



ECOLE
POLYTECHNIQUE
DE BRUXELLES

B-IRCI :2 - 202122

TRAN-H201-INFO3

Rapport de Conception

Lucas PLACENTINO

Robin AFUERA

Felix ROSSO

Kamil PIETRASZ

2021



Table des matières

1	Design du séquenceur	1
1.1	Comparaison d'idées de designs	1
1.1.1	Premier design proposé	1
1.1.2	Deuxième design proposé	2
1.1.3	Troisième design proposé	2
1.2	Conclusion Design	3
2	Utilisation	4
2.1	Diagramme d'utilisation	4
2.2	Exemples de scénario	4
3	Interface	7
3.1	Encodeurs rotatifs et bouton	7
3.2	Écran LCD	7
3.3	Prises Jacks	8
4	Circuit et composants	9
4.1	Composants	9
4.2	Remarques	10
4.3	Schéma	11
4.3.1	Option 1 - sans <i>Logic Level Shifter</i>	11
4.3.2	Option 2 - avec <i>Logic Level Shifter</i>	12
	Références	13

Design du séquenceur

Pour conceptualiser notre séquenceur, nous avons décidé de proposer un design chacun et de faire une comparaison.

1.1 Comparaison d'idées de designs

1.1.1 Premier design proposé

Ce design comprend 2 boutons qui ont pour but de changer de mode (step, tempo, pitch, ...) et un encodeur rotatif permettant de choisir la valeur de ce mode.

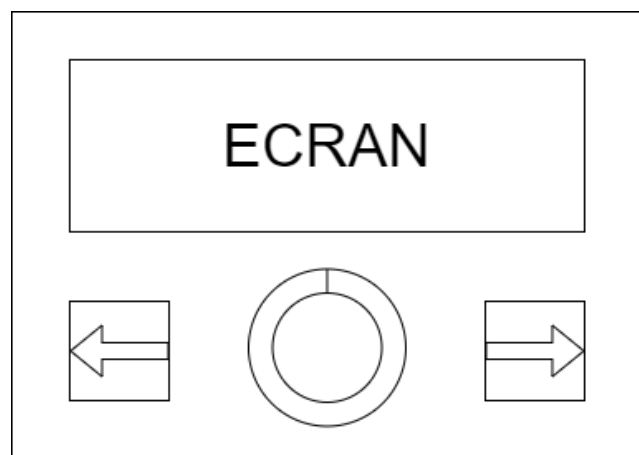


FIGURE 1.1: Premier design

Il a pour avantage de n'avoir que 3 encodeurs analogiques et donc un circuit électrique simple. Ses inconvénients sont que l'utilisation n'est pas très intuitive et que les possibilités de manipulation sont réduites.

1.1.2 Deuxième design proposé

Ce design comporte un encodeur rotatif par mode et des LEDs qui indiquent le *step* actuel.

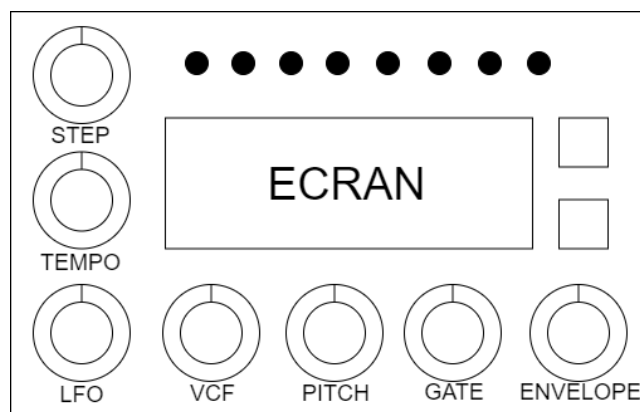


FIGURE 1.2: Deuxième design

En comparaison au précédent, il paraît plus intuitif et permet plus de possibilités de manipulation. Par contre, son circuit électrique sera plus complexe à modéliser et fabriquer.

1.1.3 Troisième design proposé

Ce design a un fonctionnement similaire au précédent.

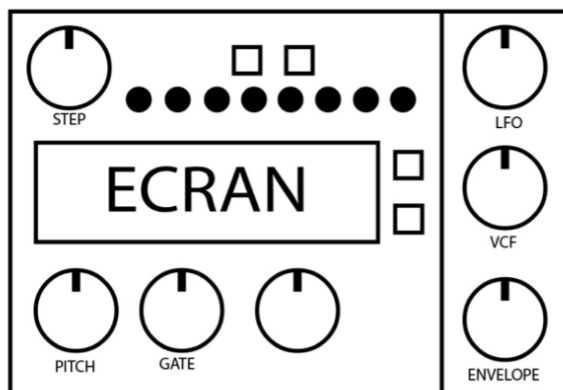


FIGURE 1.3: Troisième design

À la différence du second design, celui-ci n'a pas de bouton de réglage de tempo et a un affichage différent.

1.2 Conclusion Design

Le design des modèles 2 et 3 présentent plus d'avantages et ressemblent davantage au séquenceur auquel nous aimerions aboutir. Nous avons donc décidé de faire un mélange de ces deux derniers modèles.

