

# PROJET TELEPHONE U43

Simuler un appel téléphonique en 1970 avec un téléphone U43



## Plan de numérotation

### Principe

En 1970, les numéros de téléphone ont 6 chiffres en province et 7 chiffres en région parisienne. Pour téléphoner dans une autre région, on compose le 16, un indicatif régional, puis le numéro local du destinataire.

Pour cette simulation, on supposera que le téléphone est localisé en Saône et Loire.

Les numéros utilisés sont tous fictifs. Ils aboutissent à des enregistrements audio obtenus sur le site internet Audio Lingua de l'Académie de Versailles dans plusieurs langues.

Le plan de numérotation reproduit fidèlement celui de 1970 pour la France. Il est approximatif pour les communications internationales.

### Appels en France métropolitaine

#### Appel dans le département

6 chiffres

#### Appel dans un autre département (sauf région parisienne)

16 / Tonalité / 2 chiffres de l'indicatif du département + les 6 chiffres du destinataire

#### Appel en région parisienne

16 / Tonalité / 1 + les 7 chiffres du destinataire

### Numéros spéciaux

12 : Renseignements

13 : Réclamations

14 : Télégraphe (télégramme)

17 : Police

18 : Pompier

### Appels internationaux

19 / Tonalité / Indicatif du pays (+ area code) + numéro local

## Tonalités

### Tonalité d'invitation à numéroté (dial tone)

Indique que l'on peut commencer à numéroté

En France, tonalité continue à un seul ton de fréquence 440 Hz

### Tonalité d'acheminement

Indique que la communication est en cours d'acheminement. L'établissement des communications étant devenu très rapide, cette tonalité fut supprimée le 18 octobre 1996.

Tonalité discontinue à un seul ton de fréquence 440 Hz (50ms-50ms)

### Tonalité interurbaine (16) et internationale (19)

Indique que l'on peut commencer à composer le numéro national ou international de la personne appelée. Cette tonalité fut supprimée le 18 octobre 1996.

Tonalité continue à double ton de fréquences 330 Hz + 440 Hz

### Tonalité d'occupation (busy tone) et tonalité d'oubli

Indique que la personne appelée est déjà en ligne ou que l'on a laissé le téléphone décroché sans numéroté trop longtemps (autrefois au moins 20 secondes).

- En France, tonalité discontinue à un seul ton de 440 Hz (0,5s-0,5s)
- Au Royaume Uni, tonalité discontinue à un seul ton de 400 Hz (0,375s-0,375s)
- Dans les autres pays d'Europe, tonalité discontinue à un seul ton de 425 Hz (0,5s-0,5s)
- Aux Etats-Unis, tonalité discontinue à double ton 480Hz+620Hz (0,5s-0,5s)
- En Chine, tonalité discontinue à un seul ton de 450 Hz (0,35s-0,35s)
- Au Japon, tonalité discontinue à un seul ton de 400 Hz (0,5s-0,5s)

### Tonalité de retour d'appel (ringback tone)

Indique que le téléphone de la personne appelée sonne.

- En France, tonalité discontinue à un seul ton de fréquence 440 Hz (son 1,7s - silence 3,3s)
- Au Royaume Uni, double-bip de fréquences 400 Hz et 450 Hz superposées (son 0,4s répété à 0,2 s d'intervalle - silence 2s)
- Dans les autres pays d'Europe, tonalité discontinue de fréquence 425 Hz (son 1 s - silence 3 à 5s)
- Aux Etats-Unis, tonalité discontinue de fréquences 440 Hz et 480Hz superposées (son 2s - silence 4s)
- En Chine, tonalité discontinue de fréquence 450 Hz (son 1s - silence 3s)
- Au Japon, tonalité discontinue de fréquence 400 Hz (son 1s - silence 2s)

### Tonalité Spéciale d'Information (SIT Special Information Tone)

Indique l'échec de l'établissement de la communication. En général diffusée avant un enregistrement enregistré décrivant le problème.

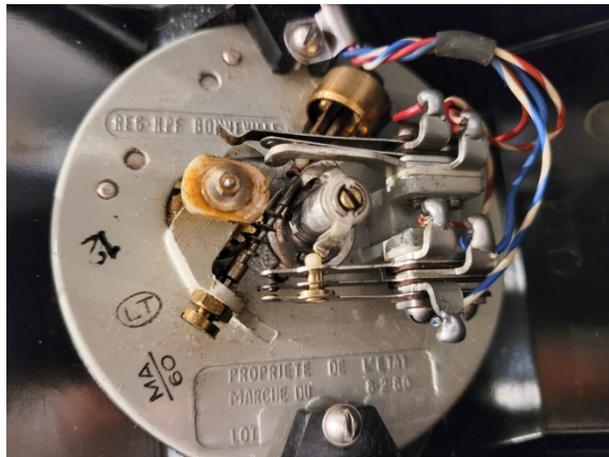
Norme internationale : séquence de trois segments de ton avec des fréquences de 950 Hz, 1400 Hz et 1800 Hz. Chaque segment a une durée de 330ms avec un intervalle de silence de 30ms entre les segments.

