

# **PPCaP/ProCaP**

## **Description et mode d'emploi**

**(Version 7.0 – Février 2020)**

*Avec ce système vous allez pouvoir de continuer à faire de la musique sur votre orgue de barbarie de la même manière qu'avec des cartons (et plus encore), sans avoir à supporter le poids et l'encombrement de ces derniers. Il va de soi que vous devez être propriétaire, auteur, ou détenir les droits d'utilisation, des fichiers midi que vous pourrez programmer dans les cartes à mémoire.*

*Ce document est un peu épais je l'admets ! Il peut néanmoins être scindé en 4 parties distinctes et indépendantes que vous pouvez consulter et imprimer selon le niveau de détails que vous recherchez.*

- Une description détaillée du système page 5*
- Mise en service et paramétrage page 16*
- L'utilisation du logiciel ProCaP page 28*
- PPCaP sur l'orgue : page 33 et suivantes*

*Pierre Pénard*

# Table des matières

<b>PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>4</b>
1 Généralités.....	4
2 Composition.....	4
3 Environnements logiciels et matériel.....	4
<b>DESCRIPTION DETAILLEE.....</b>	<b>5</b>
1 Principe de fonctionnement .....	5
2 Le mode programmation.....	6
3 Le mode lecture.....	6
4 Option Midi Out.....	7
5 Option Synchronisation Radio.....	7
6 Schéma détaillé de la carte électronique.....	7
7 Carte 42 notes .....	9
8 Carte minimale ne produisant que du midi.....	9
9 Format des données dans la carte à mémoire.....	11
10 Sortie midi.....	14
11 Synchronisation radio.....	15
<b>MISE EN SERVICE.....</b>	<b>16</b>
1 Installation du logiciel de gestion ProCaP.....	16
2 Installation de la carte arduino.....	17
3 Description de l'interface utilisateur.....	18
4 Programmation du microcontrôleur.....	19
5 Paramétrage .....	20
6 Programmation du capteur de vitesse.....	21
7 Définition de l'ordre de commande des relais.....	22
8 Les commandes émises.....	25
8.1 Relais / Midi.....	25
8.2 La fonction note-filler 42.....	25
9 Les commandes midi.....	26
9.1 Sortie midi.....	26
9.2 Instruments midi.....	26
10 Mute manivelle.....	27
<b>UTILISATION.....</b>	<b>28</b>
1 Le logiciel ProCaP.....	28
2 Programmer un morceau.....	28
3 Pré-traitement des fichiers midi (utilisation optionnelle).....	30
3.1 Séparation des notes.....	30
3.2 Réalignement des débuts de notes.....	30

<b>4 Opérations diverses sur les cartes.....</b>	<b>32</b>
<b>PPCaP SUR L'ORGUE.....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>34</b>
<b>1 Mémo interface utilisateur.....</b>	<b>34</b>
<b>2 Gestion de l'énergie.....</b>	<b>36</b>
2.1 Estimation de l'autonomie.....	36
<b>3 Redéfinition des notes prises en compte.....</b>	<b>37</b>
<b>4 Insertions de repères dans un morceau.....</b>	<b>38</b>
<b>5 Points de bouclage.....</b>	<b>39</b>
<b>6 Synchronisation radio.....</b>	<b>40</b>
6.1 Principe.....	40
6.2 Préparation des morceaux.....	40
6.3 Utilisation.....	40
6.4 Fonctionnement simplifié.....	41
6.5 Modification du titre d'une carte programmée.....	41
6.6 Particularités du mode synchro radio.....	41
6.7 Bonus test.....	41
<b>7 Création des cartes pour synchro radio et percussions.....</b>	<b>42</b>
7.1 Sélection des canaux.....	42
7.2 Cartes percussions.....	43
<b>8 Aide à la synchronisation de cartons.....</b>	<b>44</b>
8.1 Etalonnage de l'odomètre.....	44
8.2 Utilisation.....	44
<b>9 Signification des LEDs.....</b>	<b>45</b>
<b>10 Commandes spécifiques.....</b>	<b>45</b>
<b>11 Rappel des divers tag-titres.....</b>	<b>45</b>

# PRESENTATION GENERALE

*L'objet de ces pages est de présenter les principes généraux du fonctionnement de ce système. Certains choix pourront sans doute surprendre les spécialistes de l'informatique ou de l'électronique et à ce sujet il est utile de rappeler le contexte : Un système minimal conçu en quelques semaines pour mon usage propre et qui s'est ensuite enrichi (et complexifié) au gré des demandes de ceux qui ont eu envie de l'utiliser.*

## **1 Généralités**

Le système PPCaP effectue le contrôle électronique d'un orgue de barbarie tout en donnant à son utilisateur des sensations analogues à celles qui sont procurées par les supports en papier ou carton perforés. On retrouve notamment : l'unicité de support pour les morceaux de musique, de même que le contrôle instantané de leur tempo d'exécution par le seul jeu de la manivelle.

Les standards les plus courants sont pris en compte par défaut. Il s'agit du 27 notes Erman et son extension à 29 notes, ainsi que le 42 notes chromatique.

Par ailleurs, il est possible de définir n'importe quelle gamme d'instrument jusqu'à 45 notes.

## **2 Composition**

L'ensemble est constitué de deux parties indissociables : une carte électronique pilotée par un microcontrôleur d'une part et un logiciel de gestion d'autre part.

La carte électronique est installée à demeure dans l'instrument à commander. Elle est munie d'un connecteur pour cartes à mémoire et reçoit principalement une alimentation électrique et un générateur d'impulsions dont le rythme est commandé par la vitesse de rotation de la manivelle. En conséquence, elle fournit les signaux de commande qui provoqueront l'émission des notes.

Cette carte électronique tient également le rôle de programmeur de cartes à mémoire. Pour ce faire on la relie via un port USB, à un PC sur lequel est installé le logiciel de gestion ProCaP. Celui-ci se charge en particulier, de l'adaptation des fichiers midi au format retenu pour les cartes ainsi que de leur transfert sur celles-ci.

## **3 Environnements logiciels et matériel**

Le logiciel de gestion s'exécute sur un PC dans un environnement Windows. La carte électronique est sous contrôle d'un Atmega 328. Pour simplifier la mise en œuvre matérielle de ce microcontrôleur, la plate-forme open-hardware arduino a été retenue.

*A titre indicatif, la totalité du projet comporte plus de 4000 lignes de code écrites par l'auteur et constitue donc un travail non négligeable. Afin d'éviter tout détournement ou appropriation non désirés, aucun code source ne sera communiqué. En revanche, les versions compilées sont mises gracieusement à disposition des amateurs désireux de commander leurs instruments de cette manière.*

# DESCRIPTION DETAILLEE

Cette description s'appuie sur le schéma de principe de la carte électronique présenté ci-dessous :

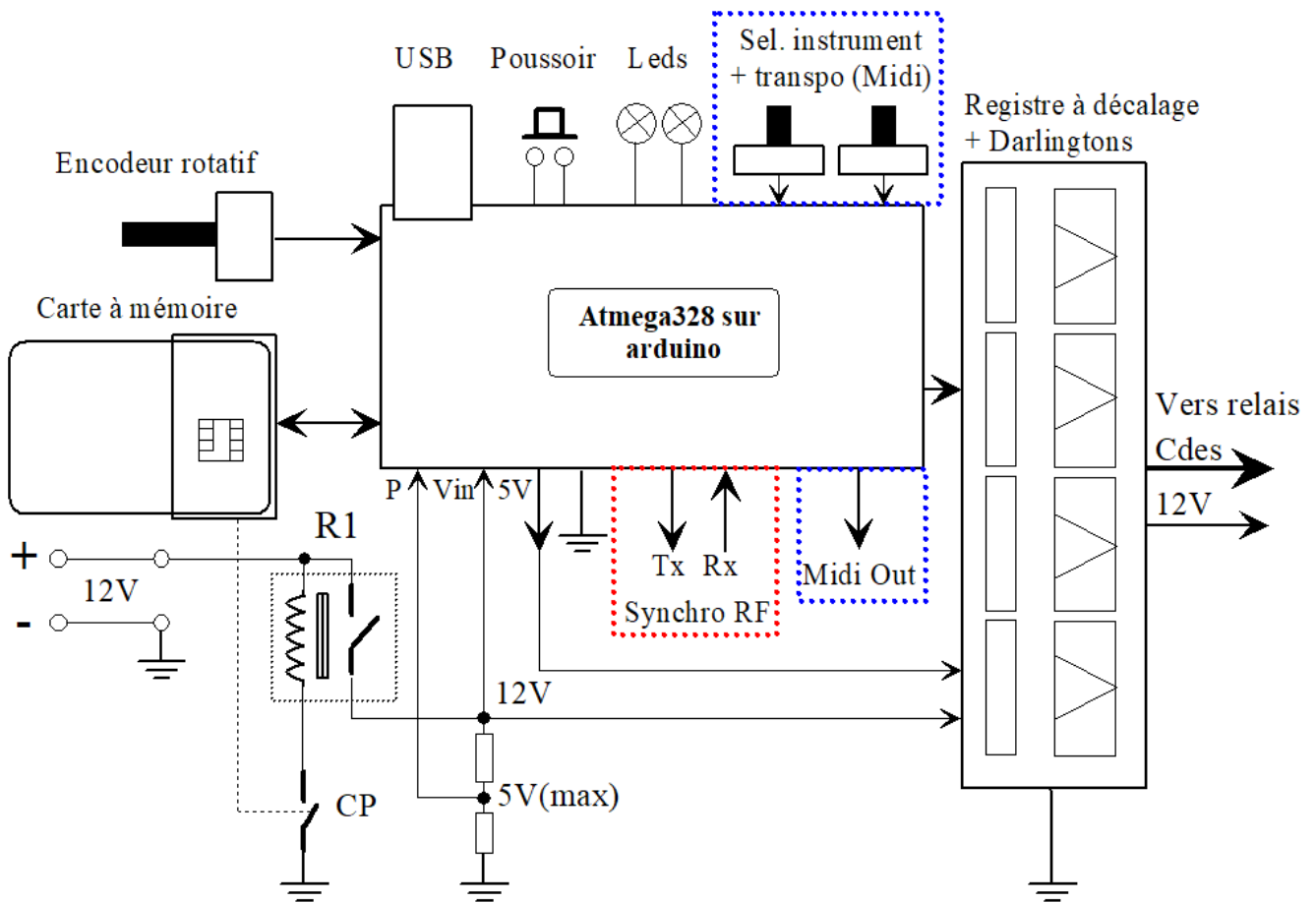


Figure 1 : Schéma de principe (en pointillés bleu et rouge : fonctions optionnelles)

## 1 Principe de fonctionnement

A la mise sous tension de l'Atmega, son bootloader charge le programme principal qui s'exécute immédiatement. En fonction de la présence ou non d'un '1' logique au point P lors de l'initialisation, ce programme, s'aiguille en mode lecture ou en mode programmation.

En effet, la carte arduino peut être alimentée de 2 manières : soit en 5 Volts par le port USB, soit à partir du 12 Volts de la carte principale.

- Si le câble USB n'est pas raccordé et que l'on insère une carte à mémoire, le relais R1 va être activé via le contact de présence carte CP. La carte arduino reçoit du 12 Volts ainsi qu'une tension d'environ 5 Volts au point P. Le mode lecture s'active.
- Si l'USB est raccordé avant l'insertion d'une carte, le relais R1 est au repos quand le programme démarre. Celui-ci détectera donc 0 Volts au point P à cet instant. Il se positionne alors en mode programmation et en attente de commandes en provenance du logiciel de gestion.

Le microcontrôleur comporte donc un seul et unique programme pour deux modes de fonctionnement.

L'interaction avec l'utilisateur (IHM) est assurée par un seul bouton poussoir et deux LEDs de couleur différentes.

## 2 Le mode programmation

Un mini protocole d'échange avec le programme de gestion a été créé. Le microcontrôleur est alors en mode esclave et attend des instructions sous la forme de mots de 5 octets auxquels il répond par un acquittement sur un octet.

La suite des échanges s'effectue en générale modulo 5 octets ou plus, suivant les cas.

On peut principalement distinguer les échanges suivants :

- Programmer une carte : Envoi des données musique. Il a été choisit de stocker au maximum 2 morceaux de musique par carte. Le choix visuel des morceaux dans un classeur de cartes reste simple.
- Lister le contenu d'une carte (Infos) : Taille et titre des morceaux.
- Tester et effacer une carte. En sachant qu'il n'est pas nécessaire d'effacer une carte avant de la reprogrammer. Ce sont plutôt des fonctions de dernier recours sur une carte qui s'avérerait douteuse.

Ce à quoi viennent s'ajouter des commandes de gestion du matériel :

- Mise à jour du logiciel du microcontrôleur
- Programmation de l'ordre des sorties vers les relais
- Paramétrage du capteur de vitesse
- Définition des notes optionnelles
- Mémorisation d'un morceau de démonstration
- etc...

## 3 Le mode lecture

D'une manière très simplifiée, le processus de lecture déroule le diagramme suivant :

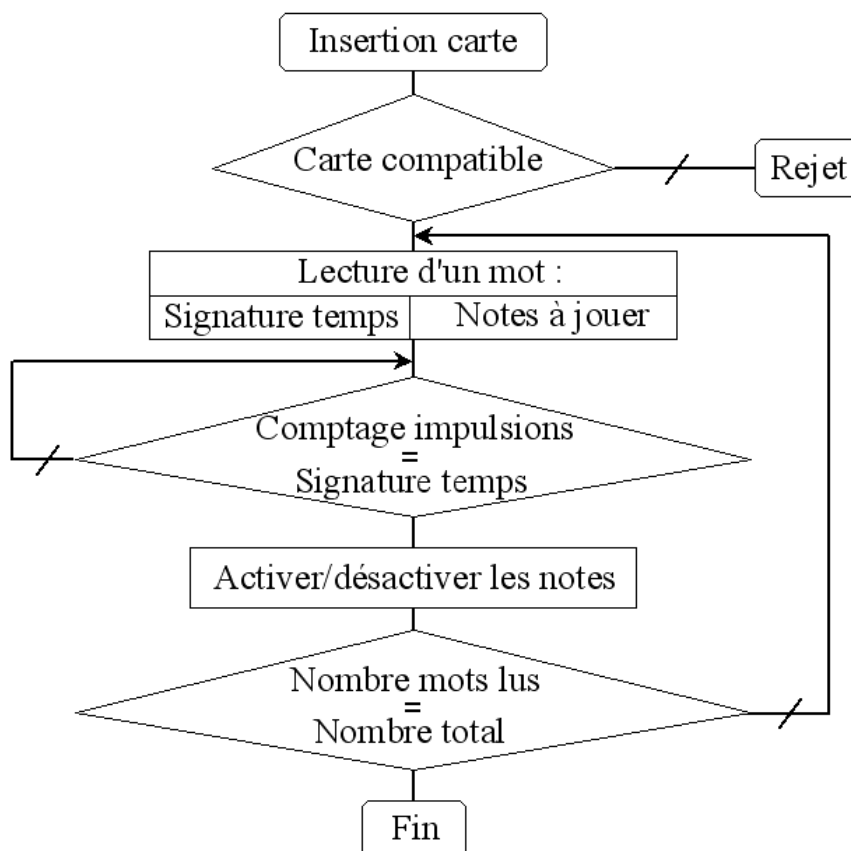


Figure 2 : Processus de lecture

Dès l'insertion d'une carte, sa compatibilité avec le système est vérifiée. Ensuite, le premier ensemble de notes à jouer est lu, accompagné de sa signature temps. Puis le logiciel se positionne en attente d'impulsions en provenance du capteur de vitesse.

Lorsqu'un nombre d'impulsions égal à la signature temps a été reçu, les ordres d'activation ou de désactivation des notes sont envoyées vers le registre à décalage et ses commandes de relais, ou encore sous formes de commandes au standard midi sur la sortie correspondante.

Pendant ce temps, l'ensemble de notes suivant est lu à son tour, accompagné d'une nouvelle signature temps. Simultanément, on compte les impulsions provenant du capteur de vitesse et l'on appliquera à nouveau les commandes correspondantes lorsque le bon compte d'impulsions aura été reçu. Et ainsi de suite...

#### **4 Option Midi Out**

Le fonctionnement du système de lecture est basé sur un format de données différent de celui du système midi. Pour cette raison, le stockage des morceaux de musique dans les cartes à mémoire s'effectue obligatoirement via l'interface dédiée qui prend en charge la conversion nécessaire.

Pendant la lecture, simultanément à l'envoi des commandes vers les relais, des messages midi équivalents sont reconstruits et émis sur une sortie réservée à cet effet. PPCaP comporte donc une véritable sortie « midi out » conforme au standard. Et en y reliant un synthétiseur ou tout autre équipement sachant interpréter des commandes midi, il est ainsi possible de commander le jeu de ce dernier à la manivelle.

#### **5 Option Synchronisation Radio**

Le système inclut également la gestion de modules radio économiques (433 MHz) qui permettant d'assurer très simplement une synchronisation sans fil entre plusieurs instruments.

#### **6 Schéma détaillé de la carte électronique**

La figure 3 présente le schéma de base en version 27-29-32 notes.

De la gauche vers la droite :

- Le connecteur de cartes à mémoire à la norme ISO 7816
- CON-CARD permet le déport du connecteur ISO hors de la carte principale.
- La carte arduino entourée de plusieurs connecteurs :
  - o SEL : Bouton poussoir.
  - o LEDS : Les deux LEDs et leurs résistances de 270 Ohms
  - o CAPTEUR : Les 4 fils du générateur d'impulsions.
  - o RF : Connecteur vers les modules émetteur et récepteur radio.
- Le relais K1, diodes et résistances voisines :
  - o D1 empêche les inversions de polarité d'alimentation.
  - o D2 est un anti-retour d'alimentation de la carte arduino
  - o D3 protège le contact de présence carte des surtensions.
  - o Le pont R3/R4 fournit une tension signifiant la présence d'une carte.
  - o R2 force un 0 en l'absence de carte à mémoire.
- IC1 à IC4 : Registre à décalage 32 bits à base de 74HC595
- IC5 à IC8 : Réseaux de Darlington ULN2803 pour amplification vers les relais.
- Les commandes sont disponibles sur un seul connecteur HE10 à 34 points, dont les 2 broches centrales apportent le 12 V au point commun des relais.