La présence d'un encodeur rotatif pour définir le tempo est nécessaire. Mettre les commandes relatives à une note en bas de l'écran et les commandes relatives à l'ensemble des notes sur la droite nous paraît plus intuitif et logique. Nous avons aussi décidé d'ajouter un bouton "silence".

Voici le design final de notre séquenceur :

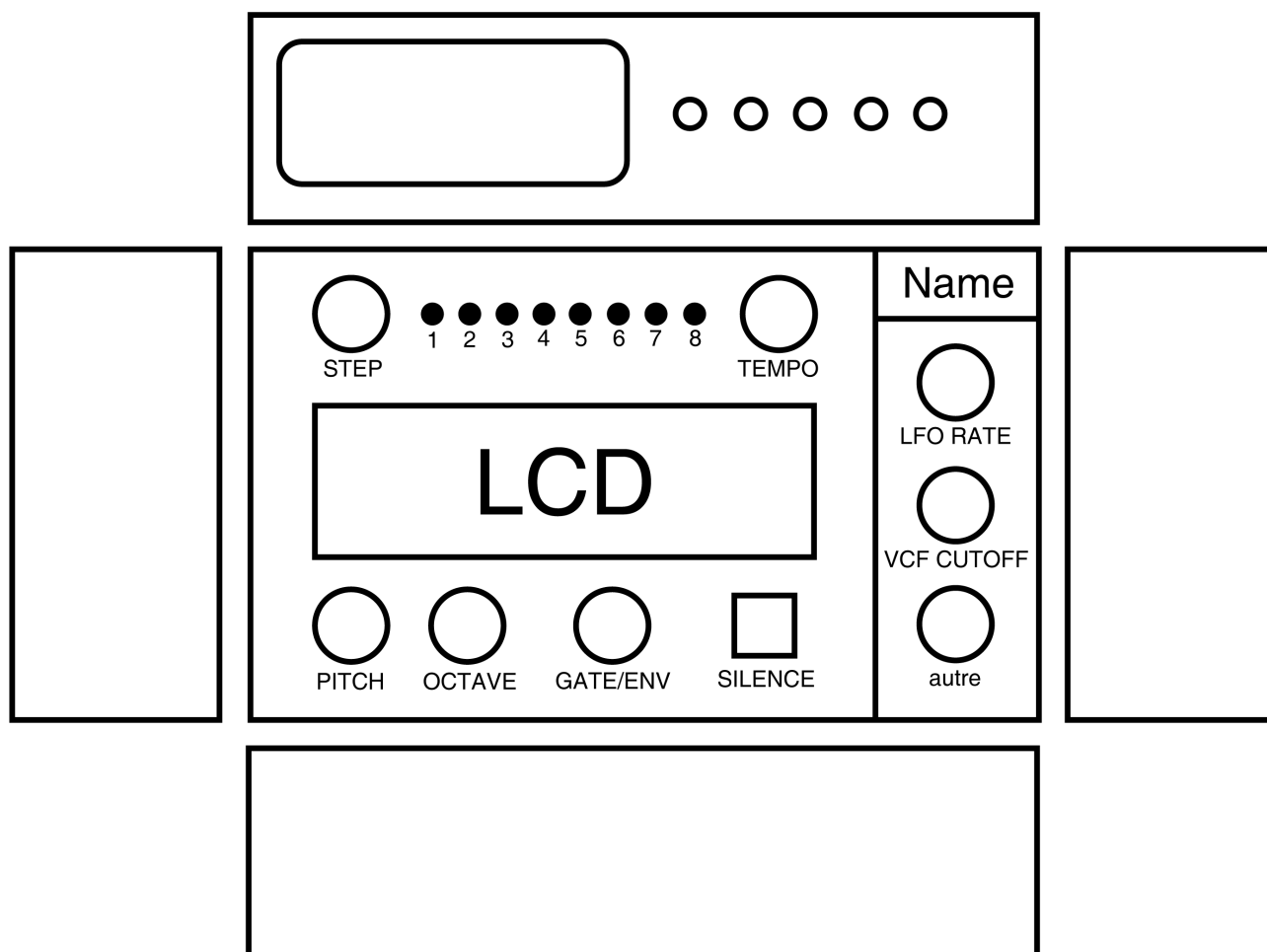


FIGURE 1.4: Design final (Dimensions/échelle non corrects.)

2.1 Diagramme d'utilisation

Le diagramme d'utilisation (Fig 2.1) décrit toutes les fonctionnalités du séquenceur.

2.2 Exemples de scénario

Voici des exemples de scénario d'utilisation du séquenceur.