## Solution technique

C'est un microcontrôleur Arduino qui gère les appels téléphoniques : composition du numéro, simulation des tonalités et décrochage de la personne appelée. La partie audio est assurée par le module DFPlayer Mini permettant de lire des fichiers mp3 sur une carte microSD.

### Fonctionnement du cadran rotatif

Pour composer un chiffre, on tourne le cadran avec le doigt dans le sens des aiguilles d'une montre, jusqu'à la butée. C'est quand on relâche le cadran que la numérotation s'effectue : sous la pression d'un ressort, le cadran tourne alors en sens inverse jusqu'à sa position de repos en générant des impulsions dont le nombre correspond au chiffre numéroté, à l'exception du 0 créé par 10 impulsions. Une impulsion de 66ms est générée toutes les 100ms.



### Modifications du câblage du téléphone

En plus de la connexion avec le haut-parleur du combiné, il est nécessaire d'obtenir les informations suivantes:

- Décrochage du combiné
- Rotation du cadran
- Impulsions de numérotation

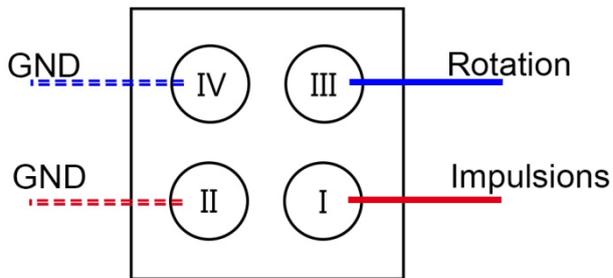
On récupère ces données sur les câbles connectés au bornier carré à 4 plots situé à côté du condensateur.



On déconnecte tous les câbles de ce bornier, y compris ceux qui sont soudés en-dessous et on supprime le bornier pour gagner de la place.

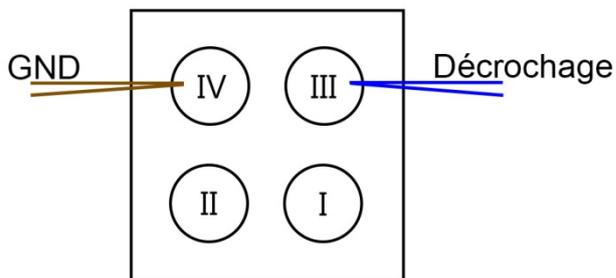
Utilisation des câbles du dessus (venant du cadran rotatif) :

- I : Rouge → impulsions
- II : Rouge et blanc → masse (GND)
- III : Bleu → rotation du cadran
- IV : Bleu et blanc → masse (GND)



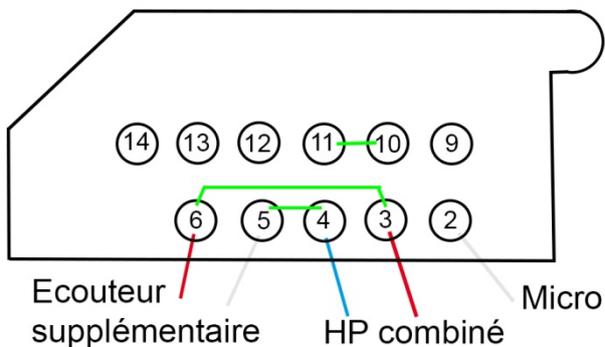
Utilisation des câbles du dessous :

- III : deux fils marrons → masse (GND)
- IV : deux fils bleus → décrochage du combiné



Sur le bornier principal, il faut shunter certaines bornes :