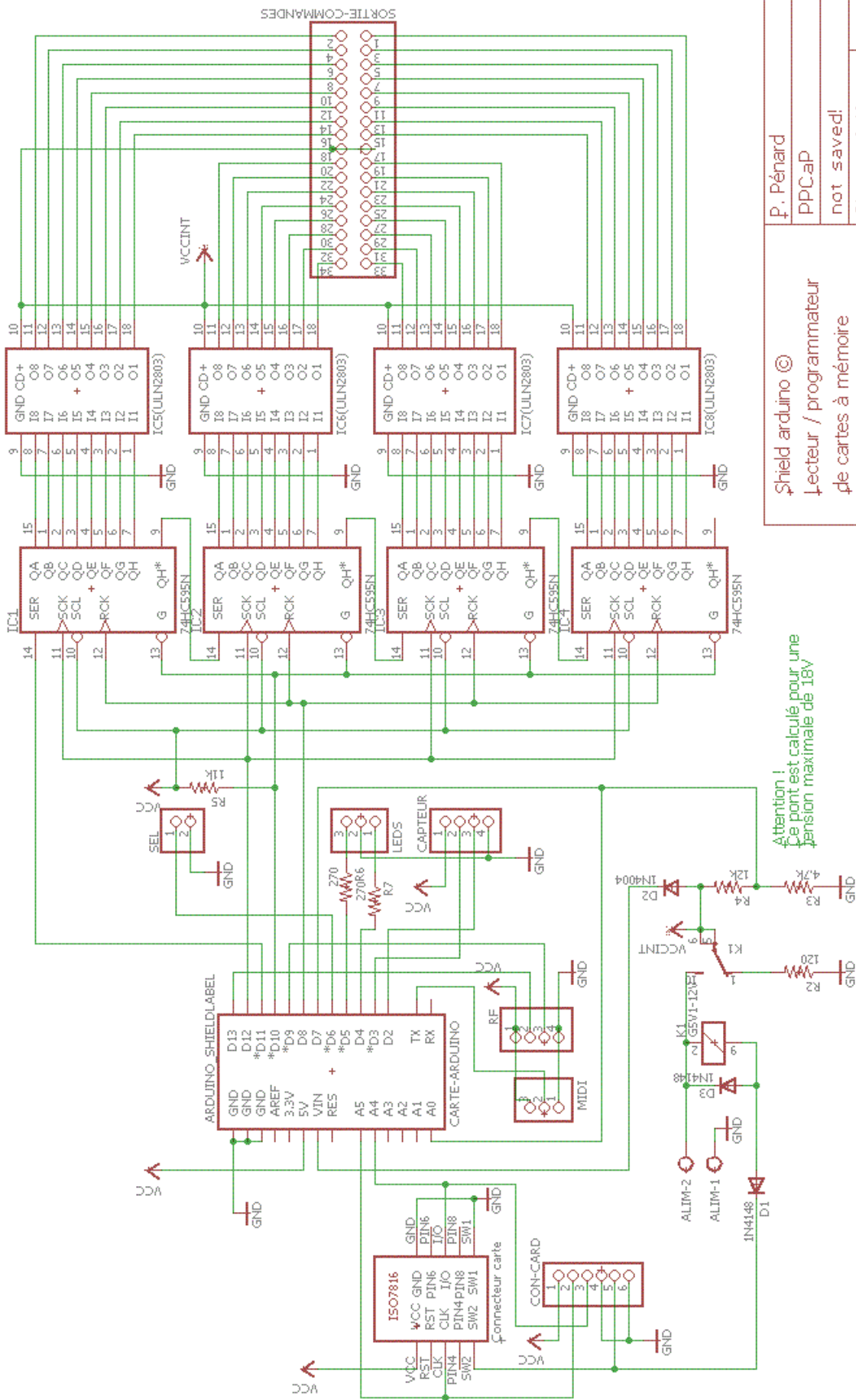


Figure 3 : Carte principale en 27-29-32 notes



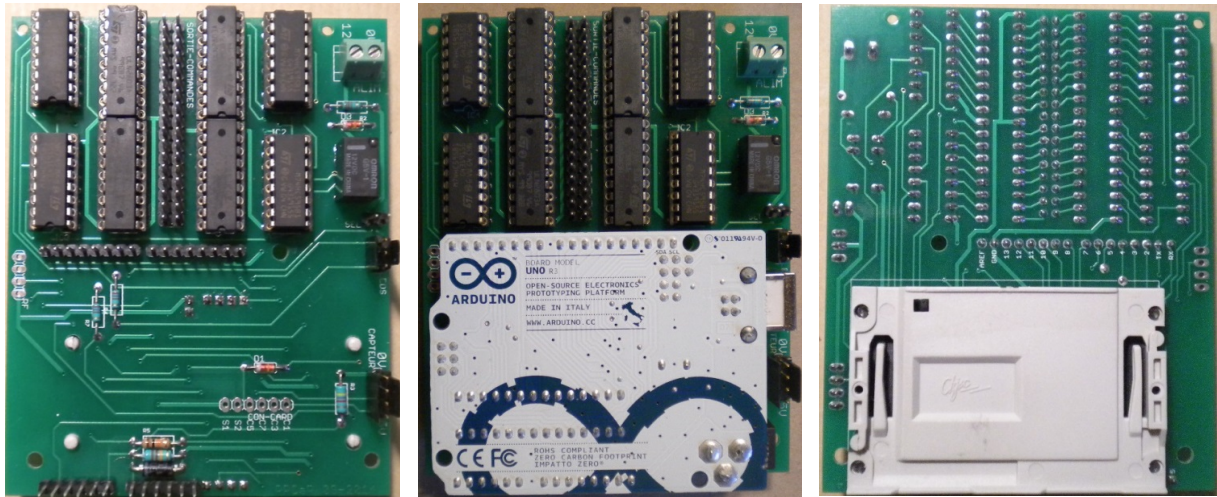


Figure 4 : Implantation de la carte de base en 29-32 notes

## 7 Carte 42 notes

Une carte a également été développée en 42 notes. Elle est conçue autour d'une arduino Nano qui est moins encombrante et comporte tous les registres, amplis et connecteurs requis sur la même surface (80 x 100 mm).

## 8 Carte minimale ne produisant que du midi

Il s'agit d'une version compacte de la carte de base sans les commandes des relais. La totalité des autres fonction est conservées et des possibilités de transposition ainsi que de choix d'instruments sont ajoutées. Elle est destinée à la réalisation d'instruments utilisant un synthétiseur en guise de générateur de sons.

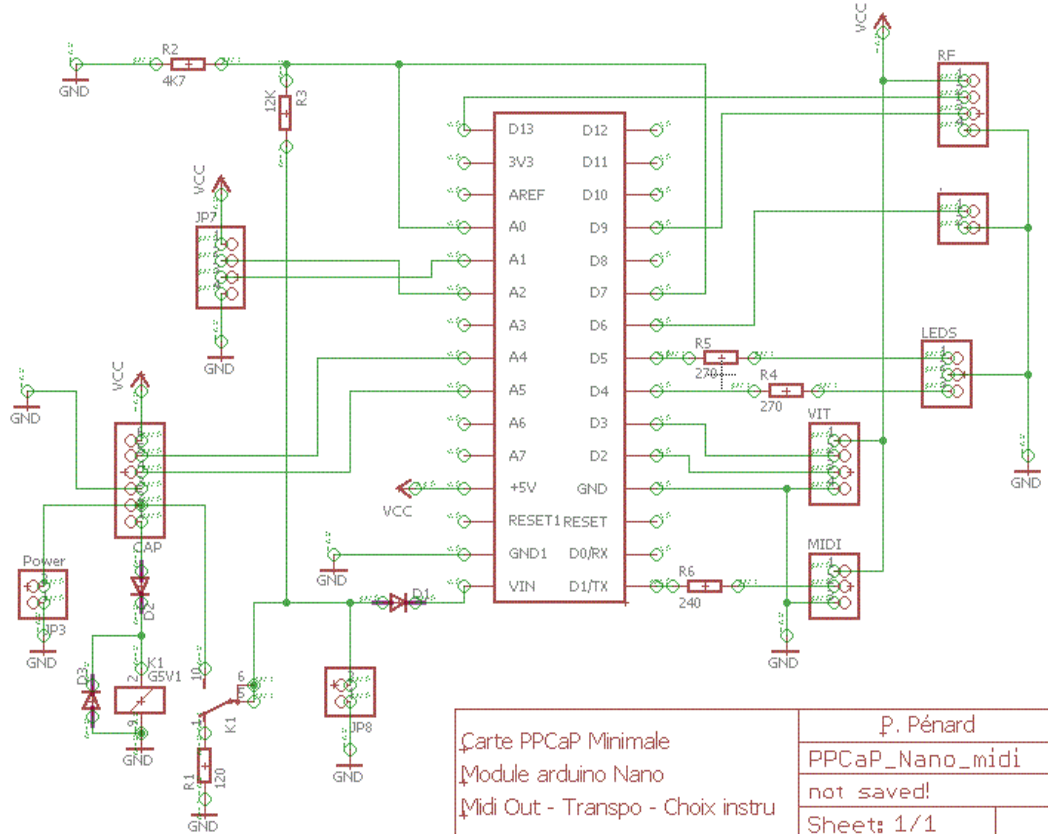
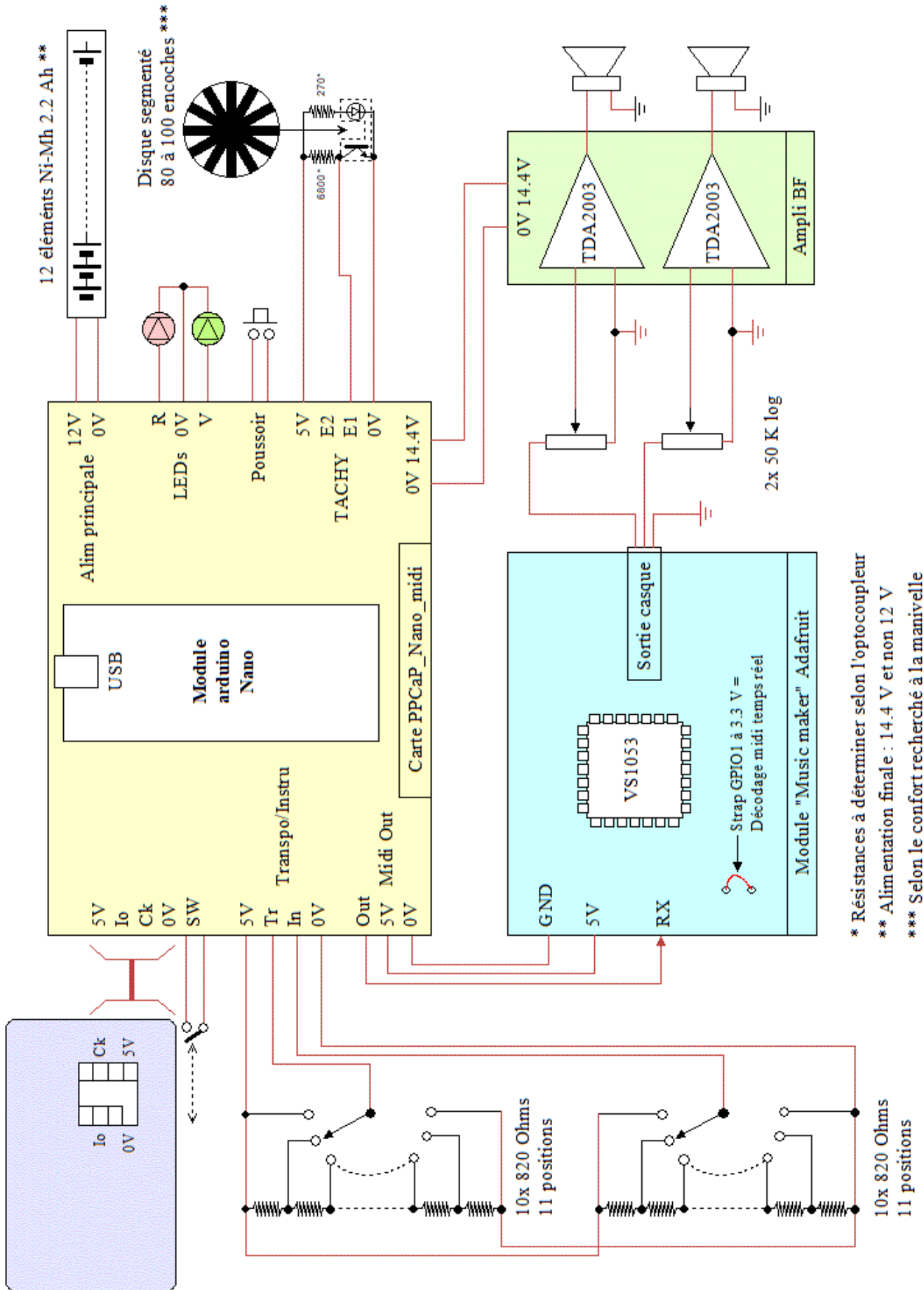


Figure 5 : Carte minimale à sortie midi seule



- \* Résistances à déterminer selon l'optocoupleur
- \*\* Alimentation finale : 14.4 V et non 12 V
- \*\*\* Selon le confort recherché à la manivelle

Figure 6 : Exemple d'instrument basé sur la carte minimale

## 9 Format des données dans la carte à mémoire

Les données sont organisées en mots de longueur fixe. Le processus de lecture s'en trouve considérablement simplifié.

Les deux premiers mots constituent une entête comportant un *identifiant*, suivi du *nombre de mots* du morceau.

Ensuite on trouve les *données* proprement dites dans des *mots* de longueurs identiques scindés en deux champs : L'un est dédié au codage du *temps* relatif tandis que l'autre contient les changements d'état des *notes prises en charge* à l'issue de ce temps.

C'est aussi simple que cela et résumé dans la figure ci-dessous (figure 7).

IDENTIFIANT	
NOMBRE DE MOTS = N	
Tps1	Mot 1
Tps2	Mot 2
	.....
	.....
TpsN	Mot N

Figure 7 : Format d'un morceau en mémoire

### L'identifiant

C'est un mot de 5 octets portant 5 caractères ASCII. Il peut prendre les valeurs suivantes :

- PPCaP pour un morceau 29 notes. (0x50, 0x50, 0x43, 0x61, 0x50)
- PPCap pour un morceau 32 notes. (0x50, 0x50, 0x43, 0x61, 0x70)
- PPCAP en 42-45 notes. (0x50, 0x50, 0x43, 0x41, 0x50)

### Le nombre de mots

Il est également représenté en ASCII suite à un mauvais choix initial et il est encore codé de cette manière par souci de compatibilité. Par exemple, pour un morceau de 3456 mots on trouvera : 03456 dont la représentation hexadécimale est : 0x30, 0x33, 0x34, 0x35, 0x36.

### Les données

#### a) Le temps

Il est codé sur 8 bits en mode 32 notes, ou sur 11 bits pour les modes 29 ou 42-45 notes. Ce temps correspond à un nombre d'impulsions à recevoir avant d'autoriser l'émission des commandes contenues dans le reste du même mot.

A un facteur d'échelle près correspondant à la quantification apportée par le capteur de vitesse, ce temps est l'image du temps relatif du Standard Midi File.

Après observation de nombreux fichiers midi et pour occuper au mieux la mémoire, il a été décidé de se limiter à un temps maximum d'attente d'un événement d'environ 8 secondes.

Sur 11 bits (29 et 42 notes) le codage est direct :  $2048 \times 4 \text{ ms} = 8.192 \text{ s}$ .

S'il s'avère nécessaire de coder un temps d'attente plus long, l'événement concerné sera dupliqué autant de fois que nécessaire afin d'atteindre le temps d'attente recherché.

Sur 8 bits (32 notes), on a un codage direct sur les 7 poids faibles, le poids fort étant un multiplicateur par 16. Certes la précision est moindre, mais à l'écoute cela reste imperceptible. Pour fixer les choses : au tempo 120, la dégradation est égale à +/- une croche et ce uniquement pour des attentes entre événements plus longues que la noire.

## b) Les notes

Chaque bit porte l'information d'une note. Sa position définit de quelle note il s'agit (la même note midi est toujours au même endroit), tandis que son état (0 ou 1) détermine si la note doit être activée (1 = Note On), ou arrêtée (0 = Note Off).

En 29 ou 32 notes, un mot de données comporte 5 octets. Il en comporte 7 dans le mode 42-45 notes.

### Format d'un mot de données en 29 notes

- t10 à t0 : Codage du temps
- 48 à 86 : Numéros des notes midi du 29 notes

t10	t9	t8	t7	t6	t5	t4	t3
t2	t1	t0	86	84	83	82	81
80	79	78	77	76	75	74	73
72	71	70	69	68	67	66	65
64	62	60	57	55	53	50	48

Figure 8 : Mot de données en 29 notes

### Format d'un mot de données en 32 notes

- t7 à t0 : Codage du temps
- 48 à 86 : Numéros des notes midi du 29 notes
- N30, N31 et N32 : Notes supplémentaires pouvant être définies par l'utilisateur

t7	t6	t5	t4	t3	t2	t1	t0
N32	N31	N30	86	84	83	82	81
80	79	78	77	76	75	74	73
72	71	70	69	68	67	66	65
64	62	60	57	55	53	50	48

Figure 9 : Mot de données en 32 notes

### Format d'un mot de données en 42 notes

- t10 à t0 : Codage du temps
- 48 à 89 : Numéros des notes midi du 29 notes
- N43, N44, N45 : Notes optionnelles pouvant être définies par l'utilisateur

t10	t9	t8	t7	t6	t5	t4	t3
t2	t1	t0	86	84	83	82	81
80	79	78	77	76	75	74	73
72	71	70	69	68	67	66	65
64	62	60	57	55	53	50	48
N45	N44	N43	89	88	87	85	83
61	59	58	56	54	52	51	49

Figure 10 : Mot de données en 42 notes

## **Stockage de deux morceaux sur une carte**

Afin d'accélérer l'écriture des données, les mémoires I2C comportent un mode « page » (sorte de mini mode flash). Ces pages peuvent comporter un nombre d'octets variable selon les fabricants et il semblerait que la plus petite dimension commune de ces pages soit de 16 octets.