- L'utilisateur veut définir le *step* n°7 en G3. Il va tourner l'encodeur rotatif de sélection du *step*, puis va tourner celui du *pitch* jusqu'à arriver à la note G affichée à l'écran. Enfin, il va tourner l'encodeur rotatif de l'octave jusqu'à ce que l'écran l'affiche à 3. Le séquenceur va donc savoir que lorsqu'il envoie sa note du *step* n°7 au DAC, il enverra un enchainement de bits qui sera traduit par le DAC en tension entre 0 et 5 Volt qui correspond à la tension requise par le synthétiseur pour générer la bonne note (qui est G3).
- L'utilisateur veut modifier la fréquence *cutoff* du VCF à 200 Hertz. Il va tourner l'encodeur rotatif du VCF *Cutoff* jusqu'à ce que l'écran lui affiche cette fréquence. Le séquenceur va alors envoyer un enchainement de bits au DAC qui traduira cela en une tension comprise entre 0 et 5 Volt qui correspond à la tension requise par le synthétiseur pour définir le *cutoff* du VCF à la bonne fréquence.
- L'utilisateur veut insérer un silence au *step* n°2. Il va donc sélectionner le bon *step* à l'aide de son encodeur rotatif, il va ensuite appuyer sur le bouton silence. L'écran lui affichera que le *step* n°2 est *mute*. Le séquenceur ne va donc envoyer aucun signal au DAC et au synthétiseur pour qu'aucun son ne soit joué à ce *step* n°2.

La figure 2.2 illustre un autre cas, plus général, d'une utilisation du séquenceur.

Remarque : L'ordre des actions une fois le pas sélectionné est arbitraire.

