3.4	La carte Raspberry Pi 3 se fige :	23
3.5	L'accès au FTDI n'est plus possible avec l'outil de test des leds :	23
3.6	La configuration des GPIO :	24

3.7 La compilation 4 coeurs :	25
3.8 Perte de données assez fréquente lors de la lecture en haute vitesse :	25
3.9 Calcul d'une durée sur un long terme :	26
3.10 Mise en place du multithreading :	26
3.11 Ralentissement de l'application causé par le rafraîchissement des traces :	27
4 Politique de sauvegarde	29
4.1 Le programme d'émulation	29
4.2 Le programme du Raspberry Pi	29
5 Conception	31
5.0.1 Description	31
5.1 Architecture des programmes	32
5.1.1 Simulation sous Windows	32
5.1.2 Description de l'application sous Windows	33
5.1.3 Lecture et simulation sous le système du Raspberry Pi (Linux)	34
5.1.4 Description de l'application sous Linux	35
5.2 Diagramme des classes	36
5.3 Diagramme des signaux et slots	42
5.4 Diagramme des états	45
5.5 Equation logique	49
5.5.1 Description	49
5.5.2 Démonstration	50
5.6 Conclusion	51
6 La validation du projet	53
6.1 La carte Raspberry Pi3	53
6.2 Le périphérique FTDI	53
6.2.1 Analyse du mode "Roll"	55
6.3 Mesure de vitesse dans le mode "Trig"	56
6.3.1 Analyse du mode "Trig"	57
6.4 Conclusion	57

7 Les améliorations possibles	59
7.1 Vitesse d'affichage	59
7.2 Le lecture de l'affichage	59
7.3 Un nouveau mode "Trend"	59
7.4 Le type de sauvegarde des données	59
7.5 La quantité des données sauvegardées	60
7.6 La fiabilité	60
7.7 La sauvegarde de la date et de l'heure	60
7.8 La vitesse d'affichage	61
8 Dossier de gestion	63
8.1 Echéancier détaillé	63
8.2 Planning	65
8.2.1 Description	65
8.2.2 Conclusion	68
9 Conclusion	69
9.1 Bilan personnel	69
9.2 Bilan des heures	70
9.3 Bilan du projet	71
9.4 Message personnel	71
9.5 Conclusion	72
10 Authentification	73
A La validation du projet détaillée	75
A.1 La carte Raspberry Pi3	75
A.2 Le périphérique FTDI	75
A.3 Mesure de vitesse	76
A.3.1 Acquisition en mode Trig	83
B Le manuel de l'interface utilisateur	87
B.1 Les différentes pages	89

B.2 La page de démarrage "Home"	89
B.3 L'affichage principal	90
B.4 Les messages d'erreurs possibles	91
B.5 Les différents états possibles	92
B.6 Le fonctionnement du bouton principal	93
B.7 La sélection de vitesse d'acquisition	94
B.8 La page de configuration "Set"	95
B.8.1 Aperçu	95
B.8.2 La sélection des traces	96
B.8.3 La configuration de la vitesse d'acquisition	97
B.8.4 La configuration des options de trigger	98
B.8.5 La configuration de l'équation logique	100
B.8.6 La configuration du pré-trigger	100
B.9 La page de gestion du trigger "Trig"	101
B.9.1 Aperçu	101
B.10 La page de visualisation des signaux "Roll"	102
B.10.1 Aperçu	102
B.11 La page de développement "Debug"	103
B.11.1 Aperçu	103
B.12 Exemple de fonctionnement de l'analyseur	104
B.12.1 Mode d'analyseur en temps réel	104
B.12.2 Analyse en mode de trigger :	110
B.12.3 L'équation vérifiée :	112
B.12.4 Analyse en mode de visualisation :	113
C P.V. séance	115
C.1 Historique des entretiens	115
C.2 P.-V. séance du 22 août 2017	116
C.3 P.-V. séance du 11 septembre 2017	117
D Tableau de calculs des masques binaires	119

E Le Câblage	123
E.0.1 Composants utilisés	123
F Les périphériques d'accès et d'interfaces	125

1.0 Introduction

1.1 Le mandant, l'entreprise BOBST MEX SA



Fondée en 1890 à Lausanne (Suisse) par Joseph Bobst, la société BOBST est présente dans plus de 50 pays, possède 12 sites de production dans 8 pays et emploie près de 5 000 personnes dans le monde. Le siège est en Suisse, à Mex, où travaillent environ 1200 personnes. Elle est le leader mondial en tant que fabricant de machines d'emballage.

Elle est aussi l'un des premiers fournisseurs mondiaux d'équipements et de services destinés aux fabricants d'emballages et d'étiquettes des industries de la boîte pliante, du carton ondulé et des matériaux flexibles.

Le nombre de machines de toutes générations dans le monde se compter en milliers. La qualité, la fiabilité et le service après-vente sont les forces de l'entreprise et en ont fait sa réputation.

1.2 Le contexte

Il y a un très grand nombre de machines existantes de toutes les générations confondues sur le terrain , on en trouve encore fréquemment des années 80 en production.

Les machines de dernière génération ont de très bons outils de diagnostic, mais on fabrique encore des machines pilotées par des cartes électroniques et une logique à relais sans outil de diagnostic embarqué.

Ce genre de machine est très fiable, mais il peut y avoir des pannes intermittentes, très difficiles à cibler, ce qui peut bloquer un technicien sur une longue période afin de la visualiser, essayer de la reproduire et au final la résoudre.

Cela coûte cher et monopolise une ressource à attendre sur place que la panne survienne. Une bonne partie de ces coûts pourraient être évités par un enregistreur autonome.

Le Datalogger fut pensé, et un projet a commencé il y a une dizaine d'années. Le but était de le faire développer et évoluer sur quelques années avec les apprentis automaticiens et électro-niciens. Mais cela n'a jamais abouti.

Les besoins sur le terrain étant toujours d'actualité et mon responsable étant aussi totalement convaincu de son utilité, le démarrage du projet a recommencé il a deux ans environ afin de faire le budget et de trouver des fonds.

Pourquoi faut-il des fonds ?

Car il faut faire développer des cartes électroniques d'acquisition et un boitier industriel afin de protéger le système de l'environnement industriel des fabricants d'emballages très sales et

qui sont des source de perturbation.

Du fait de mes études dans ce domaine, le coût de développement a fortement diminué et le projet a été validé l'année passée.

Le prototype de la carte d'acquisition définitive est fabriquée, des tests de fonctionnement sont en cours. Sa disponibilité est prévue pour la fin de cette année 2017.

Ce projet de carte d'acquisition a été fait en collaboration avec un apprenti électronicien de 4ème année et deux ingénieurs électroniciens.

Grâce à ce développement, cet apprenti a pu acquérir les connaissances et compétences nécessaires afin de développer et de router une seconde carte de sortie 24V et en faire son TPI final. Elle pourra être utilisée comme un périphérique de sortie du Datalogger. L'apprenti a réussi son CFC et est maintenant engagé à la fabrication des cartes électroniques.

Pour mon projet de Bachelor, une carte de simulation a été développée. Elle envoie les trames normalisées et, par conséquent, me permet de démontrer le fonctionnement de l'application et de la valider.

1.3 L'utilisation future

Cet appareil sera utilisé comme outil supplémentaire de dépannage pour les techniciens.

Sa fonction principale est de pouvoir analyser une machine en temps réel afin de trouver des pannes intermittentes de l'ordre du khz. ce qui correspond à la coupure de signal d'une milliseconde au plus court.

1.4 La présentation du projet

Le Datalogger est un appareil de mesures et d'enregistrements de signaux numériques et analogiques qui doit être totalement indépendant de la machine à analyse.

Il doit pouvoir détecter des pannes intermittentes de l'ordre du khz, ce qui correspond à une millisecondes au plus court.

Il doit être muni d'une interface graphique facile à utiliser et intuitif pour sa configuration, mais aucun périphérique d'affichage ne sera embarqué sur l'appareil.

Sa Force : l'équation logique

Grâce à l'interface, il est possible de combiner les signaux avec des opérateurs logiques afin de détecter des situations complexes.

Si l'équation est vérifiée, un enregistrement de deux secondes de données s'effectue automatiquement pour une analyse future. Cela représente plus de 65'000 données pour chaque trace.

Une sélection de quantité de données à sauvegarder après la vérification est possible de 0 à

100%.

1.5 Objectifs secondaires

1. Faire une sauvegarde de la configuration dans un fichier et pouvoir le rappeler.
2. Permettre une sauvegarde des données sur un support connecté à un port USB. Ce qui permettrait d'augmenter la capacité d'enregistrement.
3. Créer un fichier du type CSV¹, afin de pouvoir analyser les données avec un autre outil comme Excel.
4. Définir la trame de configuration et pouvoir l'envoyer à la carte d'acquisition. Ceci afin de configurer les registres en fonction des options choisies depuis l'interface.
5. Utiliser la connexion Ethernet² afin de déporter l'affichage sur un périphérique plus puissant pour l'affichage des données.

1. Comma-separated values, format informatique ouvert représentant des données tabulaires sous forme de valeurs séparées par des virgules.

2. Protocole de réseau local à commutation de paquets. *sources :* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

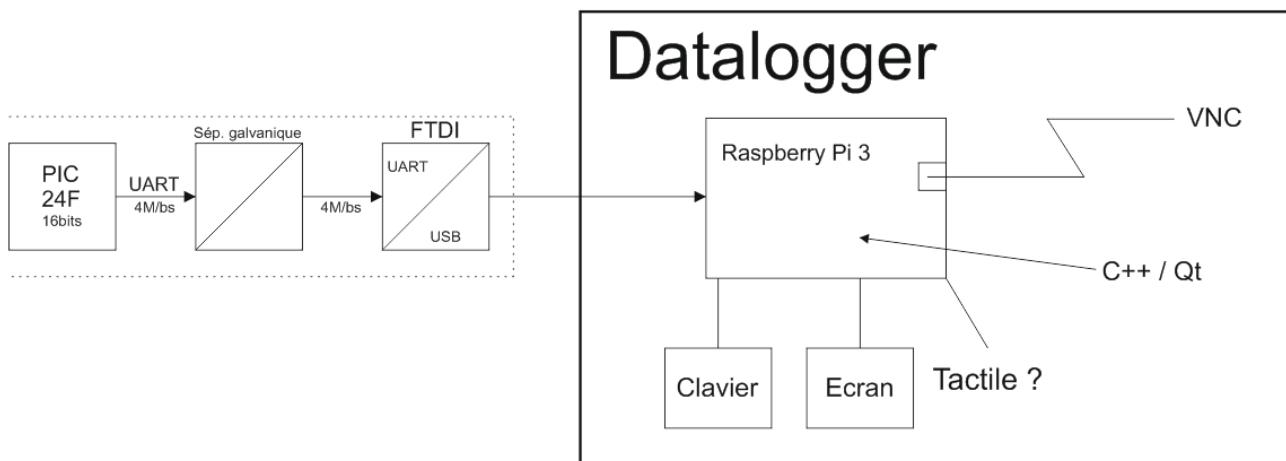
1.6 Le cahier des charges validé du Datalogger

Travail à effectuer dans le cadre du Bachelor

- Traitement des données à la volée.
 - Lire la trame reçue par le PIC¹.
 - Contrôler le compteur de trames et des valeurs si cohérantes.
 - Évaluer les conditions de trigger.
- Traitement des triggers à la volée.
- Visualisation des données en temps réel.
- Affichage graphique des 16 canaux digitaux, 4 canaux analogiques et 3 triggers.
- Implémenter une fonction « roll on ».
- Affichage de valeurs numériques type jeton.
- Bouton d'arrêt hold.
- Enregistrement d'un tour de compteur de trame, 16bit, 65536 valeurs (en RAM).
- Une vitesse d'acquisition minimum de 10 kHz doit être atteinte.
- Évaluer la vitesse d'acquisition maximum à la fin du projet.

Architecture pressentie

FIGURE 1.1 – Architecture pressentie



1. Microcontrôleurs de la société Microchip.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microcontr%C3%B4leur_PIC

2.0 Les étapes de développement

2.1 L'installation et configuration du Raspberry Pi3

Le système d'exploitation

J'ai choisi d'installer la distribution "Jessie" de la fondation Raspbian. Elle est complète pour faire le projet et compatible pour la carte Raspberry Pi 3.

L'environnement de développement

J'ai choisi QT¹. C'est un environnement multi-plateforme qui a l'avantage de me permettre un développement de l'application sur différentes machines et de compiler le même code sur les différents systèmes d'exploitation.

Un outil de développement d'interface graphique est installé de base. Une grosse communauté est disponible en cas de problème. Je n'ai pas retenu la possibilité de faire de la compilation croisée. Le gain de temps de compilation ne compense pas la perte de temps de l'implémentation.

Les pilotes à installer

L'installation du pilote D2XX² de chez FTDI³ s'est bien passée. Il me permet de communiquer en direct avec le chip FTDI. Il reste à valider la vitesse et la qualité de la communication.

Les libraires à installer

"wiring Pi"⁴, afin de pourvoir configurer le port d'extension GPIO pour gérer les leds et le bouton poussoir.

2.2 La conception de l'interface graphique

L'interface graphique est un des points-clef du projet. Elle doit être intuitive. Elle est développée en C++⁵. QT met à disposition des signaux et slots afin de faciliter la communication entre les différents menus développés. Dans la pré-étude, vous trouverez une documentation sur les bonnes pratiques pour le développement d'un IHM.

1. Nom de l'environnement de développement. *sources : www.qt.io*
2. Pilote pour l'accès direct au chip FTDI. *sources : <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>*
3. Future Technology Devices International.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Future_Technology_Devices_International
4. Nom de la librairie. *sources : www.wiringpi.com/*
5. Langage de programmation. *sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>*

2.3 La création du mode de simulation

Ce mode sert à valider le bon fonctionnement de l'interface sans la carte de simulation de trame.

Les données sont créées à une fréquence configurable, ceci afin de valider la vitesse de rafraîchissement maximale possible.

Il va être utilisé pour la formation des futurs utilisateurs.

Cet outil m'assure d'avoir une solution de secours pour ma présentation au cas où la carte de simulation fait défaut.

2.4 L'acquisition réelle des données

L'acquisition réelle des données est le deuxième point-clef de ce projet. Elle permet de valider le fonctionnement de l'interface en temps réel.

Une resynchronisation sur le compteur du numéro de la donnée est effectuée s'il y a eu des erreurs de transmission. La vitesse de transmission de $2[\text{Mbit s}^{-1}]$. Si la cadence ne peut pas être suivie, la carte de simulation arrête l'envoi des données dès que ces buffers sont pleins. À ce moment c'est le signal RTS-CTS qui entre en jeu pour faire une coupure d'envoi de trame propre.

Un descriptif de la fonction du RTS-CTS est disponible dans la pré-étude.

2.5 Mesure de vitesse

La mesure de vitesse est obligatoire afin d'avoir en bonne estimation des possibilités de l'appareil. Toutes les mesures seront effectuées en soft avec un échantillonnage à la milliseconde. Les mesures importantes :

- La vitesse maximale d'acquisition avec traitement de trigger.
- La vitesse maximale d'acquisition avec affichage en temps réel d'une seule trace.
- La vitesse maximale d'acquisition avec affichage en temps réel de dix traces sélectionnées, cela représente la moitié des traces.
- La vitesse maximale d'acquisition avec affichage en temps réel de toutes les traces de trigger sélectionnée.

2.6 Validation du projet selon le cahier des charges

Cette étape est une dernière vérification afin d'être sûr d'avoir bien répondu à toutes les conditions décrites dans le cahier des charges. L'on y trouve les limites de l'appareil et la possibilité d'améliorations.

2.7 Mise en forme de toute la documentation

Rédaction finale du mémoire et d'un petit guide utilisateur de l'interface.

2.8 La conclusion

Dans ce chapitre se trouve le bilan du projet, le bilan personnel et les remerciements.

3.0 Les problèmes rencontrés

3.1 Installation de l'environement QT :

Introduction :

Afin de garder une pérennité plus grande et de pouvoir utiliser les nouvelles fonctions, je voulais installer une des dernières versions de QT¹ supérieure à la version de celle de base qui est la QT5.3. J'ai essayé la 5.7, 5.8 et 5.9.

Description du problème :

Le téléchargement et la compilation prennent environ 2 jours, indépendamment de la version. Afin de ne pas perdre de temps. J'ai décidé d'acheter un deuxième Raspberry Pi 3. La compilation s'est toujours terminée avec des erreurs.

Solution :

J'ai choisi d'abandonner et de garder la version de base QT5.3. Selon mes recherches, il y avait tous les outils nécessaires disponibles pour faire mon développement. J'ai installé la même version sur ma machine de développement afin de garder la compatibilité du code source et de pouvoir le compiler sur les deux OS² sans problème.

1. Nom de l'environement de développement. *sources : www.qt.io*
2. Operating System, système d'exploitation.

3.2 La configuration de communication du périphérique FTDI :

Introduction :

La transmission des données se fait selon des vitesses non standard avec une configuration spéciale.

Description du problème :

L'attachement automatique du périphérique FTDI m'interdit l'accès en direct et, par conséquent, ne me permet pas de le configurer. Il doit être détaché manuellement avec le mode super utilisateur.

Résolution :

Afin de pouvoir y accéder sans le mode de super utilisateur, j'ai créé un nouvel utilisateur nommé Datalogger avec les droits de super utilisateur.

3.3 L'accès au périphérique FTDI :

Introduction :

Le protocole USB¹ est très répandu dans le monde et multiplate-forme avec des pilotes dédiés et ces derniers sont généralement installés de base sur les systèmes d'exploitations usuelles.

Description du problème :

L'accès au périphérique FTDI² avec le pilote D2XX³ m'était refusé.

Résolution :

J'ai mis le périphérique en liste noire. Cette solution empêche le système d'exploitation de l'attacher au démarrage, ce qui m'a permis d'accéder au périphérique FTDI avec le pilote D2XX.

1. Universal Serial Bus. *sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus*
2. Future Technology Devices International.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Future_Technology_Devices_International
3. Pilote pour l'accès direct au chip FTDI.
sources : <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>

3.4 La carte Raspberry Pi 3 se fige :

Description du problème :

Lors de mes premiers tests de durée, souvent effectués pendant la nuit, au matin, il était fréquent d'avoir l'interface complètement figée.

Résolution :

Grâce à un outil rCPU¹, il est possible de visualiser les sources utilisées et la température des processeurs. La température montait lentement mais atteignait la limite acceptable qui se situe à environ 90°C. Afin de résoudre ce problème j'ai installé un ventilateur alimenté par la sortie 5 volts de la carte électronique. Il démarre dès la mise sous tension du raspberry Pi.

3.5 L'accès au FTDI n'est plus possible avec l'outil de test des leds :

Introduction :

Afin de contrôler le fonctionnement correct des entrées et sorties, j'ai développé un outil qui permet d'allumer ou éteindre les leds de l'appareil accessible par l'interface dans le menu "Debug".

Description du problème :

Dès que je compilais avec le widget² de test des LEDS, l'accès au périphérique FTDI m'était refusé.

Résolution :

J'ai pensé à un conflit de périphérique de sortie, j'ai changé mes sorties pilotant les leds sur différents pins, dont celle qui n'a aucune autre utilisation que d'entrée ou sortie, mais cela n'a pas résolu le problème.

Par désespoir, j'ai décidé de redimensionner les images des boutons de 300x300 pixels à 80x80, je ne perds pas de qualité visuelle.

Grâce à cette solution, la communication est rétablie. Je n'ai pas trouvé de raison à ce problème, mais le fait est que cela fonctionne parfaitement.

1. Outil d'affichage des ressources et la température du raspberry dans une page internet

sources : <https://github.com/davidsblog/rCPU>

2. Composant d'interface graphique. *sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Widget>*

3.6 La configuration des GPIO :

Introduction :

Le GPIO¹ est le périphérique d'entées et de sorties disponibles sur le raspberry Pi. Une configuration est obligatoire afin de pouvoir l'utiliser. Je l'utilise pour piloter les LED et gérer le bouton poussoir physique "Hold".

Description du problème :

Il existe plusieurs librairies disponibles, j'en ai testé deux et devais en choisir une.

La librairie mmapgpio² donne la possibilité de travailler directement avec le chip, ce qui permet des fréquences de commutation très rapide.

La librairie wiringpi³ est très bien construite avec des fonctions faciles à utiliser, mais la vitesse de transition est moindre.

Résolution :

Le système exploitation du raspberry me bloque l'accès direct avec la librairie mmapgpio², j'ai essayé d'avoir les droits, mais cela est très compliqué. Mon utilisation principale est le clignotement des leds et l'acquisition de boutons. La vitesse de 1 khz est suffisante.

J'ai décidé d'utiliser la bibliothèque wiringPi³ ; je n'ai pas besoin de permission supplémentaire car elle utilise un bus pour piloter le chip et ne demande pas d'autorisation spéciale.

1. General Purpose Input/Output, littéralement Entrée/Sortie pour un Usage Général.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/General_Purpose_Input/Output

2. Librairie permettant d'accéder directement au registre des GPIO sans passer par le système d'exploitation.
sources : <http://www.hertaville.com/rpimmapgpio.html>

3. Nom de la librairie.
sources : <http://wiringpi.com/>

3.7 La compilation 4 coeurs :

Introduction

Afin de gagner du temps de compilation, il est possible d'ajouter un argument "-j4" pour la compilation. Ceci permet d'utiliser tous les processeurs en même temps donc 100% des ressources.

Description du problème :

Il était fréquent que le raspberry se fige. La seule solution était de le faire redémarrer en lui comptant son alimentation.

Résolution :

Le gain de temps étant négligeable vers la fin du projet, j'ai cessé d'utiliser cet argument.

3.8 Perte de données assez fréquente lors de la lecture en haute vitesse :

Introduction :

Lors du commencement des tests de validation, j'ai très vite commencé à perdre des données lors de l'acquisition.

Description du problème :

Une resynchronisation était obligatoire et très fréquente. Le RTS-CTS¹ me semblait fonctionner correctement. J'ai pensé à des interruptions de l'OS.

Résolution :

Dans la classe Qthreads de QT, il y a la possibilité de choisir la priorité des processus. Je l'ai mise en priorité la plus haute. La perte de données a été résolue.

1. Contrôle de flux matériel, un descriptif est disponible dans la préétude.

3.9 Calcul d'une durée sur un long terme :

Description du problème :

Le calcul d'une durée est assez facile pour autant que l'on ne calcule pas en mois ou année, car ces derniers ne sont pas d'une durée fixe.

Résolution :

Afin de calculer le plus juste possible, j'ai utilisé la librairie QDateTime, elle fournit des outils qui nous donnent le nombre de secondes depuis une date définie. Elle me permet aussi de les transformer en années, mois, jours etc.

3.10 Mise en place du multithreading :

Introduction :

Le multithreading a pour but d'augmenter l'utilisation d'un seul cœur en tirant profit des propriétés des threads¹ et du parallélisme au niveau des instructions. Le raspberry étant équipé de 4 coeurs, il peut être très efficace dans mon projet.

Je peux paralléliser l'acquisition des données avec le traitement de l'équation.

Description du problème :

La documentation de QT est malheureusement assez floue. J'ai décidé d'utiliser un timer qui envoie un signal pour exécuter une tâche définie. Je me suis vite rendu compte d'une latence de l'application à tous les niveaux.

Résolution :

J'ai utilisé une autre solution qui consiste à créer un thread¹ et lui attribuer une fonction. Les threads¹ sont utilisés comme containers à fonctions. Le thread, une fois démarré, tourne en boucle infinie.

Il a un timer interne pour la répétition des fonctions. Le timer est fixe à l'instanciation². J'ai créé deux fonctions pour faire le démarrage ou l'arrêt de l'exécution de la fonction.

Ce principe m'a permis de bien différencier les threads et ne plus avoir de problème de latence.

1. Outils permettant de rendre un processus indépendant des autres.

sources : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Thread_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thread_(informatique))

2. Création un objet à partir d'un modèle. Elle est réalisée par la composition de deux opérations : l'allocation et l'initialisation. L'allocation consiste à réservé un espace mémoire au nouvel objet. L'initialisation consiste à fixer l'état du nouvel objet.

sources : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Instance_\(programmation\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Instance_(programmation))

3.11 Ralentissement de l'application causé par le rafraîchissement des traces :

Introduction

La librairie QCustomplot¹ est utilisée pour afficher des traces, elle est très bien documentée et il est facile d'avoir un graphique en temps réel afin de visualiser les signaux.

Description du problème

Lorsque il y a plusieurs traces ensemble, l'affichage met beaucoup de temps à réagir et fige quasiment l'application. Ce symptôme était présent dès 4 traces à une vitesse des 100Hz.

Résolution :

Le principe de rafraîchissement est basé sur des signaux² et slots², si le système d'exploitation ne peut pas les gérer, il commence alors à les mettre en file d'attente ; raison de la latence.

A chaque raffinement, le buffer interne est vidé puis rempli à nouveau par les nouvelles données. Cela prend un temps non négligeable.

Au final, la solution est d'écrire directement dans le buffer interne et de le gérer manuellement ; ce que j'ai implémenté.

Pour le passage des nouvelles valeurs, j'utilise une fonction et non plus des signaux et slots.

Le top de rafraîchissement est donné par un thread tous les 20 ms, ce qui correspond à un rafraîchissement de 50 Hz. Avec ces améliorations, j'arrive à ajouter les valeurs dans toutes les traces à 25 Khz en temps réel sur ma machine de développement. Ce qui est très raisonnable pour la formation de futurs utilisateurs.

1. widget pour le traçage et la visualisation des données.

sources : <http://qcustomplot.com/>

2. Les signaux et slots permettent d'interconnecter des objets Qt entre eux :

un signal est un évènement envoyé par un objet (exemple : clic de la souris sur un bouton)
un slot est une fonction réalisant l'action associée à un signal.

sources : https://fr.wikibooks.org/wiki/Programmation_Qt/Signaux_et_slots

4.0 Politique de sauvegarde

4.1 Le programme d'émulation

J'ai utilisé l'outil github¹ compatible avec l'environnement de développement.

Le projet est disponible sur lien suivant : <https://github.com/coucou1121/Datalogger>.

Le projet final est sauvegardé sur mon NAS² privé, qui est synchronisé avec l'ordinateur fixe à mon domicile.

4.2 Le programme du Raspberry Pi

Github est plus difficile à utiliser sur le système d'exploitation du Raspberry Pi ; j'ai donc utilisé mon serveur NAS² privé.

J'ai fait une sauvegarde tous les jours où il y a eu des modifications et je garde un historique de dix sauvegardes.

Le NAS² est automatiquement synchronisé avec ma machine de développement et l'ordinateur du domicile via un Cloud³ privés.

Ceci me permet d'avoir les mêmes fichiers à des endroits différents.

1. Service web d'hébergement et de gestion de développement de logiciels. *sources* : <https://github.com/>

2. Network Attached Storage, serveur de stockage en réseau

3. Nuage, Permet le stockage sur serveurs informatiques distants par l'intermédiaire d'un réseau, généralement internet

5.0 Conception

5.0.1 Description

Ce chapitre explique la structure de l'application. J'ai préconisé les images plutôt que de longs textes.

Cela permet d'avoir une vue globale du fonctionnement de l'application.

Une documentation complète du code a été générée par le programme Doxygen¹, mais elle est conséquente : plus de 800 pages.

En accord avec mon conseiller, j'ai préféré ne pas l'imprimer mais la laisser disponible par téléchargement sous le GAPS en annexe.

1. Doxygen est un générateur de documentation sous licence libre capable de produire une documentation logicielle à partir du code source d'un programme.