Les données sont donc écrites en mémoire par pages de 16 octets et en conséquence, ce nombre constitue le « pas d'écriture ».

Chaque morceau occupera donc un nombre entier de paquets de 16 octets.

Afin de rester dans un mode d'utilisation le plus proche possible de celui des cartons, il a été choisi de ne mémoriser que deux morceaux par carte. Associé à un mode de sélection très simple au moyen d'un seul bouton et d'une LED, il n'y a pas besoin d'afficheur pour choisir l'un ou l'autre des deux morceaux présents sur la carte.

En tenant compte du préalable ci-dessus :

- Le premier morceau commence à l'adresse 0
- Le second morceau commence à la première adresse du bloc de 16 octets situé immédiatement après le dernier bloc du premier morceau.

## **Titre des morceaux**

Cette fonction non prévue initialement a été ajoutée à partir de la V2 car elle s'est avérée très pratique pour gérer ses cartes. Les 20 derniers octets d'une carte sont désormais réservés au titre de chacun des morceaux, chacun occupant 10 octets.

Cette configuration un peu particulière donne la possibilité de pouvoir, éventuellement, récupérer cette zone pour stocker les derniers octets d'un morceau qui serait un tout petit peu trop volumineux. Spécificité non implémentée pour l'instant.

## 10 Sortie midi

Les données midi sont disponibles au format TTL sur les broches D9 ou TX de la carte arduino et peuvent être utilisées ou non en l'état, selon l'entrée du synthé.

La sortie midi est habituellement disponible sur la broche centrale du connecteur Midi\_out des différentes cartes.

Pour obtenir une sortie conforme aux spécifications de la boucle de courant du standard, il convient d'ajouter deux résistances de 220 Ohms selon la figure 11.

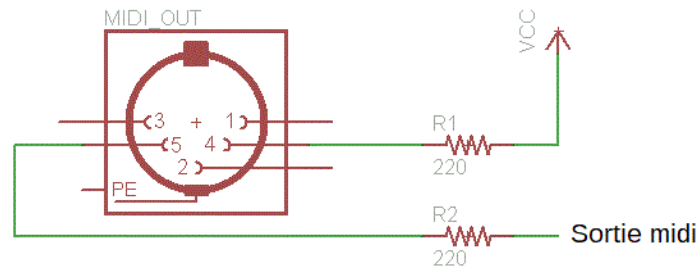


Figure 11 : Schéma midi\_out

### Transposition et choix de l'instrument

Ces 2 actions s'effectuent via les broches A1 et A2 de la carte arduino. Le principe retenu est une mesure de tension à 10 paliers de 0.5 V selon la figure 12. On dispose donc de 11 tensions différentes donnant accès à 11 instruments sur la broche A1 ou à 11 niveaux de transposition sur la broche A2.

Important : Si ces broches sont laissées en l'air on est par défaut sur l'instrument n° 79 (whistle) et sans transposition.

La transposition offre +/- 5 demi-tons par rapport à la position médiane non transposée correspondant à un potentiel de 2.5 V.

Le choix d'instrument procure 11 instruments midi préprogrammés du standard GM.

Dans l'ordre à partir de la masse et par pas de 0,5 Volt, ces instruments portent les numéros : 79, 1, 16, 20, 21, 72, 41, 42, 43, 84, 85. Voir le standard GM pour plus de détails.

Tous ces instruments sont redéfinissables à l'exception du premier. Voir au paragraphe 3.9.2 du présent document.

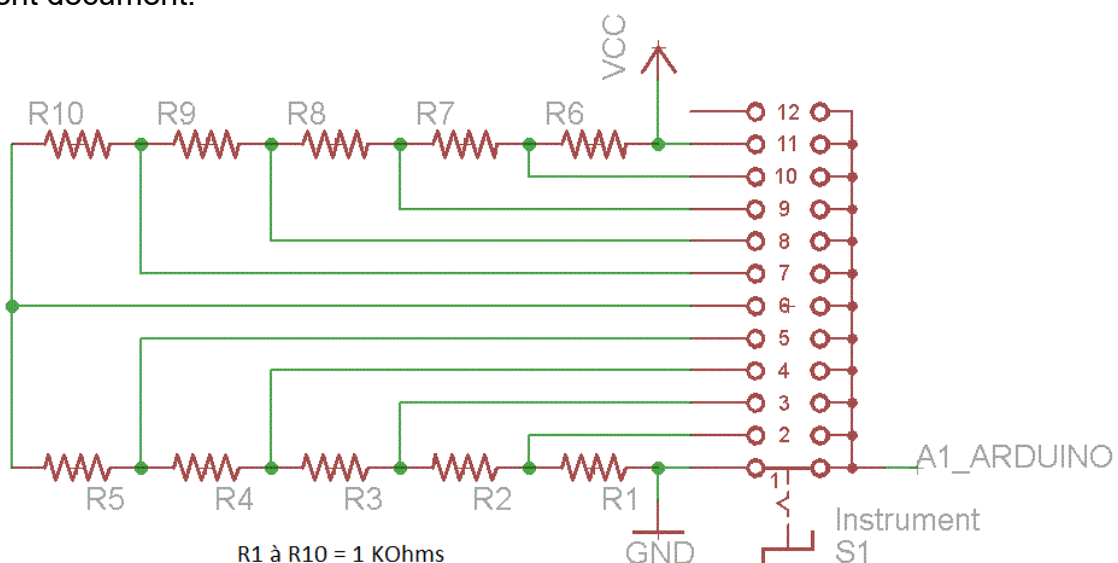


Figure 12 : Sélection d'instrument (à dupliquer sur A2 pour la transposition)

## 11 Synchronisation radio

Cette fonction permet de synchroniser, de faire jouer de concert pourrait-on dire, plusieurs instruments équipés du système PPCaP.

L'idée de base est d'utiliser des modules radio « bas-coût » fonctionnant en 433 MHz et d'échanger uniquement des informations de synchronisation selon le procédé ci-après :

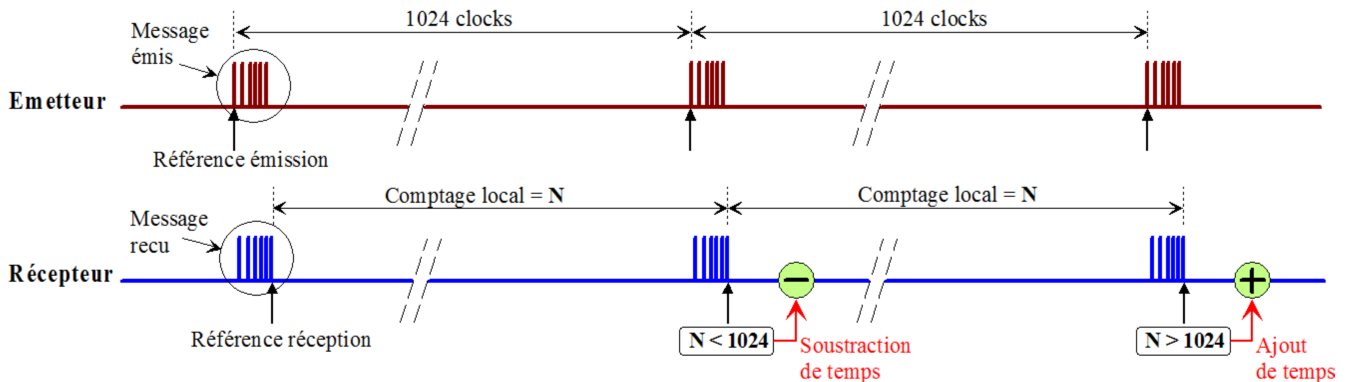


Figure 13 : Principe de la synchronisation radio

La mise en œuvre s'effectue en connectant des modules émetteur et récepteur radio sur les broches du connecteur RF selon le principe ci-dessous. Le choix du rôle de l'instrument (maître ou esclave) se fait simplement en basculant l'interrupteur correspondant. Bien évidemment il faut un seul maître, mais on peut avoir autant d'esclaves que l'on veut.

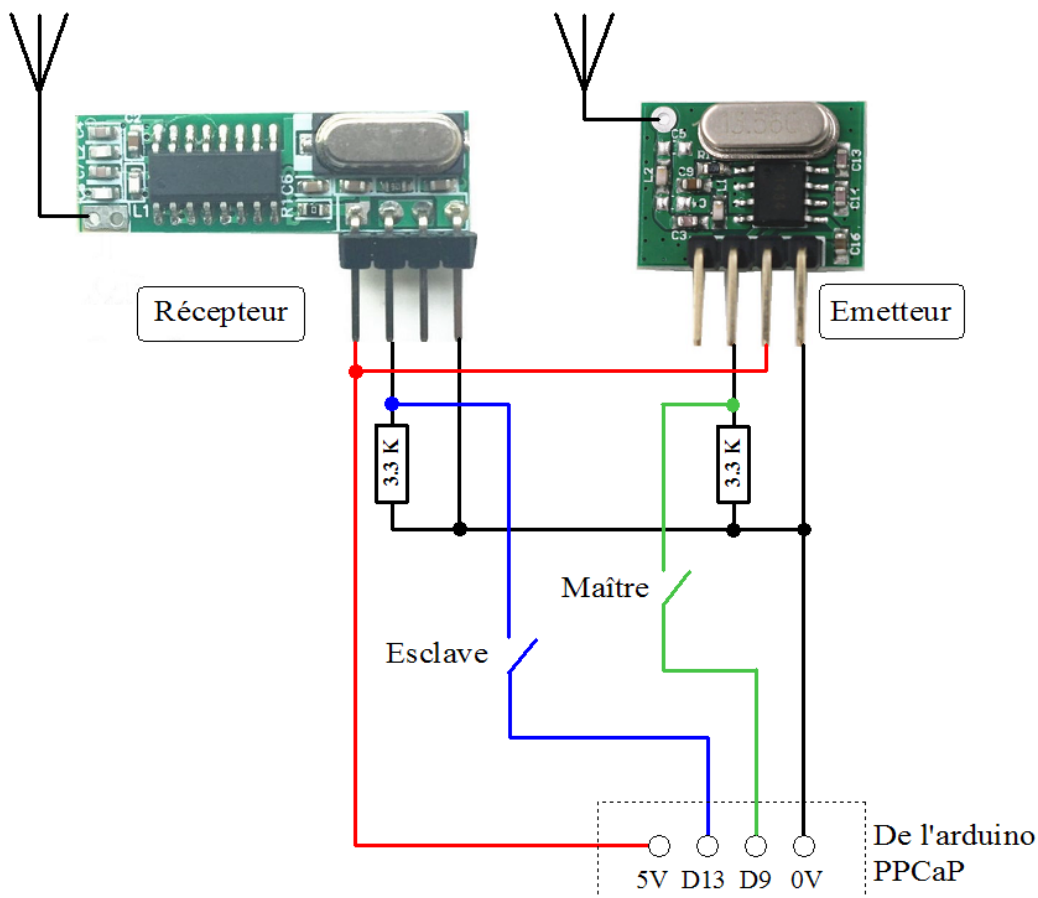


Figure 14 : Schéma de raccordement des modules Radio

# MISE EN SERVICE

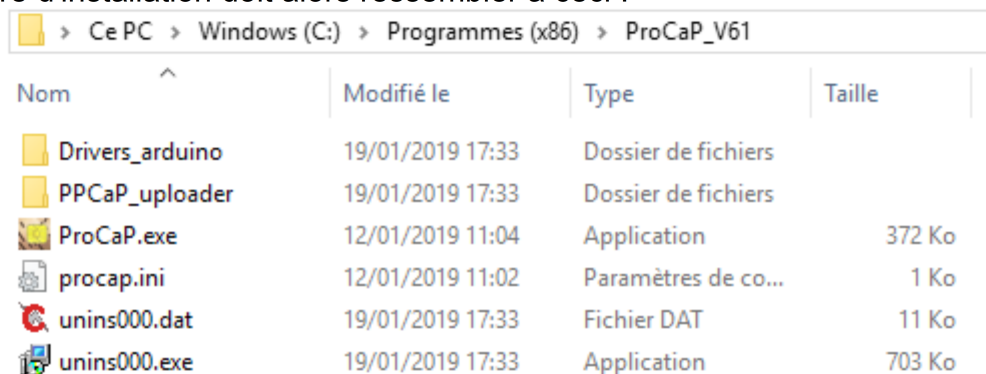
## 1 Installation du logiciel de gestion ProCaP

Ce logiciel permet d'enregistrer les morceaux de musique sur les cartes, ainsi que de programmer et paramétrer le système. Télécharger la dernière version sur cette page : <http://orgue-de-barbarie.pagesperso-orange.fr/ppcap.htm>

Décompresser (dézipper) le fichier obtenu dans un répertoire à conserver pour une éventuelle ré-installation. Exécuter « Setup\_ProCaP.exe ».

Les drivers arduino sont inclus et devraient s'installer automatiquement.

Le répertoire d'installation doit alors ressembler à ceci :



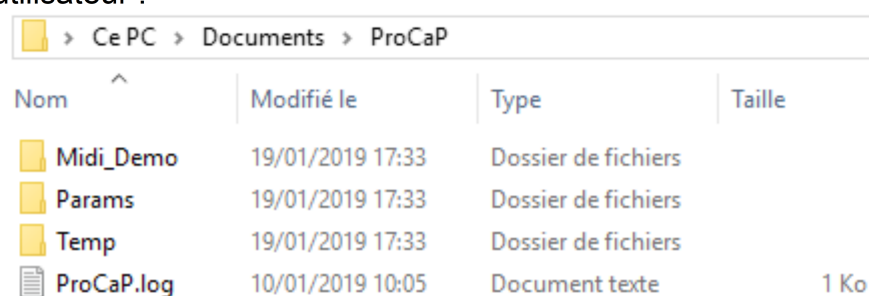
Nom	Modifié le	Type	Taille
Drivers_arduino	19/01/2019 17:33	Dossier de fichiers	
PPCaP_uploader	19/01/2019 17:33	Dossier de fichiers	
ProCaP.exe	12/01/2019 11:04	Application	372 Ko
procap.ini	12/01/2019 11:02	Paramètres de co...	1 Ko
unins000.dat	19/01/2019 17:33	Fichier DAT	11 Ko
unins000.exe	19/01/2019 17:33	Application	703 Ko

Figure 15 : Répertoire d'installation de ProCaP (Windows10)

- ProCaP.exe : Exécutable du système. C'est vers lui que pointe le raccourci de bureau.
- ProCaP.ini : Données de définition du format d'enregistrement des cartes.
- PPCaP\_uploader : Tout le nécessaire pour la programmation de l'arduino.
- Drivers\_arduino : Copie des drivers pour installation manuelle le cas échéant.

A noter que l'utilisateur n'a pas à intervenir sur quelques fichiers que ce soit dans ce dossier.

Lors de l'installation un répertoire ProCaP est également créé sous le dossier *Mes documents* de l'utilisateur :



Nom	Modifié le	Type	Taille
Midi_Demo	19/01/2019 17:33	Dossier de fichiers	
Params	19/01/2019 17:33	Dossier de fichiers	
Temp	19/01/2019 17:33	Dossier de fichiers	
ProCaP.log	10/01/2019 10:05	Document texte	1 Ko

Figure 16 : Répertoire Mes documents après installation de ProCaP (Windows10)

- Midi-Demo : Contient des exemples de fichiers midi courts pour la démo intégrée.
- Params : Fichiers d'ordre des sorties (.sor) et d'instruments midi (.txt).
- Temp : Répertoire temporaire pour la programmation de la carte arduino.
- ProCaP.log : Fichier journal créé à chaque utilisation du logiciel.

A noter que depuis la version 6.1, il n'est plus requis d'exécuter le logiciel en tant qu'administrateur ou selon un mode de compatibilité quelconque.



## 2 Installation de la carte arduino

Il s'agit avant tout de vérifier qu'elle est bien reconnue par le PC.

- a) Lancer ProCaP sans raccorder de carte. Le champ Port COM doit être à 0 et le témoin de connexion situé à sa droite, de couleur rouge
- b) Relier la carte au PC au moyen d'un câble USB.  
On verra apparaître le message : « Carte arduino détectée » Puis au bout de quelques secondes, un numéro de port s'affiche dans le champ Port COM et le témoin de connexion passe au vert.

Si cela ne se passe pas de cette manière, cela signifie que le driver correspondant à la carte arduino ne s'est pas correctement installé.

Dans ce cas on procédera à son installation manuelle en allant pointer sur le répertoire *Drivers arduino* du répertoire d'installation de ProCaP (voir ci-dessus).

Ensuite, vérifier que les drivers ont bien été installés :

Carte raccordée à l'USB :

Panneau de configuration/Système/Gestionnaire de périphériques/Ports(Com et LPT).

On doit trouver un port labellisé « USB Serial Port (COM...) ».