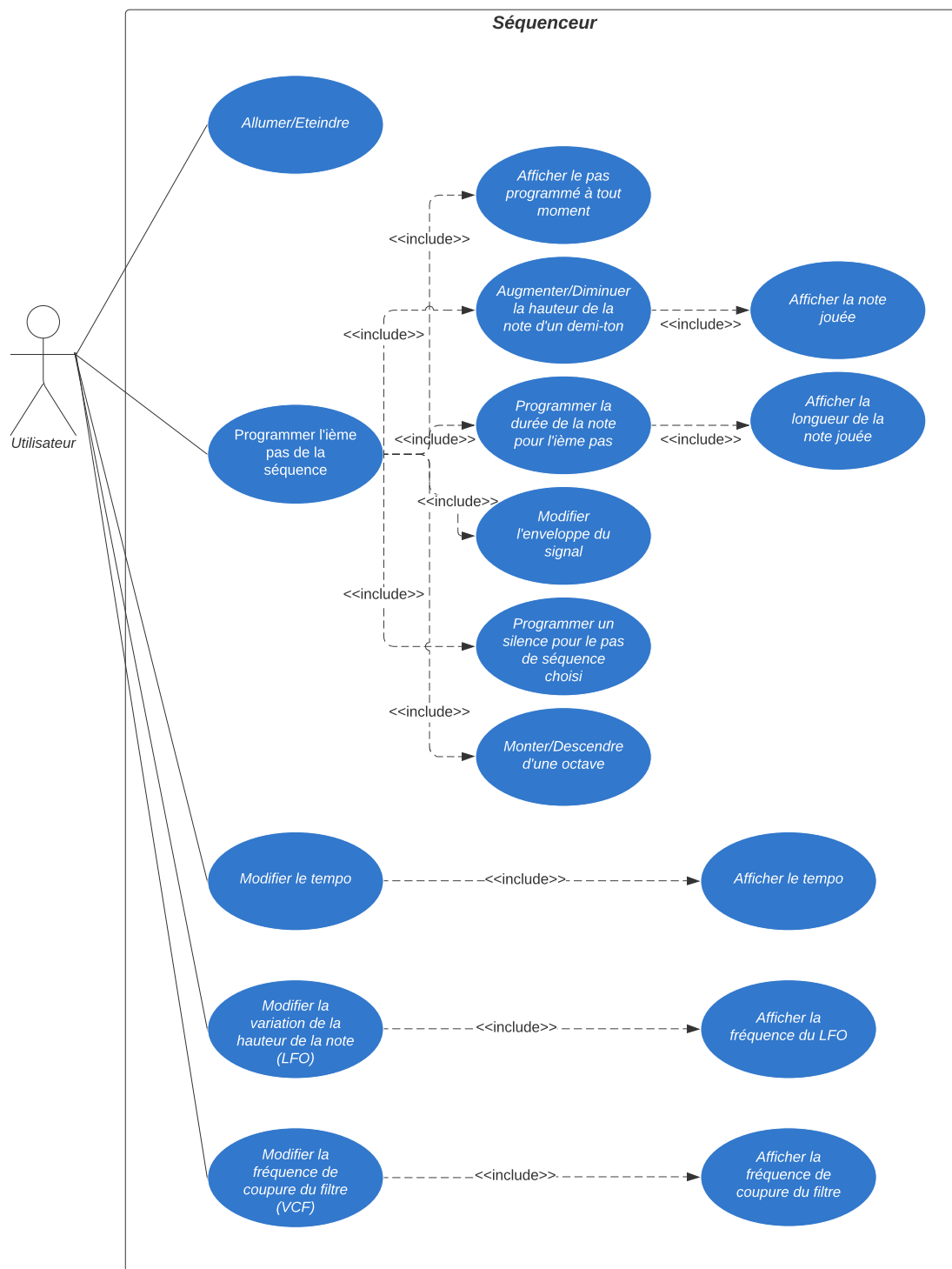


FIGURE 2.1: Diagramme de cas d'utilisation du séquenceur

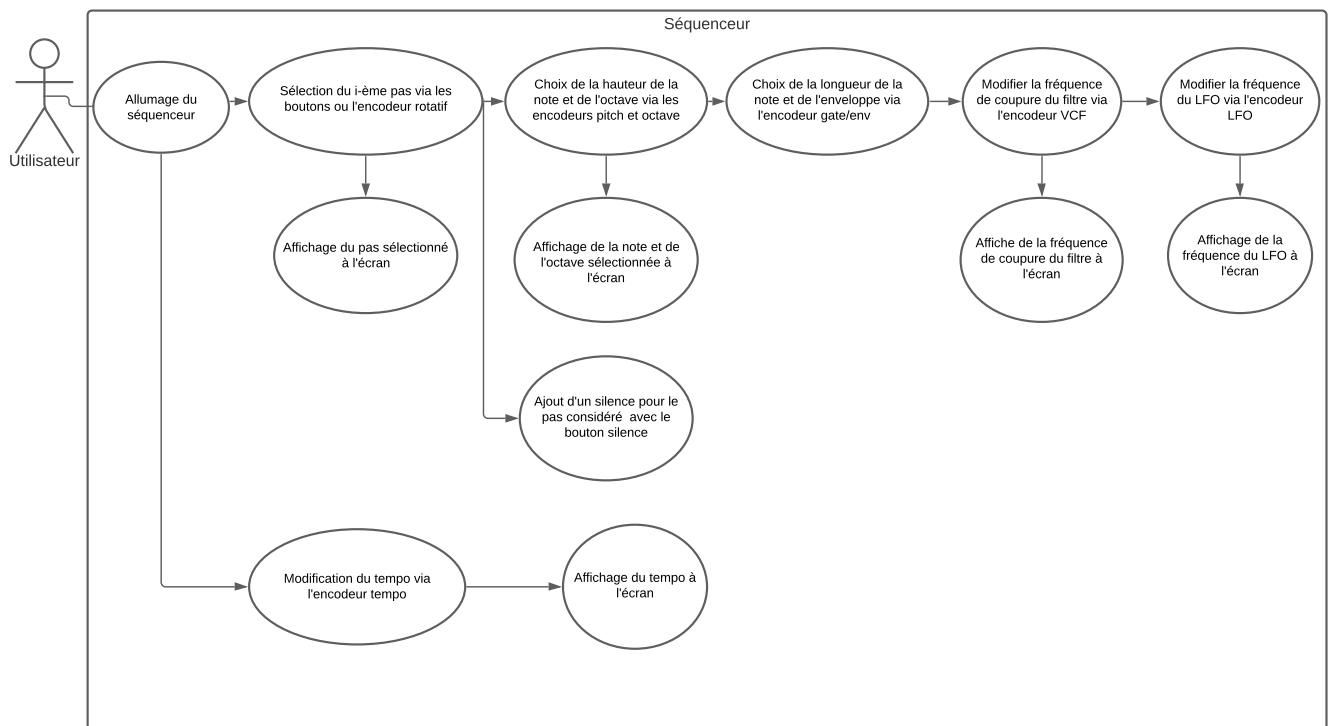


FIGURE 2.2: Exemple d'utilisation du séquenceur

L'interface du séquenceur repose sur des commandes ergonomiques (boutons, encodeurs rotatifs) et un écran LCD pour permettre à l'utilisateur de naviguer dans la séquence, tout en ayant la possibilité de modifier les paramètres déjà encodés.

3.1 Encodeurs rotatifs et bouton

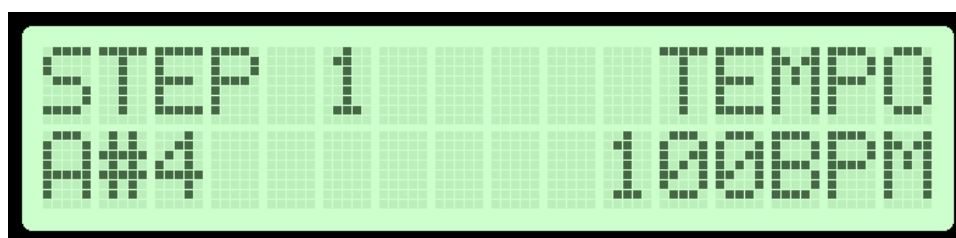
L'utilisateur changera les paramètres du séquenceur à l'aide d'encodeurs rotatifs (crantés ou non). Il y a un encodeur rotatif pour chaque paramètre.

Un bouton sera aussi disponible pour ajouter un silence pour le pas considéré

3.2 Écran LCD

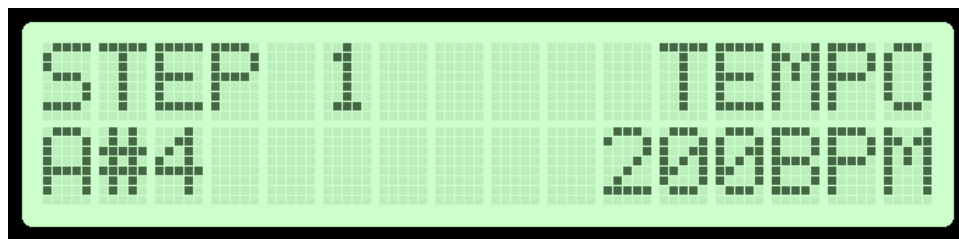
L'écran affichera le dernier paramètre modifié, avec sa valeur, et le pas concerné. Le tempo et LFO concernent toutes les notes bien qu'ils afficheront une note.