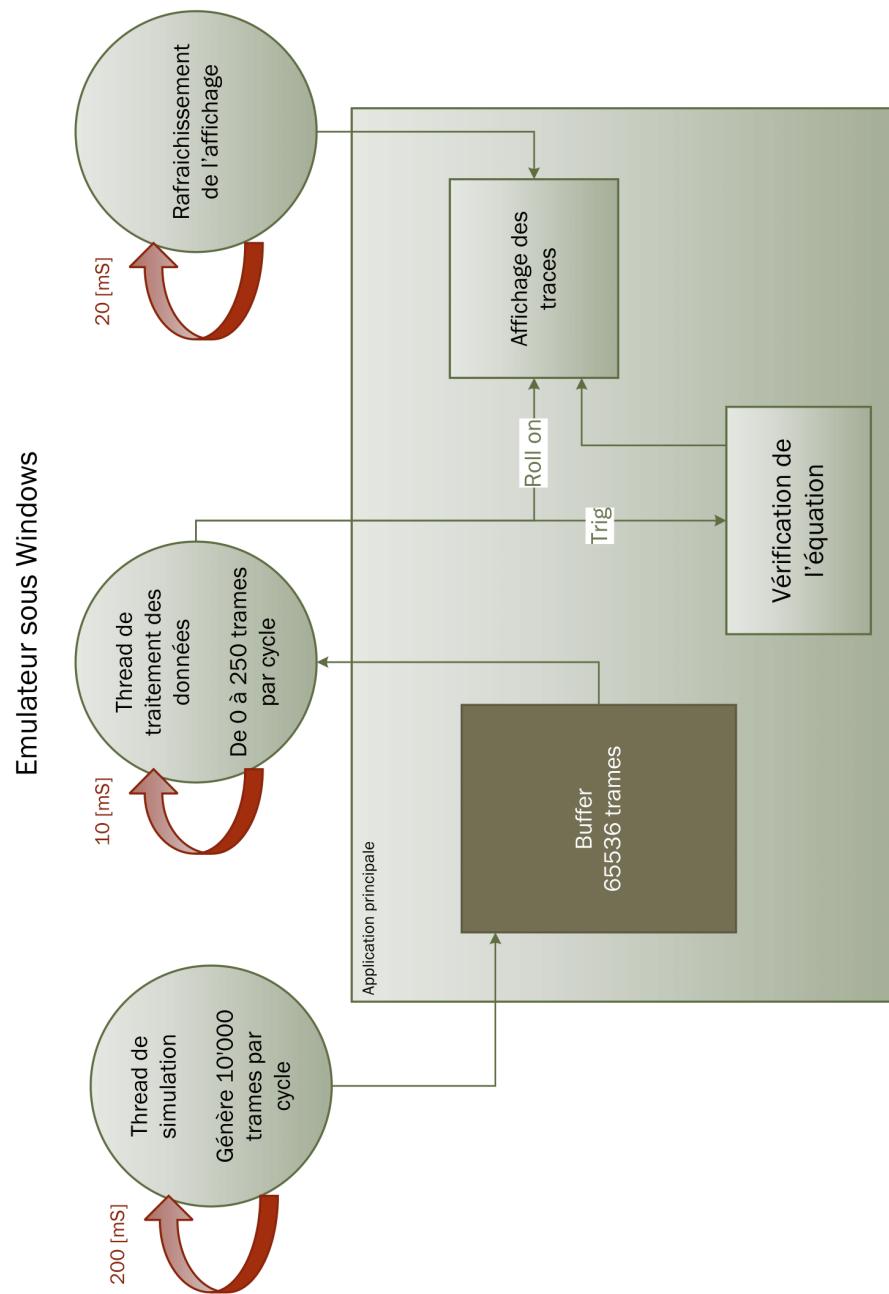
sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Doxygen>

sources : <https://www.doxygen.org/>

5.1 Architecture des programmes

5.1.1 Simulation sous Windows

FIGURE 5.1 – Architecture du simulateur sous Windows



5.1.2 Description de l'application sous Windows

Trois threads sont utilisés pour permettre le fonctionnement de l'application. Ils sont démarrés au début de l'application.

La génération des dix mille données se fait toutes les 200 ms, mais ne dépasse jamais le pointeur du thread de lecture.

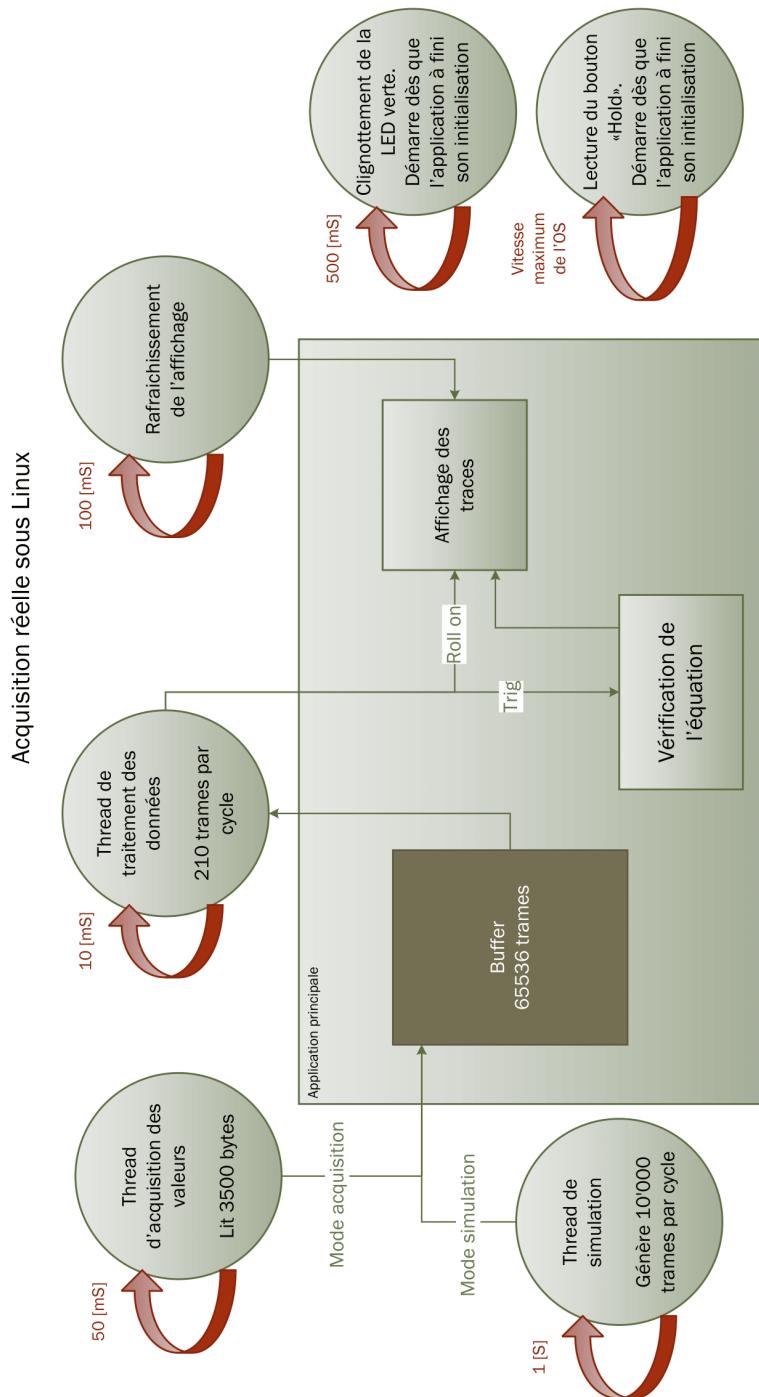
Le thread de lecture se fait toutes les 10 ms.

La quantité de données lues est sélectionnable grâce à l'interface de 0 à 250 trames par cycle. Cela représente de 0 à 25 kHz.

Le rafraîchissement de l'interface est effectué toutes les 20 ms par le dernier thread. Cela représente une fréquence de 50 Hz.

5.1.3 Lecture et simulation sous le système du Raspberry Pi (Linux)

FIGURE 5.2 – Architecture du simulateur sous Linux



5.1.4 Description de l'application sous Linux

Six threads sont utilisés pour permettre le fonctionnement de l'application. Ils sont démarrés au début de l'application.

Un thread est utilisé pour faire clignoter la LED verte à 1 Hz dès que l'application a démarré et finit son initialisation.

Un thread est utilisé pour gérer le bouton "Hold"¹. C'est une boucle qui fonctionne à la vitesse maximale du système d'exploitation. Une fois que l'appui sur le bouton a été détecté, une temporisation de 500 ms se déclenche ceci afin de permettre le traitement correct du bouton et d'éviter un redémarrage intempestif.

La génération des dix mille donnés se fait toutes les 1 s, mais ne dépasse jamais le pointeur du thread de lecture.

Le thread de lecture se fait toutes les 10 ms et lit deux cent dix données par cycle.

Le rafraîchissement de l'interface est effectué toutes les 100 ms par le dernier thread. Cela représente une fréquence de 10 Hz.

1. Le bouton "Hold" est le bouton physique connecté au raspberry. Il a la même fonction que le bouton software principal de l'application.

5.2 Diagramme de classes

Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que les différentes relations entre celles-ci.

FIGURE 5.3 – Diagramme de classes héritées de QThread

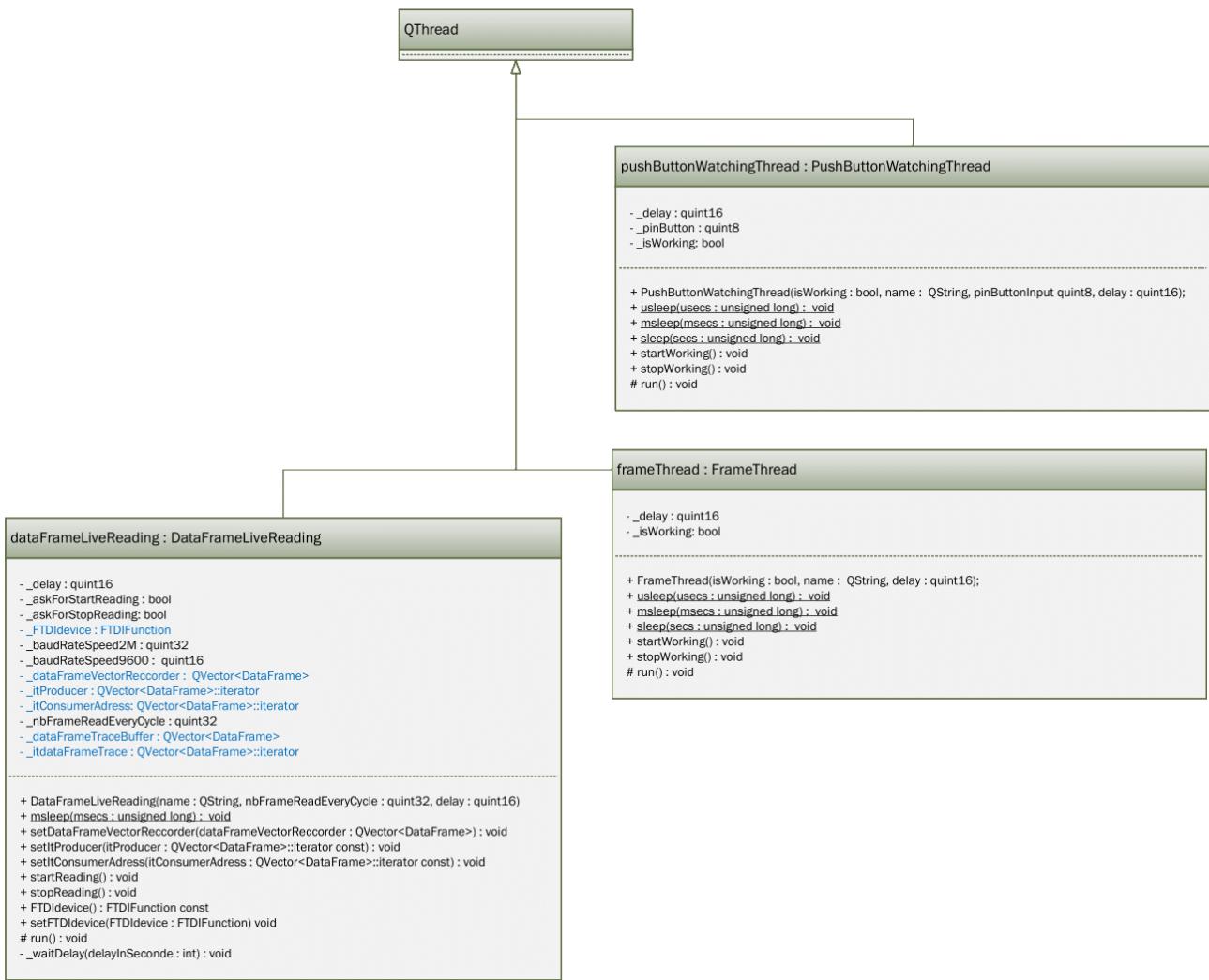


FIGURE 5.4 – Diagramme des classes héritées de QObject

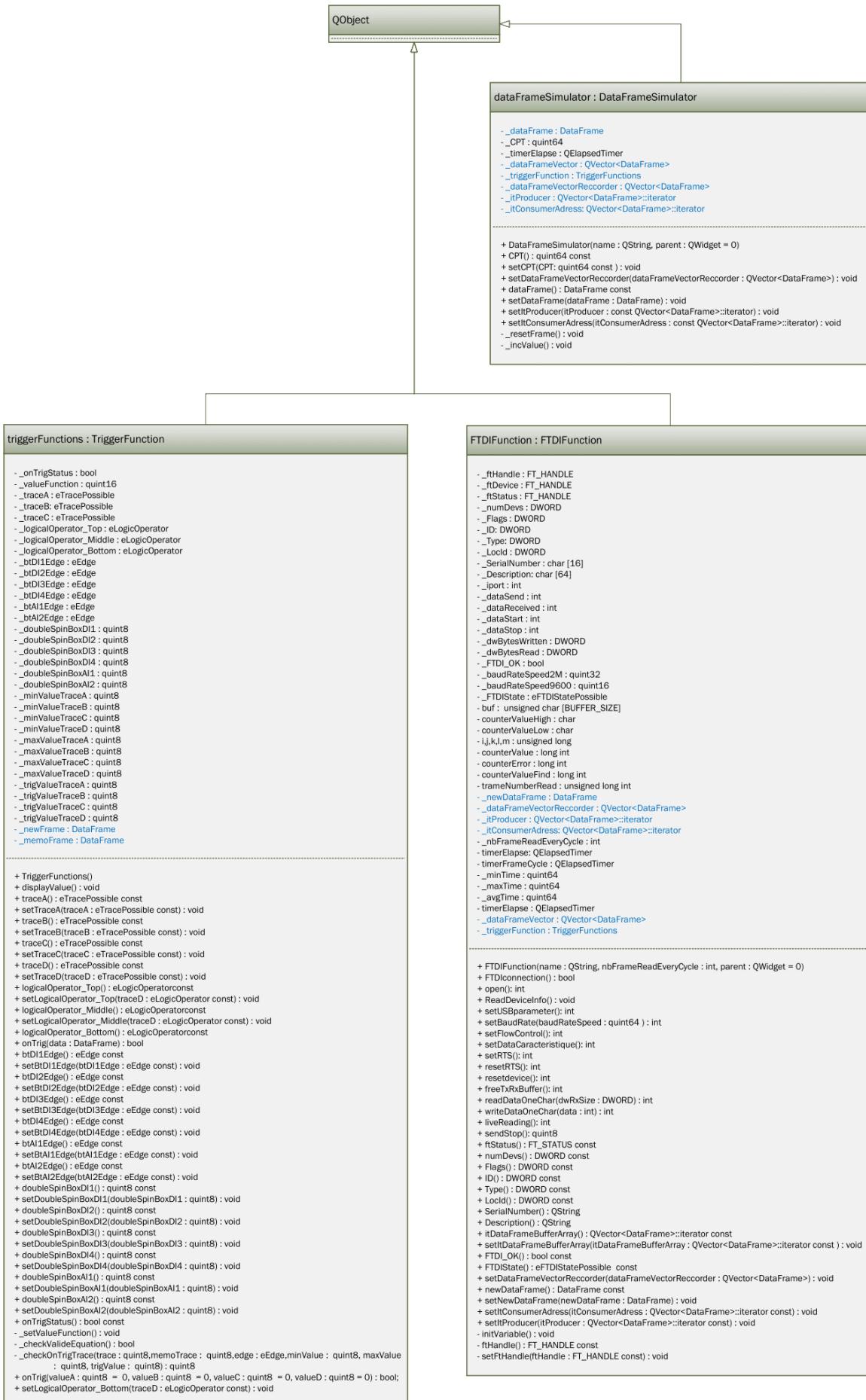


FIGURE 5.5 – Diagramme des classes héritées de QWidget

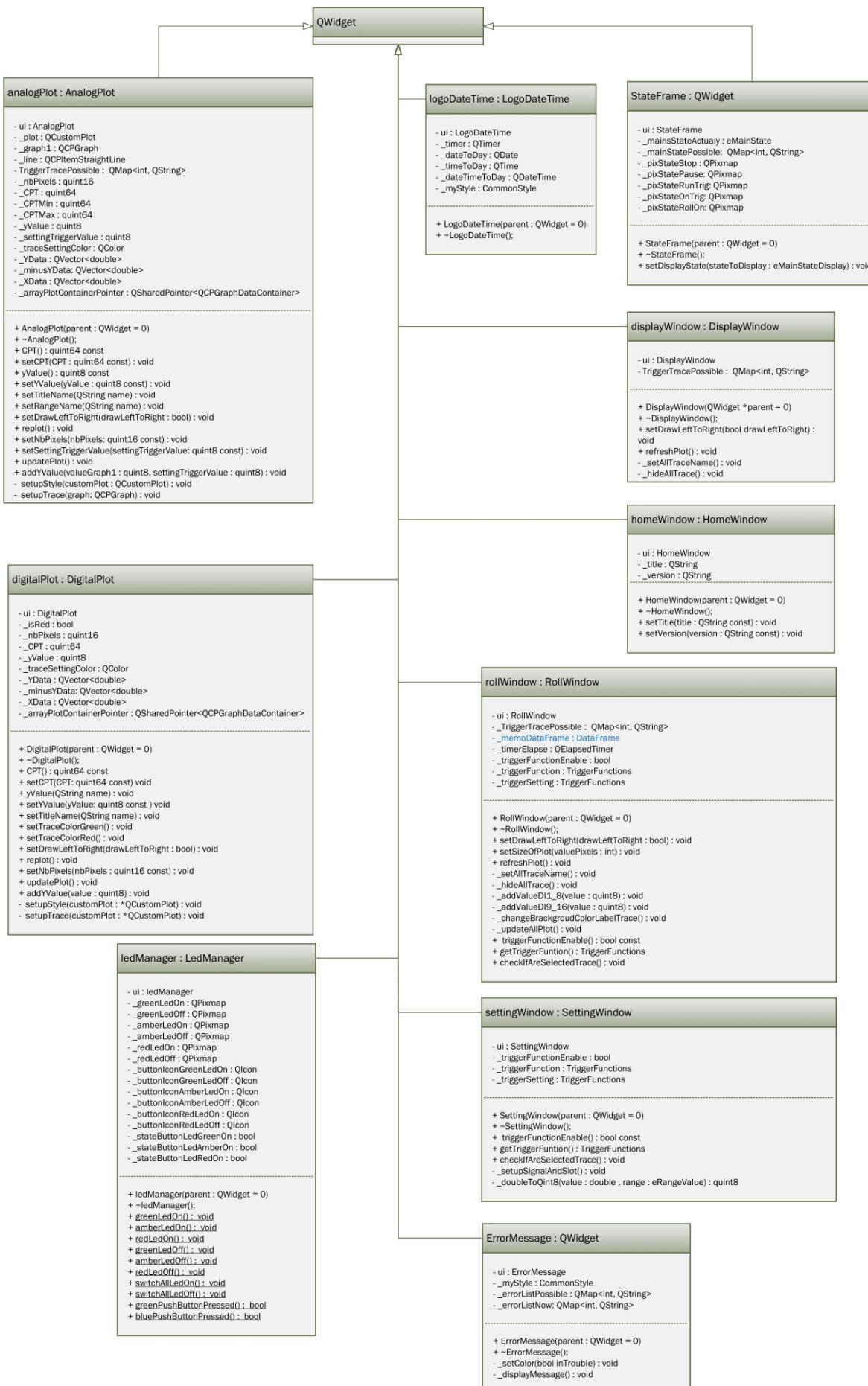


FIGURE 5.6 – Diagramme des classes héritées de QFrame

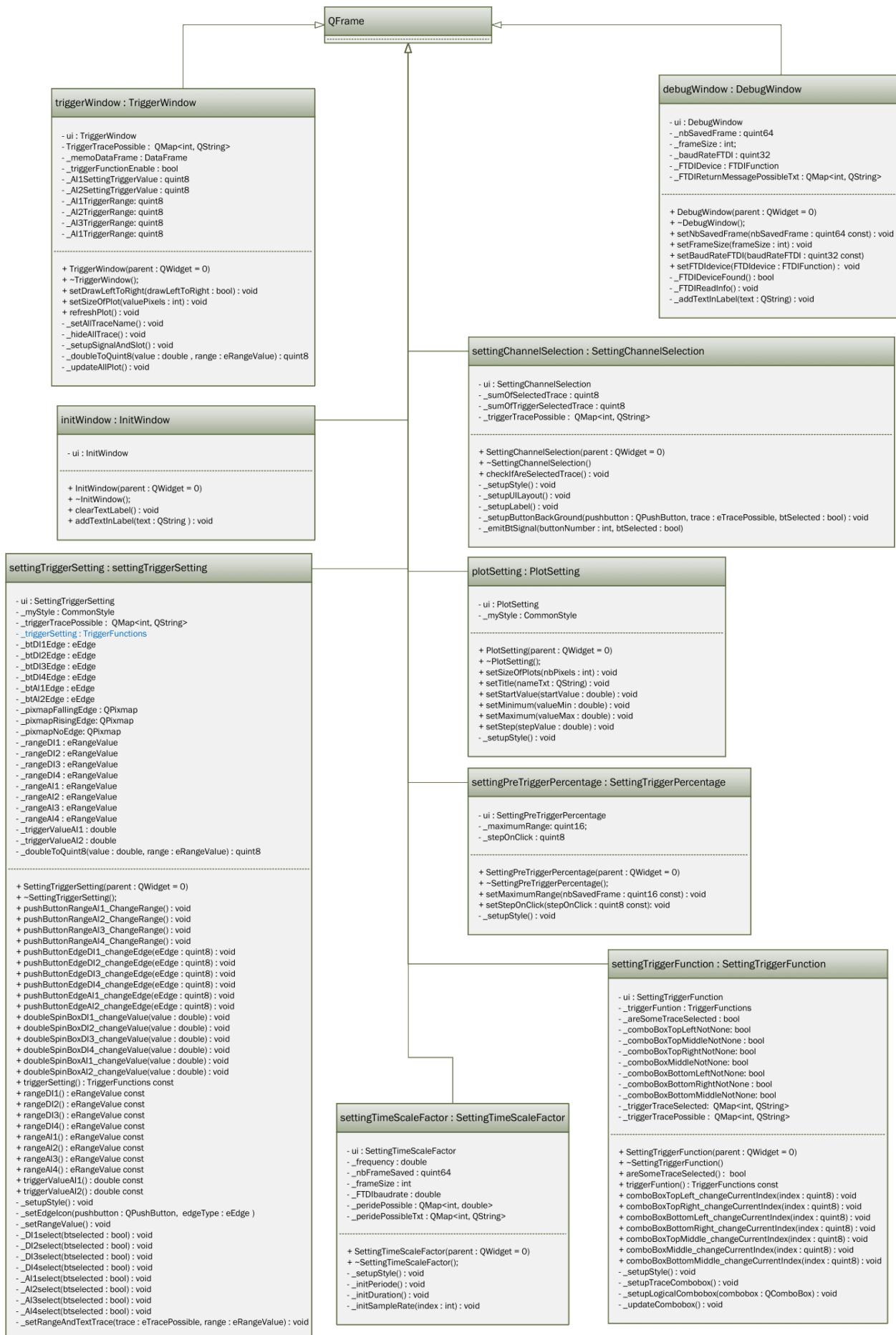


FIGURE 5.7 – Diagramme des classes héritées de QMainWindow

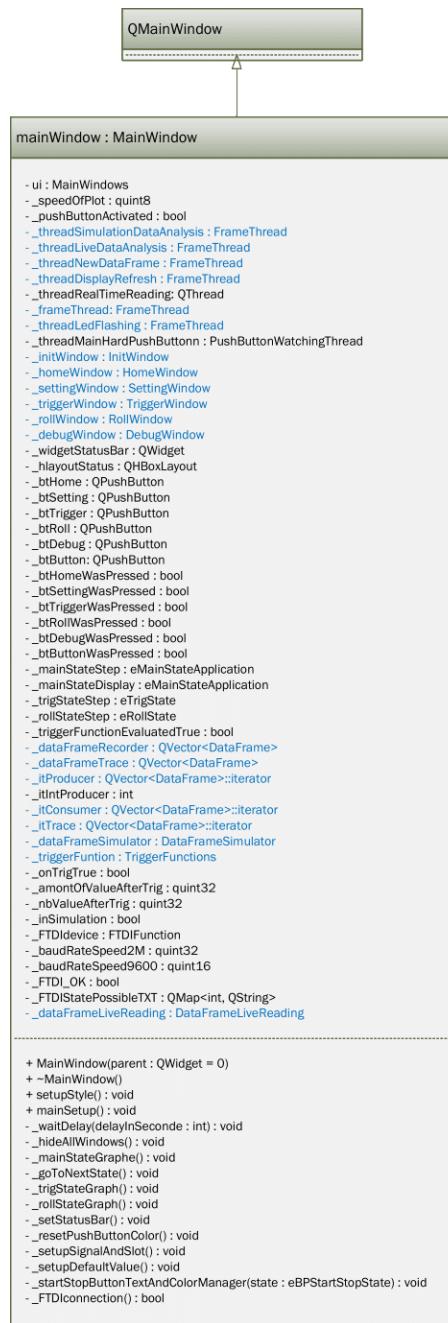
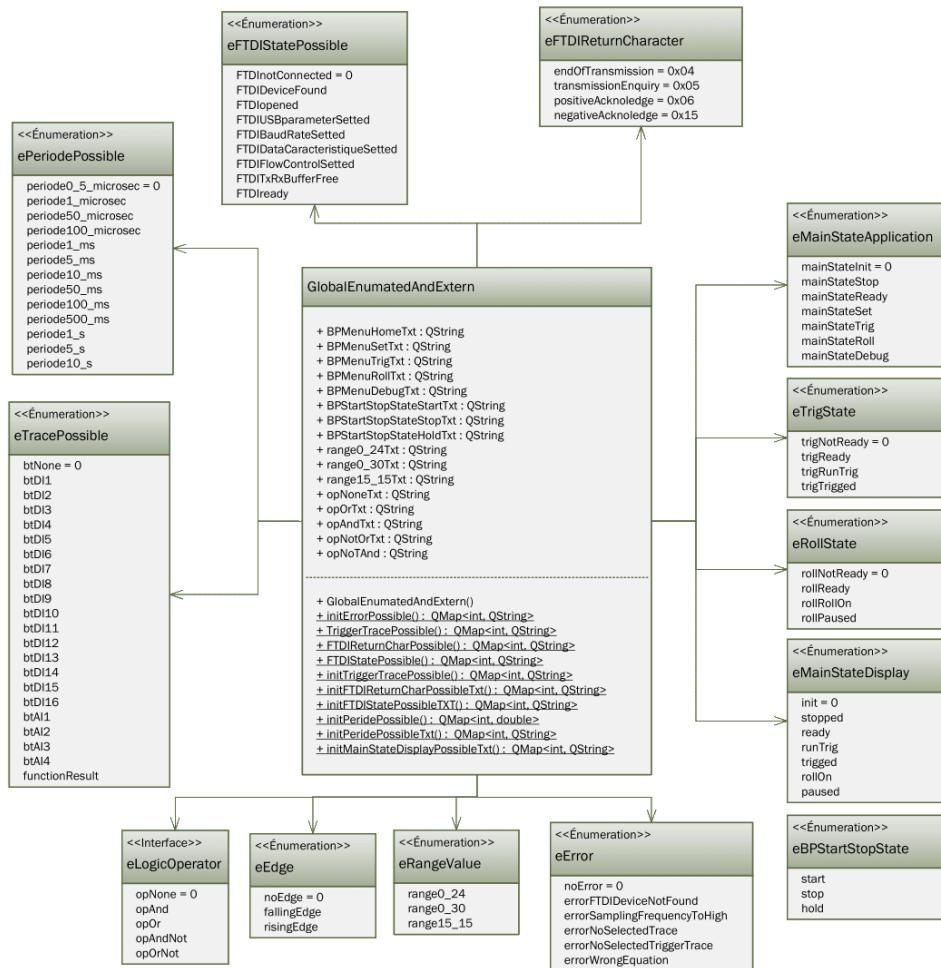
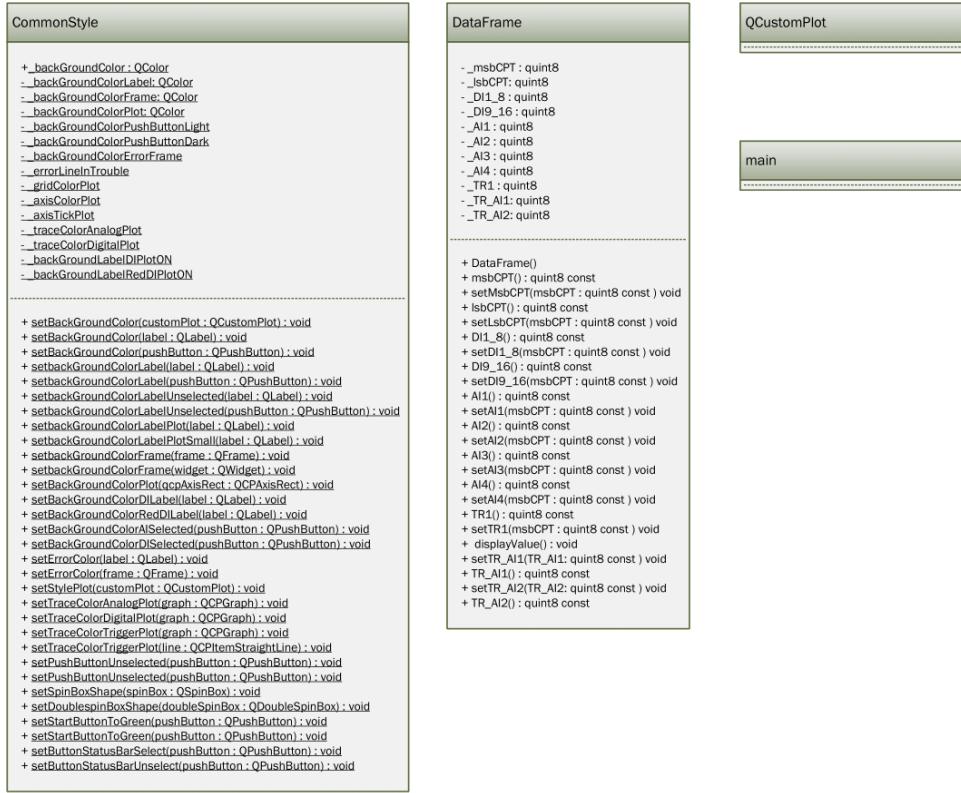


FIGURE 5.8 – Diagramme des classes mères et énumérations



5.3 Diagramme des signaux et slots

Les signaux et les slots sont utilisés pour la communication entre objets. Ce mécanisme signaux/slots est une fonctionnalité centrale de l'environnement Qt.