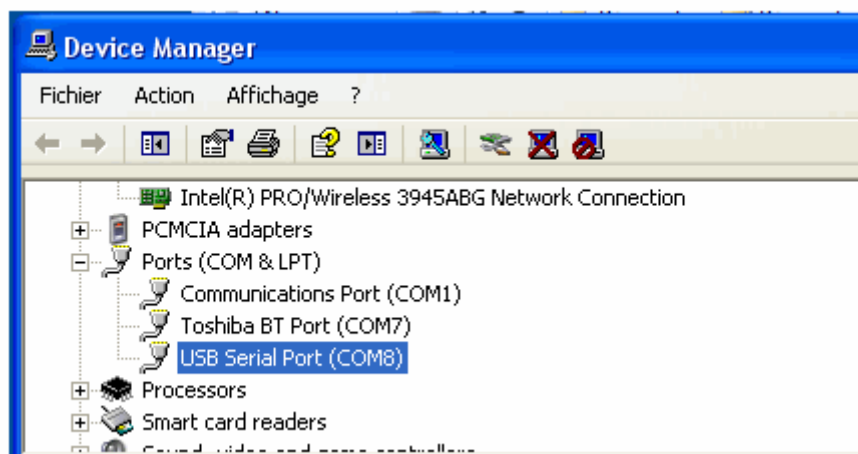


Figure 17 : Exemple sous XP : Le numéro de port est 8

### 3 Description de l'interface utilisateur

Le logiciel comporte une seule fenêtre comportant quelques menus déroulants et rassemble toutes les fonctions nécessaires à la gestion des cartes mémoire.

Les différentes touches s'activent de manière contextuelle, en fonction de ce qu'il est possible de faire ou non à un instant précis. Donc si une touche est grisée, c'est que l'opération qu'elle commande n'est pas réalisable à ce moment-là.

La sortie du logiciel peut s'effectuer indifféremment par Fichier/Quitter ou au moyen de la croix habituelle en haut à droite.

La fenêtre peut être réduite (-) et se retrouver en barre de tâche, mais elle ne peut pas être maximisée.

Le redimensionnement est possible, mais ne grossit pas la fenêtre pour autant (seul le cadre s'agrandit).

La détection du numéro de port est automatique. Si le câble USB est branché après le lancement du logiciel, on verra apparaître le message «Carte arduino détectée ». Puis au bout de quelques secondes, le témoin passe au vert et le numéro de port est affiché dans le champ Port COM. Ce numéro est mémorisé pour le prochain démarrage du soft et si le même port USB est utilisé, l'ouverture du port est alors immédiate.

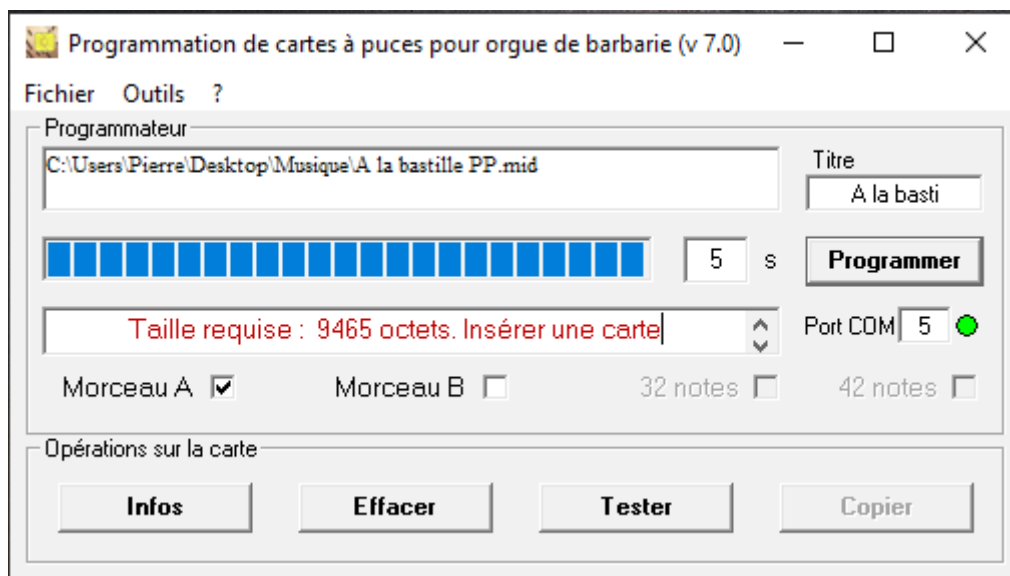


Figure 18 : Interface utilisateur avant la programmation d'une carte

## 4 Programmation du microcontrôleur

Cette opération est à effectuer pour configurer une carte arduino neuve, ainsi qu'après **toute mise à jour du logiciel de gestion**.

Lancer ProCaP en vérifiant que la liaison est bien établie avec la carte (*Port COM vert*). Aller dans *Outils/Programmation Atmega* et sélectionner la carte qui porte le processeur à programmer (*Uno Rev3, Duemilanove ou Nano ancien ou nouveau bootloader*).

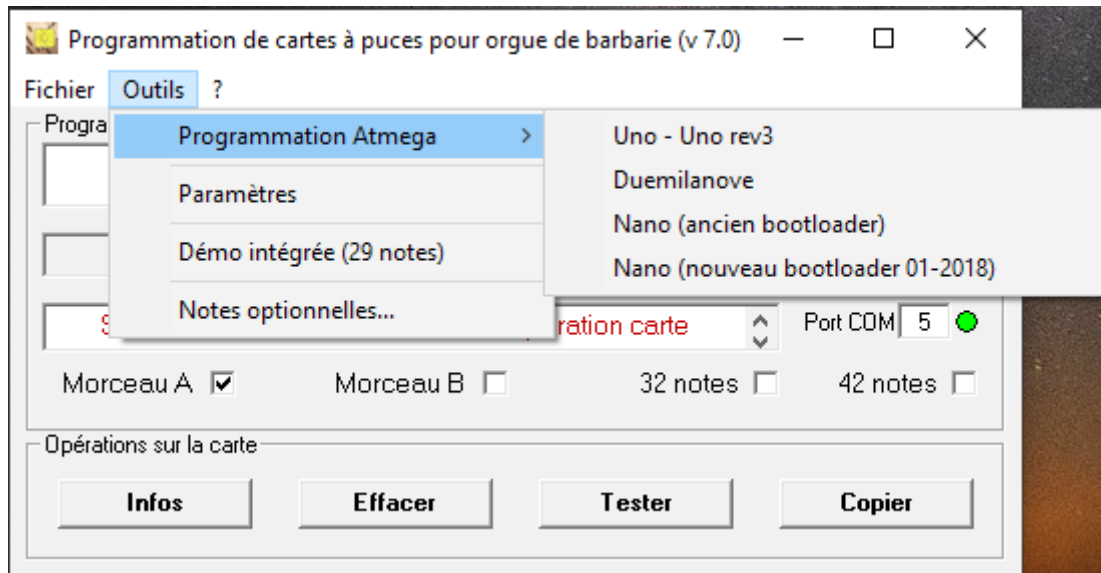


Figure 19 : Exemple de programmation pour une carte Uno rev3

Quand le logiciel demande confirmation. Cliquer OK. Une fenêtre système s'ouvre. Vérifier alors que la programmation s'effectue correctement (lecture, écriture puis relecture).

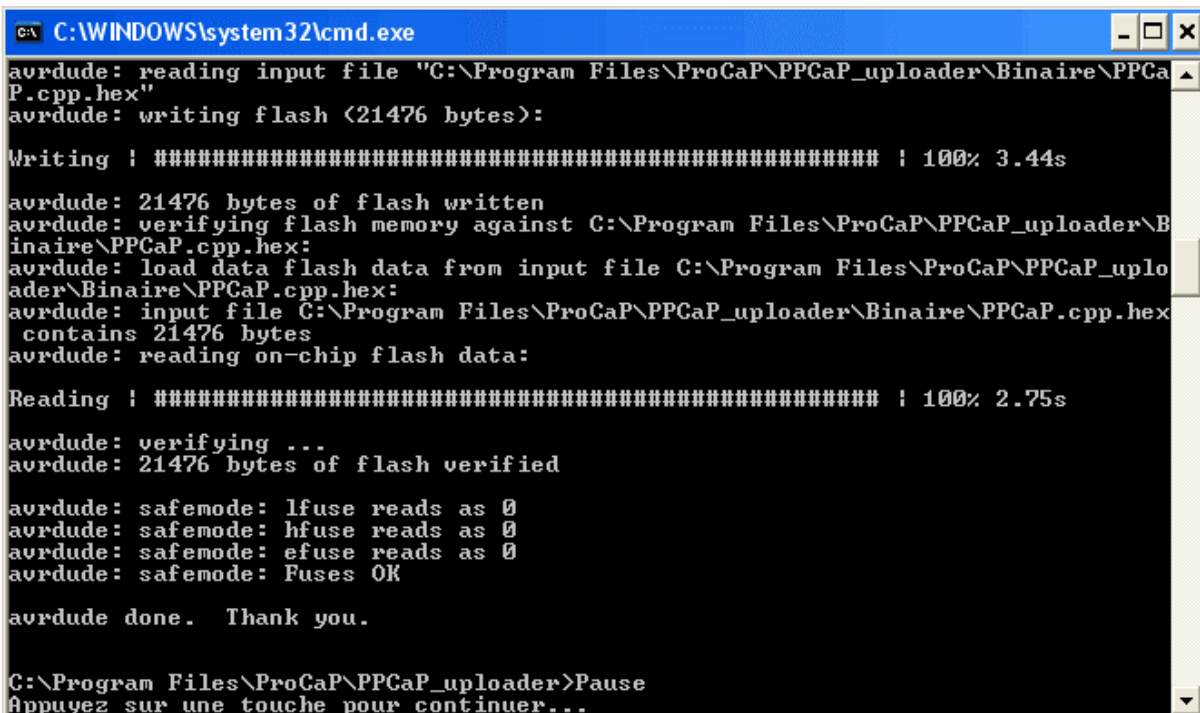


Figure 20 : Exemple d'exécution de la programmation

Fermer la fenêtre, puis quitter ProCaP. Le système est prêt à fonctionner.

## 5 Paramétrage

Le paramétrage s'effectue via une seule et unique fenêtre que l'on appelle à partir du menu *Outils*. Cette fenêtre regroupe toutes les informations permettant d'adapter au mieux le programme au matériel qui entoure la carte.

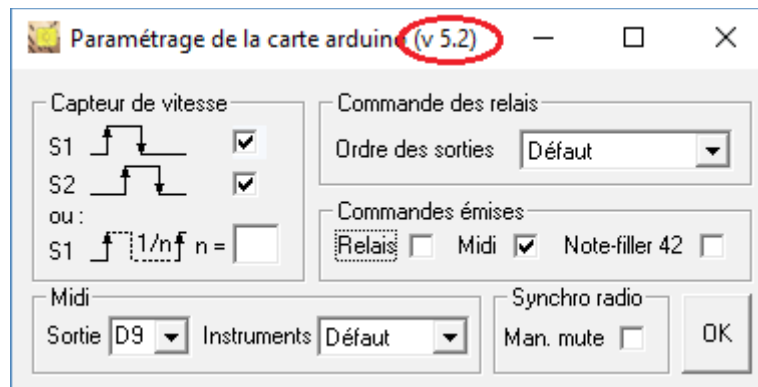


Figure 21 : La fenêtre de paramétrage

### Fonctionnement :

- A l'appel de cette fenêtre, la configuration affichée correspond aux paramètres actuellement stockés dans la carte arduino qui est connectée.
- La version du soft de l'arduino est affichée dans le bandeau (fig. 21). Si elle est différente de celle de ProCaP, un message d'avertissement est affiché.
- Quand on clique OK, tous les paramètres qui ont été modifiés sont envoyés simultanément. Donc il suffit de cocher et de sélectionner ce que l'on veut modifier puis de cliquer une fois OK.
- Pour modifier plusieurs fois de suite le même paramètre comme la table d'ordre des sorties ou encore celle des instruments midi, il suffit de mettre le paramètre concerné en surbrillance au moyen de la flèche de menu déroulant située à droite du champ.
- Afin de vérifier quelles modifications ont été apportées, le champ des messages utilisateurs de la fenêtre principale comporte des flèches de « scrolling » permettant de faire défiler les derniers messages.

### A noter :

- Lorsque la fenêtre *Paramètres* est affichée, la commande Alt-Z offre la possibilité de tout reconfigurer aux valeurs par défaut. A utiliser avec précautions, en particulier si vous n'êtes pas certain d'être en possession des tables d'ordre des sorties ou de la liste d'instruments personnalisée !
- Ces paramètres sont stockés dans une EEPROM de l'Atmega et ne sont pas affectés par les mises à jour ultérieures du logiciel.

## 6 Programmation du capteur de vitesse

Le capteur de vitesse est un dispositif qui génère des impulsions d'autant plus rapprochées que la vitesse de rotation de la manivelle est élevée. L'envoi des commandes vers les relais est asservi à ces impulsions.

Des événements sont associés à un ou plusieurs fronts des signaux générés. Le tempo original du morceau est obtenu pour 240 événements par seconde.

Sur la carte PPCaP, deux broches sont réservées à la prise en compte de ces impulsions. Au travers d'une programmation très simple, il est possible d'adapter le logiciel aux spécificités du générateur et de déterminer combien d'événement seront associés à chaque impulsion.

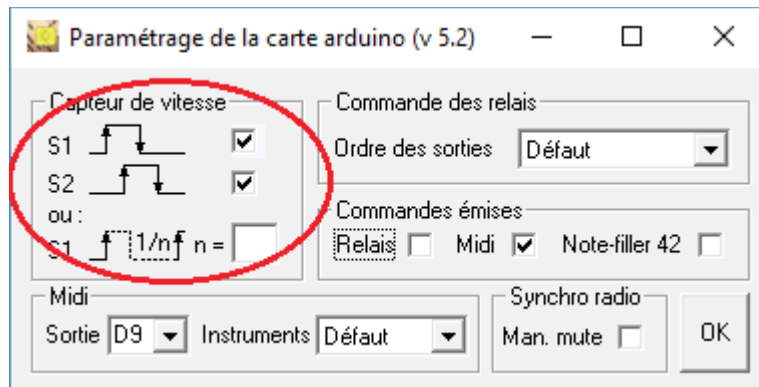
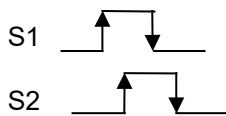


Figure 22 : Programmation du capteur de vitesse

**Configuration 1 :** Capteur en quadrature provenant d'une souris de PC par exemple.

- Le dispositif fournit deux impulsions décalées de  $\pi/2$ .
- On compte 128 impulsions par seconde (64 sur chaque sortie)
- Les deux entrées du connecteur « Capteur » sont câblées.



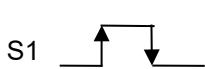
→ **Cocher S1 et S2**

→ Les 4 fronts seront pris en compte (2 sur S1 et 2 sur S2)

On totalisera donc 256 événements par seconde. Avec une éventuelle petite démultiplication on obtiendra facilement les 240 qui permettent de restituer le tempo de base.

**Configuration 2 :** Capteur dédié (disque segmenté maison + optocoupleur à fourche...)

- Le dispositif fournit précisément 120 impulsions par seconde.
- Ne câbler que l'entrée côté masse du connecteur « Capteur ».



→ **Cocher uniquement S1**

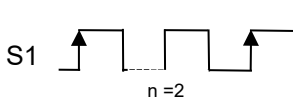
→ Les 2 fronts de S1 seront pris en compte

→ L'entrée 2 est forcée à 1 dans le microcontrôleur et ignorée.

Aucune démultiplication n'est à prévoir puisque le disque a été conçu pour cet usage (disque sur le vilebrequin par exemple) et on comptera 240 événements/s.

**Configuration 3 :** Capteur du commerce délivrant un grand nombre d'impulsions.

- Le dispositif fournit des impulsions décalées de  $\pi/2$ .
- Seule l'entrée côté masse du connecteur « Capteur » est câblée.



→ Il suffit de **renseigner la valeur de n**

→ Un front montant tous les n fronts sera pris en compte sur S1

→ L'entrée 2 est forcée à 1 dans le microcontrôleur et ignorée.

On pourra donc ajuster le facteur de division pour obtenir une valeur proche de 240 événements par seconde et voire même dans les cas favorables se passer de toute démultiplication.

## 7 Définition de l'ordre de commande des relais

Selon l'implémentation du circuit imprimé, le registre à décalage de sortie est disposé autour du connecteur allant vers les relais et les commandes des notes qui circulent dans ce registre se présentent dans l'ordre des notes midi tel qu'elles sont mémorisées dans la carte mémoire.

En conséquence, lorsque ce connecteur est munit d'un câble plat, la suite des numéros de notes sur les fils adjacents se retrouve dans un ordre alterné qui peut s'avérer peu commode pour le câblage vers les relais.

Afin de simplifier ce câblage, il est possible de redéfinir cet ordre en le décrivant dans un fichiers suffixés `.sor` dont des exemples sont donnés dans le dossier *Params* situé sous Mes Documents/ProCaP.