— Voici l'écran "principal" du séquenceur

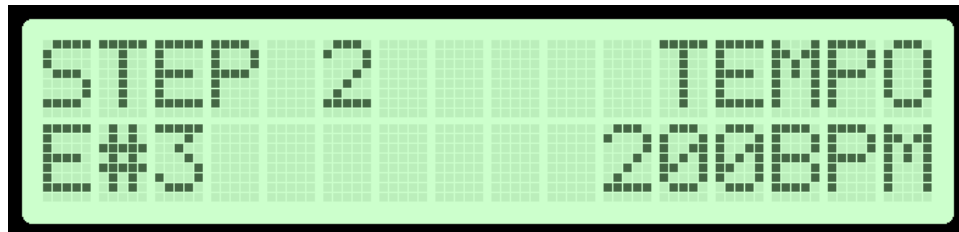


Voici ce que l'écran affichera si :

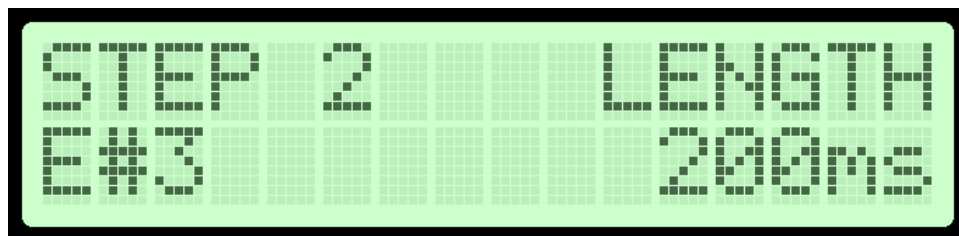
— Le tempo est réglé à 200 battements par minute au premier pas.



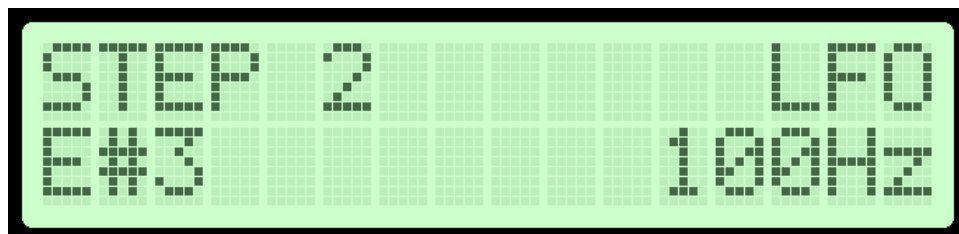
— La note Mi-dièse (E#) de la troisième octave est assignée au deuxième pas.



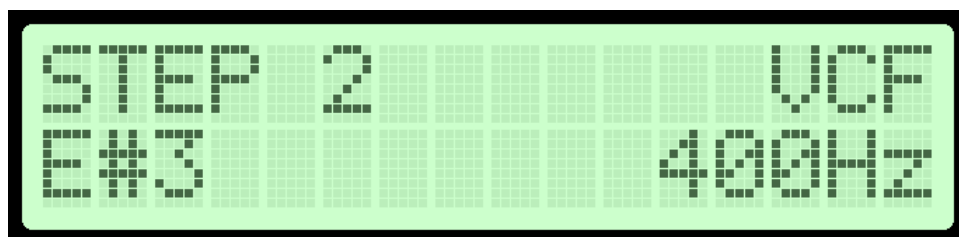
— La longueur de la note (GATE) est réglée à 200ms au deuxième pas.



— Le LFO est réglé à 100Hz.



— Le VCF est réglé à 400Hz au deuxième pas.



Les images ci-dessus ont été générées à l'aide du site LCD Display Screenshot Generator [AvtSd].

3.3 Prises Jacks

Des prises Jacks femelles, situées à l'arrière, serviront à relier le séquenceur au *patchbay* du synthétiseur grâce à des câbles Jacks.

Les schémas de circuits (4.3) ne sont pas réellement des schémas électriques, mais plutôt des schémas visuels permettant d’avoir une idée du circuit physique du séquenceur.

4.1 Composants

- Le séquenceur est un Behringer CRAVE [BehSd]. Il s’agit un séquenceur semi-modulaire, mis à disposition par l’Université.
- Les DACs choisis pour ces schémas sont : un DAC haute précision de 12bit pour le *pitch*, et un DAC *4-channels* de 8bit pour les autres paramètres. Il est possible d’utiliser deux DAC *2-channels* de 8bit à la place du quad-DAC. Ces DACs communiquent en SPI [Tex10] avec la Raspberry Pi.
- Un *Port Expander* de huit *I/O* (PCF8574 [Tex01]) I²C [Cyp15] est utilisé pour les huit LEDs afin de ne pas utiliser huit *PINs* de la Raspberry Pi, mais seulement deux. Un même *Port Expander* pourrait être utilisé pour les encodeurs rotatifs. Ces LEDs sont chacune accompagnée d’une résistance de 330Ω.
- Le LCD [AZDSd] est un simple LCD 16x2 avec contrôleur HD44780 [Hit99], sur lequel est attaché un *Backpack* I²C pour l’interfacer à la Raspberry Pi avec seulement deux fils (partagés avec le *Port Expander*).
- Huit encodeurs rotatifs sont présents pour le contrôle des différents paramètres, et sont reliés directement aux *GPIOs* de la Raspberry Pi.
- Cinq prises *JACKs* femelles 3.5mm [Swi93] sont branchées aux DACs pour les relier au synthétiseur à l’aide de câbles.
- Un bouton poussoir *SPST* temporaire est relié directement aux *GPIOs* de la Raspberry Pi.
- Enfin, le cerveau central est une Raspberry Pi 3B+ [Ras18].