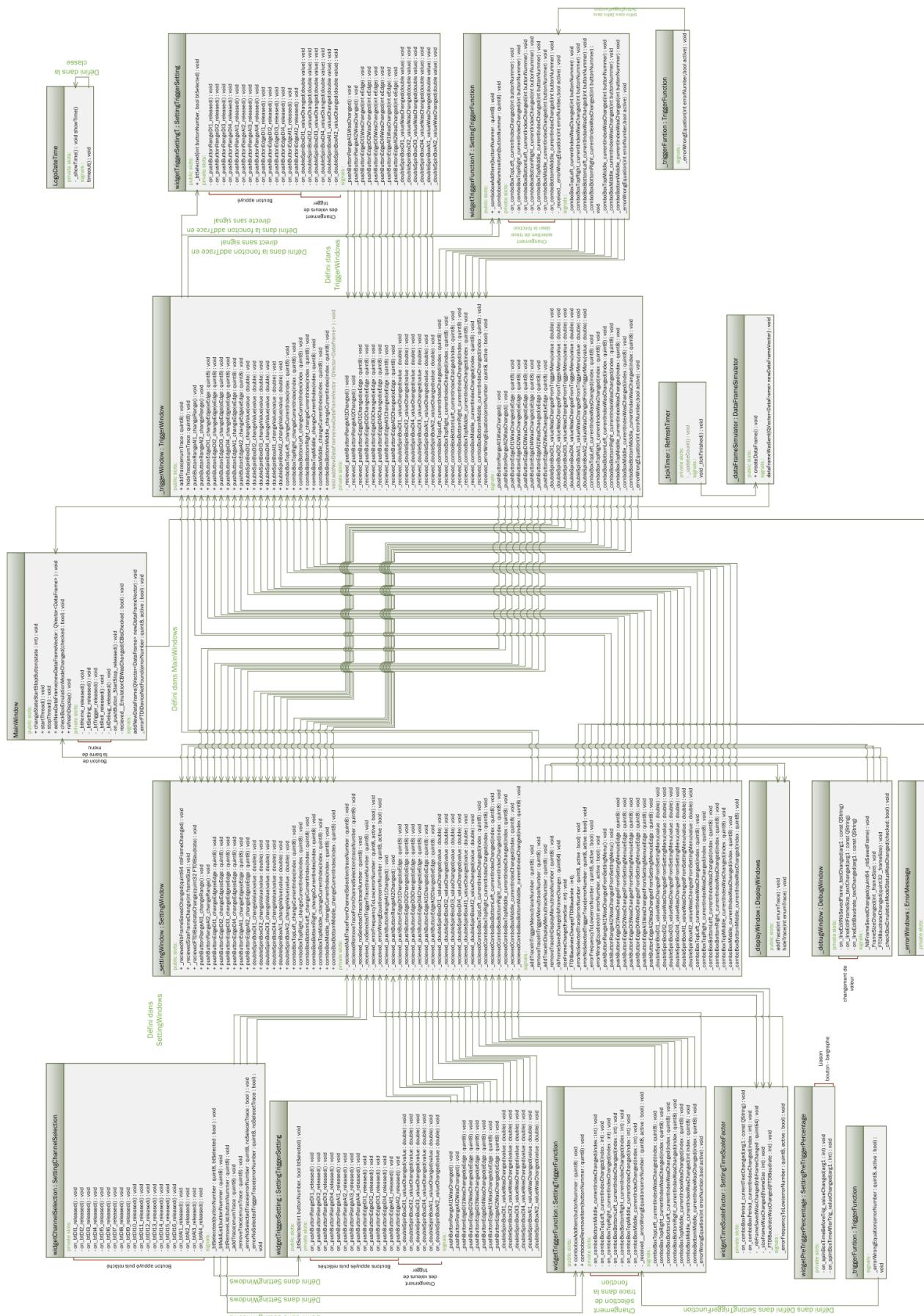
Un signal : c'est un message envoyé par un widget lorsqu'un évènement se produit.

Un slot : c'est la fonction qui est appelée lorsqu'un évènement s'est produit. On dit que le signal appelle le slot. Concrètement, un slot est une méthode d'une classe.

sources : <https://openclassrooms.com/courses/programmez-avec-le-langage-c/les-signaux-et-les-slots-2>

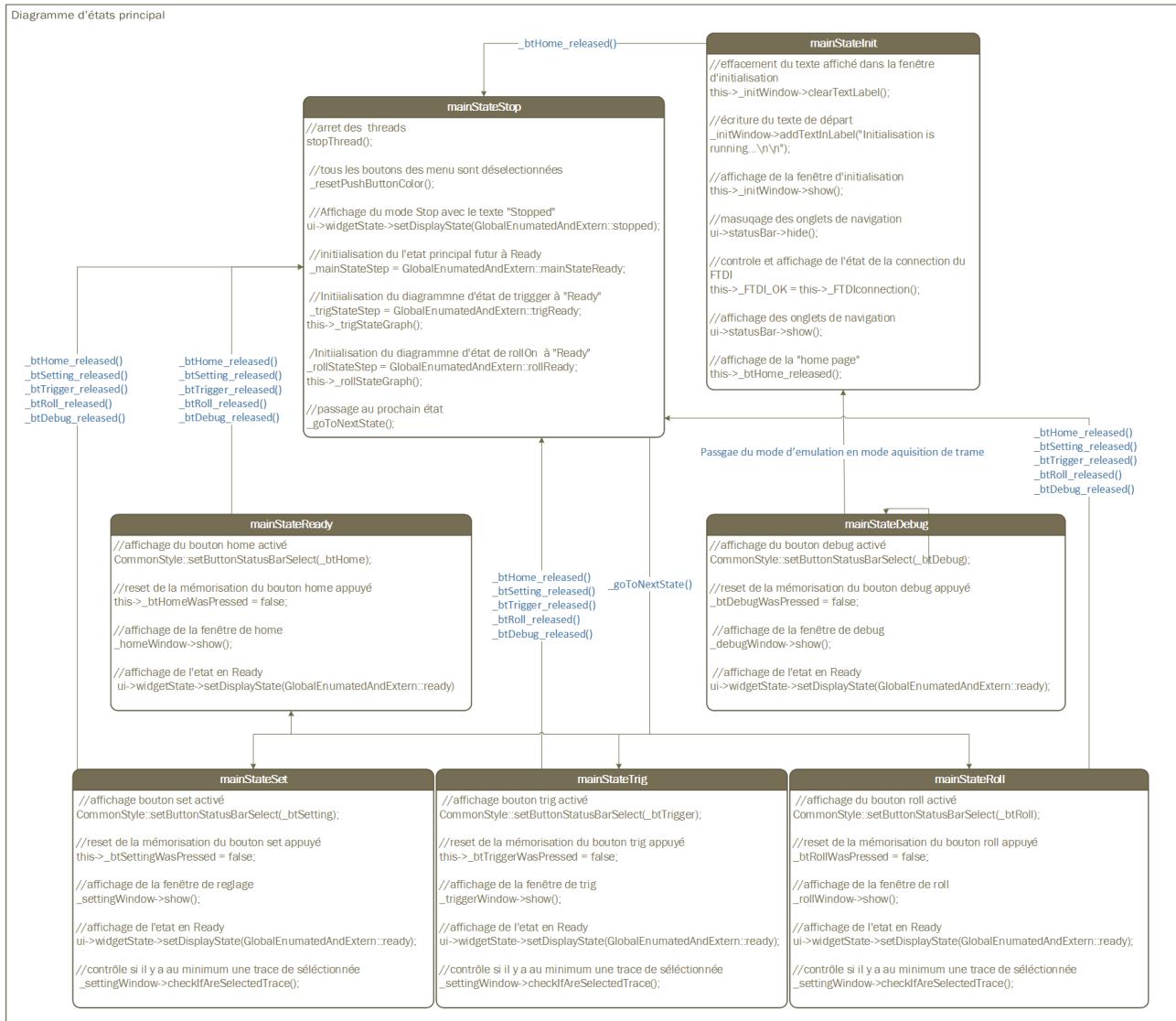
sources : <https://qt.developpez.com/doc/4.7/signalsandslots/>

FIGURE 5.9 – Diagramme des signaux et slots



5.4 Diagramme des états

FIGURE 5.10 – Diagramme des états principaux de l'application



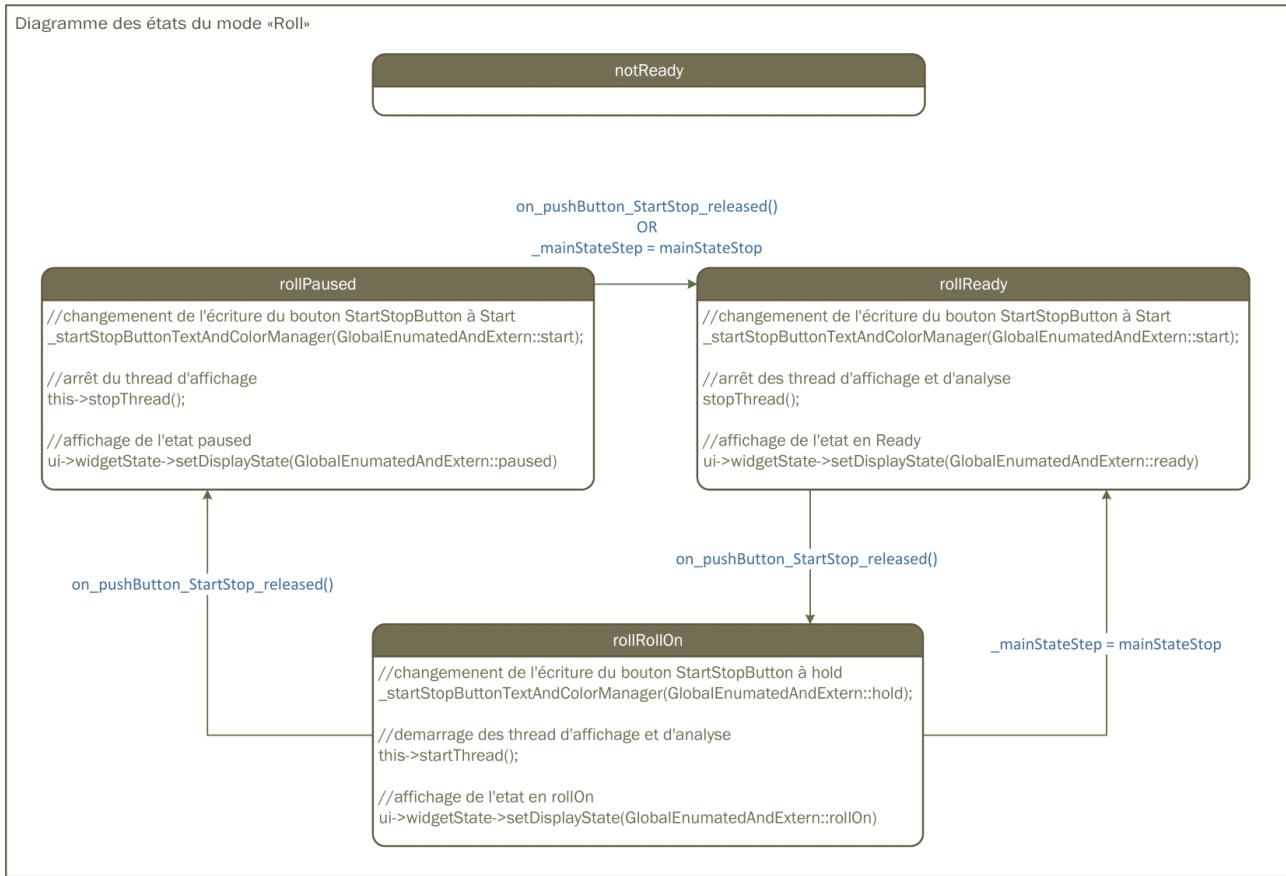
Description

Ce diagramme représente tous les états possibles de l'application principale.

En bleu on trouve les conditions pour passer d'un état à l'autre.

À l'intérieur des carrés on trouve les modifications effectuées lorsque l'application arrive dans l'état.

FIGURE 5.11 – Diagramme des états du mode "Roll"



Description

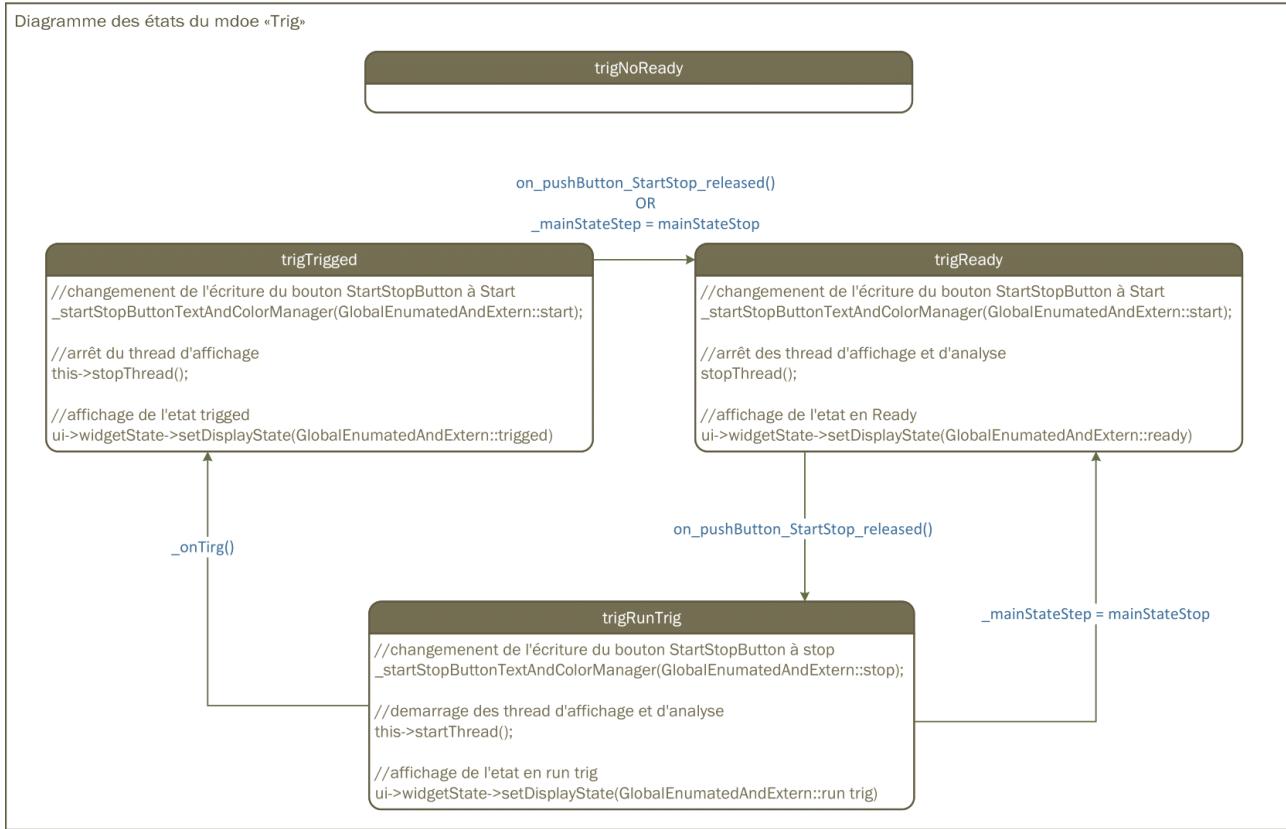
Ce diagramme représente tous les états possibles d'application en mode "Roll".

L'état "notReady" n'est pas utilisé dans l'application mais implémenté.

En bleu on trouve les conditions pour passer d'un état à l'autre.

À l'intérieur des carrés on trouve les modifications effectuées lorsque l'application arrive dans l'état.

FIGURE 5.12 – Diagramme des états du mode "Trig"



Description

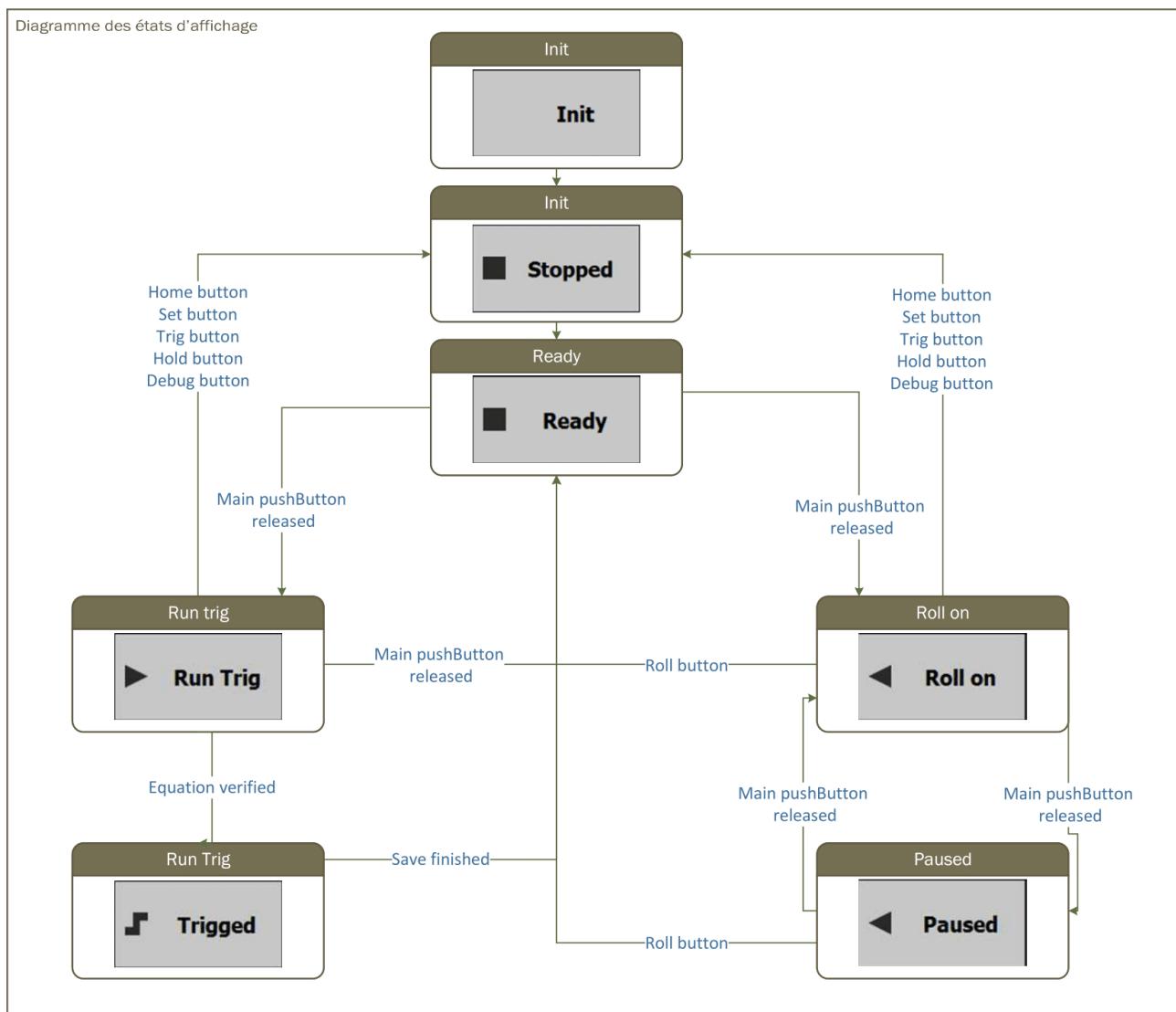
Ce diagramme représente tous les états possibles de l'application en mode "Trig".

L'état "trigNotReady" n'est pas utilisé dans l'application mais implémenté.

En bleu on trouve les conditions pour passer d'un état à l'autre.

À l'intérieur des carrés on trouve les modifications effectuées lorsque l'application arrive dans l'état.

FIGURE 5.13 – Diagramme des états d'affichage



Description

Ce diagramme représente tous les états possibles d'affichage.

En bleu on trouve les conditions pour passer d'un état à l'autre.

Comme ce n'est que de l'affichage de texte et de logo, aucune modification n'est effectuée lorsque l'application change l'état.

5.5 Equation logique

5.5.1 Description

La configuration de l'équation logique se fait à l'aide de l'interface. Un nombre est retourné pour chaque configuration possible.

Une liste de toutes les configurations est disponible en annexe.

Le contrôle de la cohérence se fait dans une fonction qui référence tous les numéros d'équation possibles. Si le numéro n'existe pas, l'équation est considérée comme fausse et un message d'erreur "Wrong équation" s'affiche à l'interface.

Chaque entrée A, B, C, D correspond à un bit bien défini.

- A : bit n°0, à gauche, correspondant au LSB¹.
- B : bit n°5.
- C : bit n°10.
- D : bit n°16. à droite, correspondant au MSB².

Chaque opérateur logique est représenté sur quatre bits.

- ET : 1000.
- OU : 0100.
- ET/ : 0010.
- OU/ : 0001.

La position des opérateurs logiques est aussi bien définie.

- L'opérateur entre le signal A et B : bit n°1 à bit n°4.
- L'opérateur du milieu : bit n°6 à bit n°9.
- L'opérateur entre le signal C et D : bit n°11 à bit n°15.

Le numéro de chaque bit correspond à sa puissance en base deux. J'utilise le système binaire³.

1. Least Significant Bit, Le bit de poids faible pour un nombre binaire le bit ayant dans une représentation donnée la moindre valeur.

sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Bit_de_poids_faible

2. Most Significant Bit, Le bit de poids fort est le bit, dans une représentation binaire donnée, ayant la plus grande valeur.

sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Bit_de_poids_fort

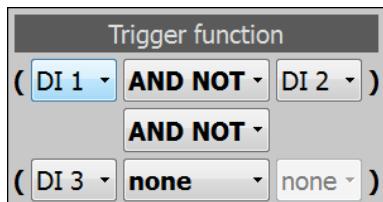
3. Le système binaire est le système de numération utilisant la base 2.

sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_binaire

5.5.2 Démonstration

Équation logique sélectionnée à l'interface

FIGURE 5.14 – Équation logique sélectionnée à l'interface



Conversion selon le tableau

FIGURE 5.15 – Conversion selon le tableau

Equation logique	
(A	OU, ET, OU/, ET/
B)	
(C	OU, ET, OU/, ET/
D)	

Calcul des valeurs des combinaisons															MSB	
LSB	A	ET	OU	ET/	OU/	B	ET	OU	ET/	OU/	C	ET	OU	ET/	OU/	MSB
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	8	0	32	0	0	256	0	1024	0	0	0	0	0	0
Somme															1321	

- Le signal A correspond au canal DI1, le bit n°0 est mis à 1.
- L'opérateur logique entre A et B "AND NOT" correspond à "ET/" les bits n°1 à n°4 sont configurés comme ceci : 0010.
- Le signal B correspond au canal DI2. le bit n°5 est mis à 1.
- L'opérateur logique entre A et B "AND NOT" correspond à "ET/" les bits n°6 à n°9 sont configurés comme ceci : 0010.
- Le signal C correspond au canal DI3. le bit n°10 est mis à 1.
- Les bits n°11 à n°16 sont que des 0, car ils ne sont pas sélectionnés.

Ce qui nous donne le mot suivant **1 0010 1 0010 1 0000 0** en binaire¹.

En utilisant la conversion binaire, cela nous donne l'addition suivante :

$$1 + 8 + 32 + 256 + 1024 = 1321.$$

Si le nombre 1321 existe dans la fonction, l'équation est correcte. La vérification de l'équation peut alors être effectuée.

3. Conversion d'un nombre binaire en nombre décimal.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_binaire

5.6 Conclusion

Tous ces différents diagrammes ont évolué en fonction du développement de l'application. Sans ce suivi, je n'aurais jamais réussi à faire ce projet.

Au début j'ai négligé ce point et je me suis vite retrouvé dans une situation où je ne savais plus qui fait quoi. Cela m'a forcé à faire de la rétro-ingénierie pour mettre à jour ces documents. Cela m'a permis de bien ordonner mon application et corriger des erreurs.