La convention qui a été retenue pour établir ces fichiers est de renseigner les numéros des notes midi dans l'ordre dans lequel on les voit apparaître sur la nappe de fil branchée sur le connecteur de sortie, lorsqu'on regarde la carte PPCaP, carte arduino en bas, conformément à l'illustration ci-dessous :

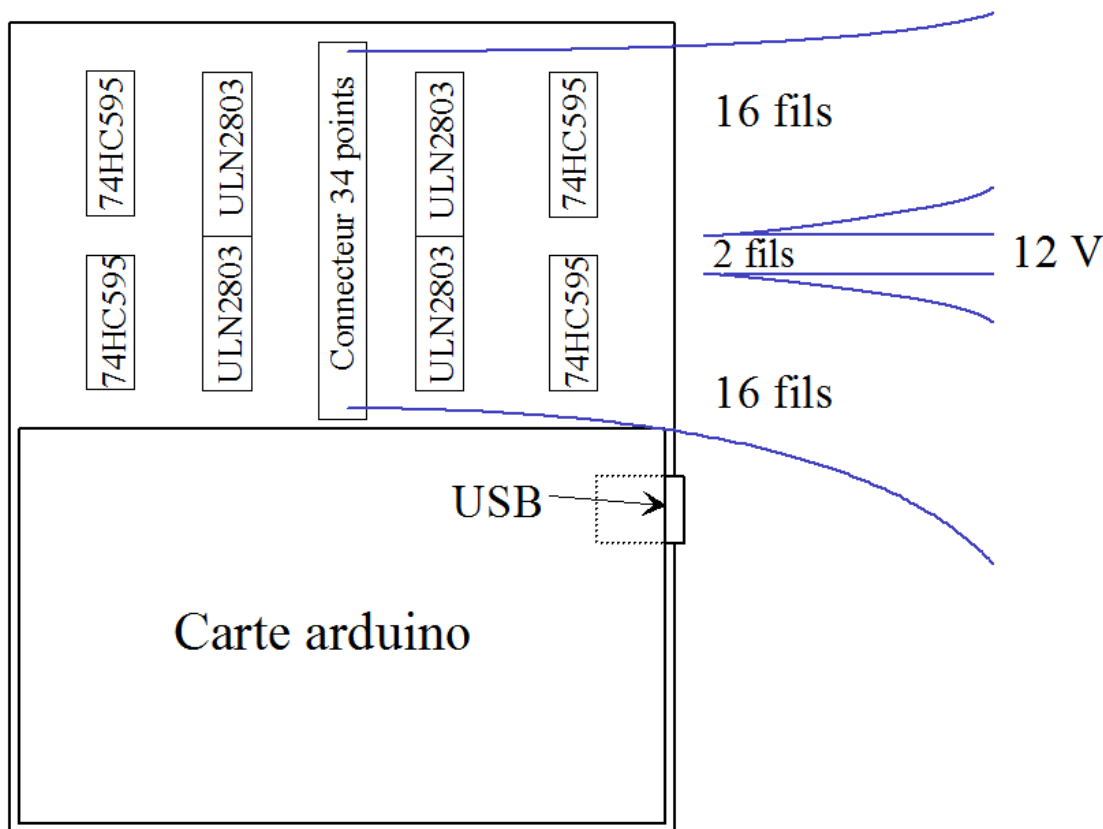


Figure 23 : Ordre des fils sur la nappe de sortie

Page suivante : Exemples de fichiers d'ordre des sorties.

*Ordre croissant 29-32 notes :*

' Table de l'ordre des notes midi  
' Attention : Ne pas ajouter ni c  
' Bord extérieur de la carte  
48  
50  
53  
55  
57  
60  
62  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
12V ' Ne pas modifier  
12V ' Ne pas modifier  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
86  
0  
0  
0  
' Centre de la carte (contre cart

*Ordre croissant 42-45 notes*

' Table de l'ordre des notes mid  
' Attention : Ne pas ajouter ni ,  
' Bord extérieur de la carte sup;  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
' Suite sur la carte principale  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
12V ' Ne pas modifier  
12V ' Ne pas modifier  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
' Centre de la carte principale

*Figure 24 : Exemples de tables d'ordre des sorties*

Il est possible d'affecter les notes à n'importe quelle position du registre de sortie. On dispose donc de **32** positions possibles des sorties en 29-32 notes et de **48** positions en 42-45 notes.

La présence d'un 0 signifie que le fil correspondant sera forcé à la masse.

En l'état actuel du logiciel, la structuration de ces fichiers doit être scrupuleusement respectée. Les fils réservés au **12 Volts ne peuvent changer de place** et on doit toujours trouver le même nombre de lignes avant et après, y-compris les lignes de commentaires.

La programmation de cette table s'effectue par la fenêtre *Paramètres* :

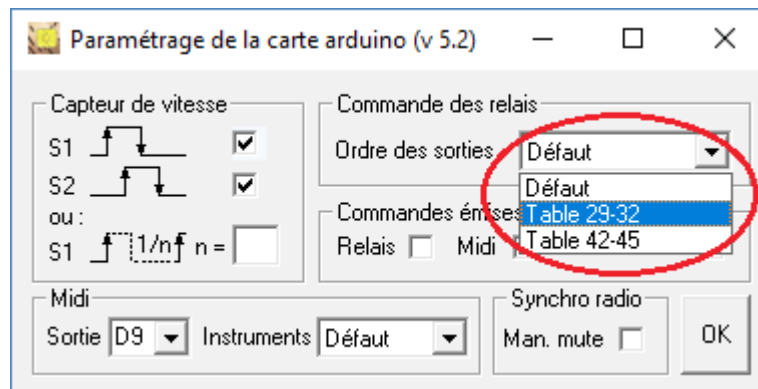


Figure 25 : Programmation de la table d'ordre des sorties

Avant d'effectuer cette programmation, veillez à avoir **coché** le mode de fonctionnement qui correspond : 32 notes, 42 notes ou rien, ainsi qu'à avoir défini le cas échéant, les notes optionnelles des modes 32 ou 45 notes.

Sélectionner une des trois options :

- *Défaut* annule toute table d'ordre et les commandes sortent dans l'ordre par défaut
- *Table 29-32* ouvre une boîte de dialogue invitant à choisir un fichier type 29-32 notes.
- *Table 42-45* invite à la sélection d'un fichier type 42-45 notes.

Cliquer OK.

Le fichier .sor est alors transféré dans le microcontrôleur et le nouvel ordre des sorties sera automatiquement pris en compte.

Un contrôle est effectué sur la structure du fichier et s'il n'est pas conforme à ce que le logiciel attend, il sera rejeté.

Pour désactiver cette programmation et revenir à l'ordre par défaut, sélectionner l'option *Défaut*.



## 8 Les commandes émises

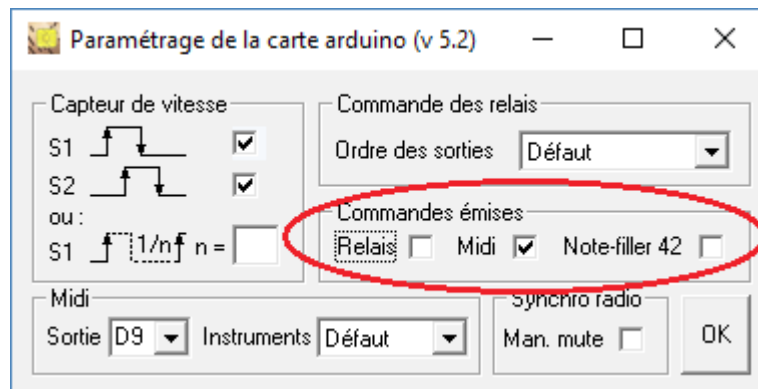


Figure 26 : Définition des commandes émises

### 8.1 Relais / Midi

En fonction de la destination de la carte PPCaP, il est possible de choisir de ne sortir que les contrôles dont on a besoin. Ce choix a 2 finalités :

- Économiser un peu d'énergie.
- Égaliser les délais de transmission émetteur/récepteur en synchronisation radio. En effet, l'émission des messages midi prend plus de temps que la commande des relais et afin d'optimiser la simultanéité des commandes, un équilibrage est nécessaire.

On cochera les cases selon les cas d'utilisation. Il est obligatoire de cocher au moins une des deux cases.

### 8.2 La fonction note-filler 42

Cette fonction optionnelle est spécifique aux standards 29 et 42 notes. Elle permet de transformer électroniquement un instrument 29 notes en un 42 notes.

Principe :

- Un système PPCaP commande les relais d'un instrument 29 notes.
- La sortie midi de PPCaP est connectée à un synthétiseur et un ampli.

Fonctionnement :

- Lecture d'une carte programmée en 29 notes : Les 29 relais sont activés et ce sont uniquement les flûtes de l'orgue qui jouent.
- Lecture d'une carte programmée en 42 notes : Les 29 notes communes aux 2 standards sont jouées par les flûtes et les notes complémentaires sont jouées par le synthétiseur.

Activation : Cocher la case dédiée.

En résumé :

- Quand la fonction est désactivée, la totalité des commandes envoyées vers les relais est dupliquées en midi.
- Quand elle est activée, seules les notes complémentaires au 29 sont émises en midi.

## 9 Les commandes midi

### 9.1 Sortie midi

Dans les versions du système antérieure à la 5.0, la sortie des commandes midi s'effectuait systématiquement via la broche D9 de la carte arduino.

La mise en place de la synchronisation a imposé le transfert de la sortie midi sur TX.

Trois situations peuvent se présenter :

- Circuit imprimé marqué 10/2017 ou *PPCaP\_nano\_midi\_RF* : choisir **TX**
- Circuit imprimé antérieur :
  - Modifié pour la synchro radio : choisir **TX**
  - Non modifié : choisir **D9**

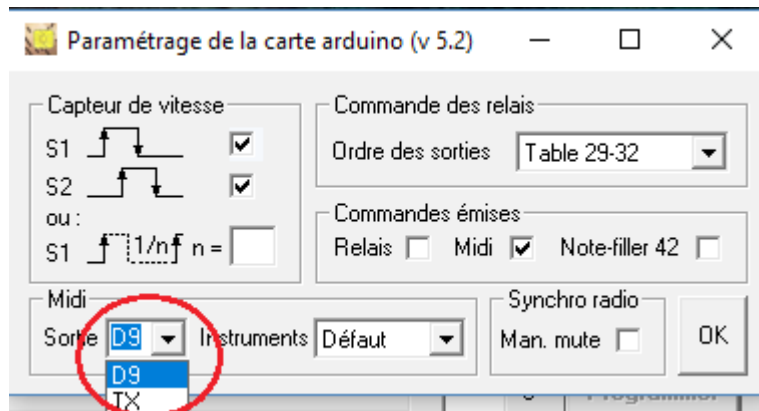


Figure 27 : Choix de la broche de sortie des données midi

### 9.2 Instruments midi

La liste d'instruments General Midi par défaut peut être redéfinie dans un fichier conforme à *Exemple\_table\_instrus.txt* situé dans le répertoire *Params* sous Mes documents/ProCaP.

- *Défaut* revient à la table prédéfinie.
- *Table perso* invite à la sélection d'un fichier type *Exemple\_table\_instrus.txt*
- *Aucun* : PPCaP ne gère plus les instruments midi. Ils devront être définis par le synthé situé en aval.

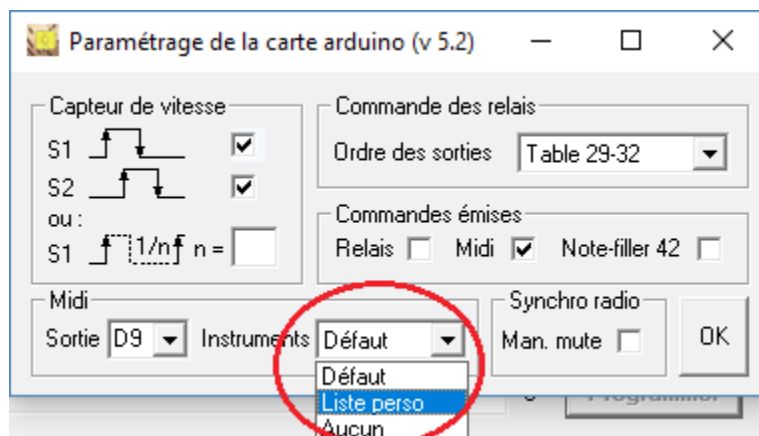


Figure 28 : Programmation de la table d'instruments GM

## 10 Mute manivelle

Cette possibilité a été ajoutée avec l'arrivée de la synchronisation radio. En effet, dans ce cas le jeu du morceau s'effectue de manière automatique sans que la vitesse de rotation de la manivelle n'en modifie le tempo. Et même si elle ne tourne pas, le morceau se déroule normalement.

Si l'orgue est alimenté par des soufflets il faut obligatoirement tourner pour produire de l'air et donc tout semble « normal ». En revanche, dans le cas d'un instrument purement électronique on peut le laisser tout seul dans son coin et il joue quand-même, ce qui est tout de même moins spectaculaire.

Et puis... Entendre les relais qui battent alors que la manivelle ne tourne pas n'est pas trop dans l'esprit PPCaP, où la manivelle est l'organe de commande principal de l'instrument.

Par cette case à cocher, il est possible de déterminer le rôle de la manivelle lorsque l'appareil joue de manière automatique en synchronisation radio, qu'il soit maître ou esclave.

- *Case non cochée* : Pas besoin de tourner. Le morceau joue automatiquement si on est en midi et les relais battent en permanence. Cela peut être utile par exemple en phase de mise au point d'un arrangement pour plusieurs orgues et que l'on est seul.
- *Case cochée* : Le morceau se déroule également automatiquement, mais les relais ne sont mis en action et la sortie midi n'est activée que si on tourne la manivelle.

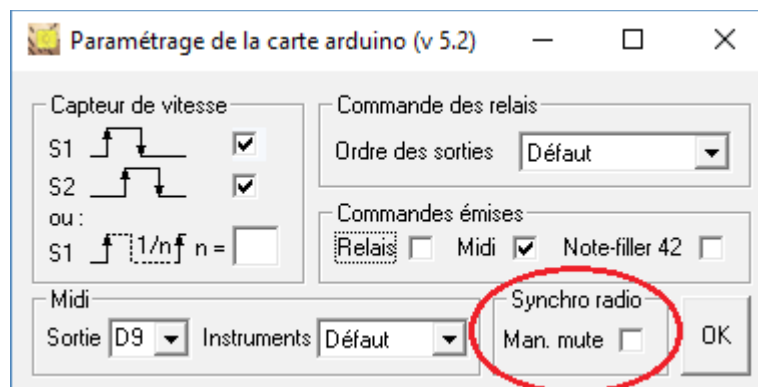


Figure 29: Action de la manivelle en synchro radio

# UTILISATION

## 1 Le logiciel ProCaP

Raccorder le cordon USB et lancer le logiciel sans insérer de carte mémoire. La LED verte de l'appareil va clignoter une fois, signifiant que le logiciel a pris le contrôle de la carte PPCaP.

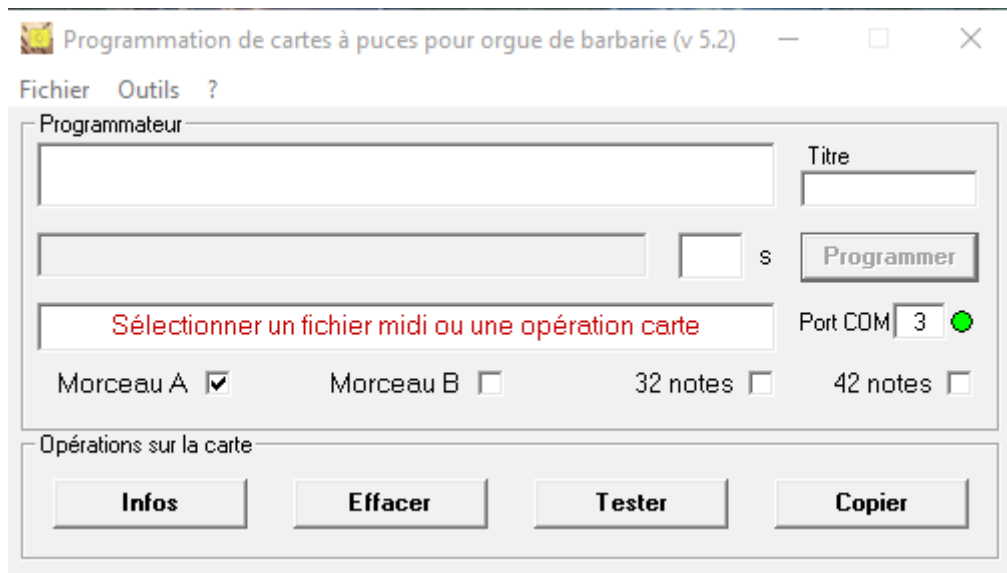


Figure 30 : Aspect du logiciel au lancement. La version ProCaP est indiquée dans le bandeau.

## 2 Programmer un morceau

C'est la fonction principale du logiciel. Le fichier source est analysé et transformé en un ensemble de données qui seront écrites dans la carte mémoire. Ces données ont la forme de *macro-événements* codés sur 5 octets en 29-32 notes ou 7 octets en 42 notes. Ils portent la totalité des notes adressées par le système de lecture ainsi qu'une information de temps relatif qui permet de situer chaque événement par rapport à celui qui le précède.

Un marqueur spécifique ainsi que la taille du morceau, codés chacun sur 5 octets, sont placés en tête de l'enregistrement.

Les titres des morceaux sont également enregistrés et l'espace qui leur est réservé occupe les 20 dernières adresses de la carte. Par défaut, un titre est composé des 10 premiers caractères du nom du fichier midi, mais il peut être modifié à souhait.

A la base, le système est conçu pour des instruments comportant 27 ou 29 notes\* conformément au « standard » Erman.

Pour une configuration en 32 notes, cocher la case correspondante préalablement à toute programmation et définir les numéros midi des 3 notes supplémentaires via le menu : *Outils/Option 32 notes*.

En 32 notes, la précision de positionnement d'événements solitaires séparés de plus de 500 ms est légèrement moindre qu'en 29 ou 42 notes, mais cela reste imperceptible.

Les paramètres du mode 32 notes sont automatiquement mémorisés et se retrouveront à l'identique au démarrage suivant.

*\* Il est possible de redéfinir complètement les notes prises en charge et de contrôler un tout autre instrument jusqu'à 32 ou 45 notes selon la carte électronique. Voir Annexes.*

### Mode opératoire :

- Ouvrir un fichier midi et suivre les instructions (*Fichier/Ouvrir...*). Tous les types de fichiers midi sont admis. Pas besoin de conversion préalable. Les prétraitements durent au maximum quelques secondes, puis la touche *Programmer* devient valide et on invite à insérer une carte d'une capacité suffisante.
- Modifier éventuellement le titre.
- Cocher morceau A ou B selon celui que l'on veut programmer.
- Cliquer *Programmer*. La barre de progression affiche l'avancement.