4.2 Remarques

Remarques composants :

Sur l'option 2 (4.3.2), deux *Logic Level Shifters* [SpaSd] (3.3V-5V) sont rajoutés. Ces derniers permettent de s'assurer de l'utilisation des protocoles SPI et I²C des composants 5V avec la Raspberry Pi qui, elle, communique en 3.3V sur ses *GPIOs*. Leur utilisation n'est pas obligatoire, mais évite d'éventuels risques de dommages électriques si, lors de la construction du prototype, du 5V était envoyé dans les *GPIOs* 3.3V.

Le choix des composants n'est pas définitif et certains risquent de changer dans peu de temps.

Remarques schémas :

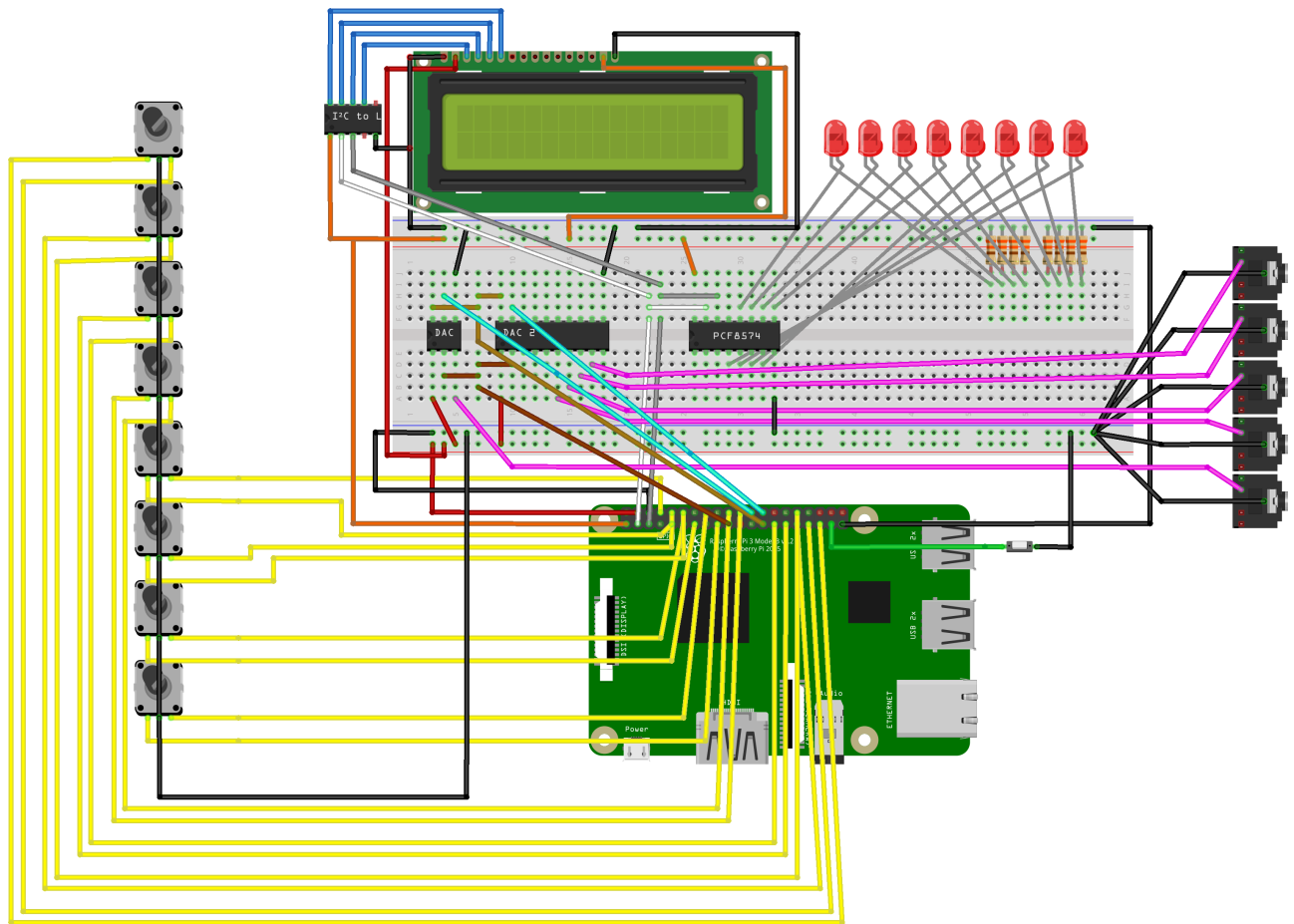
Pour chaque schéma :

- Il s'agit d'un schéma purement théorique.
- Les connections électriques ne sont pas toutes correctes. Certaines connections servent uniquement à représenter le type de connexion entre deux composants.
- Certains composants ne présentent pas la disposition et le nombre de PINs réel.