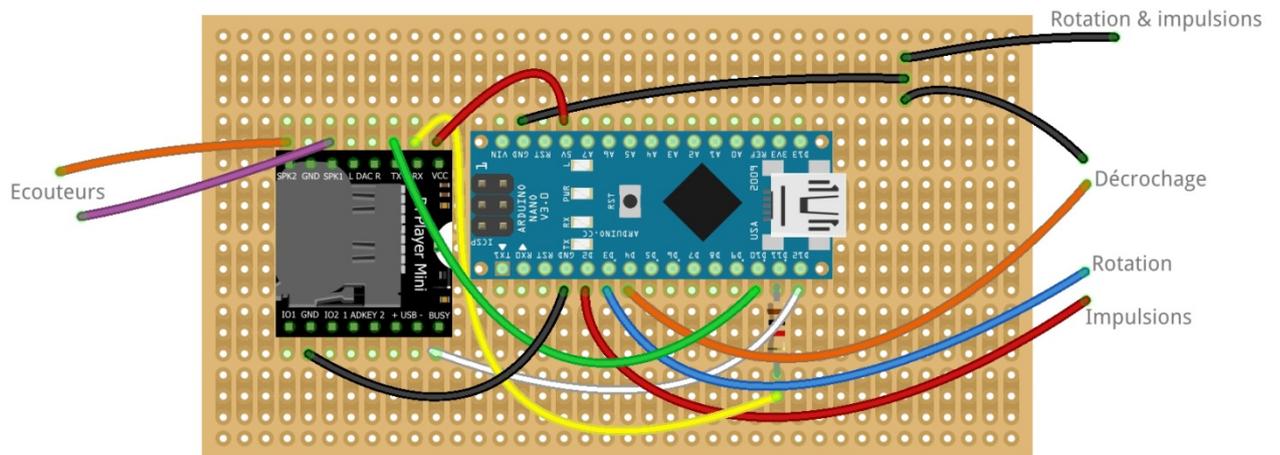
- 10 avec 11
- 3 avec 6 et 4 avec 5 si le poste comporte un écouteur supplémentaire



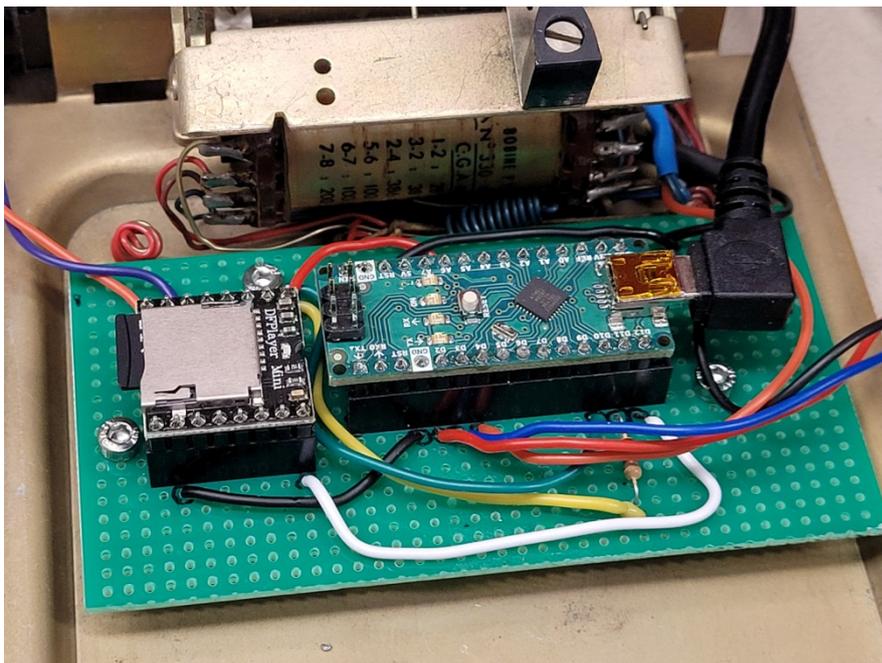


## Câblage définitif

Un Arduino Nano et le lecteur mp3 sont fixé sur une plaque perforée avec des blocs de 3 pastilles.



La plaque perforée est fixée sur la base du téléphone, en utilisant les trous filetés existants. Le microcontrôleur Arduino et le lecteur mp3 sont enfilés sur des connecteurs soudés sur la plaque.



L'alimentation électrique est assurée par un câble Mini USB type B coudé.

## Organisation des fichiers audio sur la carte microSD

La carte microSD doit être formatée en FAT32 et d'une capacité de 4 à 32 Go.

Les fichiers mp3 sur la carte microSD doivent être organisés de façon à ce que le DFPlayer puisse les lire. Il y a plusieurs classements possibles. J'ai choisi celle-ci :

- Nom des dossiers de 00 à 99
- Nom des fichiers de 000.mp3 à 254.mp3

A noter que le nom des fichiers doit impérativement commencer par 3 chiffres, mais peut être suivi par d'autres caractères qui seront ignorés par le DFPlayer.