Et le morceau peut être immédiatement joué.

### Remarques :

- On ne peut programmer que deux morceaux sur la même carte.
- Leurs tailles respectives sont indifférentes, pourvu que la somme des deux tienne dans la carte, à quelques octets de service près.
- La taille qui est prise en compte n'est pas celle du fichier midi, mais celle que donne le logiciel lors de l'invitation à insérer une carte mémoire.
- Afin d'optimiser le remplissage des cartes, le morceau B est stocké à partir du début du bloc de 16 octets situé immédiatement après le morceau A. Et c'est conformément à cette règle que le lecteur retrouve B.
- Dès que le fichier midi a été ouvert, en frappant Alt-R on obtient une estimation de la consommation de ce morceau, ramenée en temps de fonctionnement d'un seul relais.

Conséquence : Si on modifie A, il faut obligatoirement reprogrammer B.

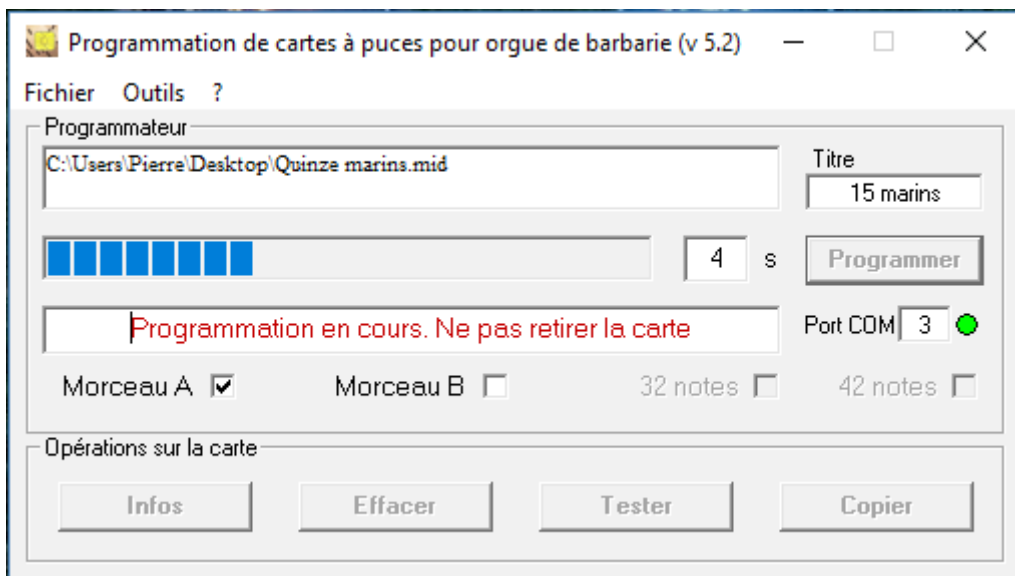


Figure 31 : Programmation du morceau A en cours

### Commentaire :

Les notes supplémentaires des modes 32 notes ou 42 notes ne sont pas forcément des notes de musique. Elles peuvent être également des commandes de registres, ou de percussions ou toute autre chose.

A vous de jouer ! Et n'oubliez pas qu'avec 3 bits, on peut générer 8 commandes.

### 3 Pré-traitement des fichiers midi (utilisation optionnelle)

Avant leur enregistrement sur les cartes, les fichiers midi doivent avoir été convenablement arrangés en fonction des contraintes de l'orgue : Notes disponibles et performances en termes de répétitions pour ne citer que les plus courantes.

Il est néanmoins possible de régler certains «derniers détails» concernant le positionnement et l'écartement des notes, au moment du passage sur carte.

Ces possibilités sont accessibles par le menu Fichier/Pré-traitements... qui affiche alors le formulaire suivant :

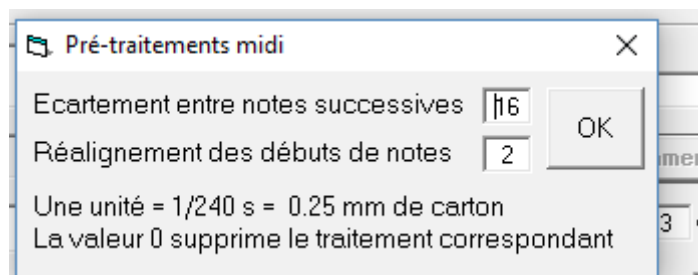


Figure 32 : Exemple de configuration des pré-traitements

#### 3.1 Séparation des notes

Lorsque la valeur est 0, aucune modification n'est effectuée. Si la fin d'une note et le début de la suivante sont sur le même temps midi, elle seront fusionnées. Si les temps sont différents rien n'est changé.

Si la valeur est supérieure à 0, les notes trop rapprochées vont alors être séparées arbitrairement de la distance correspondant à cette valeur. Cette séparation s'effectue toujours en raccourcissant la note précédente.

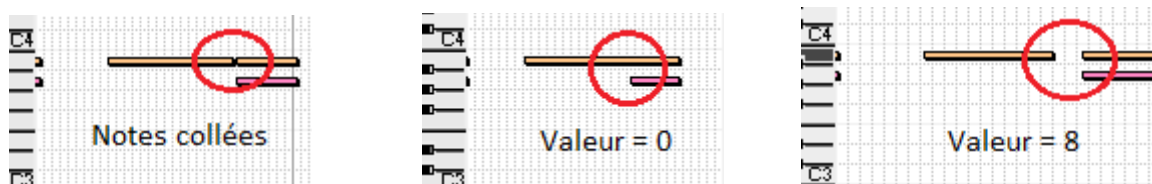


Figure 33 : Séparation de notes collées

Par exemple, la valeur 16 donnera un intervalle entre notes successives équivalent à une longueur de 4 mm de carton qui est une recommandation assez courante des noteurs pour obtenir de bonnes répétitions.

#### 3.2 Réalignement des débuts de notes

Si ce paramètre vaut 0, aucun traitement n'est effectué.

Pour une valeur différente de 0, tout début de note d'une distance inférieure ou égale à cette valeur par rapport à la note précédente sera aligné sur cette dernière.

Dans PPCaP, chaque décalage, même infime provoque la génération d'un événement supplémentaire occupant 5 à 7 octets de mémoire. Effectuer ces réalignements est donc une bonne manière de diminuer l'encombrement de certains fichiers sur les cartes à puces, en particulier s'ils sont issus de la numérisation de cartons.

## Exemple de ré-alignment des débuts de notes :

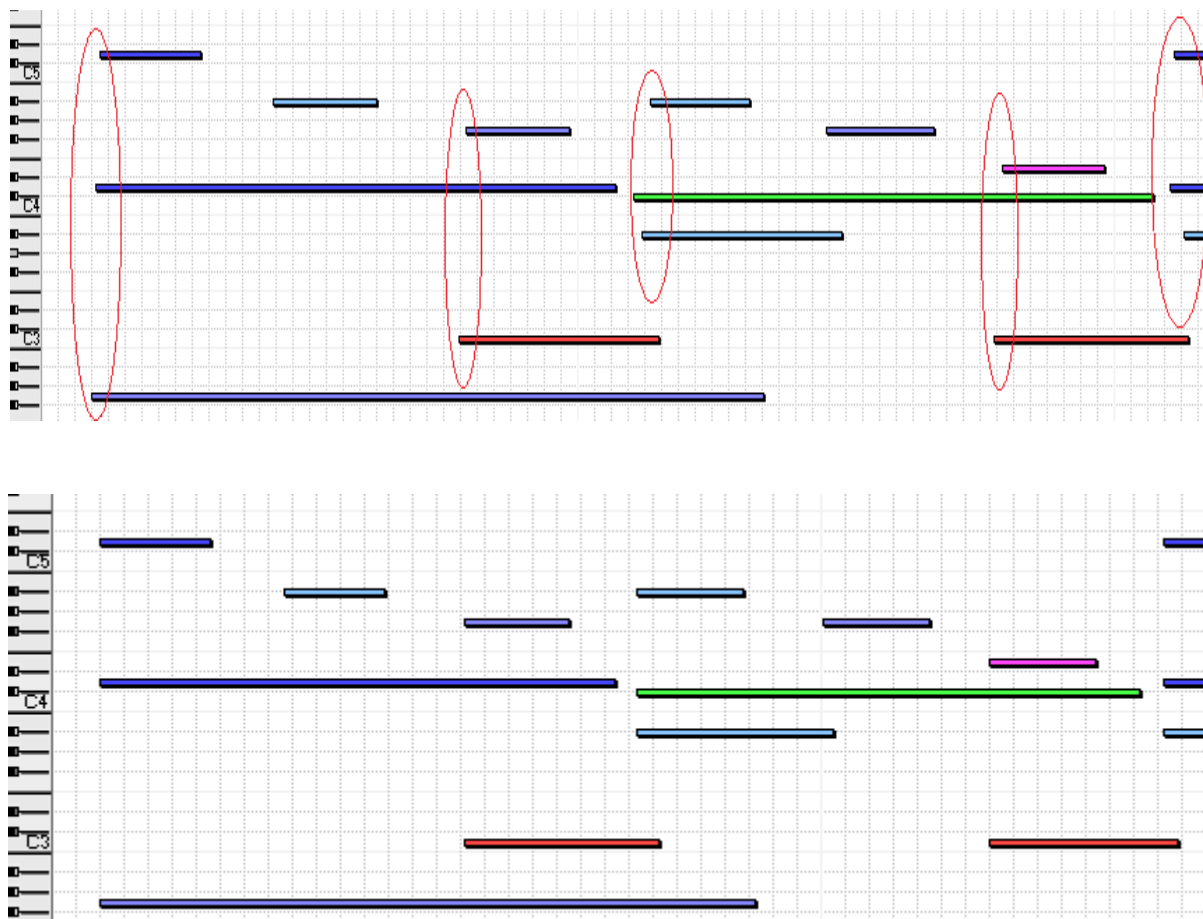


Figure 34 : Réalignement des débuts de notes. Avant et après. Valeur = 2

Quelques précisions sur le fonctionnement du réalignement.

L'algorithme fonctionne selon un principe de chaînage. Tant que la distance entre l'événement courant et l'événement précédent est inférieure à la consigne, l'alignement sur le premier événement de la série continue. Dès que la distance devient supérieure, la chaîne est interrompue et l'alignement s'arrête. Il reprendra à nouveau dès que la distance entre événements successifs sera à nouveau vérifiée.

Exemple sur une série de 7 événements consécutifs  $ev_i$  avec une consigne de  $d$  :

$ev_1 - d - ev_2 - d - ev_3 - d - ev_4 - 2d - ev_5 - d - ev_6 - 2d - ev_7$

Le résultat après réalignement sera :

$ev_1$   
 $ev_2$   
 $ev_3$   
 $ev_4 - 5d - ev_5$   
 $ev_6 - 3d - ev_7$

**A noter** : Pour utiliser le résultat de ces traitements dans un autre contexte, sous un éditeur de musique par exemple ou sur un autre système de lecture, il suffit de sauvegarder le fichier midi après son ouverture par : *Fichier/Sauver fichier midi...*

## 4 Opérations diverses sur les cartes

**Infos** : Ouvre une fenêtre qui donne la taille de la carte ainsi que celle des différents morceaux qui y sont enregistrés avec leurs titres. Si B est absent, la place disponible est précisée en tenant compte de la place réservée pour les entêtes et les titres ainsi que du facteur de blocage (écriture par blocs de 16 octets).

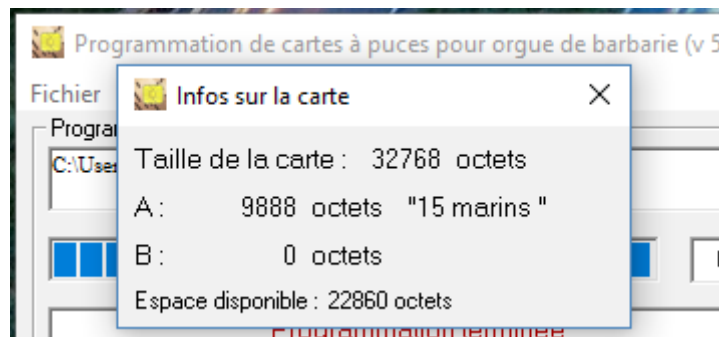


Figure 35 : Fenêtre d'infos

Une étoile (\*) sur le morceau B signale qu'il est positionné en 16384 conformément aux conventions de la version initiale des logiciels. C'est purement informatif et sans conséquences sur la lecture ou une éventuelle copie. Tout nouvel enregistrement de B sur cette même carte sera désormais effectué à la suite de A.

**Effacer** : Remet la carte dans son état initial, avec tous les bits à 1.

*Remarque :*

Il n'est pas nécessaire d'effacer une carte avant de la reprogrammer. Un nouveau morceau remplace simplement le précédent. L'effacement peut néanmoins être utilisé « en ultime recours » lorsqu'une carte présente des aléas de fonctionnement.

**Tester** : Les motifs complémentaires « 01010101 » puis « 10101010 » sont écrits puis relus sur la totalité de la carte. Si tout se passe bien, le message *Test carte OK* est affiché.

**Copier** : Permet de copier un morceau d'une carte sur l'autre sans passer par le fichier midi. Dans un premier temps le morceau est lu dans la carte source, puis après invitation à insérer la carte cible il sera ensuite programmé selon le processus normal. Avant d'effectuer cette programmation (ou à la place de celle-ci), il est possible de sauvegarder le morceau au format midi par : *Fichier/Sauver fichier Midi...*

*Remarque :*

Bien que le positionnement temporel des notes soit strictement respecté, le fichier midi résultant ne peut être parfaitement similaire au fichier original. En effet, des informations ont été supprimées lors du premier transfert et il est quasiment impossible de les retrouver seulement à partir des notes. Cela concerne notamment le tempo et la mesure qui sont remplacés par les valeurs par défaut du standard midi : Tempo 120 et mesure 4/4. Néanmoins, ce sont des fichiers midi comme les autres et ils peuvent être retravaillés avec les outils habituels, puis transférés à nouveau sur une carte.

En résumé : C'est comme si ces fichiers résultaient du scan parfait d'un carton, sans erreur de lecture ni de positionnement.



# PPCaP SUR L'ORGUE

En principe il n'est pas nécessaire d'implanter un bouton marche/arrêt. Le contact de présence de carte mémoire active ou désactive un relais qui assure cette fonction. Dès que le microcontrôleur est sous tension, le soft s'exécute. Il détecte alors la présence d'une carte mémoire et en lit les 10 premiers octets qui constituent une entête spécifique qu'il essaye de reconnaître. S'il échoue, la LED rouge s'allume. Il est impossible de jouer des données qui ne seraient pas formatées selon les conventions PPCaP.

## Principes généraux :

- A l'insertion d'une carte comportant un morceau de musique et si la reconnaissance d'en-tête est satisfaisante, la LED verte s'allume. Le premier morceau est sélectionné et peut être joué immédiatement.
- Contrôle de vitesse : La granularité est telle que toute variation ou arrêt sont pris en compte instantanément.
- Basculement de morceau avant ou pendant un morceau : Manivelle immobile, presser le bouton pendant 1 seconde jusqu'à ce que la LED verte s'éteigne.
  - Si on est en A la LED verte clignote 2 fois et on passe en B.
  - Si on est en B la LED verte clignote 1 fois et on revient en A.
- En fin de morceau une pression courte fait passer au morceau suivant (ou permet de revenir au premier).
- Avancer dans le morceau : Manivelle immobile, effectuer des pressions courtes sur le bouton.
  - La LED verte clignote 1 fois et l'on avance d'un *équivalent carton* d'environ 32 cm à chaque pression.
- Pendant le jeu, une pression sur le bouton maintient les notes en cours.
- Si on retire la carte, tout s'arrête immédiatement (le relais d'alimentation se coupe).

En cas de non activité à la manivelle pendant au moins 8 secondes, tous les relais de clapets qui pourraient être activés sont relâchés afin d'éviter leur échauffement. Ce temps d'arrêt peut être quelconque et dès que l'activité reprend, le morceau se poursuit normalement.

La LED verte reste allumée pendant toute la lecture et elle s'éteint en fin de morceau signifiant que toutes les données du morceau ont été lues. Donc on peut continuer à tourner, il ne se passe plus rien.

Pour jouer le morceau suivant, effectuer une pression courte sur le bouton.

Et c'est aussi simple que ça !

# ANNEXES

## **1 Mémo interface utilisateur**

L'interface utilisateur est des plus simples puisqu'elle comporte un seul bouton et deux LEDs. Mais elle donne tout de même accès à bon nombre de scénarios d'utilisation.

Principe de base : Basculement de morceau = manivelle immobile.

### **Jouer le premier morceau**

- . Insérer la carte, attendre l'allumage de la LED verte et tourner.

### **Jouer le deuxième morceau**

- . LED verte allumée, appuyer 1 seconde sur le bouton jusqu'à ce qu'elle s'éteigne.
- . Relâcher. La LED clignote 2 fois (2<sup>ème</sup> morceau) et tourner.

### **Retour au premier morceau**

- . Même manip que dans le cas précédent, mais avec un seul clignotement vert.

### **Avance dans le morceau**

. LED verte allumée : De courtes pressions sur le bouton avancent dans le morceau d'un équivalent carton d'environ 32 cm.

### **Maintien des notes en cours**

- . Bouton pressé pendant le jeu. Équivalent à un blocage du carton.

### **Jouer au tempo du midi file**

- . Appuyer sur le bouton et insérer la carte sans le relâcher. La LED rouge s'allume.
- . Attendre qu'elle s'éteigne (1 s) et relâcher le bouton.
- . La LED verte s'allume. On peut alors basculer d'un morceau à l'autre ou avancer dans le morceau comme précédemment.
- . Au premier mouvement de manivelle le morceau démarre. Ensuite elle n'a plus d'effet sur le tempo, mais les arrêts/marche sont pris en compte instantanément.