Ces schémas ont été réalisés avec Fritzing [Fri13].

4.3 Schéma

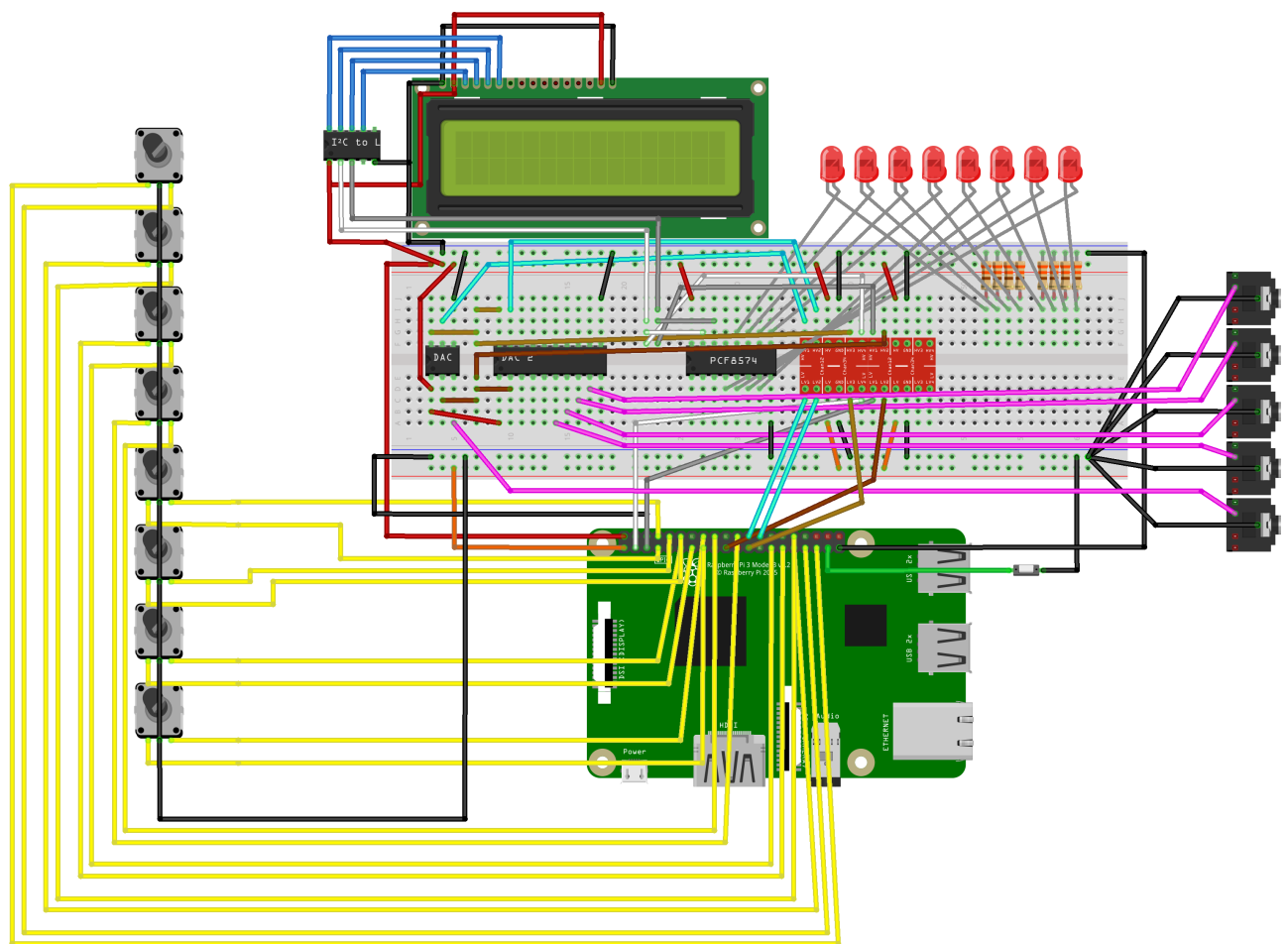
4.3.1 Option 1 - sans *Logic Level Shifter*



Légende :

- I²C to LCD IC : *Backpack* I²C pour LCD
- LCD : 16x2 HD44780 LCD
- PCF8574 : 8 I/O *Port Expander* I²C
- DAC 1 : DAC 12bit
- DAC 2 : quad-DAC 8bit
- Résistance : 330Ω
- Raspberry Pi : modèle 3B+
- LED : LED rouge 5mm
- Fil rouge : 5V
- Fil orange : 3.3V
- Fil noir : *GROUND* (Masse)
- Fil jaune : *GPIO* encodeur rotatif
- Fil cyan : SPI CS (*Chip Select*)
- Fil vert : *GPIO* bouton poussoir
- Fil brun : SPI MOSI (*Master Output - Slave Input*)
- Fil ocre : SPI CLCK (*Clock*)
- Fil blanc : I²C SDA (*Serial Data*)
- Fil gris : I²C SCL (*Serial Clock*)
- Fil rose : Sortie *JACK*
- Fil bleu : communication *Backpack*-LCD