Exemple :

Dans dossier 01 :

004 Tonalite France retour d'appel.mp3

Appel de ce fichier dans le code :

```
myDFPlayer.playFolder(1, 4);
```

## Programme

Le programme est structuré selon l'état de la communication :

0 = Raccroché, attente décrochage

1 = Décroché, attente de numérotation

2 = Numérotation encours

3 = Numérotation terminée, acheminement

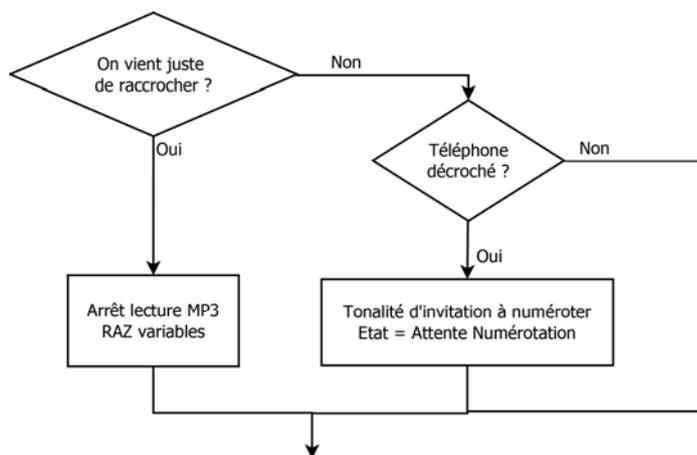
4 = Sonnerie, attente du décrochage du destinataire