Par la suite du développement, je commençais par concevoir ou faire évoluer ces diagrammes avant le développement du code.

Si cela était à refaire, j'aurai commencé par ces diagrammes. J'avais fait une esquisse du diagramme de classe dans la pré-étude, mais cela a bien changé au final.

6.0 La validation du projet

6.1 La carte Raspberry Pi3

Les ressources utilisées en mode de trigger à la vitesse maximale de transmission sont de 60% environ.

En cas d'affichage des traces en temps réel, elle augmente jusqu'à 90%. Dans ce cas un refroidissement est obligatoire.

Je trouve cela acceptable car, le refroidissement peut être amélioré en collant des radiateurs sur les composants chauffants.

Selon mes recherches, cela suffirait pour améliorer le refroidissement et permettrait d'enlever la ventilation.

Par manque de temps, je n'ai pas pu faire ces tests.

6.2 Le périphérique FTDI

Il est entièrement fonctionnel et le pilote fonctionne correctement.

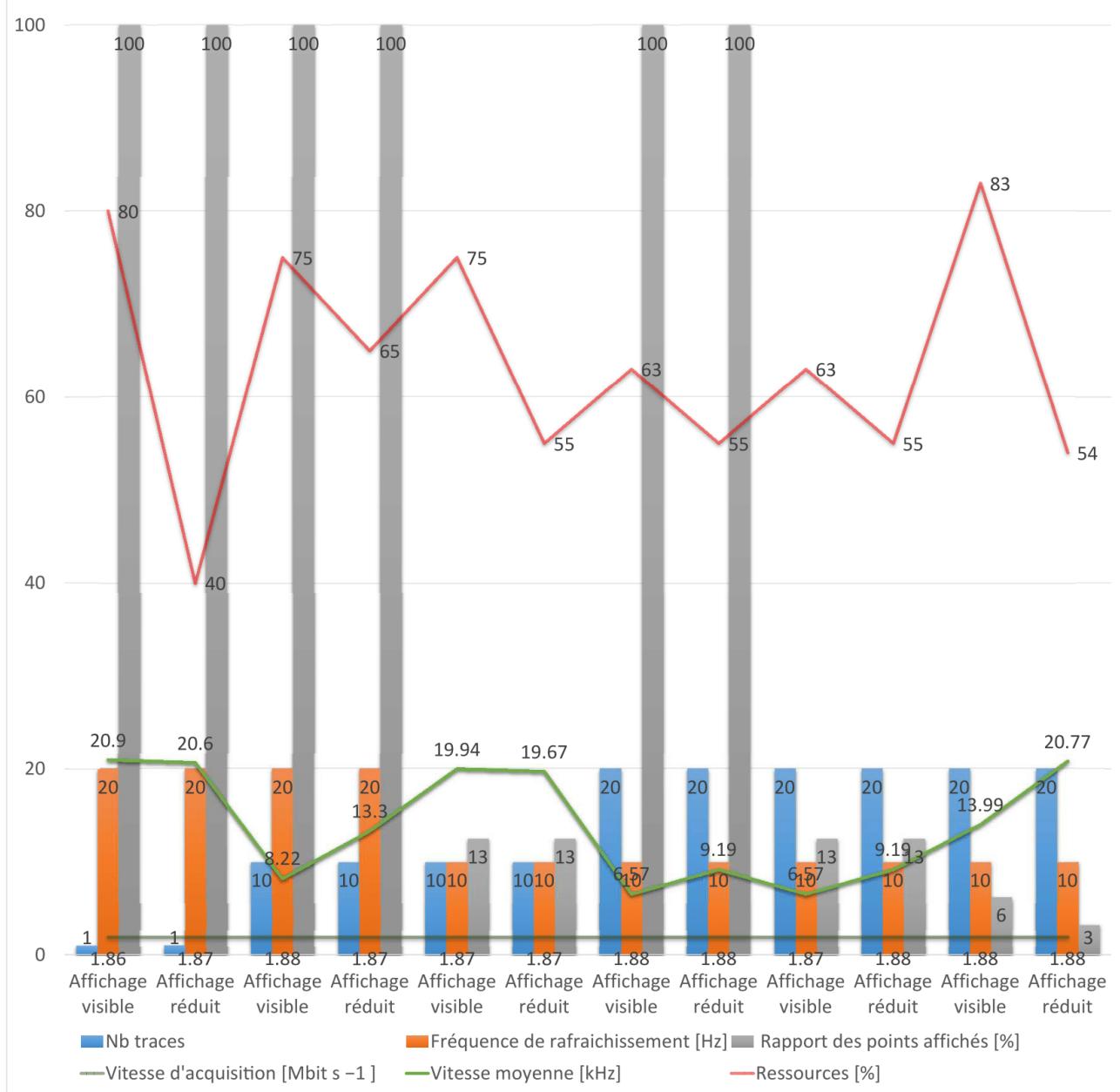
La vitesse mesurée est de 1.8 Mbit s^{-1} . Cela ne comprend que les caractères lus par l'application. Ceux utilisés par le protocole ne sont pas comptés. Par conséquent, la vitesse réelle devrait être plus élevée.

La limite du chip est de 3 Mbit s^{-1} , mais au niveau du PIC, une sélection de 2 Mbit s^{-1} ou 4 Mbit s^{-1} est possible.

Si l'on aimeraient augmenter la vitesse, il faut utiliser un chip FTDI de génération plus récente.

6.2 Mesure de vitesse dans le mode "Roll"

FIGURE 6.1 – Mesure de vitesse dans le mode "Roll"



6.2.1 Analyse du mode "Roll"

Afin de garantir la vitesse du cahier des charges de 10 kHz, il y a des règles à respecter.

- Avec 20 Hz de rafraîchissement de l'écran, le nombre de trace est limité à une.
- Avec 10 Hz de rafraîchissement de l'écran, le nombre de trace est limité à dix.
- L'affichage de vingt traces ensemble n'est pas possible.

Afin d'augmenter les performances, je vois deux possibilités :

- Transférer les données traitées par Ethernet afin de déporter l'affichage sur un ordinateur plus puissant.
- Implémenter le librairie OpenGL¹ afin de partager les ressources et utiliser le processeur graphique du Raspberry Pi pour l'affichage.

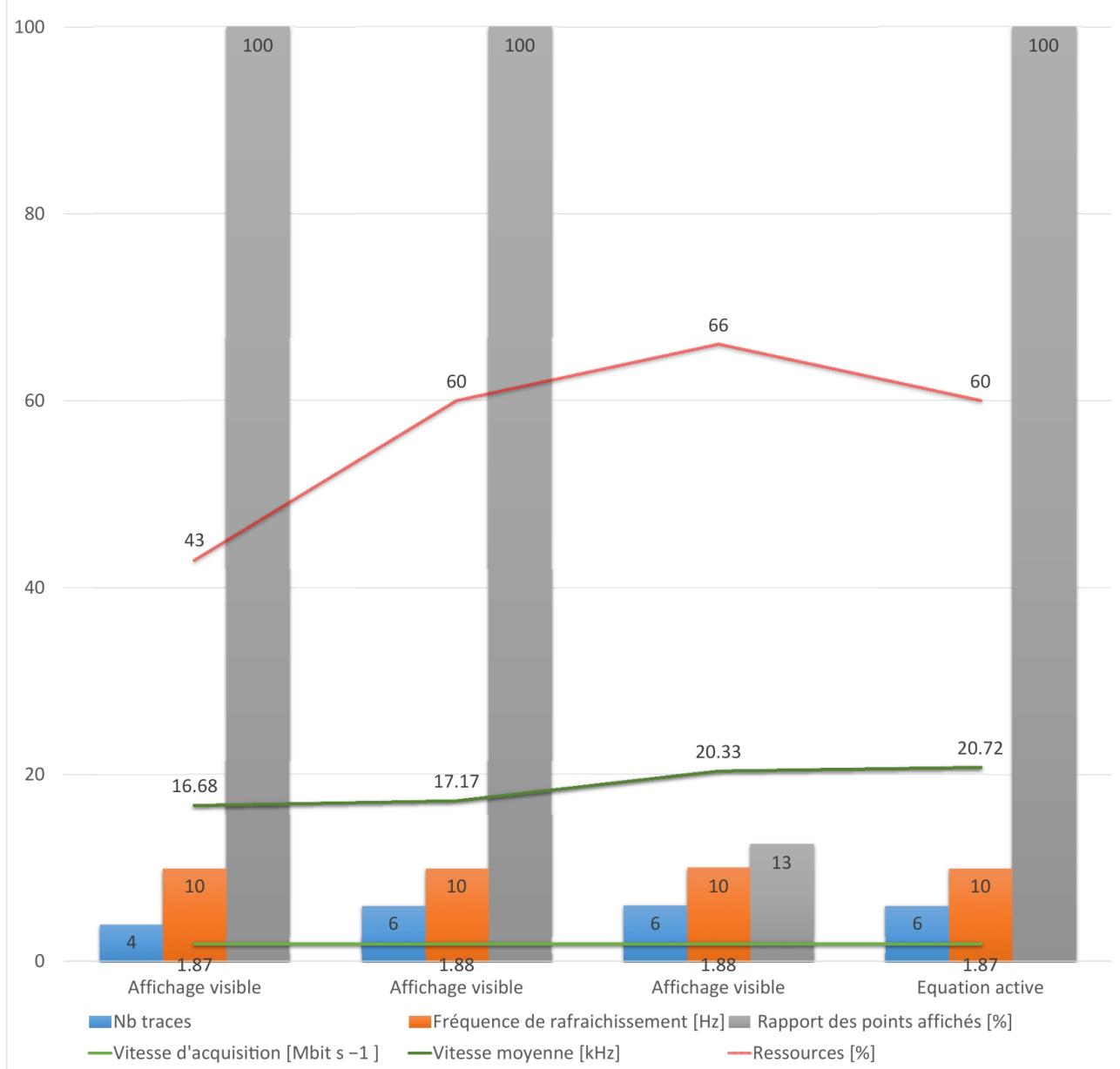
Le mode "Roll" sera utilisé pour suivre des signaux en temps réel. Suivre quatre pistes en même temps demande déjà beaucoup de pratique. À haute vitesse cela devient impossible.

En fonction de l'utilisation définitive, un choix entre le nombre de traces possible d'afficher en temps réel et la vitesse de visualisation devra être fait en accord avec l'ingénieur en électronique et le département d'analyse en mesure.

1. Open Graphics Library, ensemble normalisé de fonctions de calcul d'images 2D ou 3D.

6.3 Mesure de vitesse dans le mode "Trig"

FIGURE 6.2 – Mesure de vitesse dans le mode "Trig"



6.3.1 Analyse du mode "Trig"

La vitesse du cahier des charges de 10 kHz est toujours remplie.

Pour l'affichage en temps réel, dans le cas de plus de quatre traces, une latence est visible. Cela ne dérange pas pour les réglages de seuil.

6.4 Conclusion

En gardant le rafraîchissement de l'affichage à 100 ms (10 Hz)

- En mode "Roll" et "Trig", avec tous les points affichés, l'appareil est utilisable avec quatre traces sélectionnées pour la visualisation.
- En mode "Trig", avec un point affiché sur 2, l'appareil est utilisable avec toutes les traces sélectionnées pour la visualisation.
- En mode "Roll", avec un point affiché sur 8, l'appareil est utilisable avec huit traces sélectionnées.
- En mode "Roll", avec un point affiché sur 16, l'appareil est utilisable avec dix traces sélectionnées.

Avec plus de traces, la latence devient trop grande. Il faut diminuer le nombre de points affichés par largeur de graphique pour augmenter le nombre de traces utilisables en même temps.

L'appareil est fonctionnel et respecte le cahier des charges. Mais des choix seront obligatoires.

Les ressources du raspberry sont suffisantes pour l'acquisition, le traitement et la sauvegarde des données.

Mais il est très faible pour de l'affichage en temps réel. L'implémentation de la librairie OpenGL¹ me semble obligatoire pour le boîtier final.

La solution de faire l'affichage sur une autre machine est aussi une très bonne solution car tous nos techniciens sont équipés de machines très puissantes.

1. Open Graphics Library, ensemble normalisé de fonctions de calcul d'images en deux ou trois dimensions.

7.0 Les améliorations possibles

7.1 Vitesse d'affichage

Il y a la possibilité d'implémenter le pilote OpenGL¹ pour utiliser la GPU² afin de faire une accélération matricielle.

Cette solution pourrait partager les ressources entre le traitement des données et l'affichage.

7.2 Le lecture de l'affichage

Dessiner une ligne verticale traversante centrée sur le pic du trig. Ceci afin de bien visualiser les état au moment du déclenchement. Elle devrait avoir aussi la possibilité de la déplacer horizontalement afin de comparer des autres points de mesures.

Un zoom avec la souris, afin de pouvoir mieux visualiser les traces.

7.3 Un nouveau mode "Trend"

Ce mode serait une analyse en temps réel des signaux avec un enregistrement des valeurs minimales, moyennes et maximales. Cela permettrait de faire une surveillance de tension sur une longue durée.

7.4 Le type de sauvegarde des données

Une sauvegarde pourrait être faite sous forme d'un fichier CSV³ compatible avec le programme du Département de mesures et analyses de Bobst Mex SA.

Cela permettrait d'analyser les données très facilement et rapidement.

1. Open Graphics Library, ensemble normalisé de fonctions de calcul d'images 2D ou 3D.
sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/OpenGL>
2. Graphical Processing Unit, désigne le processeur dédié au traitement des données graphiques.
sources : <http://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-gpu-5739/>
3. Comma-separated values, format informatique ouvert représentant des données tabulaires sous forme de valeurs séparées par des virgules.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values

7.5 La quantité des données sauvegardées

Utiliser un périphérique USB de stockage afin d'augmenter la capacité d'enregistrement. Il devra avoir une vitesse d'écriture très rapide afin de suivre la cadence d'analyse des données.

Selon la documentation de chez Raspberry, la vitesse maximale de transfert est de 480 Mbit s^{-1} .

sources : <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/usb/README.md>

7.6 La fiabilité

La carte SD

Configurer le raspberry en lecture seule, cela réduit fortement le nombre de lecture et écriture sur la carte SD¹.

La carte SD est assez fragile à ce niveau, c'est un problème connu, mais l'implémentation est longue et difficile¹.

L'alimentation

Utiliser une batterie de secours afin de permettre au raspberry de faire les sauvegardes de données et de s'éteindre correctement si le manque d'alimentation est trop prolongé.

7.7 La sauvegarde de la date et de l'heure

Un RTC² pourrait être ajouté afin de garder l'heure et la date sans avoir de connexion internet.

1. Secure Digital, carte mémoire amovible de stockage de données numériques.

sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Carte_SD

2. real-time clock, horloge temps réel.

sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Horloge_temps_réel

7.8 La vitesse d'affichage

Implémenter le transfert de données par Ethenet, ceci afin d'utiliser des machines nettement plus puissantes pour l'affichage des données.

Le simulateur existe sous Windows, il y aurait à ajouter une option d'acquisition des données externes.

Selon mes recherches, cela est possible avec le protocole UDP¹. Il est très rapide car il n'y a pas de contrôle d'erreur.

Un protocole plus lent est le TCP², car il implémente un contrôle d'erreur.

-
1. User Datagram Protocol, protocole de datagramme utilisateur.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol
 2. Transmission Control Protocol, protocole de contrôle de transmissions.
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol

8.0 Dossier de gestion

8.1 Echéancier détaillé

FIGURE 8.1 – Echéancier détaillé page 1 sur 2

Date	n°tâche	Libellé	Début	Fin	Total journalier	Total
10.07.2017	3	Montage mécanique du Datalogger	17.00 h	22.00 h	05.00 h	
10.07.2017	4	Montage mécanique du Datalogger			00.00 h	05.00 h
10.07.2017	5	Montage mécanique du Datalogger			00.00 h	05.00 h
11.07.2017	7	Configuration du système d'exploitations	16.30 h	23.30 h	07.00 h	12.00 h
11.07.2017	15	Installation du driver FTDI			00.00 h	12.00 h
11.07.2017	16	Détachement automatique TTYUSBx			00.00 h	12.00 h
11.07.2017	8	Configuration du Wifi	23.30 h	00.30 h	01.00 h	13.00 h
12.07.2017	23	Dev. de l'interface de base	17.00 h	00.00 h	07.00 h	20.00 h
13.07.2017	14	Driver FTDI	20.00 h	22.00 h	02.00 h	22.00 h
13.07.2017	39	Dev. page setting, widget "Chanel sélection"	22.00 h	23.00 h	01.00 h	23.00 h
14.07.2017	40	Dev. page setting, widget "Time scall factor"	17.00 h	17.30 h	00.30 h	23.30 h
14.07.2017	42	Dev. page setting, widget "Trigger setting"	17.00 h	18.00 h	01.00 h	24.30 h
14.07.2017	43	Dev. page setting, widget "Trigger function"	18.00 h	18.30 h	00.30 h	25.00 h
14.07.2017	41	Dev. page setting, widget "Pré-trigger percentage"	18.30 h	19.00 h	00.30 h	25.30 h
14.07.2017	18	Installation de VNC	19.00 h	20.00 h	01.00 h	26.30 h
14.07.2017	39	Dev. page setting, widget "Chanel sélection"	20.00 h	22.00 h	02.00 h	28.30 h
14.07.2017	41	Dev. page setting, widget "Pré-trigger percentage"	22.00 h	23.00 h	01.00 h	29.30 h
16.07.2017	43	Dev. page setting, widget "Trigger function"	20.00 h	00.00 h	04.00 h	33.30 h
16.07.2017	41	Dev. page setting, widget "Pré-trigger percentage"	10.30 h	11.00 h	00.30 h	34.00 h
16.07.2017	39	Dev. page setting widget "Chanel sélection"	19.30 h	23.30 h	04.00 h	38.00 h
17.07.2017	43	Dev. page setting, widget "Trigger function"	20.00 h	00.30 h	04.30 h	42.30 h
18.07.2017	39	Dev. page setting widget "Chanel sélection"	17.00 h	20.00 h	03.00 h	45.30 h
18.07.2017	33	Dev. page trigger, création du plot	20.00 h	22.00 h	02.00 h	47.30 h
18.07.2017	34	Dev. page trigger, création du plot	22.00 h	23.00 h	01.00 h	48.30 h
19.07.2017	35	Dev. page trigger, mise en forme	21.00 h	00.00 h	03.00 h	51.30 h
20.07.2017	28	Dev. page display	21.00 h	00.00 h	03.00 h	54.30 h
21.07.2017	40	Dev. page setting, widget "Time scall factor"	16.30 h	17.00 h	00.30 h	55.00 h
21.07.2017	36	Dev. page debug	17.00 h	18.00 h	01.00 h	56.00 h
21.07.2017	98	Diagramme UML signaux et slots	18.00 h	21.00 h	03.00 h	59.00 h
21.07.2017	40	Dev. page setting, widget "Time scall factor"	21.00 h	00.00 h	03.00 h	62.00 h
22.07.2017	40	Dev. page setting, widget "Time scall factor"	09.30 h	10.30 h	01.00 h	63.00 h
24.07.2017		Vacances jusqu'au 4 août			00.00 h	63.00 h
05.08.2017	23	Gestion erreur "errorFrequency"	18.00 h	19.00 h	01.00 h	64.00 h
05.08.2017	23	Synchronisation des trigger setting	19.00 h	21.30 h	02.30 h	66.30 h
06.08.2017	23	Synchronisation des flancs et plages de tensions	10.00 h	12.00 h	02.00 h	68.30 h
06.08.2017	98	Diagramme UML signaux et slots	13.00 h	14.00 h	01.00 h	69.30 h
07.08.2017	23	Synchronisation de l'HIM	17.00 h	23.00 h	06.00 h	75.30 h
07.08.2017	23	Diver debug	23.00 h	00.00 h	01.00 h	76.30 h
08.08.2017	38	Ajout du bouton start	17.00 h	18.00 h	01.00 h	77.30 h
08.08.2017	23	Essai de thread sous timer	18.00 h	19.00 h	01.00 h	78.30 h
08.08.2017	23	Création du diagramme d'état principal	19.00 h	23.00 h	04.00 h	82.30 h
09.08.2017	66	Création de l'option de simulation	17.00 h	23.00 h	06.00 h	88.30 h
09.08.2017	23	Sychronisation entre selections des canaux et trigger	23.00 h	02.00 h	03.00 h	91.30 h
10.08.2017	67	Dev. de la fonction de trigger	17.00 h	20.00 h	03.00 h	94.30 h
10.08.2017	23	Adaptation du code pour compilation sous Linux	20.00 h	21.00 h	01.00 h	95.30 h
11.08.2017	19	Installation de QT	16.30 h	22.30 h	06.00 h	101.30 h
11.08.2017	21	Configuration FTDI	22.30 h	23.30 h	01.00 h	102.30 h
12.08.2017	99	MAJ du diagramme de classe	10.00 h	12.00 h	02.00 h	104.30 h
13.08.2017	99	MAJ du diagramme de classe	19.00 h	20.00 h	01.00 h	105.30 h
13.08.2017	88	MAJ du planning	20.00 h	23.00 h	03.00 h	108.30 h
14.08.2017	67	Dev. de la fonction de trigger	17.00 h	00.00 h	07.00 h	115.30 h
15.08.2017	54	Analyse de la trame et des données	17.00 h	18.00 h	01.00 h	116.30 h
16.08.2017	68	Dev. de la fonction de Roll on	19.00 h	00.00 h	05.00 h	121.30 h
17.08.2017	68	Dev. de la fonction de Roll on	21.00 h	00.00 h	03.00 h	124.30 h

FIGURE 8.2 – Echéancier détaillé 2 sur 2

18.08.2017	23	Dev. du graphe d'états "mainState"	17.00 h	22.00 h	05.00 h	129.30 h
18.08.2017	23	Dev. du graphe d'états "triggerState"	22.00 h	01.00 h	03.00 h	132.30 h
19.08.2017	23	Refactoring et debug	09.00 h	12.00 h	03.00 h	135.30 h
19.08.2017	100	Mise à jours des documents UML	13.00 h	00.00 h	11.00 h	146.30 h
20.08.2017	101	Mise à jours des documents UML	14.00 h	18.00 h	04.00 h	150.30 h
21.08.2017	54	Acquisition de la trame	16.30 h	23.30 h	07.00 h	157.30 h
22.08.2017	104	RDV avec mon conseiller, M.Bressy	16.30 h	17.30 h	01.00 h	158.30 h
22.08.2017	23	Dev. du buffer circulaire	20.00 h	00.00 h	04.00 h	162.30 h
23.08.2017	23	Dev. du buffer circulaire	17.00 h	00.00 h	07.00 h	169.30 h
24.08.2017	47	Dev. du mode d'emulation de la trame réelle	17.00 h	18.00 h	01.00 h	170.30 h
24.08.2017	55	Dev. de la lecture des trame en live	19.30 h	00.00 h	04.30 h	175.00 h
25.08.2017	55	Dev. de la lecture des trame en live en multithreading	17.00 h	00.00 h	07.00 h	182.00 h
26.08.2017	55	Dev. de la lecture des trame en live en multithreading	10.00 h	21.30 h	11.30 h	193.30 h
27.08.2017	85	Rédaction du résumé	08.00 h	10.00 h	02.00 h	195.30 h
27.08.2017	55	Debug du multithreading	10.00 h	12.00 h	02.00 h	197.30 h
27.08.2017	23	Debug de la fonction du menu	17.30 h	20.00 h	02.30 h	200.00 h
27.08.2017	23	Debug le l'alignement des fenêtre dans le HMI	20.00 h	00.00 h	04.00 h	204.00 h
28.08.2017	85	Rédaction du résumé	15.00 h	17.00 h	02.00 h	206.00 h
28.08.2017	9	Implémentation des leds	17.00 h	00.00 h	07.00 h	213.00 h
29.08.2017	33	Ajout le la ligne de trigger dans les canaux analogiques	17.00 h	00.00 h	07.00 h	220.00 h
30.08.2017	33	Ajout le la ligne de trigger dans les canaux analogiques	18.00 h	22.00 h	04.00 h	224.00 h
30.08.2017	23	Debug du FTDI sur windows	22.00 h	00.00 h	02.00 h	226.00 h
31.08.2017	56	Dev.de la fonction d'aquisition	18.00 h	00.00 h	06.00 h	232.00 h
01.09.2017	23	Modification du HMI selon les retours de mes collègues	18.00 h	00.00 h	06.00 h	238.00 h
02.09.2017	23	Modification du HMI selon les retours de mes collègues	11.00 h	18.00 h	07.00 h	245.00 h
02.09.2017	86	Rédaction de l'affiche	18.00 h	00.00 h	06.00 h	251.00 h
03.09.2017	86	Rédaction de l'affiche	15.00 h	17.00 h	02.00 h	253.00 h
03.09.2017	23	Modification du HMI selon les retours de mes collègues	17.00 h	00.00 h	07.00 h	260.00 h
04.09.2017	23	Debug HMI, plante avec plus que 65509 valeurs lues	17.00 h	22.00 h	05.00 h	265.00 h
04.09.2017	48	Règlage de la vitesse max avec selection possible	22.00 h	01.00 h	03.00 h	268.00 h
04.09.2017	69	Mise de l'application en test de nuit:	00.00 h	01.00 h	01.00 h	269.00 h
04.09.2017		Vitesse à 2500 data/s, en mode Roll, toutes les traces			00.00 h	269.00 h
05.09.2017	57	Dev. Lectreue de la trame en temps réel	17.00 h	01.00 h	08.00 h	277.00 h
06.09.2017	57	Dev. Lectreue de la trame en temps réel	17.00 h	00.30 h	07.30 h	284.30 h
07.09.2017	57	Dev. Lectreue de la trame en temps réel	18.00 h	00.30 h	06.30 h	291.00 h
08.09.2017	10	Dev. Pour les led et boutons	17.00 h	00.00 h	07.00 h	298.00 h
08.09.2017	11	Dev. Pour les led et boutons			00.00 h	298.00 h
08.09.2017	12	Dev. Pour les led et boutons			00.00 h	298.00 h
08.09.2017	13	Dev. Pour les led et boutons			00.00 h	298.00 h
09.09.2017	83	Dev. Mesure des temps pour validation	10.00 h	16.00 h	06.00 h	304.00 h
10.09.2017	102	Mise à jours de l'UML des signaux et slots	17.00 h	00.00 h	07.00 h	311.00 h
11.09.2017	104	RDV avec mon consilé, M.Bressy	16.00 h	17.00 h	01.00 h	312.00 h
11.09.2017	102	Rédaction du manuel utilisateur	19.00 h	00.00 h	05.00 h	317.00 h
12.09.2017	83	Préparation pout test de nuit	17.30 h	22.30 h	05.00 h	322.00 h
12.09.2017	89	MAJ du planning 2	22.30 h	00.30 h	02.00 h	324.00 h
13.09.2017	103	Rédaction du manuel utilisateur	17.00 h	00.00 h	07.00 h	331.00 h
14.09.2017	90	MAJ du planning 3	17.00 h	00.00 h	07.00 h	338.00 h
15.09.2017	76	Ajout des deux bouton pour les experts	17.00 h	22.00 h	05.00 h	343.00 h
15.09.2017	54	Debug du mode trigger pour haute vitesse	22.00 h	00.00 h	02.00 h	345.00 h
16.09.2017	54	Debug du mode trigger pour haute vitesse	10.00 h	18.00 h	08.00 h	353.00 h
17.09.2017	106	Documentation du code avec Doxygen	10.00 h	20.00 h	10.00 h	363.00 h
18.09.2017	99	MAJ du diagramme de classe	10.00 h	20.00 h	10.00 h	373.00 h
19.09.2017	105	Rédaction du rapport	17.00 h	00.00 h	07.00 h	380.00 h
20.09.2017	78	Test et validation de l'appareil	17.00 h	00.00 h	07.00 h	387.00 h
21.09.2017	79	Test et validation de l'appareil	17.00 h	00.00 h	07.00 h	394.00 h
22.09.2017	80	Test et validation de l'appareil	10.00 h	14.00 h	04.00 h	398.00 h
22.09.2017	81	Synthèse et conclusion	14.00 h	00.00 h	10.00 h	408.00 h
23.08.2017	82	Rédaction des chapitres de validation	10.00 h	00.00 h	14.00 h	422.00 h
24.08.2017	105	Rédaction du rapport	10.00 h	15.00 h	05.00 h	427.00 h
24.08.2017	106	Documentation du code avec Doxygen	16.00 h	00.00 h	08.00 h	435.00 h
25.08.2017	105	Rédaction du rapport	16.00 h	01.00 h	09.00 h	444.00 h
26.08.2017	105	Rédaction du rapport	16.00 h	00.00 h	08.00 h	452.00 h
27.08.2017	105	Rédaction du rapport	16.00 h	00.00 h	08.00 h	460.00 h
28.08.2017	105	Rédaction du rapport	16.30 h	00.30 h	08.00 h	468.00 h
					TOTAL	468.00 h

8.2 Planning

8.2.1 Description

Dans les pages suivantes, vous verrez le planning selon mon échéancier.