4.3.2 Option 2 - avec *Logic Level Shifter*



fritzing

Légende :

- PCB rouge : *Logic Level Shifter* 5V-3.3V
- I²C to LCD IC : *Backpack* I²C pour LCD
- LCD : 16x2 HD44780 LCD
- PCF8574 : 8 I/O *Port Expander* I²C
- DAC 1 : DAC 12bit
- DAC 2 : quad-DAC 8bit
- Résistance : 330Ω
- Raspberry Pi : modèle 3B+
- LED : LED rouge 5mm
- Fil rouge : 5V
- Fil orange : 3.3V
- Fil noir : *GROUND* (Masse)
- Fil jaune : *GPIO* encodeur rotatif
- Fil cyan : SPI CS (*Chip Select*)
- Fil vert : *GPIO* bouton poussoir
- Fil brun : SPI MOSI (*Master Output - Slave Input*)
- Fil ocre : SPI CLCK (*Clock*)
- Fil blanc : I²C SDA (*Serial Data*)
- Fil gris : I²C SCL (*Serial Clock*)
- Fil rose : Sortie *JACK*
- Fil bleu : communication *Backpack*-LCD

Références

- [AvtSd] AVTANSKI (S.d.). *LCD/LED Screenshot Generator*. URL : <http://avtanski.net/projects/1cd/> (visité le 22/10/2021).
(Générateur d'image de simulation de Liquid Crystal Display).
- [AZDSd] AZDELIVERY (S.d.). *HD44780 16x02 Blaues Display mit Serielle Schnittstelle Datenblatt*. URL : https://cdn.shopify.com/s/files/1/1509/1638/files/HD44780_1602_Blaues_LCD_Display_mit_Serielle_Schnittstelle_I2C_Bundle_Datenblatt_AZ-Delivery_Vertriebs_GmbH.pdf?v=1591601507 (visité le 05/10/2021).
(Datasheet LCD+Backpack I²C.)
- [BehSd] BEHRINGER (S.d.). *CRAVE Quick Start Guide*. URL : https://mediadl.musictribe.com/download/documents/behringer/CRAVE/CRAVE_QSG_WW.pdf (visité le 29/09/2021).
(Manuel du Behringer CRAVE.)
- [Cyp15] CYPRESS SEMICONDUCTOR CORPORATION (2015). *I2C Master/Multi-Master/Slave*. URL : <https://www.cypress.com/file/175671/download> (visité le 24/10/2021).
(Datasheet protocole I²C.)
- [Fri13] FRITZING (2013). *Fritzing - electronics made easy*. URL : <http://fritzing.org/>.
(Site officiel de Fritzing.)
- [Hit99] HITACHI (1999). *HD44780U (LCD-II) : (Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver)*. URL : http://academy.cba.mit.edu/classes/output_devices/44780.pdf (visité le 12/10/2021).
(Datasheet HD44780.)
- [Luc18] LUCIDCHART (2018). *UML Use Case Diagram Tutorial*. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=zid-MVo7M-E> (visité le 04/11/2021).
(Vidéo de présentation des diagrammes de cas d'utilisation).

- [Luc] LUCIDCHART (2021). *UML Use Case Diagram Tutorial*. en. URL : <https://www.lucidchart.com/pages/uml-use-case-diagram> (visité le 04/11/2021).
(Lien permettant de se familiariser avec les diagrammes de cas d'utilisation et d'en réaliser).
- [Ras18] RASPBERRYPI.ORG (2018). *Raspberry Pi 3 Model B+*. URL : <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf> (visité le 24/10/2021).
(Fiche produit Raspberry Pi 3 B+.)
- [SpaSd] SPARKFUN (S.d.). *SparkFun Logic Level Converter - Bi-Directional*. (<http://cdn.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/BSS138.pdf>). URL : <https://www.sparkfun.com/products/12009> (visité le 12/10/2021).
(Datasheet Logic Level Shifter.)
- [Swi93] SWITCHCRAFT (1993). *35RAPC2AV 3.5 mm Mono PC Board Mount Jacks*. URLbis : https://www.switchcraft.com/Drawings/35rapc2av_cd.pdf ; URLtres : https://www.switchcraft.com/Documents/Jack_Schematics.pdf. URL : <https://www.switchcraft.com/Specification.aspx?Parent=425> (visité le 24/10/2021).
(Datasheet JACK 3.5mm Femelle Mono.)
- [Tex01] TEXAS INSTRUMENTS (2001). *PCF8574 Remote 8-Bit I/O Expander for I²C Bus*. URL : <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf?ts=1634014562707> (visité le 12/10/2021).
(Datasheet PCF8574.)
- [Tex10] — (2010). *KeyStone Architecture : Serial Peripheral Interface (SPI)*. URL : <https://www.ti.com/lit/ug/sprugp2a/sprugp2a.pdf> (visité le 24/10/2021).
(Datasheet protocole SPI.)