### **Test des répétitions**

Cette fonction est intégrée et ne nécessite aucun fichier de musique.

- . Insérer une carte de visite, un morceau de carton ou une carte mémoire à l'envers pour mettre le système sous tension. La LED rouge s'allume.
- . Effectuer une pression courte sur le bouton. Le premier relais correspondant au Do2 est activé et relâché alternativement toutes les 60 ms.
  - Cela correspond à un carton qui aurait des trous de 3.6 mm espacés de 3.6 mm.
- . Le relais bat indéfiniment. Ce qui permet de régler tranquillement les répétitions.
- . A chaque pression sur le bouton on passe à la note suivante.
- . Après la dernière note, on revient à la première, avec cette fois une activation de 500 ms pour un relâchement de 100 ms. On peut alors régler l'accord des notes.

**A noter** : Si le bouton est pressé avant l'insertion de la carte à l'envers, les notes jouent en continu. Cette particularité permet d'accorder les notes.

### **Test de répétitions en 29 notes, 32 notes ou 42 notes ?**

Il suffit d'insérer une carte programmée dans le mode souhaité et attendre l'allumage de la LED verte. Le microcontrôleur mémorise alors un mode préférentiel dans lequel sera effectué le prochain test de répétition.

Pour quitter le programme de test : Retirer la carte.

## Exécution d'un morceau de démo

A tout moment pendant le test des répétitions ou avant qu'il ne commence (carte non reconnue et LED rouge donc), si on presse le bouton au moins 2 secondes, la LED rouge s'éteint.

- . Relâcher le bouton. La LED se rallume et clignote 2 fois.
- . Tourner et un court morceau pourra alors être joué en boucle. Sans carte mémoire, en boucle, autant que vous le voudrez et au tempo de la manivelle bien sûr.

La programmation de ce morceau s'effectue en sélectionnant préalablement cette option via le menu *Outils* du logiciel de gestion. L'espace mémoire disponible est de 890 octets.

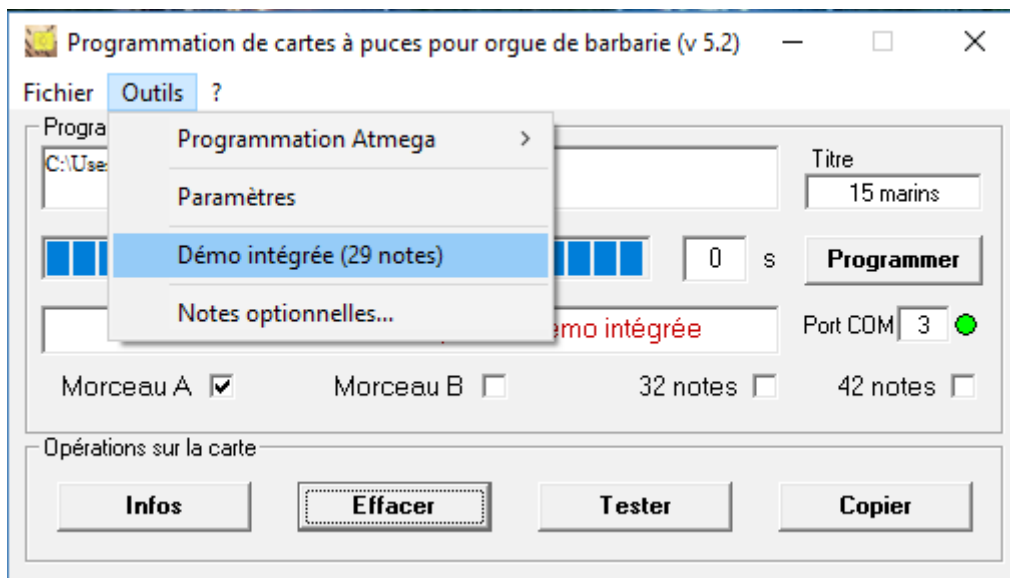


Figure 36 : Programmation de la démo intégrée

Quelques exemples de fichiers qui conviennent sont donnés dans le répertoire Midi\_Demo à la racine de l'installation du logiciel.

Amusez-vous à jouer un morceau en insérant votre carte Vitale, par exemple... ;o)

## **2 Gestion de l'énergie**

Toutes les 5 insertions de carte, 12 relais sont activés pendant 300 ms et la tension de la batterie est mesurée. En-dessous d'un seuil d'alerte programmable (voir paragraphe suivant), la LED rouge clignote 5 fois. Par défaut ce seuil est fixé à 10 V. Rien n'interdit de jouer malgré cette alerte, mais il est possible que certains relais ne fonctionnent pas.

### **2.1 Estimation de l'autonomie**

La durée de chaque morceau intégralement joué est ajoutée à un compteur qui peut stocker une durée maximale de 2 h et 8 mn. Au-delà, il repasse à 0.

Cette information est purement indicative et peut être utilisée par exemple en phase de mise au point afin de dimensionner au mieux la batterie.

#### Gestion de ce compteur et programmation de la tension du seuil d'alerte batterie :

Lire un morceau jusqu'à ce que la LED verte s'éteigne (un morceau de quelques seconde suffit). Deux actions sont alors possibles :

- *Lecture du compteur de temps cumulé :*

Maintenir le bouton appuyé 3 secondes et relâcher. La LED rouge s'allume puis va émettre un nombre variable de clignotements. Chaque clignotement vaut pour 5 mn. Il suffit donc de les compter et de multiplier par 5 pour avoir une idée du nombre de minutes de jeu mémorisées depuis le dernier passage par zéro du compteur.

- *Mise à zéro forcée du compteur et programmation de la tension de seuil :*

Bouton appuyé au moins 5 secondes et relâcher. La LED rouge clignote 2 fois.

- Le compteur a été mis à zéro.

- La tension actuelle de la batterie est mémorisée en tant que seuil d'alerte.

#### *Remarques :*

- Utiliser une alimentation stabilisée pour mémoriser une tension précise.

- Penser aux spécifications propres de vos accus (tension minimale des Li-Ion par exemple), de manière à ce que ce seuil soit vraiment significatif.

### 3 Redéfinition des notes prises en compte

Cette opération s'effectue en modifiant le fichier *procap.ini* (répertoire d'installation).

**Attention** : Tout peut être redéfini, mais bien évidemment, les cartes obtenues ne seront plus compatibles avec celles qui sont produites par la version de base 27-29-42 notes.

Fichier *procap.set* d'origine et signification des paramètres :

```
60      -- vitesse de lecture
0.25    -- pas des échantillons en équivalent carton
100     -- longueur de carton à dérouler avant la première note (cas normal)
10      -- longueur de carton à dérouler avant la première note (Démon)
```

La redéfinition des notes midi s'effectue en 2 temps :

1. Ajouter une ligne de commentaire précédée de **##** nn (nn = nombre de notes)
2. Chaque ligne suivante comporte un numéro midi dans l'ordre des sorties.

Exemple de fichier *procap.ini* pour un instrument de type Seraphone. La note la plus basse (midi 43) sera sur la sortie 1 et la note la plus aiguë (midi 76) sur la sortie 20.

```
30
0.25
50
5
## 20 Notes midi pour un Séraphone
43
48
50
53
55
57
59
60
61
62
63
64
65
66
67
69
71
72
74
76
```

Figure 37 : Fichier *procap.ini* pour une gamme type Seraphone

## 4 Insertions de repères dans un morceau

Certains tourneurs et en particulier les chanteurs, inscrivent parfois des repères sur leurs cartons de manière à signaler des moments particuliers (début de phrase etc.). Cette possibilité est également accessible ici et ne demande aucun ajout ni modification de matériel.

### a) Insertion des marques

Il faut tout d'abord convenir d'une note qui sera réservée à cet usage. Pour ma part, j'utilise le Do portant le numéro midi 96 (C5 ou C6 suivant les notations). Pour que cette note ne gêne pas pendant l'arrangement du morceau, il suffit de lui affecter une vélocité nulle. Voir l'exemple suivant sous Cubasis :

### b)

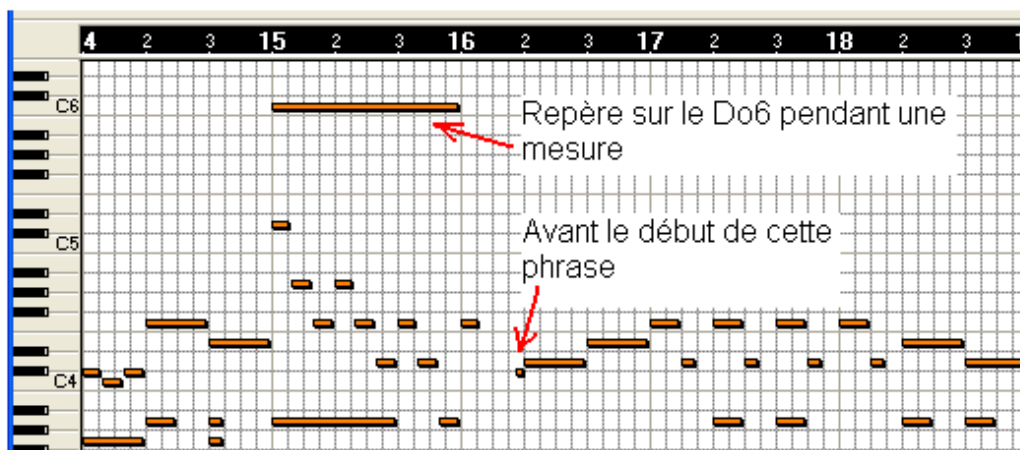


Figure 38 : Insertion d'une marque sur C6

### c) Programmation de la carte

- Cocher le mode 32 notes. A défaut il sera coché automatiquement.
- Aller dans *Outils/Notes optionnelles...*
  - . Renseigner le numéro midi retenu (96 ici) à l'emplacement de la note 32
  - . Cocher la case *Marque* qui est en face et *Valider*
- Effectuer ensuite la programmation du morceau de la manière habituelle

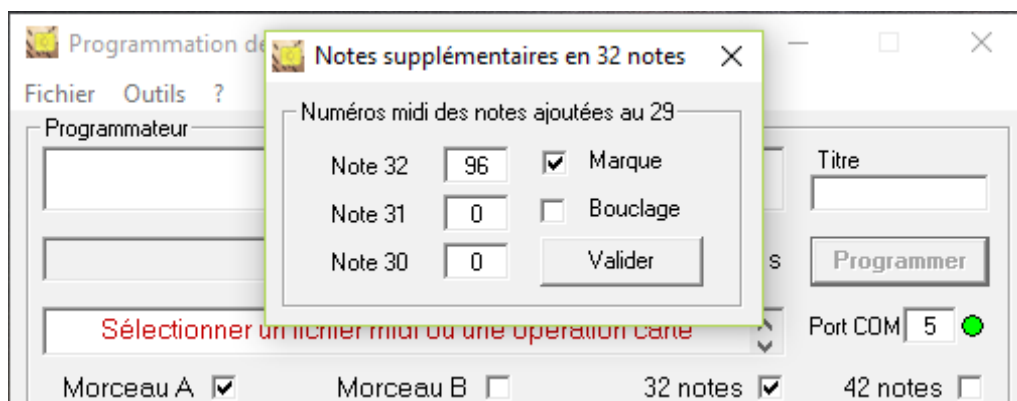


Figure 39 : Prise en compte de la marque sur la note C6

### d) Utilisation

Aucune manœuvre particulière n'est requise et la LED rouge s'allumera pendant la durée de la note repère.

## 5 Points de bouclage

Au cours de l'exécution d'un morceau on peut parfois avoir envie de rejouer une partie, une phrase, une section musicale. Un peu à la manière des orchestres qui « remettent un tour ». Avec un carton c'est impossible de le repositionner en arrière immédiatement. Qu'à cela ne tienne, PPCaP offre cette possibilité de manière très souple.

- a) Dans la séquence midi on insère des notes-repères afin d'identifier la (ou les) partie(s) que l'on souhaite éventuellement rejouer.

*Rem1* : Ces notes doivent être **les plus courtes possible** ou se situer **dans un silence**.

*Rem2* : Les instants pris en comptes sont : **Début** première marque et **fin** de la 2ème.

*Rem3* : Il est possible de marquer autant de sections que l'on veut.



Figure 40 : Mise en place de repères de bouclage à l'aide d'un E5

- b) *Programmation du morceau sur la carte*

- Cocher le mode 32 notes. A défaut il sera coché automatiquement.
- Aller dans *Outils/Notes optionnelles...*
  - . Renseigner le numéro midi retenu (ex. 88 pour E5) à l'emplacement de la note 31.
  - . Cocher la case *Bouclage* qui est en face *et Valider*.
- La programmation du morceau s'effectue ensuite de la manière habituelle.

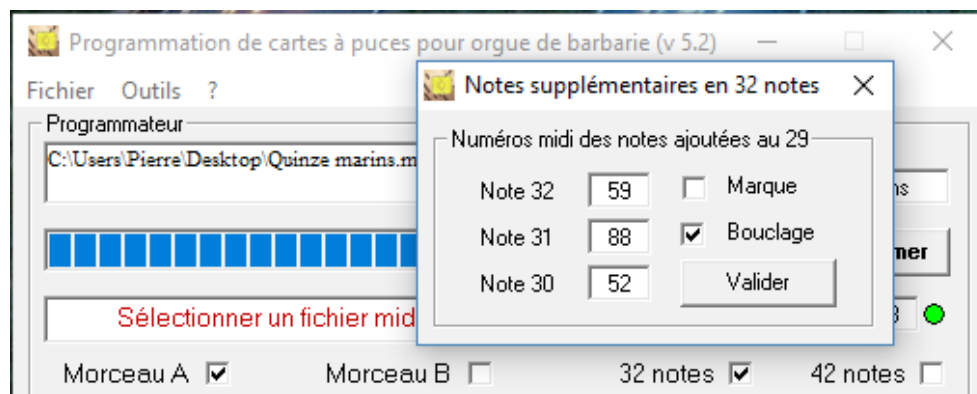


Figure 41 : Prise en compte du bouclage sur le Mi5

- c) *Utilisation*

A la lecture la LED rouge s'allume pendant la durée comprise entre les 2 marques. On peut :

1. Ne rien faire : Le morceau se déroule alors tout à fait normalement jusqu'au bout.
2. Prendre en compte ce bouclage en appuyant sur le bouton à n'importe quel moment pendant que la LED est allumée. Le LED s'éteint et quand le morceau arrive sur la fin de la seconde marque il revient immédiatement au niveau du début de la première marque. La partie musicale correspondante est alors rejouée.

## 6 Synchronisation radio

### 6.1 Principe

Chaque instrument lit sa propre carte à puce, comportant chacune des données musicales différentes servant le même morceau. Chacun sa partition en quelque sorte.

### 6.2 Préparation des morceaux

En dehors du travail artistique, rien de particulier à effectuer sur les différentes partitions.

- Si on a pris soin d'affecter des canaux particuliers à chaque instrument il suffit de les sélectionner au moment de transférer les données sur les cartes. Voir § 7.1 ci-après.
- Dans le cas d'un arrangement en fichiers séparés, toutes les pistes doivent comporter une note hors gamme de l'instrument qui démarre en même temps que la toute première note de la partition qui commence la première. Cette note ne sera pas jouée, ni même transférée sur la carte. Il ne faut pas non plus la déclarer dans les notes supplémentaires. Elle sert simplement de *consigne particulière* pour que l'outil de programmation calcule tous les temps relatifs par rapport à son début.

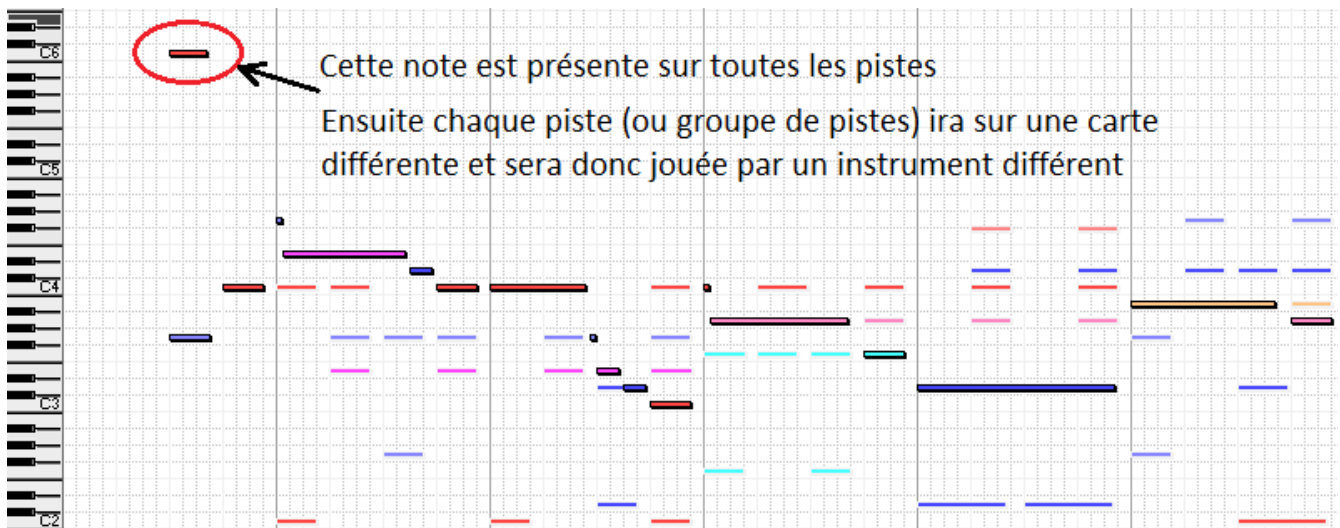


Figure 42 : Calage des débuts de morceaux

### 6.3 Utilisation

Un des instruments se positionne en maître en activant son émetteur et tous les autres activent leur récepteur.