Le planning du mon projet est de couleur noire et bleue.

Le planning de ma pré-étude est de couleur orange. Il est utilisé comme planning de référence.

FIGURE 8.3 – planning page 1 aur 2

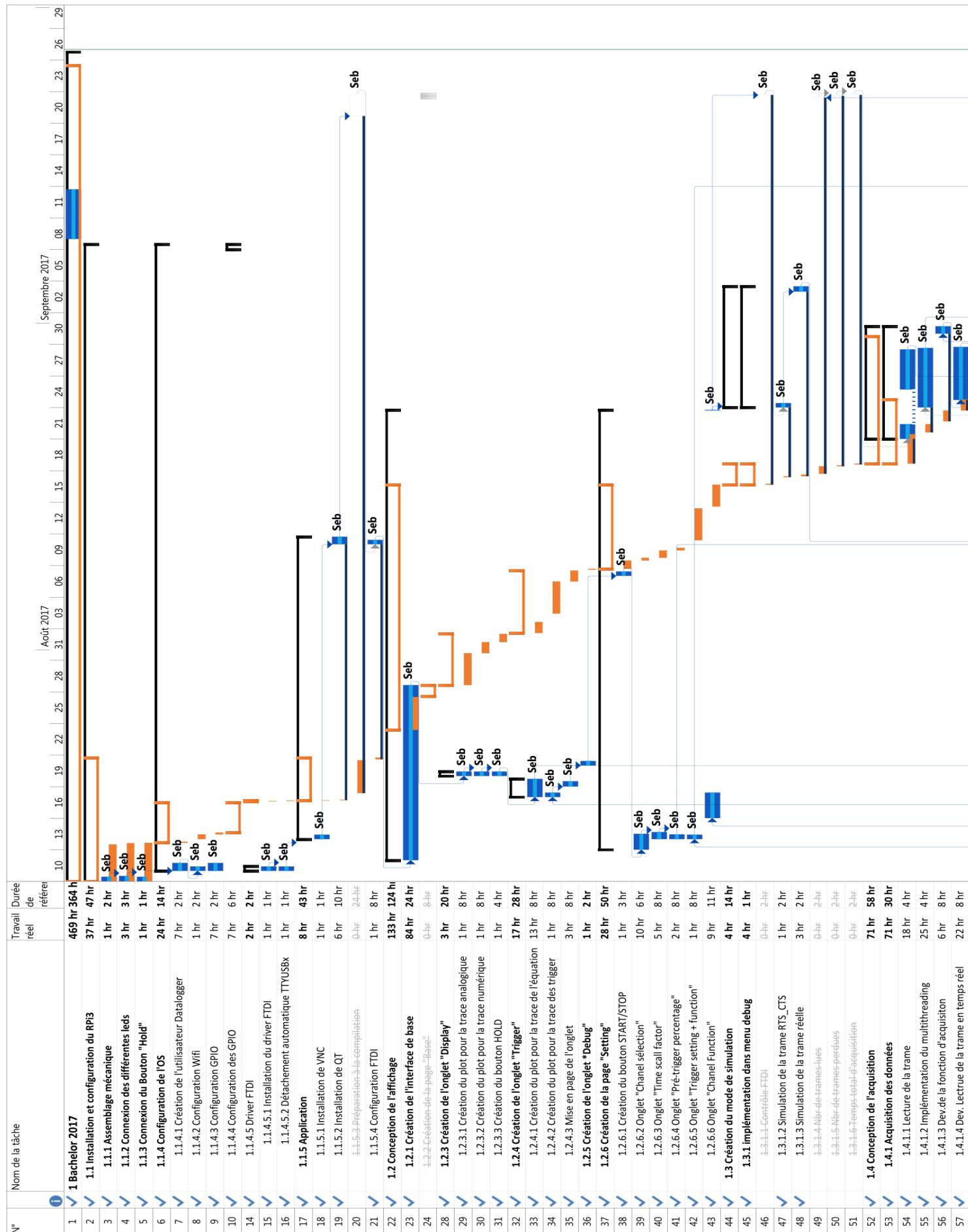


FIGURE 8.4 – planning page 2 sur 2

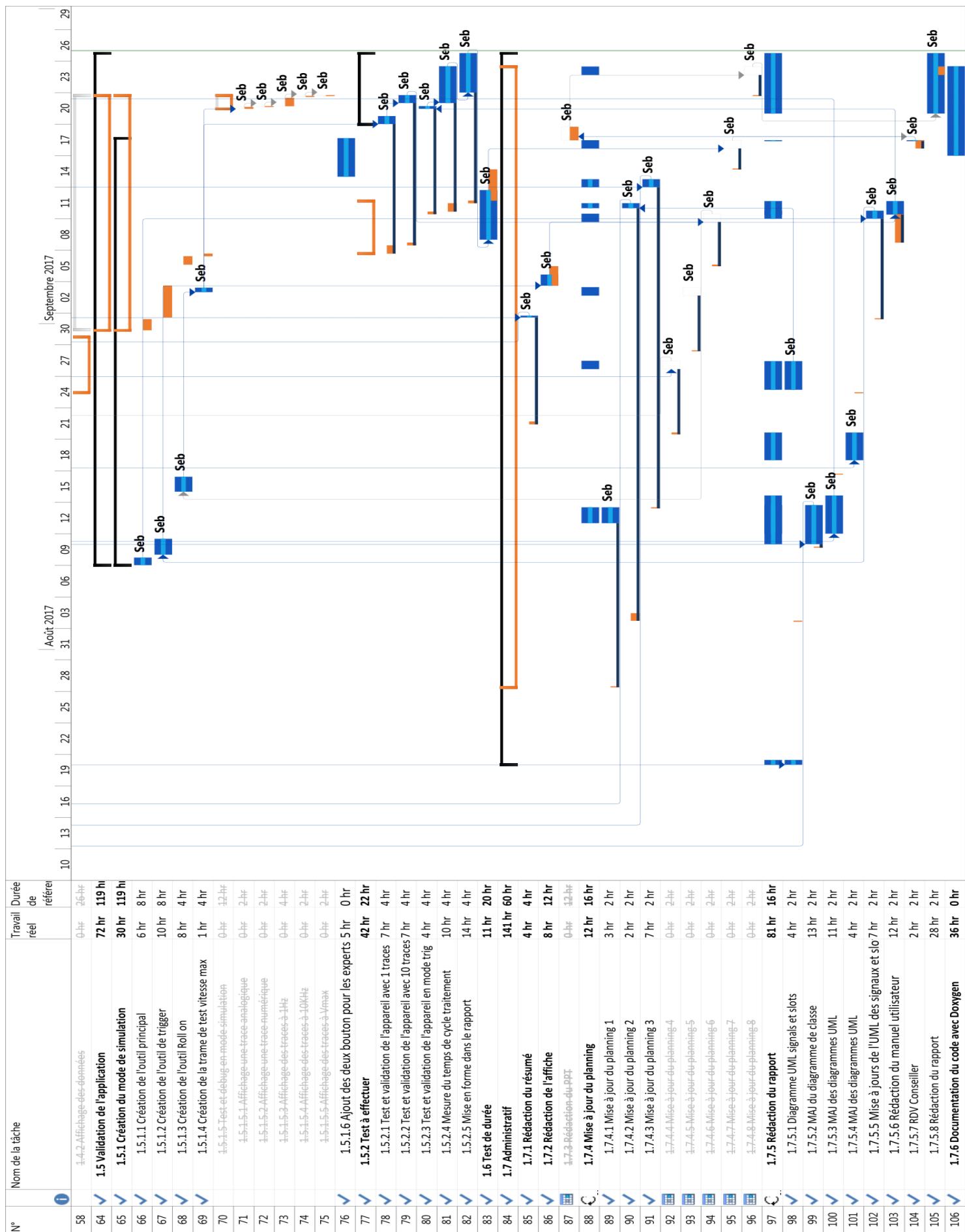


FIGURE 8.5 – Bilan des heures

n°Tâche	Nom de la tâche	Travail réel	Contrôle Travail réel	Durée de référence	Dépassement
	Bachelor 2017	469.00 h	469	377	92
2	Installation et configuration du RPi3	37	47	47	-10
22	Conception de l'affichage	133	124	124	9
44	Création du mode de simulation	4	14	14	-10
52	Conception de l'acquisition	71	56	56	15
64	Validation de l'application	72	56	56	16
83	Test de durée	11	20	20	-9
84	Administratif	141	60	60	81

8.2.2 Conclusion

Comme dans tous les projets, le planning est l'ennemi des chefs de projet.

Le mien est chaotique, j'ai dû faire des tâches avant celles définies et les durées ont aussi bien changé.

Les heures attribuées par sujet sont quasiment toutes en dessous de la réalité, j'ai bien sous-estimé le travail à tous les niveaux.

Celui qui ressort le plus est le chapitre "Administratif", j'ai clairement sous-estimé le travail à effectuer.

Je suis le seul à gérer ce projet. Cela m'a permis d'avoir une grande liberté de développement et cela se voit parfaitement dans la comparaison.

Le but final planifié était de livrer le projet le 25 septembre. Je n'y suis pas arrivé. La livraison a été le dernier jour défini par l'école, soit le 29 septembre.

J'y suis arrivé dans les délais mais avec 92 h heures de plus que celles planifiées.

Cela représente bien mon manque d'expérience, autant en développement qu'en gestion de projet.

9.0 Conclusion

9.1 Bilan personnel

Mon impression de faiblesse au niveau orienté objet en C++ s'est bien ressentie au départ du projet. J'avais beaucoup de peine à coder proprement, à avoir des classes qui compilent et aussi de me détacher du langage C¹. Au fil du développement, avec beaucoup de recherches sur internet, j'ai commencé à sentir une certaine aisance et une plus grande facilité à développer du code.

Lors de ma relecture, la différence entre les premières et les dernières classes était flagrante, le code est devenu plus simple et plus clair. J'ai refactorisé les classes du début. Ceci m'a pris du temps, mais au final le code est devenu plus propre.

En ce qui concerne l'environnement Linux, je n'ai pas perdu beaucoup de temps à maîtriser le peu de choses à faire. Le plus gros défi était d'enlever l'obligation d'utiliser le mode super utilisateur afin de pouvoir lancer mon application et l'accès au chip FTDI. Les solutions utilisées ne sont pas des plus sécurisées et propres, mais ce projet est un démonstrateur. J'ai décidé de le laisser tel quel à titre de projet car les solutions d'accès ne sont pas encore clairement définies.

Les mesures de validation et les tests ont été effectués par l'application.

Des mesures plus précises avec des appareils externes seront effectuées lorsque la carte finale d'acquisition sera disponible.

Avec mon caractère pointilleux, il fut difficile de suivre le cahier des charges.

Mon ressenti

Je suis d'un côté fier de ce développement, car il y a 4 ans, je n'aurais jamais pensé être capable de le faire et voir enfin cet appareil fonctionner.

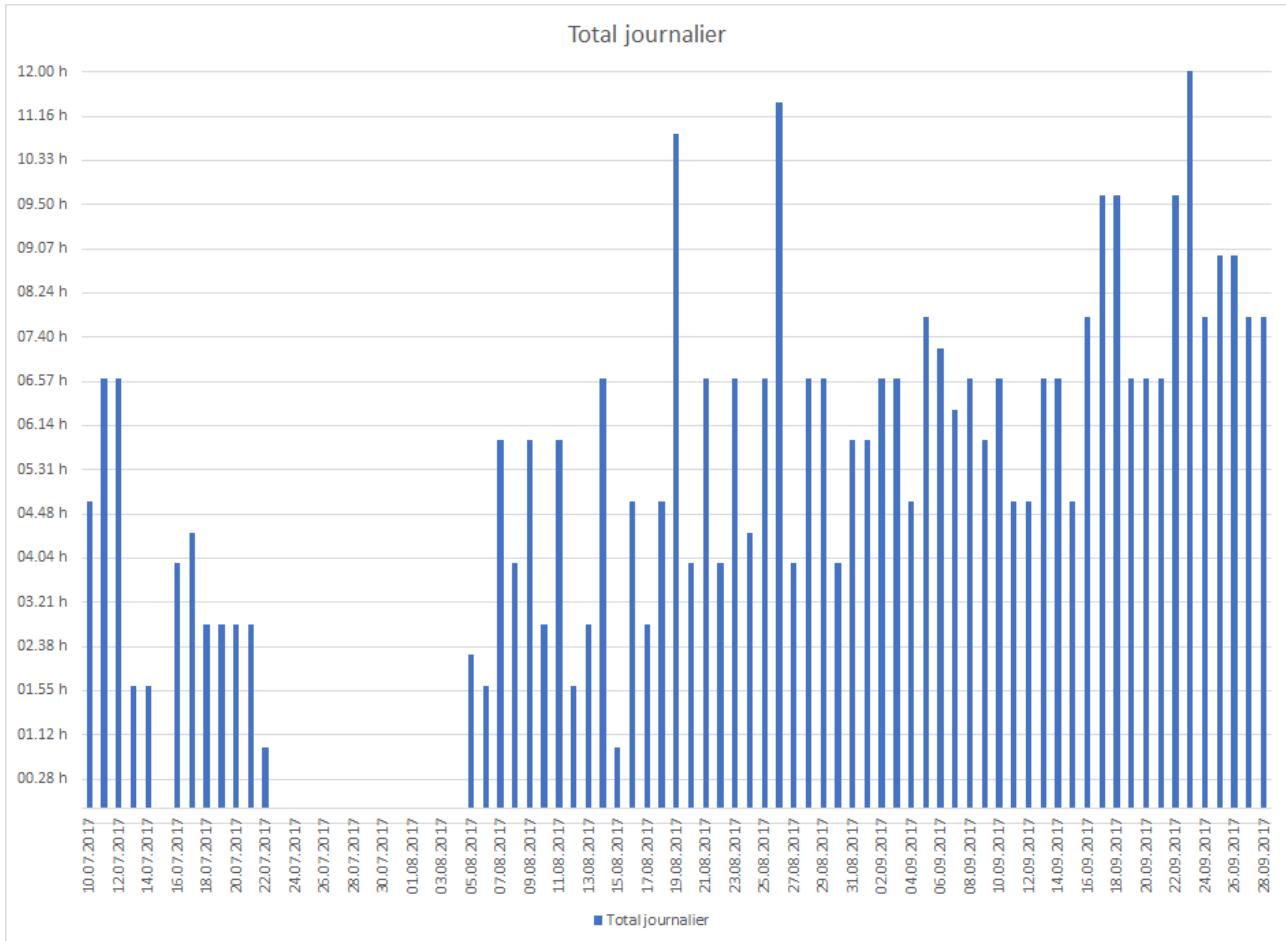
D'un autre côté, je suis un peu frustré, car selon mon caractère pointilleux, il n'est pas parfait, surtout par manque de temps et aussi d'expérience.

Ce projet m'a permis d'ouvrir des portes vers un nouvel horizon professionnel dans la société qui m'emploie. De nouvelles opportunités se présentent que j'espère pouvoir saisir. Le développement m'a toujours intéressé, je le faisais au titre de bricoleur. Maintenant j'espère pouvoir le faire au titre d'ingénieur.

1. Langage de programmation impératif et généraliste.
sources : [https://fr.wikipedia.org/wiki/C_\(langage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/C_(langage))

9.2 Bilan des heures

FIGURE 9.1 – Graphique du bilan des heures



Le projet m'a pris 469 h, le graphique ci-dessus montre assez bien le nombre d'heures augmentant en fonction de la proximité de la date d'échéance pour la livraison du projet.

Si j'ajoute les heures de la pré-étude, j'arrive à 561 h. C'est un travail conséquent mais qui m'a passionné.

9.3 Bilan du projet

Le projet m'a pris plus de temps que planifié, ceci avait déjà été pointé lors de la pré-étude comme étant un risque critique. J'ai augmenté mes heures de travail afin d'absorber ce dépas-sement.

La partie que je ne pensais pas aussi conséquente est la documentation du projet. Ceci m'a pris énormément de temps. Cette partie est malheureusement souvent négligée mais obligatoire afin d'avoir une bonne vue d'ensemble du projet et de permettre une évolution future.

Avec l'affichage à 10 Hz, les ressources sont utilisées à 80%, ce mode va être utilisé le plus fréquemment pour de la configuration ou des contrôles ponctuels de l'état de l'appareil.

Le rafraîchissement sur le raspberry est faible. Une des solutions proposées dans les chapitres des évolutions possibles doit être implémentée pour y remédier si l'on aimera utiliser l'appareil comme un oscilloscope¹.

Sans l'affichage, les ressources sont utilisées à 60% environ. Cela est tout à fait acceptable et ne demande aucun refroidissement forcé.

La vitesse d'acquisition en temps réel est de 20 kHz ; donc deux fois plus élevée que la vitesse requise par le cahier des charges et reste stable indépendamment des configurations choisies.

Le mode de simulation fonctionne à une vitesse de lecture et affichage de 25 kHz. Un rafraîchissement de l'interface à 50 Hz. Ces valeurs sont amplement suffisantes pour de la démonstration et de la formation.

Le bouton d'arrêt "Hold" fonctionne parfaitement.

L'affichage des valeurs numériques de type jeton n'a pas été implémenté, car la visualisation des signaux est très bonne et l'utilité n'a pas été ressentie.

9.4 Message personnel

Je tiens déjà à remercier tous ceux qui m'ont fait confiance sur la réalisation de ce projet, en particulier le mandant et l'école.

Je remercie aussi mon conseiller, M. Bressy Pierre, pour ses bons conseils sur le développement des points critiques et pour sa disponibilité très appréciable.

Je remercie mon chat, Max, qui en raison de son grand âge, pleure souvent la nuit ; ce qui m'a tenu éveillé pendant les longues soirées de développement.

Je remercie ma femme ainsi que M. Barbey Yves, ingénieur en génie civil HES au bureau d'ingénieurs conseils Jean-Daniel Berset¹ à Renens, pour leur temps passé à la relecture ; leurs commentaires et leurs remarques m'ont bien aidé à rédiger ce document.

Le plus important, je remercie beaucoup ma famille, qui a bien souffert de mon indisponibilité durant cet été et a dû supporter ces près de 5 années de formation.

1. Instrument de mesure destiné à visualiser un signal électrique.

1. Lien : <http://www.berset-ingenieurs.ch/>

9.5 Conclusion

J'estime que mon projet correspond entièrement au cahier des charges.

La vitesse avec le traitement de l'équation logique est supérieure à ce qui était demandé. Cela me laisse de la réserve pour le futur de cet appareil.

L'interface a été validée par plusieurs collègues et ils sont entièrement satisfaits du résultat. Un vif intérêt pour cet appareil a été suscité.

La fiabilité est très bonne, je n'ai eu aucun souci de matériel durant mes tests de validation et de fonctionnement.

À mon avis, le but premier du mandant est acquis ; c'était d'en faire un démonstrateur, afin de pouvoir le proposer, démontrer son utilité et susciter l'intérêt qui créera un besoin.

10.0 Authentification

Centre Formation de Base
Travail de Bachelor

Authentification

Le soussigné, Blessemaille Sébastien, atteste par la présente avoir réalisé seul ce travail et n'avoir utilisé aucune autre source que celles expressément mentionnées, si ce n'est les connaissances acquises durant ses études et son expérience acquise dans une activité professionnelle.

Romanel-sur-Morges, le 06 septembre 2017

S. Blessemaille



A.0 La validation du projet détaillée

A.1 La carte Raspberry Pi3

Les ressources utilisées en mode de trigger à la vitesse maximum de transmission sont de 40% environ.

En cas d'affichage des traces en temps réel, elle augmente jusqu'à 90%. Dans ce cas un refroidissement est obligatoire.

Je trouve cela acceptable, le refroidissement peut être amélioré en collant des radiateurs sur les composants chauffants.

Selon mes recherches cela suffirait pour améliorer le refroidissement et permettrait d'enlever la ventilation.

Par manque de temps, je n'ai pas pu faire ces tests.

A.2 Le périphérique FTDI

Il est entièrement fonctionnel et le pilote fonctionne correctement.

A.3 Mesure de vitesse

A.3.0 Variables de calculs :

Taille de la trame : 64 bit
Temps d'un cycle : 10 µs
Nombre de trames par cycle : 350
Nombre de cycles : 10 000

A.3.0 Calcul de la vitesse d'acquisition

$$Vitesse\ d'acquisition\ [\text{Mbit}\ \text{s}^{-1}] = \frac{Nbr\ de\ données\ par\ cycle\ [1] \times Taille\ de\ la\ trame\ [\text{bit}]}{Temps\ moyen\ [\mu\text{s}]}$$

A.3.0 Calcul de la vitesse moyenne

$$Vitesse\ moyenne\ [\text{kHz}] = \frac{Nbr\ de\ cycles\ [1] \times Nombre\ de\ trame\ par\ cycles\ [1]}{Temps\ moyen\ [\text{ms}]}$$

A.3.0 Acquisition en mode Roll

Une trace sélectionnée, affichage de tous les points, rafraîchissement à 50 ms (20 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	120 308	1,86	210 000	10 499	20,9	80

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 578	1,87	210 000	10 198	20,6	40

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est quasiment identique.
- Les ressources doublent en cas d'affichage non réduit.

Dix traces sélectionnées, affichage de tous les points, rafraîchissement à 50 ms (20 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 102	1,88	210 000	25 546	8,22	75

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 461	1,87	210 000	15 783	13,3	65

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est faible, avec l'affichage visible 8.22 kHz et avec l'affichage réduit 13.3 kHz
- Les ressources varient de 10% selon l'affichage.
- L'appareil est inutilisable à cause d'une très grande latence.

Dix traces sélectionnées, affichage de 1 point sur 8, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 626	1,87	210 000	10 533	19,94	75

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 535	1,88	210 000	10 674	19,67	50

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est correcte.
- Les ressources varient de 25% selon l'affichage.
- L'appareil est utilisable mais avec une faible latence.

Toutes les traces sélectionnées, affichage de tous les point, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	118 985	1,88	210 000	31 918	6,57	63

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 313	1,88	210 000	22 840	9,19	55

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est faible, avec l'affichage visible 6.57 kHz et avec l'affichage réduit 9.19 kHz
- Les ressources varient de 8% selon l'affichage.
- L'appareil est inutilisable à cause d'une très grande latence.

Toutes traces sélectionnées, affichage de 1 point sur 8, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 516	1,87	210 000	14 398	14,58	70

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 318	1,88	210 000	10 174	20,64	54

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est faible, avec l'affichage visible 12.85 kHz.
- Les ressources varient de 16% selon l'affichage.
- L'appareil est inutilisable à cause d'une très grande latence.

Toutes traces sélectionnées, affichage de 1 point sur 16, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 180	1,88	210 000	15 009	13,99	83

Affichage réduit						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 327	1,88	210 000	10 108	20,77	54

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est faible, avec l'affichage visible 13.99 kHz.
- La vitesse de traitement avec l'affichage réduit est correcte.
- Les ressources varient de 29% selon l'affichage.
- L'appareil est inutilisable à cause d'une très grande latence.

A.3.1 Acquisition en mode Trig

Quatre traces sélectionnées, affichage de tous les points, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 609	1,87	210 000	12 590	16,68	43

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est correcte.
- Les ressources de l'appareil sont correctes, 43%, il n'y aurait pas besoin de ventilation forcée.
- L'appareil est utilisable.

Toutes les traces sélectionnées, affichage de tous les points, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 439	1,88	210 000	12 234	17,17	60

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est correcte.
- Les ressources de l'appareil sont correctes, 60%, il y aurait peut-être besoin de radiateur pour améliorer la dissipation de chaleur.
- L'appareil est inutilisable en raison d'une grande latence de l'affichage.

Toutes les traces sélectionnées, affichage de un point sur deux, rafraîchissement à 100 ms (10 Hz)

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 283	1,88	210 000	10 327	20,33	66

Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est au maximum.
- Les ressources de l'appareil sont correctes, 66%, il y aurait peut-être besoin de radiateur pour améliorer la dissipation de chaleur.
- L'appareil est utilisable.

Toutes les traces sélectionnées, avec l'équation active

Affichage visible						
Acquisition			Traitement			Charge processeur
Nombre de trames acquises	Temps de cycle moyen	vitesse d'acquisition	Nombre de trames traitées	Temps de cycle moyen	Vitesse moyenne	
[1]	[μs]	[Mbit s ⁻¹]	[1]	[ms]	[kHz]	[%]
3 500	119 641	1,87	210 000	10 134	20,72	60

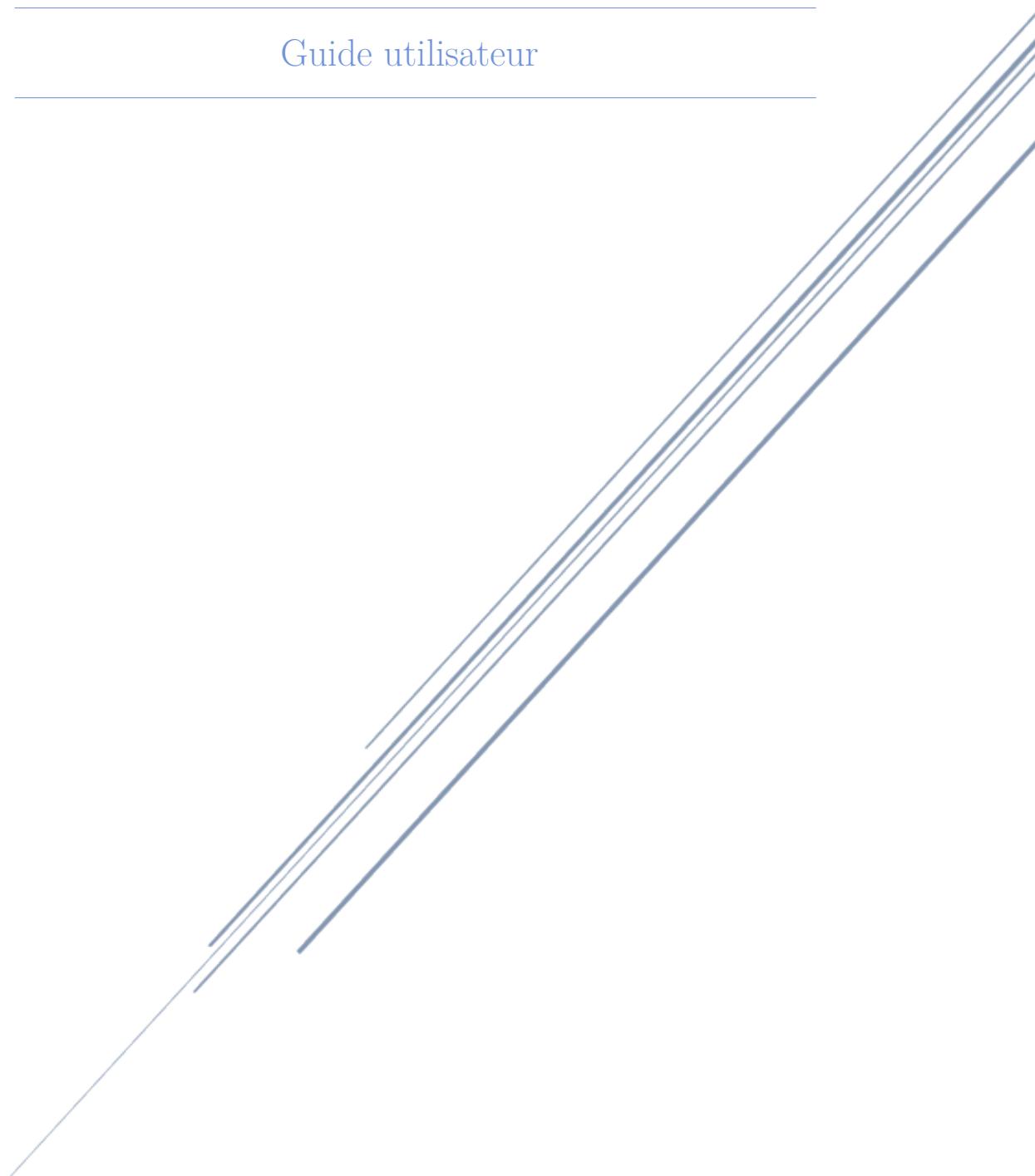
Synthèse

- La vitesse d'acquisition est quasiment identique.
- La vitesse de traitement est au maximum.
- Les ressources de l'appareil sont correctes, 60%, il y aurait peut-être besoin de radiateur pour améliorer la dissipation de chaleur.
- L'appareil est utilisable à la fréquence maximale.

B.0 Le manuel de l'interface utilisateur

Enregistreur de traces, le Datalogger

Guide utilisateur



B.1 Les différentes pages

- La page de démarrage, "Home".
- La page de configuration générale, "Set".
- La page de visualisation des triggers, "Trig".
- La page de visualisation des traces, "Hold".
- La page de développement, "Debug".

B.2 La page de démarrage "Home"

FIGURE B.1 – La page de démarrage



- ① Nom de l'appareil.
- ② Version de l'application.
- ③ Onglet de navigation.
- ④ Outils pour la simulation.
- ⑤ Bouton principal.
- ⑥ Affichage principal.

B.3 L'affichage principal

FIGURE B.2 –
L'affichage principal



- 1** Date et heure de l'appareil synchronisé avec son système d'exploitation.
- 2** Affichage des différentes erreurs.
- 3** Affichage de l'état de l'appareil.
 - **Init** : en initialisation.
 - **Ready** : prêt à démarrer l'analyse.
 - **Run Trig** : en cours de trigger.
 - **Triggered** : l'équation sélectionnée a été vérifiée.
 - **Roll on** : affichage des traces en temps réel.
- 4** Bouton principal.
 - **Start** : sans analyse en cours.
 - **Stop** : analyse en cours.
 - **Hold** : analyse en cours, mais interface figée.
- 5** Choix de 0 à 250 trames analysées par seconde en mode de simulation.
- 6** Choix de 40 et 795 points par largeur du graphique des traces.

B.4 Les messages d'erreurs possibles

FIGURE B.3 –
FTDI Device not found



Problème de communication avec les Chip FTDI¹.

- Contrôler la connexion USB² entre la carte Raspberry Pi³ et la carte d'acquisition de données.
- Passer en mode de simulation.
Pour ceci il faut sélectionner le menu "Debug" et cocher la case "In Emulation mode".

FIGURE B.4 –
No channels selected



Aucun signal n'a été sélectionné. Veuillez en sélectionner un au minimum dans le menu "Set".

- L'analyse de signaux ne peut pas démarrer.

FIGURE B.5 –
No trigger channel selected



Aucun signal de trigger n'a été sélectionné, veuillez en sélectionner un au minimum dans le menu "Set".

- L'analyse de signaux en mode "Roll" peut être lancée.
- L'analyse de signaux en mode "Trig" ne peut pas être lancée.

1. Fabricant du circuit, Futur Technology Devices International Ltd.
2. Bus informatique en transmission série, Universal Serial Bus.
3. Nano ordinateur monocarte de la fondation Raspberry Pi
sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

B.5 Les différents états possibles

FIGURE B.6 –

Etat "Init"



Cet état n'est visible que lorsque l'application démarre. Il permet de visualiser si les configurations spécifiques ont bien été effectuées. Lors de cette phase, toutes les leds sont allumées, ceci afin de vérifier la bonne configuration du port GPIO¹.

FIGURE B.7 –

Etat "Ready"



L'appareil est prêt à démarrer l'analyse.

FIGURE B.8 –

Etat "Run Trig"



L'appareil est en cours d'analyse et vérifie l'équation logique si une des traces a été sélectionnée.

FIGURE B.9 –

Etat "Triggered"



L'équation a été vérifiée, l'acquisition des données est arrêtée.

FIGURE B.10 –

Etat "Roll on"



L'appareil est en mode d'affichage en temps réel de toutes les traces sélectionnées.

FIGURE B.11 –

Etat "Paused"



L'affichage des traces est figé, mais l'analyse des données continue en arrière-plan.

1. General Purpose Input/Output

B.6 Le fonctionnement du bouton principal

FIGURE B.12 –

Etat "Start"



L'appareil est prêt pour analyser les données s'il n'y a pas d'erreur.

En appuyant dessus, l'analyse démarre ou redémarre.

FIGURE B.13 –

Etat "Stop"



L'appareil est en cours d'analyse.

L'appui arrête l'analyse des données.

FIGURE B.14 –

Etat "Hold"

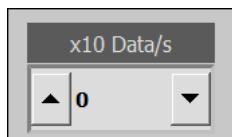


L'appareil est en cours d'analyse.

L'appui fige l'affichage, mais l'acquisition des données continue.

B.7 La sélection de vitesse d'acquisition

FIGURE B.15 –
La vitesse d'acquisition



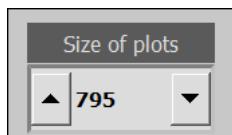
Grâce à cet outil, il est possible de choisir la vitesse d'acquisition des données créées en mode de simulation.

Un réglage de 0 à 250 peut être effectué à pas de 1 en utilisant les flèches sur le côté.

- **0** : l'affichage ne bouge pas car aucune trame n'est analysée.
- **250** : correspond à une vitesse de 2500 données par seconde. C'est la vitesse maximale d'affichage possible en simulation avec toutes les traces sélectionnées.

Il est aussi possible d'entrer une valeur par saisie sur le clavier.

FIGURE B.16 –
La résolution du graphique



Grâce à cet outil, il est possible de choisir le nombre de points affiché dans le graphique de chaque trace.

Un réglage de 40 à 795 peut être effectué à pas de 40 en utilisant les flèches sur le côté.

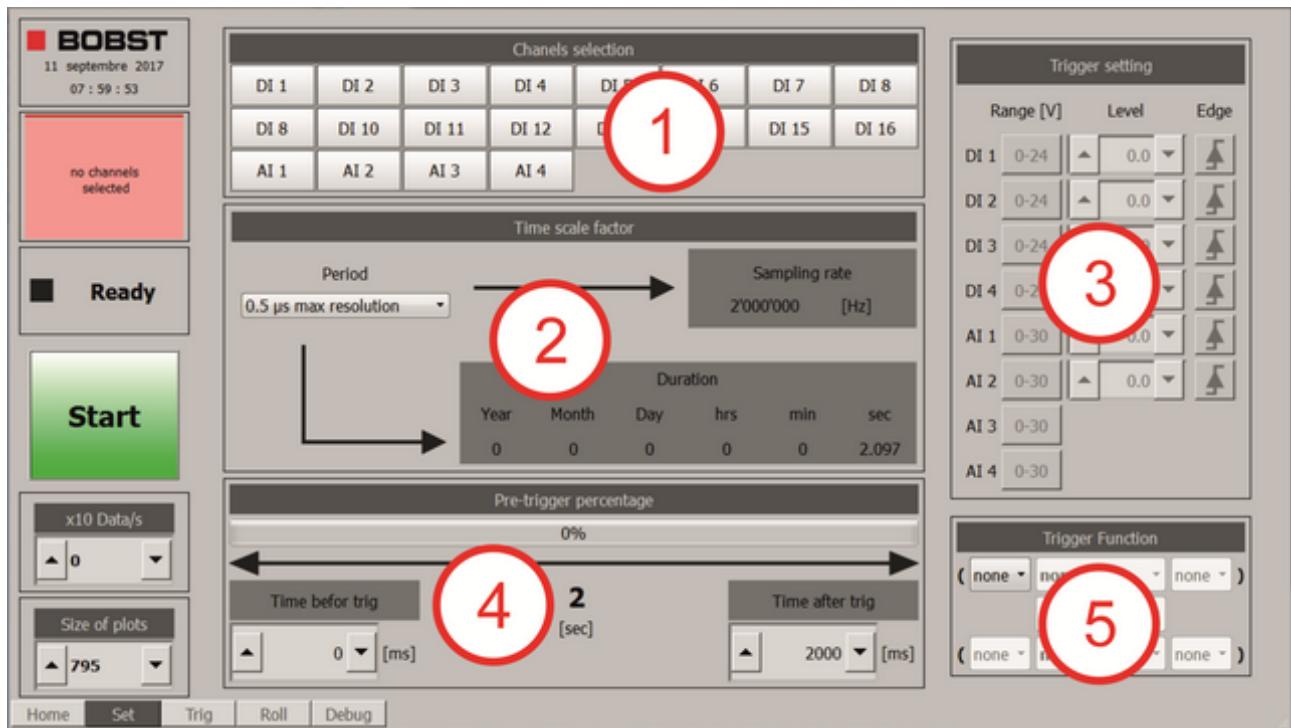
- **40** : Affichage minimal, il n'y a pas de sur-échantillonnage, les points sont reliés par des droites, ce qui entraîne une vision de rampe entre chaque mesure.
- **795** : Affichage maximal qui correspond à une valeur par pixel de largeur.

Il est aussi possible d'entrer une valeur par saisie sur le clavier.

B.8 La page de configuration "Set"

B.8.1 Aperçu

FIGURE B.17 – La page de configuration "Set"



Description

- 1** La sélection des traces.
- 2** La configuration de la vitesse d'acquisition.
- 3** La configuration des options de trigger.
- 4** La configuration de l'équation logique.
- 5** La configuration du pré-trigger.

B.8.2 La sélection des traces

FIGURE B.18 – La sélection des traces "Channels selection"

Channels selection							
DI 1	DI 2	DI 3	DI 4	DI 5	DI 6	DI 7	DI 8
DI 8	DI 10	DI 11	DI 12	DI 13	DI 14	DI 15	DI 16
AI 1	AI 2	AI 3	AI 4				

FIGURE B.19 –
Signal pas sélectionné



La couleur grise correspond à un signal pas sélectionné. Si c'est un signal utilisable dans l'équation de trigger :

- le signal n'est pas configurable et grisé dans le menu "Trigger setting".
- le signal n'est pas sélectionnable dans le menu "Trigger function".
- le trace est masquée sous l'onglet "Trig" et "Roll".

Si le signal n'est pas utilisable dans l'équation de trigger, elle est masquée dans le menu "Roll".

FIGURE B.20 –
Signal numérique sélectionné

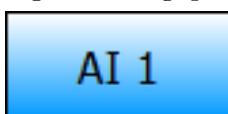


La couleur verte correspond au signal numérique sélectionné. Si c'est un signal utilisable dans l'équation de trigger :

- le signal est configurable dans le menu "Trigger Setting".
- le signal est sélectionnable dans le menu "Trigger Function".
- la trace est visible sous l'onglet "Trig" et "Roll".

Si le signal n'est pas utilisable dans l'équation de trigger, elle ne sera alors visible que dans le menu "Roll".

FIGURE B.21 –
Signal analogique sélectionné



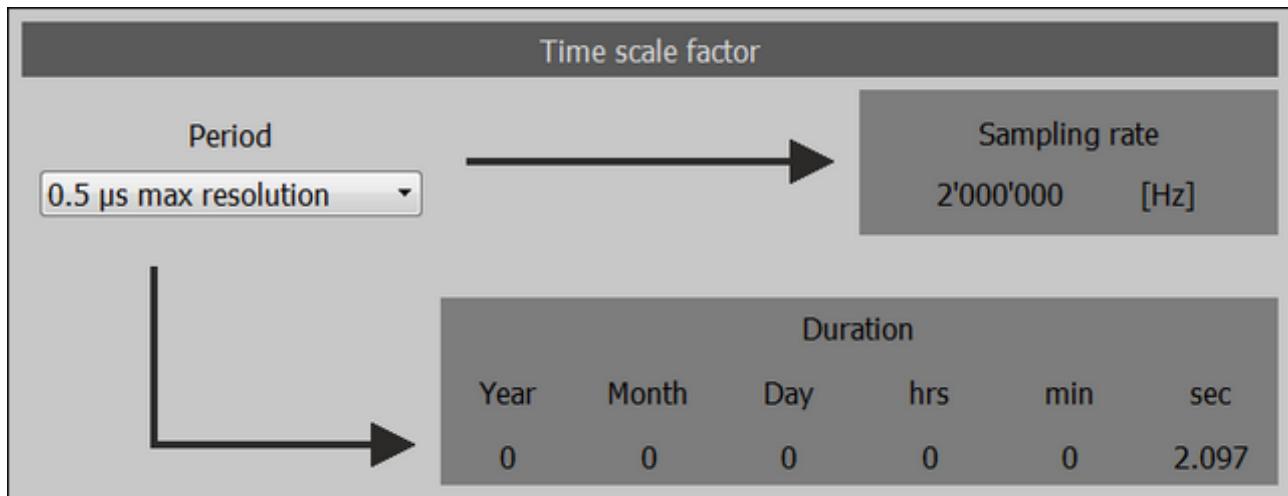
La couleur bleue correspond au signal analogique sélectionné. Si c'est un signal utilisable dans l'équation de trigger :

- le signal est configurable dans le menu "Trigger Setting".
- le signal est sélectionnable dans le menu "Trigger Function".
- le trace est visible sous l'onglet "Trig" et "Roll".

Si le signal n'est pas utilisable dans l'équation de trigger, elle ne sera alors visible que dans le menu "Roll".

B.8.3 La configuration de la vitesse d'acquisition

FIGURE B.22 – La configuration de la vitesse d'acquisition "Time scale factor"

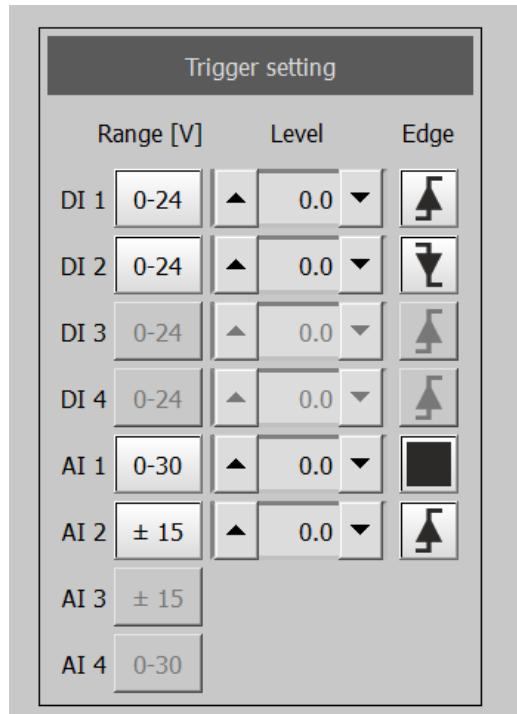


Description

Cette sélection n'est pas fonctionnelle en mode de simulation, car la vitesse sélectionnée est envoyée au micro-contrôleur. Le calcul des temps est basé sur une quantité de 65'536 valeurs sauveées. Cette quantité est fixe et non configurable.

B.8.4 La configuration des options de trigger

FIGURE B.23 –
Configuration des options de trigger



La sélection

FIGURE B.24 –
Signal désélectionné



le signal est désélectionné dans le menu des sélections des canaux "Channels selection".

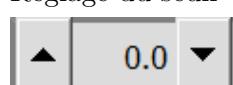
FIGURE B.25 –
Signal sélectionné



le signal est sélectionné dans le menu des sélections des canaux "Channels selection".

Le seuil de trig

FIGURE B.26 –
Règlage du seuil



Réglage du seuil de transition de trig.

La plage de tension

FIGURE B.27 –
Plage de 0 à 24 Vdc

0-24

Sélection de la plage de tension de 0 à 24 Vdc.

FIGURE B.28 –
Plage de 0 à 30 Vdc

0-30

Sélection de la plage de tension de 0 à 30 Vdc.

FIGURE B.29 –
Plage de -15 à +15 Vdc

± 15

Sélection de la plage de tension de -15 Vdc à +15 Vdc.

Les options de trig "Edge"

FIGURE B.30 –
Flanc montant



Sélection de flanc montant. Le signal est au niveau "1" logique si la valeur passe le seuil de détection de bas en haut. Sinon il reste à "0".

FIGURE B.31 –
Flanc descendant



Sélection de flanc montant. Le signal de trig est au niveau "1" logique si la valeur passe le seuil de détection de haut en bas. Sinon il reste à "0".

FIGURE B.32 –
Suivi logique



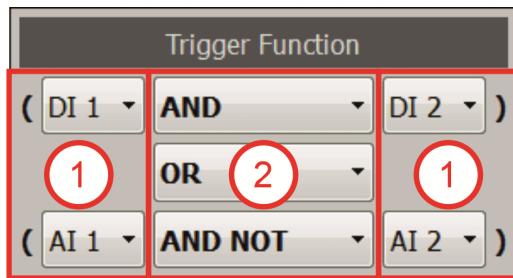
En cas de signal analogique, l'état "1" logique correspond aux valeurs supérieures ou égales au seuil. Sinon c'est une "0" logique. En cas de signal numérique, c'est un suiveur de signal.

B.8.5 La configuration de l'équation logique

Descriptif du fonctionnement

Grâce à cette interface, il est possible de choisir l'équation logique pour remplir les conditions de trigger. Si le résultat de l'équation est vérifié, alors la condition de trigger est vraie et on mémorise les valeurs.

FIGURE B.33 – Configuration de l'équation logique "Trigger Function"



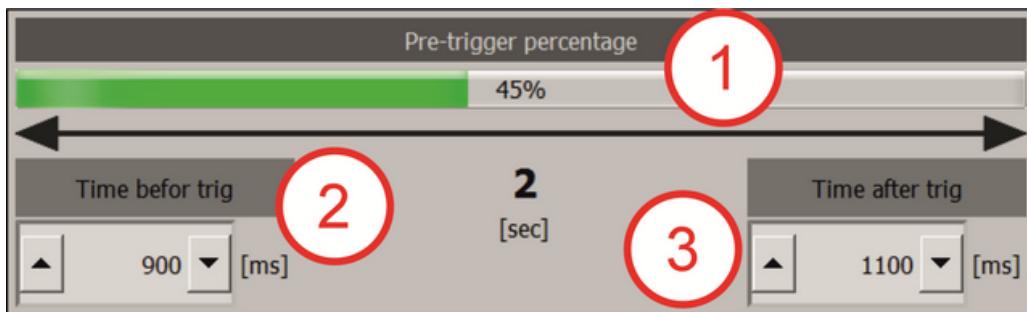
- ① Sélection des canaux de trigger. 7 choix possibles : NONE, DI1, DI2, DI3, DI4, AI1 et AI2.
- ② Sélection de l'opérateur logique : none, AND, OR, AND NOT, OR NOT.

B.8.6 La configuration du pré-trigger

Descriptif du fonctionnement

Si la condition de trig est vérifiée, alors la mémorisation des données se fait en fonction de l'ajustement du pré-trigger choisi.

FIGURE B.34 – La configuration du pré-trigger "Pretrigger setting"



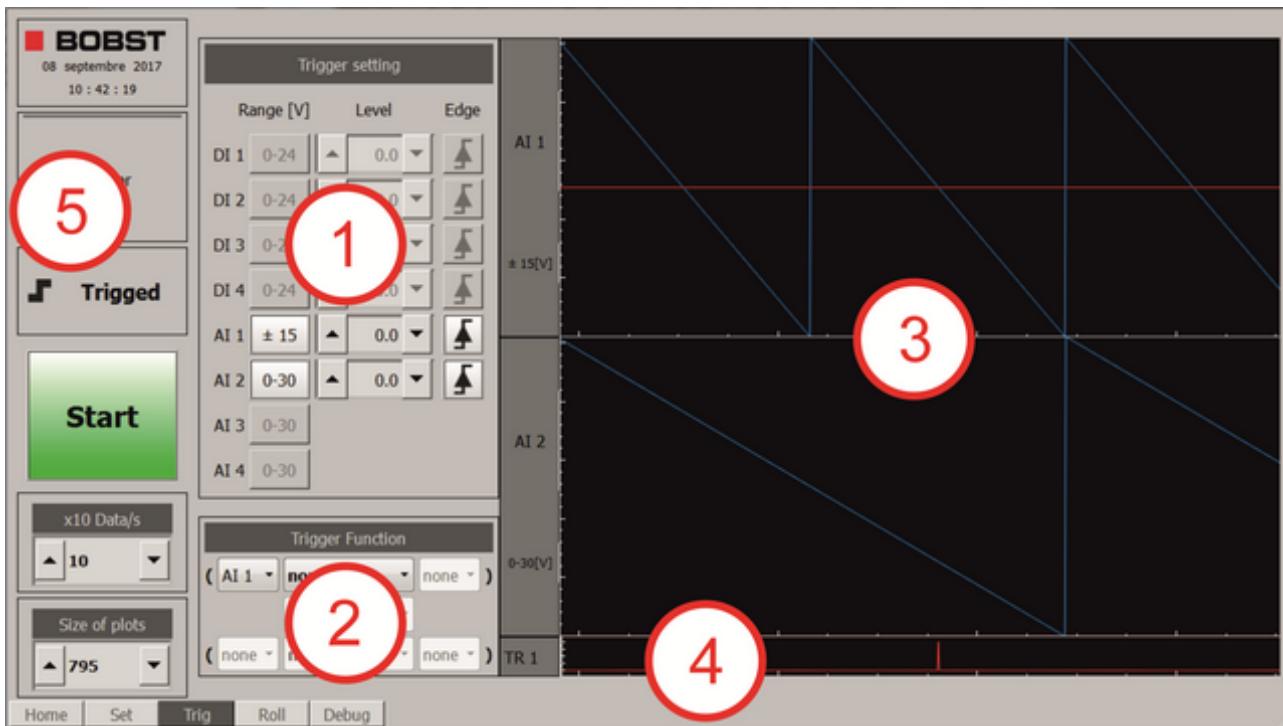
- ① Sélection du pourcentage de mémorisation, avant et après le trig. Le nombre total de trames est défini à 65'536 (un tour de compteur) selon le cahier des charges ce qui correspond à 100% du bargraphe¹.
- ② "Before trigger" correspond à la durée d'enregistrement que l'on garde avant le trig.
- ③ "After trigger" correspond à la durée d'enregistrement restant suivant le trig.

1. Indicateur visuel relatif d'un signal quelconque. Ici en %

B.9 La page de gestion du trigger "Trig"

B.9.1 Aperçu

FIGURE B.35 – La page de gestion du trigger "Trig"



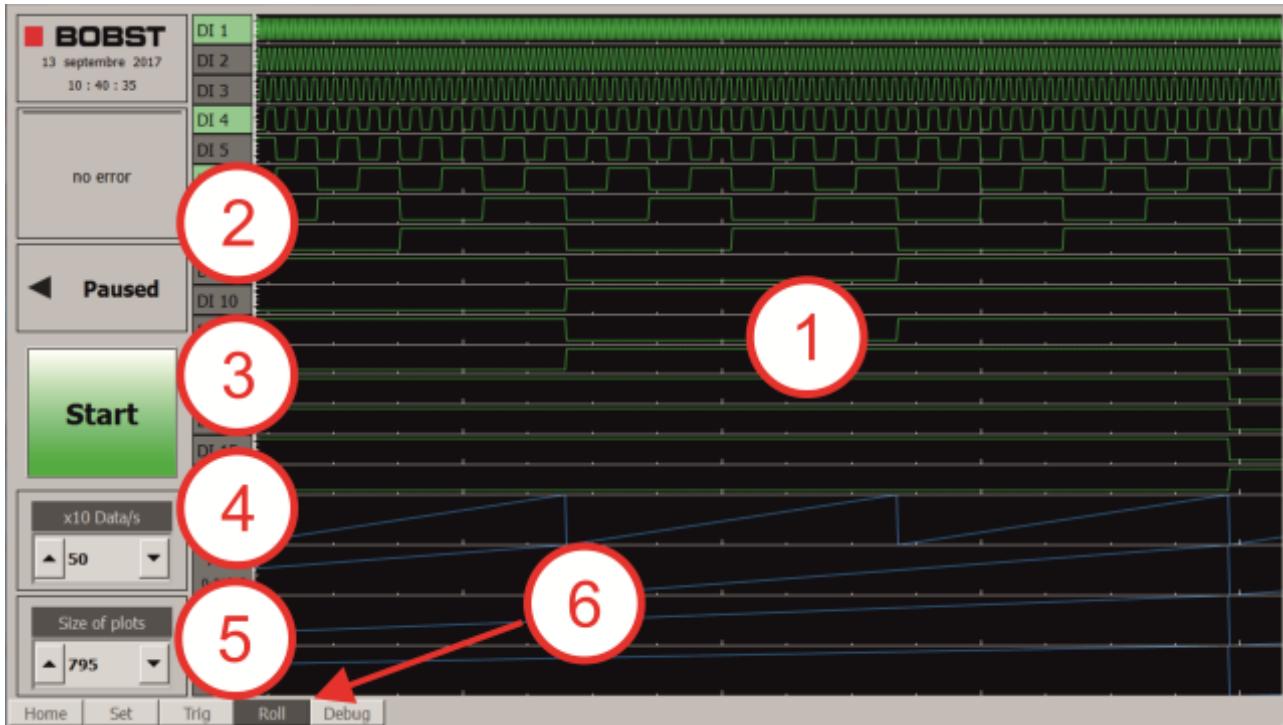
Description

- ① La configuration des options de trigger. Ce menu a la même fonction que dans la page de setting "set".
- ② La configuration de l'équation logique. Ce menu a la même fonction que dans la page de setting "set".
- ③ Affichage des traces en temps réel pour le mode de simulation. En mode d'acquisition de données, l'affichage des traces se fait en mode dégradé afin de garantir une fluidité à haute vitesse. La ligne horizontale rouge indique la valeur de seuil défini par le menu de configuration "Trigger setting".
- ④ Le graphique "TR 1" correspond au résultat graphique de l'équation.
- ⑤ Affichage de l'état de l'analyseur.
 - Ready : l'analyseur est prêt à démarrer l'analyse des signaux en temps réel.
 - Run trig : l'analyse des signaux est en cours.
 - Roll on : L'équation a été vérifiée, la sauvegarde des valeurs est en cours.