- Les récepteurs insèrent leur carte tout en maintenant le bouton pressé. La LED rouge s'allume puis s'éteint. A ce moment, relâcher le bouton. La LED rouge clignote une fois signifiant la prise en compte du mode récepteur, puis la LED verte s'allume. Ils peuvent commencer à tourner pour « faire de l'air » mais rien ne se passe.
- L'émetteur insère sa carte en pressant également le bouton. Dès qu'il le relâche :
  - Sa LED rouge clignote 2 fois signifiant le fonctionnement en mode émetteur.
  - Son morceau démarre.
  - Simultanément, une commande de démarrage est envoyé à tous les récepteurs.

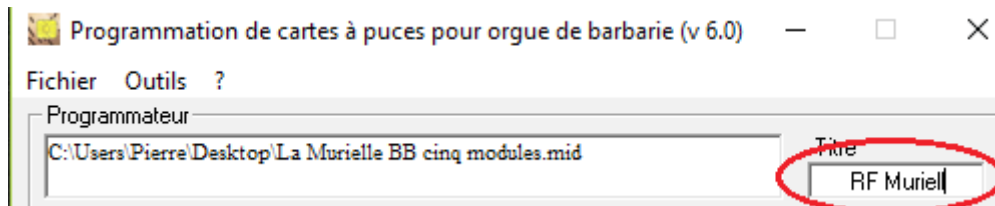
Ensuite tout au long du morceau et environ toutes les 4 secondes, les LED rouges de tous les instrument clignotent, attestant du bon échange des informations de synchronisation.



## 6.4 Fonctionnement simplifié

Il est possible d'activer le mode radio sans passer par le séquençement dédié : Appui sur le bouton / insertion de la carte / attente led rouge éteinte / relâchement du bouton.

Lors de la programmation de toutes les cartes devant jouer simultanément, il suffit de renseigner leur champ titre en le faisant commencer par les lettres « RF » (voir ci-dessous).



**Conséquences :**

- Dès l'insertion de la carte et sans toucher au bouton, le récepteur effectue le basculement led-rouge / led-verte et passe en attente de l'ordre de démarrage.
- Côté émetteur : Sans action sur le bouton, le morceau de musique démarre dès l'insertion de la carte et envoie le signal de démarrage au(x) récepteur(s).

A noter que le mode de fonctionnement « au bouton » est toujours possible et ce, que les cartes soient marquées RF ou non.

## 6.5 Modification du titre d'une carte programmée

Insérer la carte, modifier le titre dans le champ titre et frapper : Alt-T

## 6.6 Particularités du mode synchro radio

- La synchronisation n'est possible que sur le premier morceau d'une carte. Mais rien n'empêche de programmer également le second morceau pour une utilisation normale.
- En cas de « blancs » supérieurs à 8 secondes au cours de l'exécution d'un morceau, la led verte s'éteint, invitant à cesser de tourner la manivelle. Dès qu'elle se rallume on peut recommencer à tourner. Le rendu n'en sera que plus réaliste, évitant au tourneur de « mouliner » derrière son instrument alors qu'il ne produit aucun son.

## 6.7 Bonus test

Si le titre d'une carte destinée à un récepteur commence par les lettres rF (au lieu de RF), alors la période de l'horloge du récepteur sera altérée en microsecondes de la valeur indiquée par les 3 caractères qui suivent selon la formule : période = période + (500 - valeur).

*Exemple (la période normale est de 4167  $\mu$ s) :*

- rF400  $\rightarrow$  Nouvelle période :  $4167 + (500 - 400) = 4267 \mu$ s. On ralentit de 100  $\mu$ s
- rF600  $\rightarrow$  Nouvelle période :  $4167 + (500 - 600) = 4067 \mu$ s. On accélère de 100  $\mu$ s

Amusez-vous... à synchroniser 2 orgues. Une fois le démarrage effectué, couper le récepteur par exemple et continuer à jouer les 2 instruments. Étant donnée la disparité des horloges, on va rapidement obtenir une belle cacophonie.

Remettre le récepteur en marche. Dès la réception du message de synchronisation suivant, on entend alors très nettement la musique accélérer ou ralentir pour se recalculer et les deux orgues redeviennent synchrones.

Cela ne sert sans doute pas à grand chose artistiquement, mais c'est amusant et ça permet accessoirement, de constater que la synchronisation fonctionne, ou de l'expliquer. :o)

## 7 Création des cartes pour synchro radio et percussions

### 7.1 Sélection des canaux

Dans le cas particulier de l'arrangement d'un morceau destiné à être réparti sur plusieurs instruments qui seront synchronisés, il peut être commode de travailler sur des canaux différents. En affectant à chaque canal un instrument à la sonorité proche de celle de l'instrument cible on pourra se faire une bonne idée du rendu.

Ensuite, pour la création des cartes spécifiques à chaque instrument, la version 7.0 propose un mécanisme de sélection des canaux qui seront transférés sur la carte.

Pour y accéder, il suffit d'étendre la fenêtre ProCaP vers la droite pour découvrir un ensemble de cases à cocher. Il est possible de cocher autant de cartes que nécessaire et afin qu'elles soient prises en compte, elles doivent être cochées avant l'ouverture du fichier midi. Si aucune case n'est cochée, on revient au cas par défaut et la totalité du fichier sera transférée sur la carte.

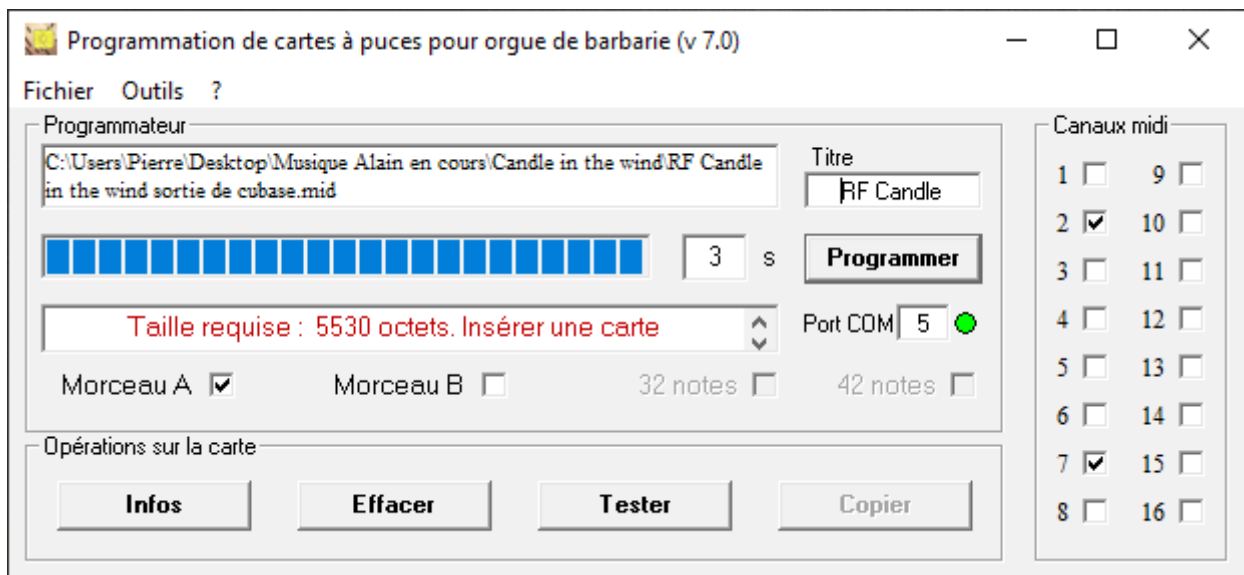


Figure 43 : Transfert des canaux 2 et 7 sur une même carte radio

Une conséquence immédiate et intéressante de ce mécanisme étant que comme le contenu des différentes cartes est « pioché » dans un seul et unique fichier midi, alors il n'est plus nécessaire d'insérer une note fantôme en début de chaque piste afin de synchroniser celles qui partent en retard.

Bien entendu, cette sélection par les canaux est utilisable pour enregistrer tout type de carte, destinée ou non à la synchro radio. Il suffit de ne pas mettre le RF en début de titre.

## 7.2 Cartes percussions

La plupart des synthés que nous utilisons dans les e.serinettes possèdent une banque de percussions. Alors, pourquoi ne pas l'utiliser par exemple, pour rythmer le morceau joué par un orgue à flûtes au moyen d'une e.serinette synchronisée en radio ?

Avec cette version 7.0 il suffit de cocher le canal 10 habituellement réservé aux percussions dans le standard midi et de créer une carte spécifique.

### A savoir :

- Le standard General Midi définit 48 instruments percussifs. Pour diverses raisons, PPCaP va utiliser le mode 42 notes + 3 notes optionnelles le cas échéant.
- Les 42 notes retenues sont : 35, 36, 38 à 51, 53 à 57, 59 à 64, 66 à 79 et 81. Il manque donc : 37, 52, 58, 65, 80 et 82.
- Il est toujours possible d'ajouter au coup par coup 3 notes optionnelles aux 42 notes de base. Donc on dispose de 45 notes sur 48 dont 3 modifiables... ça devrait aller ;o)
- La carte générée possède un titre particulier qu'il ne faut pas modifier. C'est par ce biais que sont passées des consignes particulière au système de lecture.
- Pour les synthétiseurs basés sur le composant VS1053, sur détection d'une carte typée percussions, le système de lecture envoie automatiquement les commandes midi requises pour basculer sur la bonne banque de sons.
- Par défaut, la carte percussion positionne le système de lecture en attente d'une information de synchronisation radio. A défaut de celle-ci et si on veut absolument... battre du tambour à la manivelle au rythme que l'on veut (!) il suffit de libérer l'attente de synchro en donnant une impulsion sur le bouton.

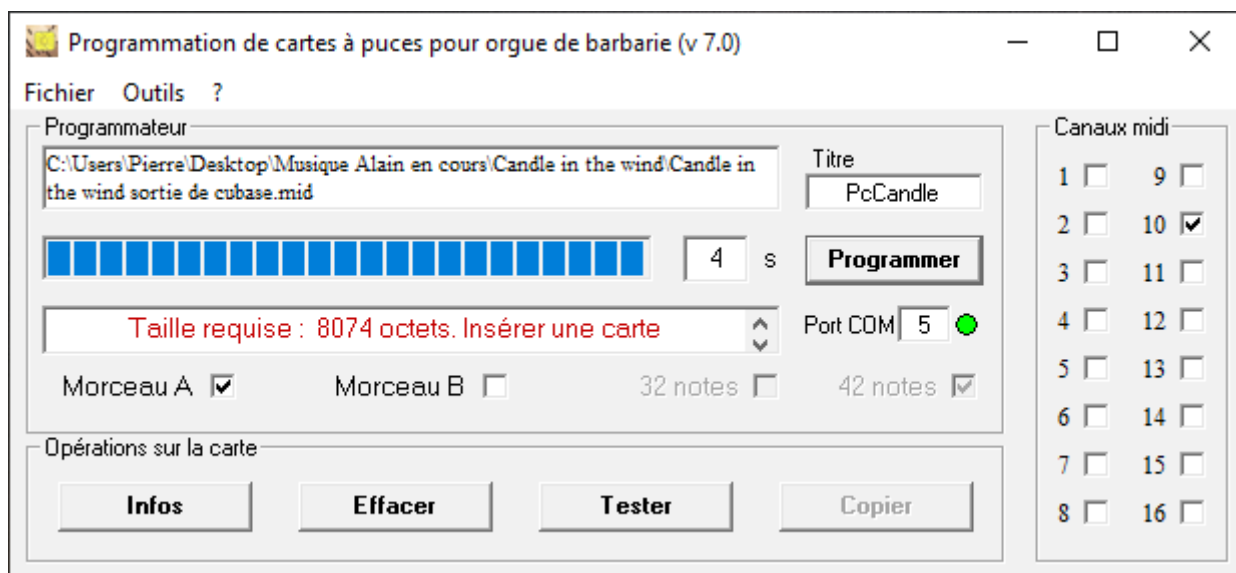


Figure 44 : Transfert des commandes de percussions

## 8 Aide à la synchronisation de cartons

**Avertissement** : Ce dispositif est expérimental et n'est pas encore totalement validé.

Pour activer cette option, on passe également par une carte avec un titre spécifique. Ce titre doit débiter par les lettres CA.

L'idée est d'utiliser le générateur d'impulsions des orgues équipés du système PPCaP en tant qu'odomètre pour mesurer la longueur de carton qui défile.

- L'émetteur envoie un message de synchronisation tous les 50 mm de carton.
- Entre la réception 2 messages de synchronisation successifs, le récepteur compare la longueur de carton qu'il a vu défiler aux 50 mm attendus.
- Une marge d'erreur a été fixée à 2 mm.
- Si la longueur mesurée est supérieure à 52 mm, la led **rouge** s'allume : Il faut **ralentir**.
- Si elle est inférieure à 48 mm c'est la led **verte** qui s'allume et il faut **accélérer**.
- Si on est entre 48 et 52 mm alors les 2 leds sont éteintes... On est plutôt pas mal :o)

Le but du jeu est donc d'éteindre les 2 leds.

### 8.1 Etalonnage de l'odomètre

Cette opération est à effectuer une seule fois sur chacun des orgues concernés.

- Presser le bouton et insérer une carte marquée CA. Attendre que la led rouge s'éteigne puis relâcher. La led rouge clignote lentement.
- Positionner un carton comportant 2 repères espacées de 1 mètre puis appuyer sur le bouton. On obtient un clignotement rouge rapide.

Pendant ce clignotement, faire défiler le carton. La vitesse est sans importance. Lorsqu'une longueur de 1 mètre a défilé, presser à nouveau le bouton. Cinq clignotements rouges attestent du calcul et de la mémorisation des paramètres de l'odomètre.

La valeur obtenue représente un **nombre d'impulsions** pour **5 cm de carton**. Elle est également accessible et ajustable par *Alt-O* alors que la fenêtre de paramètres est ouverte.

### 8.2 Utilisation

S'assurer de l'activation de l'émetteur côté maître et du récepteur côté esclave.

- Insérer une carte titrée CA sur chaque orgue. On obtient alors un clignotement vert lent des 2 côtés.
- Positionner précisément les carton, comme pour se synchroniser à l'oreille.

Lorsque tout est en place, le maître appuie sur le bouton. La led rouge s'allume puis s'éteint. A cet instant précis les 2 instruments sont synchronisés. On peut relâcher le bouton.

Ensuite... C'est à vous de jouer et de commencer à tourner, simultanément.

- Le maître n'a ensuite rien à faire si ce n'est tourner le plus régulièrement possible. Son orgue enverra un message de synchronisation tous les 5 cm de carton.
- L'esclave quant à lui « essaye de le suivre ». Pour ce faire il observe les leds et selon leurs indications, ajuste la vitesse de rotation de sa manivelle de manière à les éteindre toutes les deux.

**Attention** : Il s'agit bien d'une aide à la synchronisation. Au final c'est tout de même vous qui faites le boulot ! Le procédé ne fait qu'ajouter une information visuelle à ce que l'on entend.

## 9 Signification des LEDs

D'une manière générale, c'est assez intuitif. Vert signifie que cela se passe bien et rouge signale quelque chose de particulier, sans que ce soit forcément une erreur.

- Au branchement du câble USB, la LED verte clignote une fois. La carte a été reconnue par le PC. On note la même chose au lancement du soft.
- Programmation d'un morceau : La LED verte clignote.
- Effacement de la carte : Clignotement de la LED rouge.
- Test de la carte : Clignotement alterné rouge/vert.
- Copie : Clignotement vert pendant la lecture et ensuite comme une programmation normale.
- Carte à l'envers ou ne comportant pas de données PPCaP : Allumage continu de la LED rouge.
- Led rouge qui s'allume pendant le jeu : Une marque a été insérée. Repère simple ou bouclage, c'est vous qui savez comment vous avez annoté votre midi.
- Clignotement bref de la led rouge pendant le jeu : On est en synchronisation radio, l'émetteur vient d'envoyer le message de synchro ou le récepteur vient de le recevoir.

## 10 Commandes spécifiques

Ces commandes ProCaP utilisées dans des cas particuliers sont accessibles uniquement par une combinaison de touches.

- **Alt-R** sur la fenêtre principale : Donne la consommation électrique d'un morceau normalisée au temps d'action d'un seul relais. Voir à la section *Utilisation* § 2.
- **Alt-T** sur la fenêtre principale : Modification du titre d'un des morceaux enregistrés sur la carte. Voir à la section *Utilisation* § 6.5.
- **Alt-Z** sur la fenêtre *Paramètres* : Remise à zéro de tous les paramètres enregistrés. Voir à la section *Mise en service* § 5.
- **Alt-O** sur la fenêtre *Paramètres* : Ajustage de la valeur de l'odomètre pour 5 cm de carton. Voir à la section *Annexes* § 7.1.

## 11 Rappel des divers tag-titres

Avec ces lettre en début du titre d'un morceau, on obtient un comportement spécifique.

- **RF** : Active le mode radio
- **RFTTn** : Mode radio et transposition de plus n octaves
- **RFtn** : Mode radio et transposition de moins n octaves
- **rF** : Mode radio avec dérive d'horloge imposée (pour test/démo)
- **CA** : Synchronisation de cartons (en cours d'expérimentation)
- **MM** : Lecture au tempo midi imposée
- **AA** : Lecture automatique dès l'insertion de la carte sans tourner la manivelle
- **Pc** : Carte portant des commandes de percussions.

*Voilà, vous en savez presque autant que moi.*

*N'hésitez pas à me contacter si quelque chose ne se passe pas comme prévu, de même que pour toute modification, correction ou suggestion d'amélioration.*

*Amusez-vous bien.*

*PP*