B.10 La page de visualisation des signaux "Roll"

B.10.1 Aperçu

FIGURE B.36 – La page de visualisation des signaux "Roll"



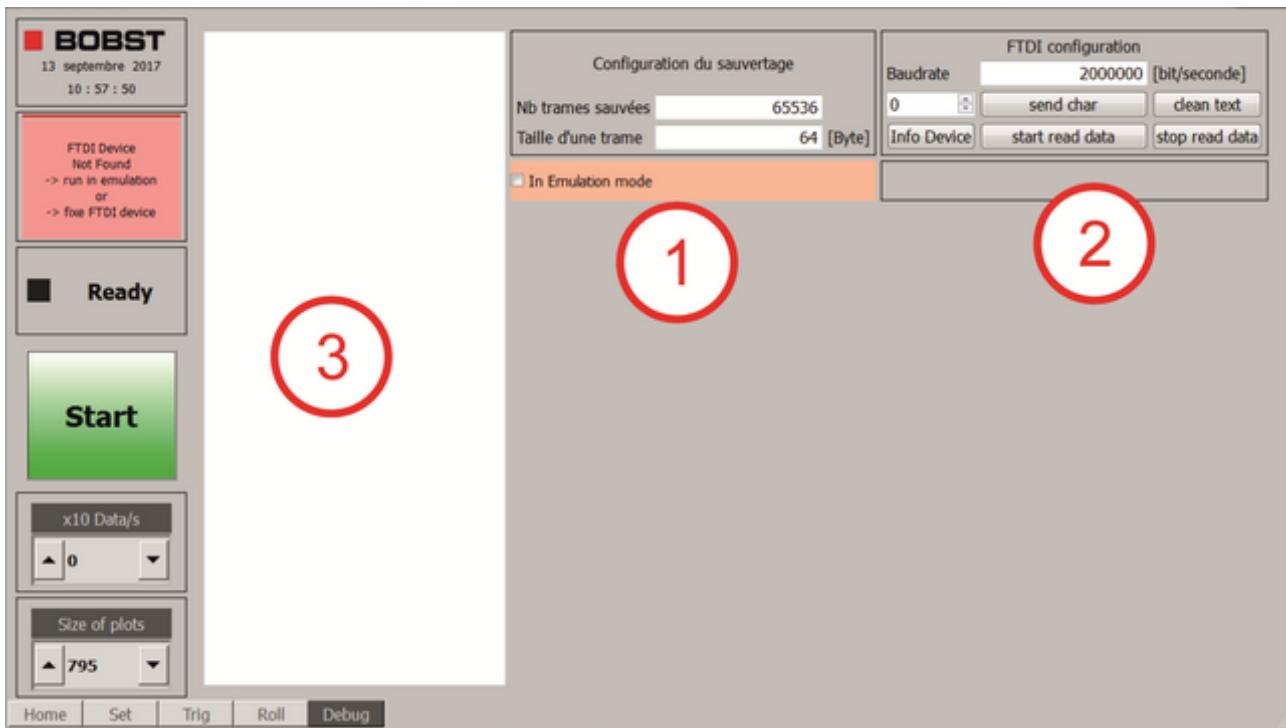
Description

- ① La visualisation des signaux. Cet affichage permet de visualiser les signaux sélectionnés dans le menu "Set" en temps réel.
- ② L'affichage de l'état de l'analyseur.
 - Ready : l'analyseur est prêt à démarrer l'affichage des signaux en temps réel.
 - Paused : l'analyse des signaux est en cours, mais l'interface est figée.
 - Roll on : l'analyse des signaux est en cours avec l'affichage en temps réel.
- ③ Le bouton de démarrage de l'analyse, ou permet de figer l'interface en cours d'analyse.
- ④ Le nombre de données créées par cycle. Plus le nombre est grand, plus la vitesse de défilement des signaux va augmenter et vice-versa.
- ⑤ L agrandissement du signal. Réduire la valeur correspond à faire un agrandissement des signaux. On peut aussi appeler cela un "zoom in".
- ⑥ En appuyant sur ce bouton, cela permet de stopper la création et l'analyse des données.

B.11 La page de développement "Debug"

B.11.1 Aperçu

FIGURE B.37 – La page de développement "Debug"



Description

- ① Sélection possible pour passer du mode d'analyse en mode de simulation.
- ② Outil pour tester le fonctionnement du périphérique FTDI¹.
- ③ Affichage textuel des commandes du périphérique FTDI¹.

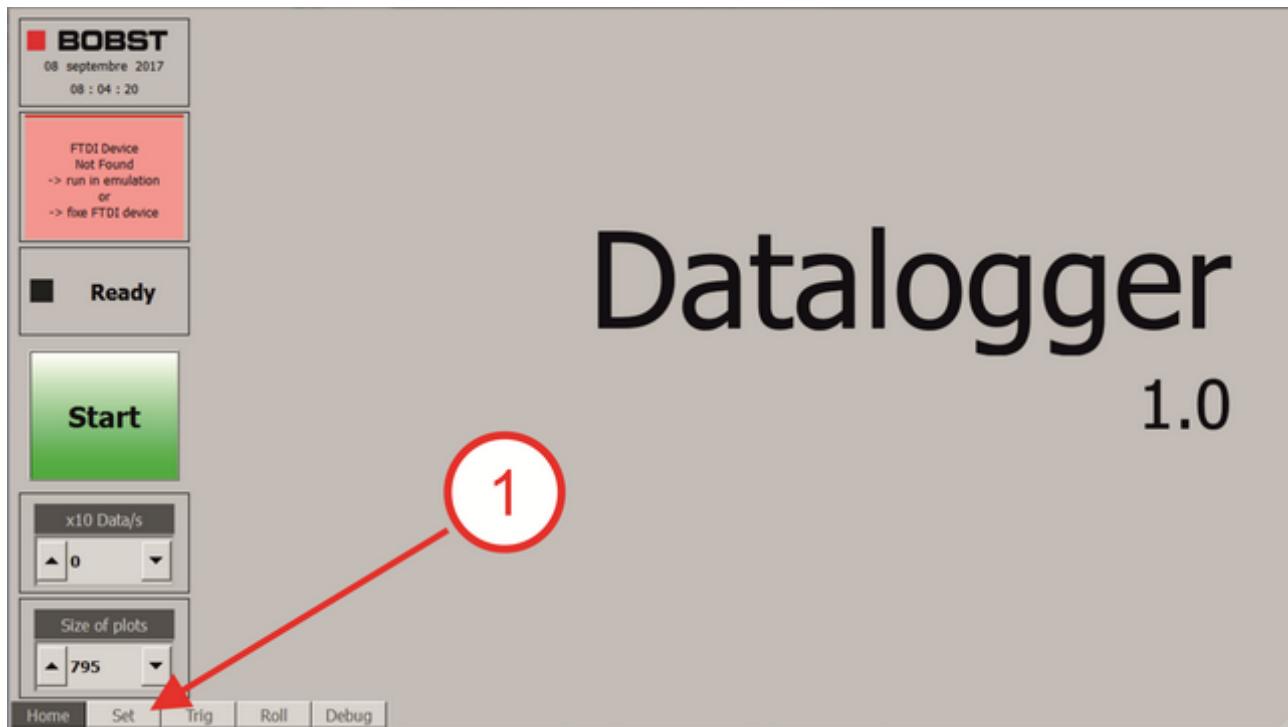
1. Fabricant du circuit, Future Technology Devices International Ltd.

B.12 Exemple de fonctionnement de l'analyseur

B.12.1 Mode d'analyseur en temps réel.

Etape n°1 :

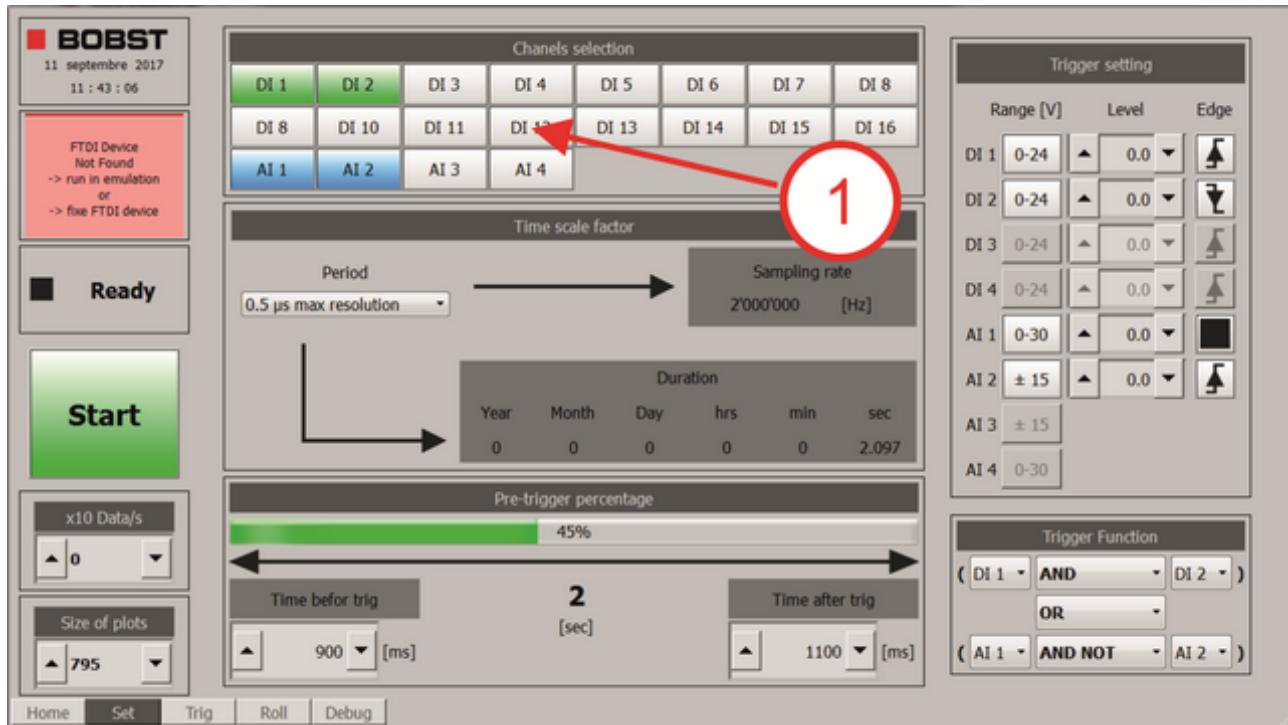
FIGURE B.38 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°1



- ① Sélectionner le menu "Set", afin de configurer les traces à analyser.

Etape n°2 :

FIGURE B.39 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°2



Description

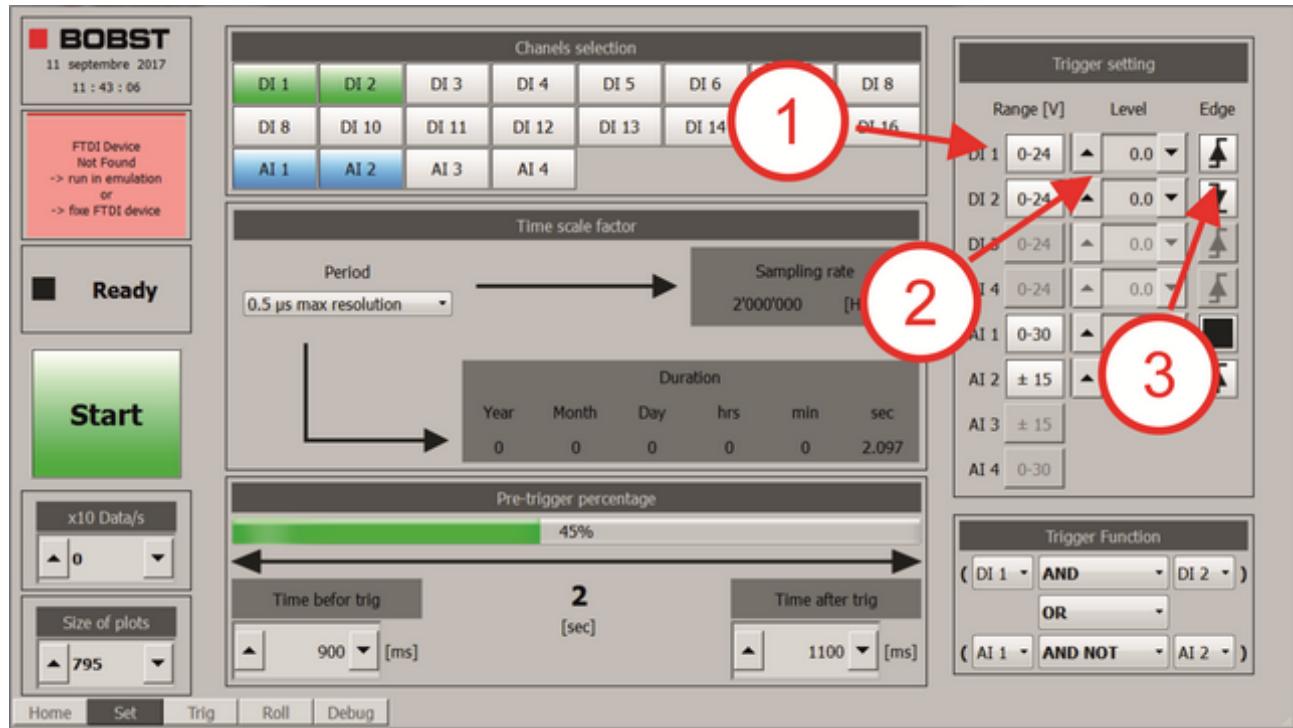
- 1** Sélectionner les canaux à analyser.

Informations supplémentaires

Dans cet exemple, le canal DI1, DI2, AI1, AI2 sont sélectionnés.

Etape n°3 :

FIGURE B.40 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°3



- 1** Sélectionner la plage de tension.

Pour les canaux numériques la plage est fixe de 0 à 24 Vdc.

Pour les canaux analogiques, deux choix sont possibles : 0 à 30 Vdc ou -15 à +15 Vdc.

- 2** Régler le seuil de tension.

Cette valeur n'est pas utilisée dans le cadre de ce travail de Bachelor. Dans le futur, elle devra être transférée à la carte d'acquisition afin de configurer les seuils réglables de ces entrées analogiques avec détecteur de seuil.

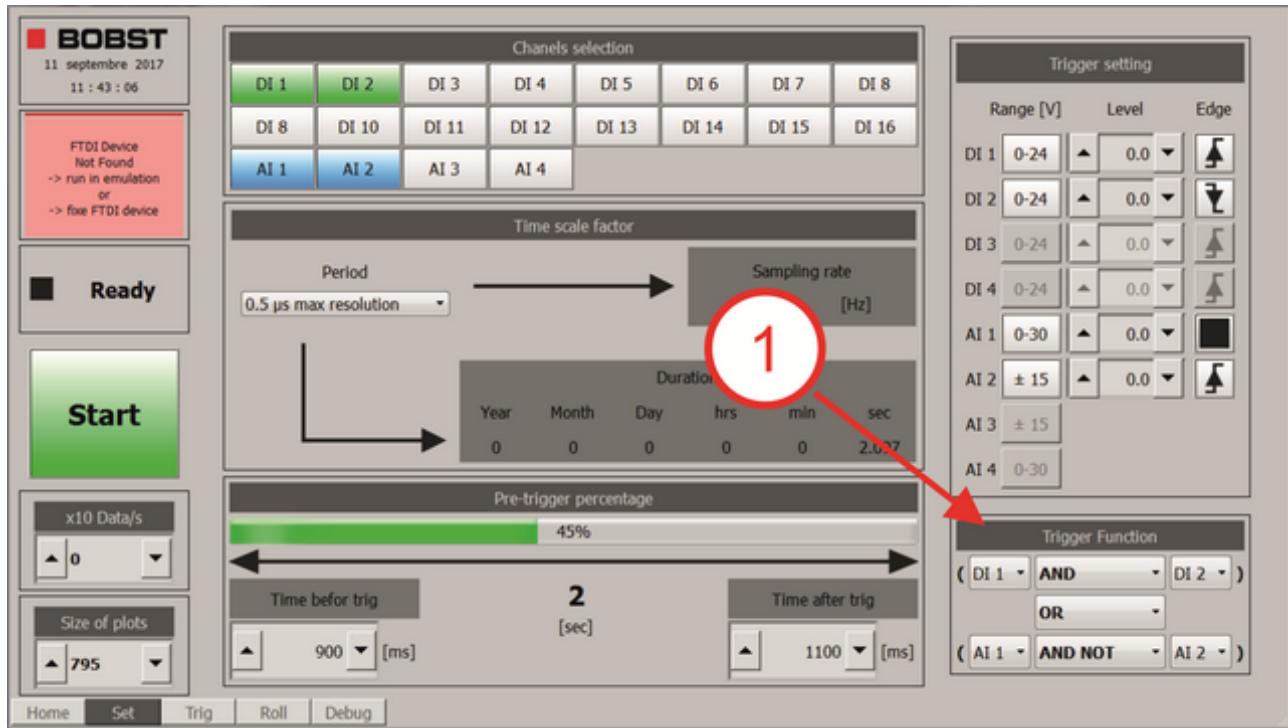
- 3** Régler la détection de flanc.

Informations supplémentaires

Ces réglages peuvent aussi être effectués dans la page de visualisation des triggers.

Etape n°4 :

FIGURE B.41 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°4



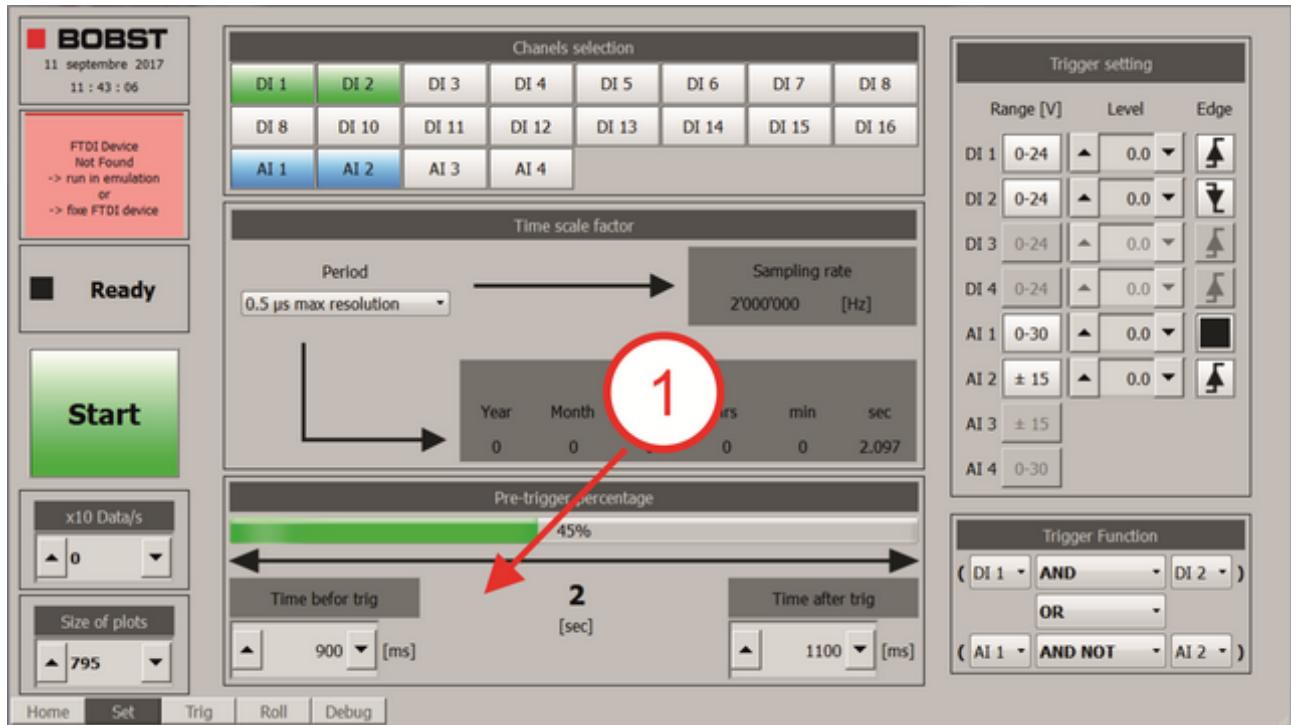
- ① Configurer l'équation logique.

Informations supplémentaires

Ces réglages peuvent aussi être effectués dans la page de visualisation des triggers.

Etape n°5 :

FIGURE B.42 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°5



1 Sélectionner le pré-trigger.

"Time befor trig" : correspond au temps sauvegardé avant le trig.

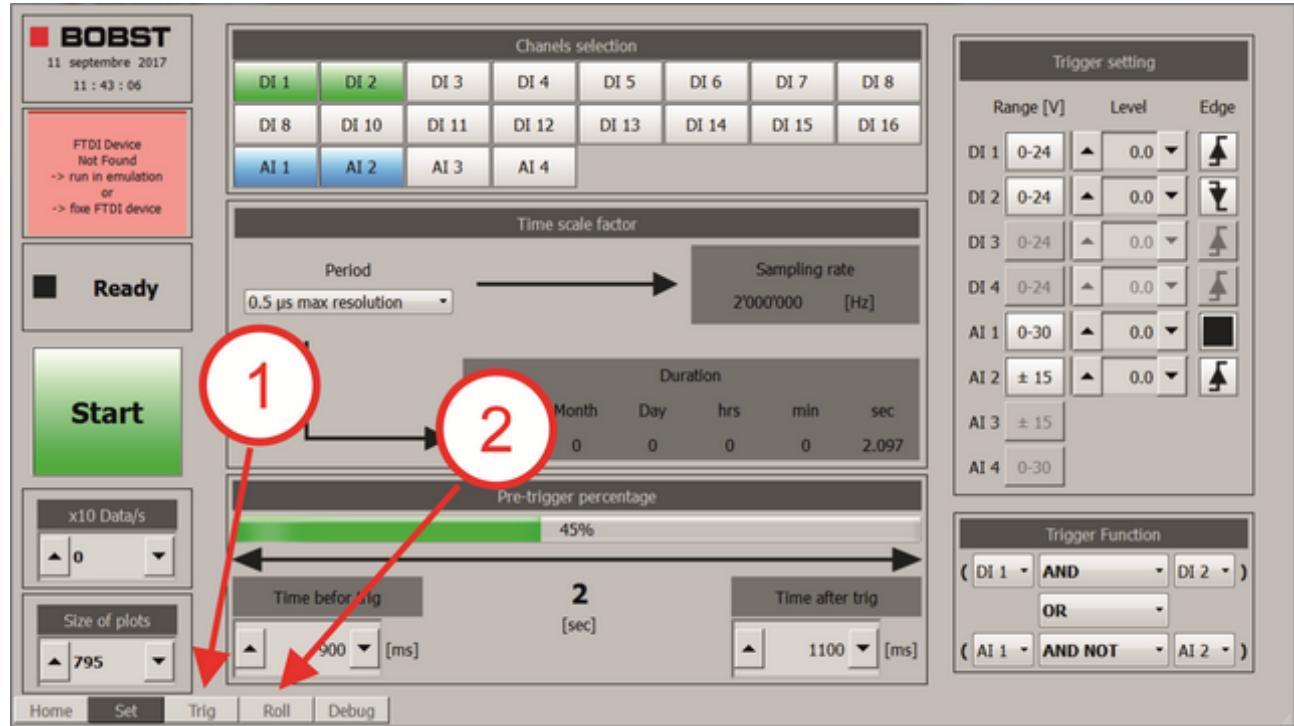
"Time after trig" : correspond au temps sauvegardé après le trig.

Informations supplémentaires

Ces réglages peuvent aussi être effectués dans la page de visualisation des triggers.

Etape n°6 :

FIGURE B.43 – Mode d'analyseur temps réel, étape n°6



- ① Pour démarrer en mode d'analyse avec trigger, cliquer sur l'onglet "Trig".
- ② Pour passer en mode d'affichage des traces en temps réel, cliquer sur l'onglet "Roll".

Informations supplémentaires

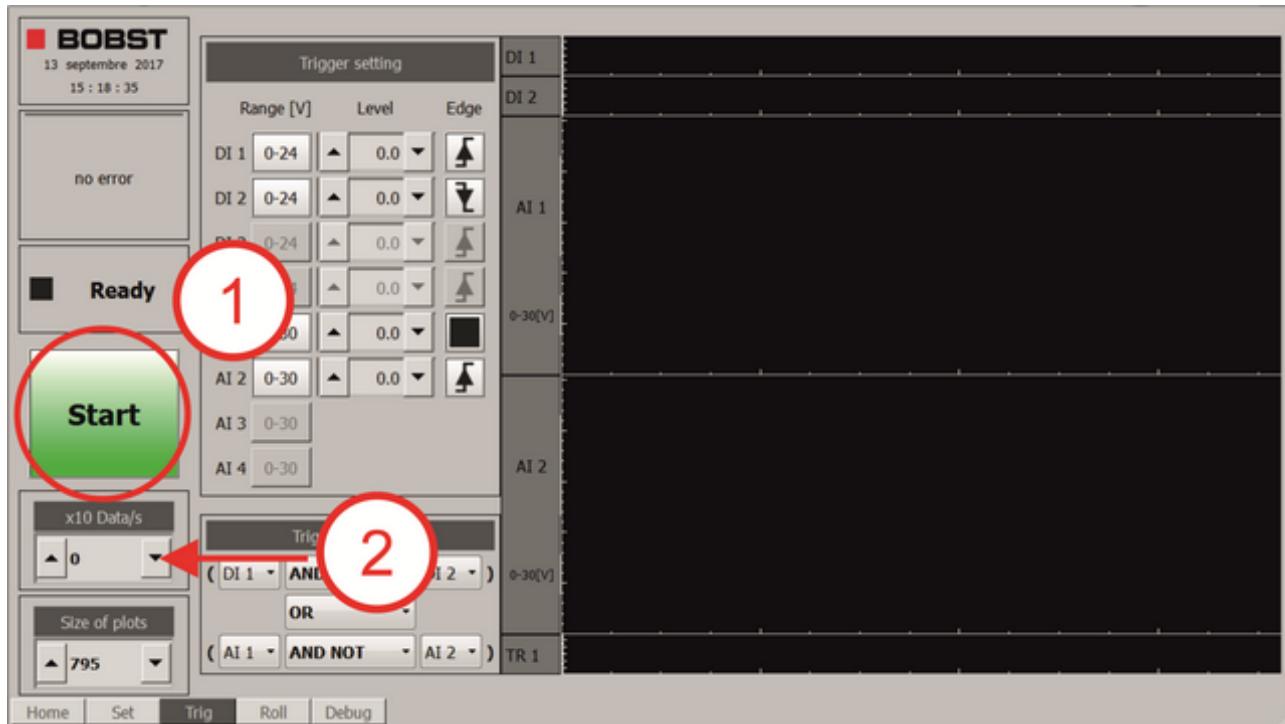
Le chapitre "analyse en mode trigger" contient la description pour utiliser l'appareil en mode de trigger couplé avec l'équation logique.

Le chapitre "analyse en mode Roll" contient la description pour utiliser l'appareil en mode de visualisation des signaux en temps réel.

B.12.2 Analyse en mode de trigger :

Etape n°1 :

FIGURE B.44 – Analyse en mode trigger, étape 1 :



- ① Appuyer sur le bouton vert "Start" pour démarrer l'analyse.
- ② Augmenter la valeur de "x10 Data" afin de commencer l'analyse. Plus la valeur est grande, plus la quantité de trame analysée sera élevée. ce qui augmente la vitesse de défilement des graphiques des traces.

Informations supplémentaires

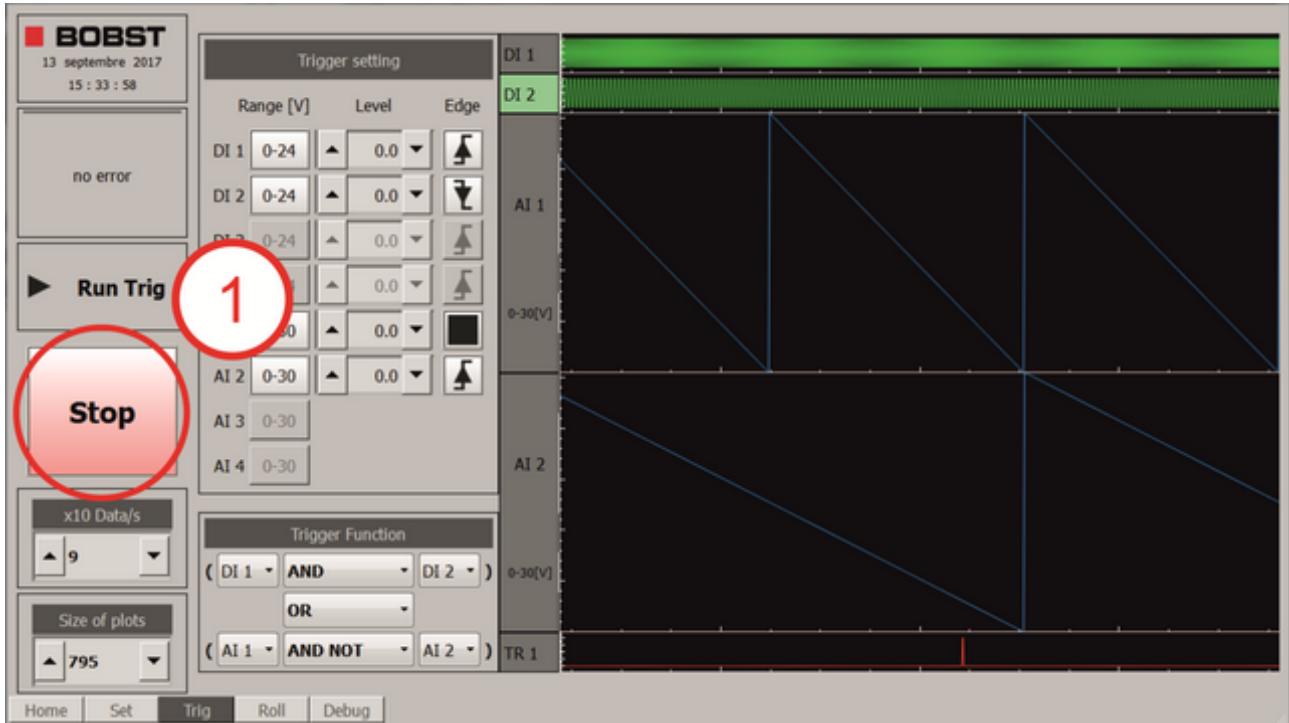
L'analyse démarre si l'état de l'appareil est "Ready" ou "Triggered". Le status change alors en "Run Trig", ce qui signifie que l'appareil est en cours d'analyse des données et de vérification de l'équation.

Si l'équation est vérifiée, l'enregistrement des données commence et le mode passe à "Triggered".

Un deuxième appui sur le bouton arrête la lecture et l'analyse des données.

Etape n°2 :

FIGURE B.45 – Analyse en mode trigger, étape 2 :



- ① Appuyer sur le bouton rouge "Stop" pour arrêter l'analyse, l'appareil passe en état "Stopped" puis "Ready".

Informations supplémentaires

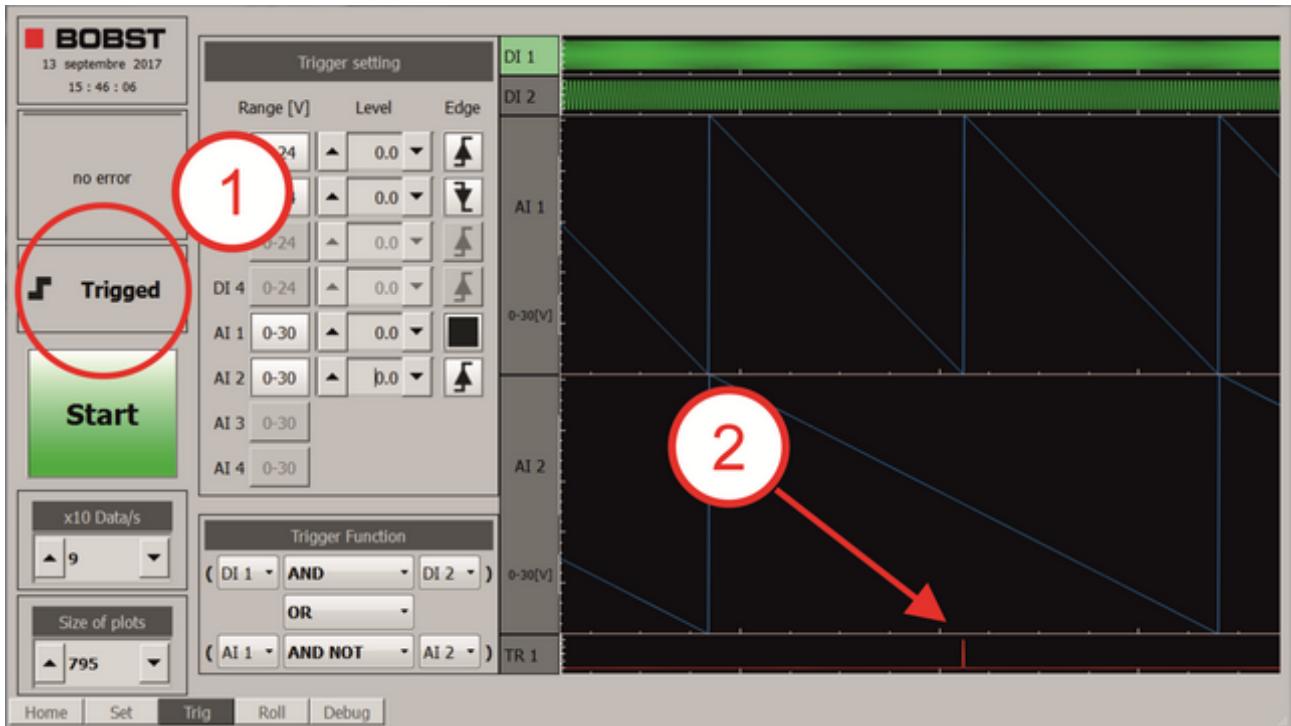
Il est à tout moment possible de modifier les valeurs de réglage des triggers et de l'équation. Pour ajouter un canal, il faut le sélectionner dans le menu de "Channels setting" en appuyant sur l'onglet "Set".

L'état "Stopped" est très court, il est probable de ne pas le visualiser à l'interface.

En état "Ready", il est possible de redémarrer l'analyse comme décrit à l'étape n°1.

B.12.3 L'équation vérifiée :

FIGURE B.46 – Analyse en mode trigger, l'équation vérifiée :



- ① L'appareil passe automatiquement en état "Triggered" et sauvegarde les valeurs selon le réglage du pré-trigger. Le sauvetage une fois terminé l'affichage des traces arrête de défiler.
- ② La droite verticale dans le canal "TR1" montre l'endroit où l'équation a été vérifiée.

Informations supplémentaires

Il est possible que la droite verticale de trig soit en dehors du graphique. Dans ce cas, diminuer le temps "Time after trig" dans le menu setting.

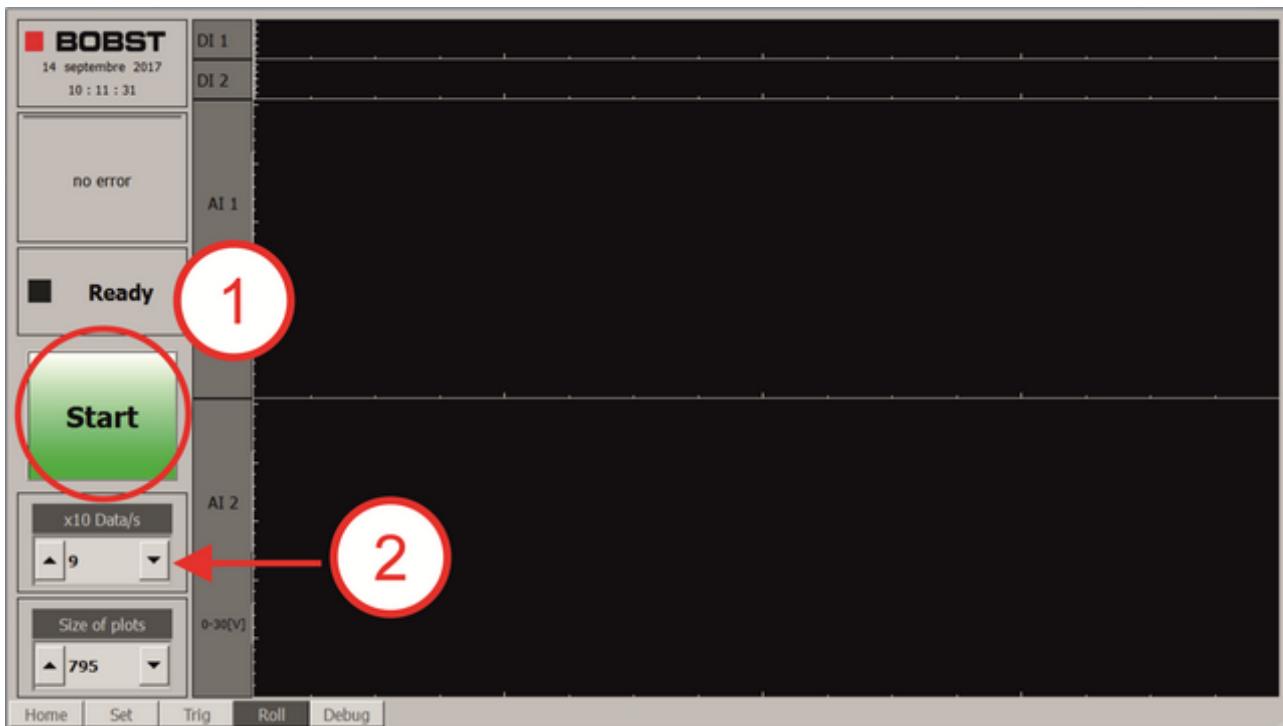
Pour accéder au menu Setting, appuyer sur la touche "Set".

Il est possible de relancer l'analyse en appuyant à nouveau sur le bouton vert "Start".

B.12.4 Analyse en mode de visualisation :

Etape n°1 :

FIGURE B.47 – Analyse en mode de visualisation :, étape 1 :



- ① Appuyer sur le bouton vert "Start" pour démarrer l'analyse.
- ② Augmenter la valeur de "x10 Data" afin de commencer l'analyse. Plus la valeur est grande, plus la quantité de trame analysée sera élevée. ce qui augmente la vitesse de défilement des graphiques des traces.

Informations supplémentaires

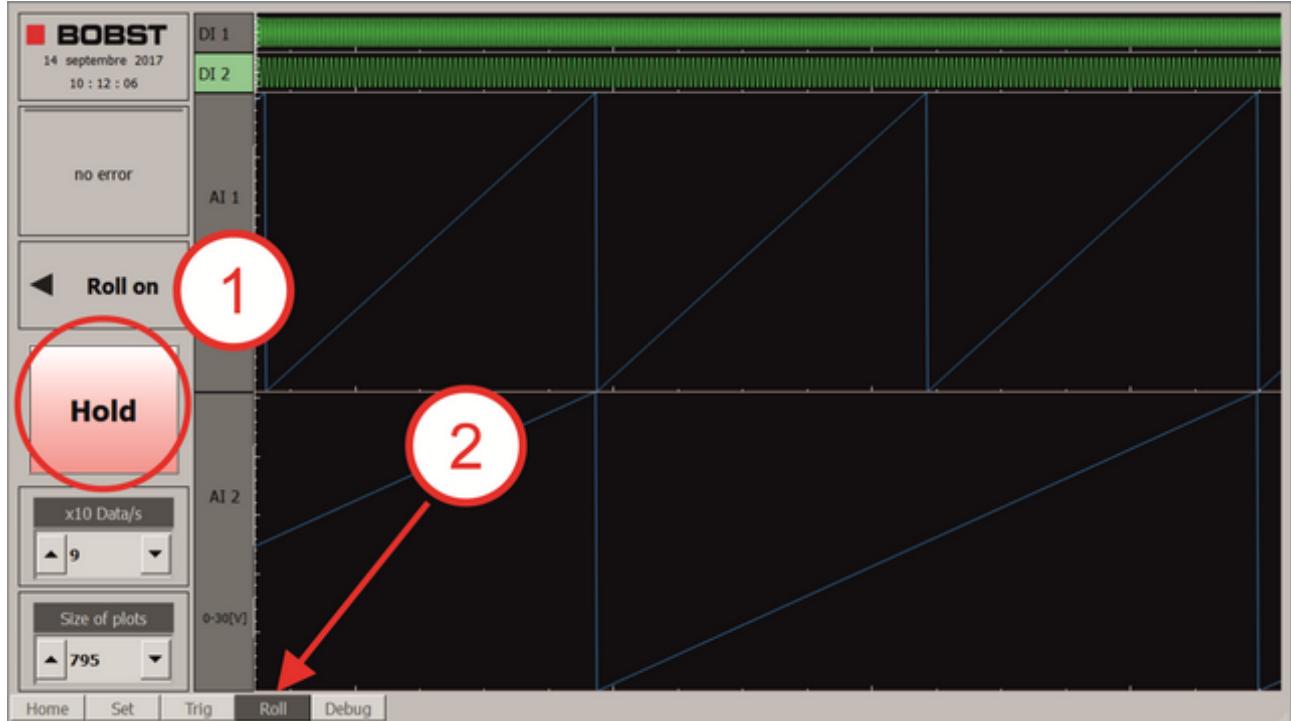
L'analyse démarre si l'état de l'appareil est "Ready" ou "Triggered". Le status change alors en "Run Trig", ce qui signifie que l'appareil est en cours d'analyse des données et de vérification de l'équation.

Si l'équation est vérifiée, l'enregistrement des données commence et le mode passe à "Triggered".

Un deuxième appui sur le bouton arrête la lecture et l'analyse des données.

Etape n°2 :

FIGURE B.48 – Analyse en mode de visualisation ;, étape 1 :



- ① Appuyer sur le bouton rouge "Hold" pour suspendre l'affichage mais l'analyse continue.
- ② Pour arrêter l'analyse et stopper l'affichage des trces, appuyer sur l'onglet "Roll".

Informations supplémentaires

L'affichage redémarre en appuyant sur le bouton "Hold". Aucune valeur n'est sauvegardée.

L'appuie sur le bouton "Hold" réactive l'affichage des traces.

Il est à tout moment possible d'arrêter l'analyse en appuyant sur l'onglet du menu "Roll".

C.0 P.V. séance

C.1 Historique des entretiens

Date	Emplacement	Durée
22 Août 2017	Bureau C03a, Route de Cheseaux 1, 1401 Yverdon-les-Bains.	1 heures
11 Septembre 2017	Bureau C03a, Route de Cheseaux 1, 1401 Yverdon-les-Bains.	1 heures

C.2 P.-V. séance du 22 août 2017

Participants : M. Bressy Pierrs, M. Blessemaille Sébastien

Durée : 45 minutes.

Localisation : Bureau C03a, Route de Cheseaux 1, 1401 Yverdon-les-Bains.

Sujet : Situation du TB 2017.

Points abordés :

- Feed-back de la pré-étude :
 - La présentation générale est bonne.
 - Enlever la numérotation 0.0 de la table des matières.
 - Les temps du planning sont faux. A corriger
 - Les temps du diagramme des tâches sont faux. A corriger
- Principe d'aquisition des données :
Utiliser un buffer circulaire de la taille de 65636 données. Implémenter les pointeur d'entrée et de sortie et contrôler qu'ils ne sont pas au même endroit.

C.3 P.-V. séance du 11 septembre 2017

Participants : M. Bressy Pierrs, M. Blessemaille Sébastien

Durée : 60 minutes.

Localisation : Bureau C03a, Route de Cheseaux 1, 1401 Yverdon-les-Bains.

Sujet : Situation du TB 2017.

Points abordés :

- Feed-back sur l'interface graphique :
 - L'interface est de bonne qualité mais le choix des couleurs est tristes. Trop gris. Je me suis inspiré du design de nos interfaces de dernière génération afin de ne pas avoir trop de problèmes avec notre équipe de communication.
- Structure du mémoire :
 - Le diagramme de classes, le diagramme des signaux et slots et les graphs d'états sont à mettre dans le chapitre nommé "conceptions"
 - Le manuel utilisateur est à mettre en annexe.
 - Le schéma de câblage est à mettre en annexe.
 - Le schéma de connectivité est à mettre en annexe.
- Pré-étude :
 - La préétude est transmise à l'expert, pas besoin de la mettre en annexe. Il est possible de faire des références vers ce document dans le mémoire.
- Organisation de la défense :
 - L'organisation de la défense est faite par mon conseiller et l'expert est choisi par la doyenne. J'ai demandé d'avoir la salle 2 heures avant ma présentation afin de me préparer correctement. La date me sera communiquée après la remise du mémoire le 29 septembre.
- Commentaire du code :
 - On m'a conseillé d'utiliser Doxygen¹. Il génère une documentation automatiquement selon une syntaxe de commentaire définie. Les commentaires se font dans le .h, ceux du .cpp sont pour le développeur.

1. Générateur de documentation sous licence libre. sources : <http://www.stack.nl/dimitri/doxygen/>

D.0 Tableau de calculs des masques binaires

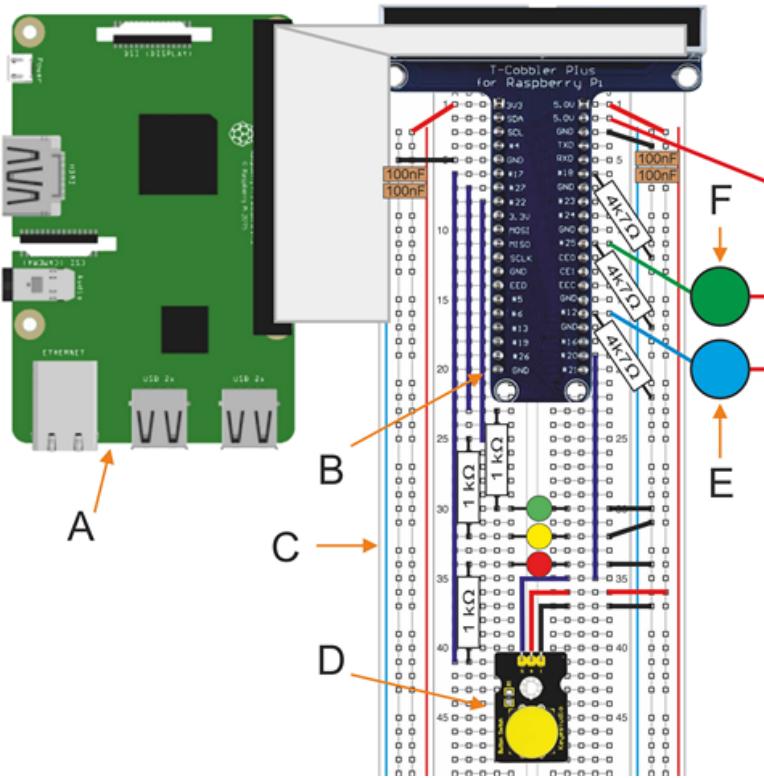
FIGURE D.1 – Calcul des masques binaires page 1 sur 3

FIGURE D.2 – Calcul des masques binaires page 2 sur 3

FIGURE D.3 – Calcul des masques binaires page 3 sur 3

E.0 Le Câblage

FIGURE E.1 – Plan de câblage pour l'application



source A : fritzing.org

source B : www.ece.utah.edu

source C : fr.aliexpress.com

source D : www.keyestudio.com

source E : Bouton poussière bleu

source F : Bouton poussière vert

Le câblage et les éléments ont été ajoutés par mes soins sur l'image

E.0.1 Composants utilisés

- Résistance 1K : 1 k Ω 1/4 W 5%
- Résistance 4K7 : 4,7 k Ω 1/4 W 5%
- Condensateur : 100 nF céramique
- Led rouge : HLMP 4700 rouge
- Led verte : HLMP 4700 verte
- Led jaune : HLMP 4700 jaune
- Kit de connexion : Kit de chez Vococal acheté sur Amazon.co.uk
- Bouton poussoir bleu venant du mandant
- Bouton poussoir vert venant du mandant

F.0 Les périphériques d'accès et d'interfaces

Afin de pouvoir se connecter, j'ai utilisé l'application realvnc¹.

La connexion est simple, efficace et cryptée.

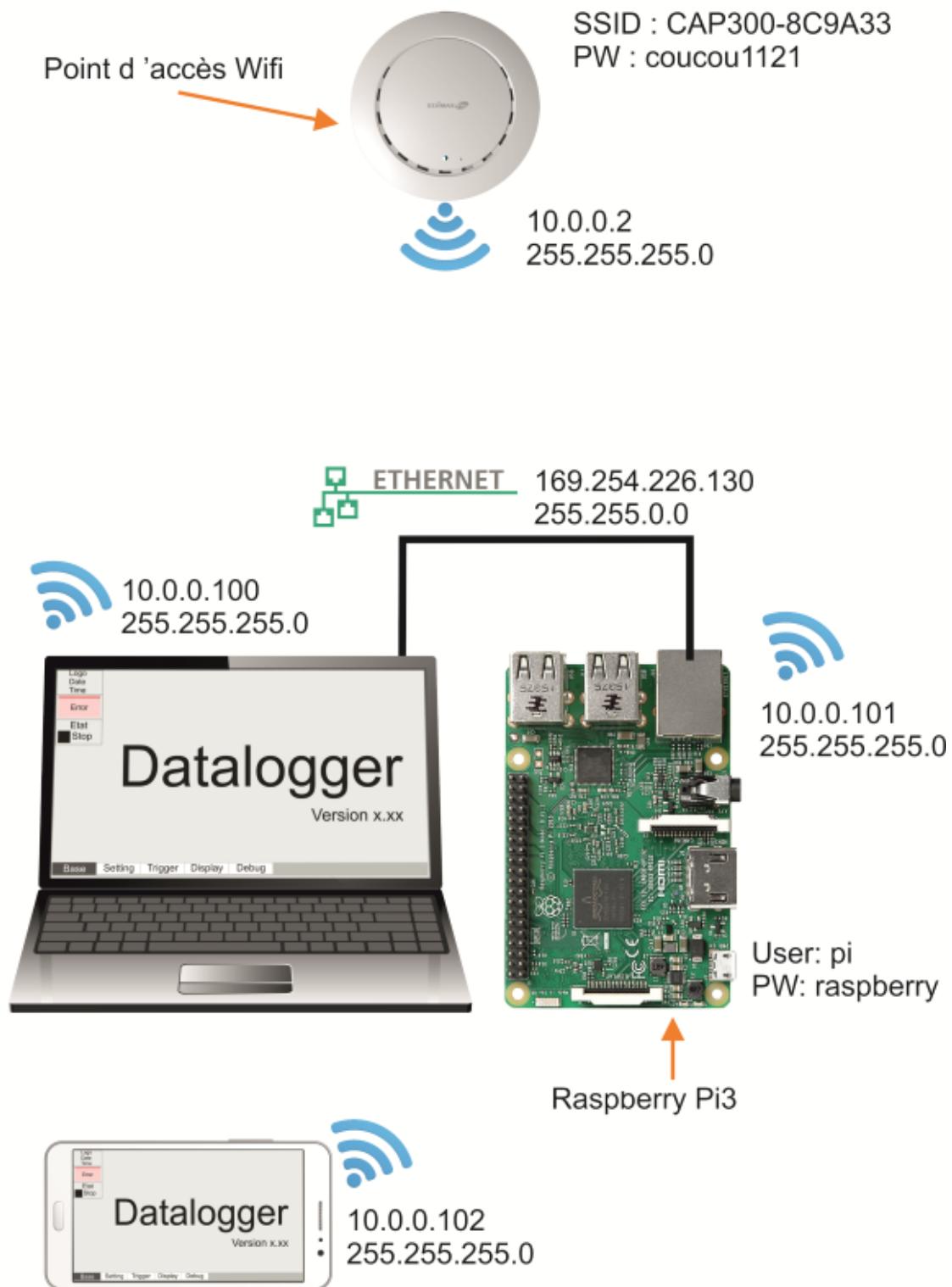
J'ai laissé les mots de passe d'origine. Le choix définitif des accès sera effectué plus tard.

Le plan de connexion en page suivante indique les configurations à effectuer en fonction du choix de l'utilisateur.

1. Doxygen est un générateur de documentation sous licence libre capable de produire une documentation logicielle à partir du code source d'un programme.

sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Doxygen>

FIGURE F.1 – Le schéma de connexion



F.0 Table des figures

1.1	Architecture pressentie	16
5.1	Architecture du simulateur sous Windows	32
5.2	Architecture du simulateur sous Linux	34
5.3	Diagramme des classes héritées de QThread	36
5.4	Diagramme des classes héritées de QObject	37
5.5	Diagramme des classes héritées de QWidget	38
5.6	Diagramme des classes héritées de QFrame	39
5.7	Diagramme des classes héritées de QMainWindow	40
5.8	Diagramme des classes mères et énumérations	41
5.9	Diagramme des signaux et slots	43
5.10	Diagramme des états principaux de l'application	45
5.11	Diagramme des états du mode "Roll"	46
5.12	Diagramme des états du mode "Trig"	47
5.13	Diagramme des états d'affichage	48
5.14	Équation logique sélectionnée à l'interface	50
5.15	Conversion selon le tableau	50
6.1	Mesure de vitesse dans le mode "Roll"	54
6.2	Mesure de vitesse dans le mode "Trig"	56
8.1	Echéancier détaillé page 1 sur 2	63
8.2	Echéancier détaillé 2 sur 2	64
8.3	planning page 1 sur 2	66
8.4	planning page 2 sur 2	67
8.5	Bilan des heures	68
9.1	Graphique du bilan des heures	70
B.1	La page de démarrage	89
B.2	L'affichage principal	90

B.3	FTDI Device not found	91
B.4	No channels selected	91
B.5	No trigger channel selected	91
B.6	Etat "Init"	92
B.7	Etat "Ready"	92
B.8	Etat "Run Trig"	92
B.9	Etat "Triggered"	92
B.10	Etat "Roll on"	92
B.11	Etat "Paused"	92
B.12	Etat "Start"	93
B.13	Etat "Stop"	93
B.14	Etat "Hold"	93
B.15	La vitesse d'acquisition	94
B.16	La résolution du graphique	94
B.17	La page de configuration "Set"	95
B.18	La sélection des traces "Channels selection"	96
B.19	Signal pas sélectionné	96
B.20	Signal numérique sélectionné	96
B.21	Signal analogique sélectionné	96
B.22	La configuration de la vitesse d'acquisition "Time scale factor"	97
B.23	Configuration des options de trigger	98
B.24	Signal désélectionné	98
B.25	Signal sélectionné	98
B.26	Règlage du seuil	98
B.27	Plage de 0 à 24 Vdc	99
B.28	Plage de 0 à 30 Vdc	99
B.29	Plage de -15 à +15 Vdc	99
B.30	Flanc montant	99
B.31	Flanc descendant	99
B.32	Suivi logique	99
B.33	Configuration de l'équation logique "Trigger Function"	100
B.34	La configuration du pré-trigger "Pretrigger setting"	100

B.35	La page de gestion du trigger "Trig"	101
B.36	La page de visualisation des signaux "Roll"	102
B.37	La page de développement "Debug"	103
B.38	Mode d'analyseur temps réel, étape n°1	104
B.39	Mode d'analyseur temps réel, étape n°2	105
B.40	Mode d'analyseur temps réel, étape n°3	106
B.41	Mode d'analyseur temps réel, étape n°4	107
B.42	Mode d'analyseur temps réel, étape n°5	108
B.43	Mode d'analyseur temps réel, étape n°6	109
B.44	Analyse en mode trigger, étape 1 :	110
B.45	Analyse en mode trigger, étape 2 :	111
B.46	Analyse en mode trigger, l'équation vérifiée :	112
B.47	Analyse en mode de visualisation :, étape 1 :	113
B.48	Analyse en mode de visualisation :, étape 1 :	114
D.1	Calcul des masques binaires page 1 sur 3	120
D.2	Calcul des masques binaires page 2 sur 3	121
D.3	Calcul des masques binaires page 3 sur 3	122
E.1	Plan de cablage pour l'application	123
F.1	Le schéma de connexion	126