5 = Début de communication

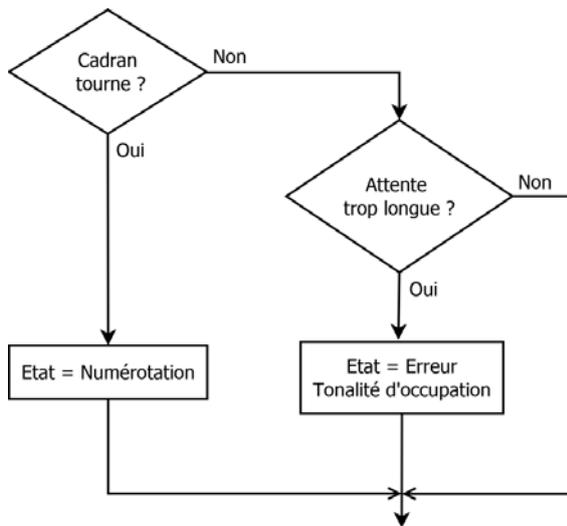
6 = En communication

9 = Erreur

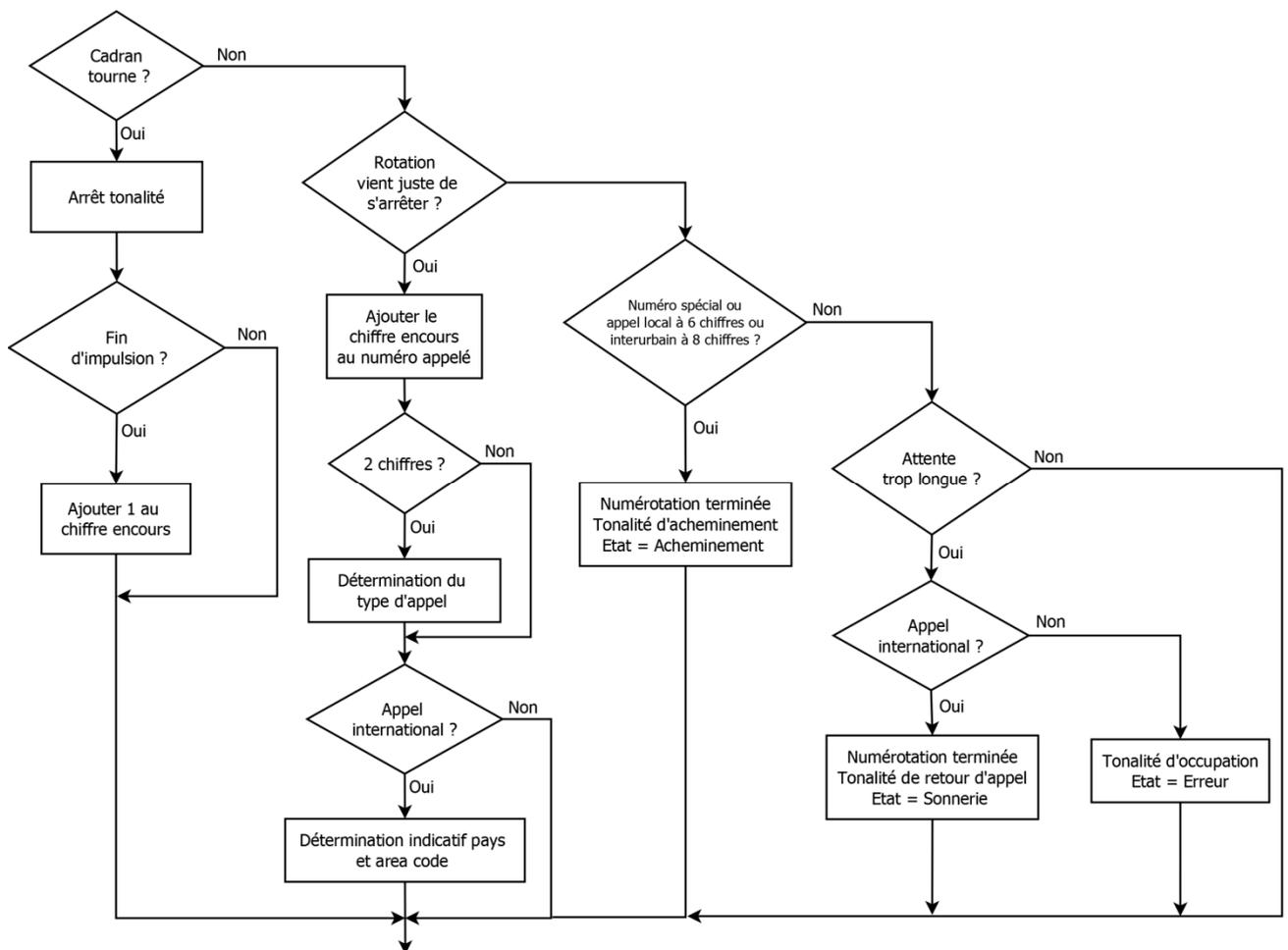
## Attente décrochage



## Attente de numérotation



## Numérotation encours



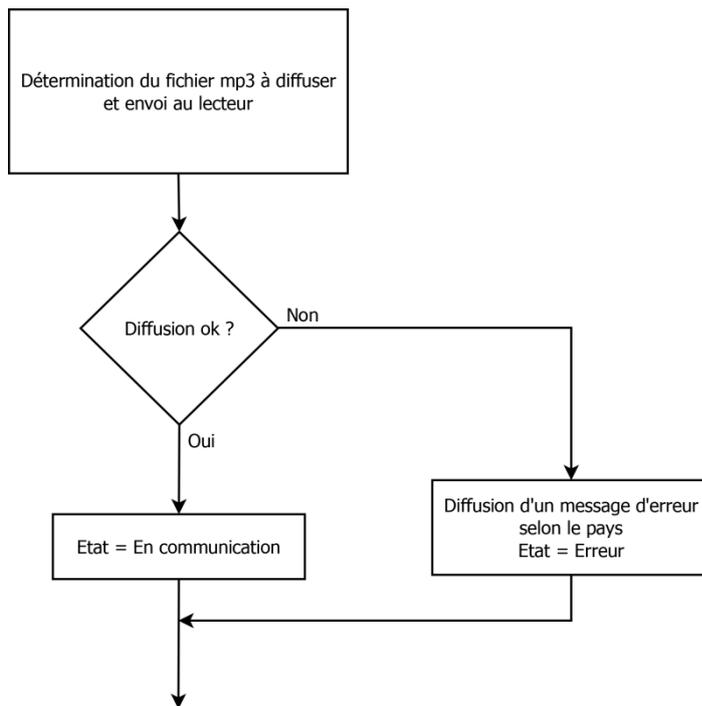
## Acheminement

Diffusion de la tonalité d'acheminement (sauf pour les communications internationales) et passage à l'état "Sonnerie" à la fin.

## Sonnerie

Diffusion de la tonalité de retour d'appel, spécifique à chaque pays et passage à l'état "Debcom" à la fin.

## Début de communication



## En communication & Erreur

Attendre la diffusion du fichier mp3.

## Boucle Loop

Le temps de cycle de la boucle Loop sera plus ou moins rapide selon la phase de la communication :

- 100 ms en attente de décrochage
- 10 ms en attente de numérotation et pendant la numérotation
- 200 ms pour les phases suivantes

## Références

- Projet Téléphone U43 de Jacques Reumont <http://jacques.reumont.free.fr/Arduino/U43.pdf>
- Histoire des Télécommunications Françaises <https://telecommunications.monsite-orange.fr/>
- Module Téléphonie (IUT R&T Sophia-Antipolis 2012-2013)  
[https://www.i3s.unice.fr/~sassatelli/coursT3\\_2013.pdf](https://www.i3s.unice.fr/~sassatelli/coursT3_2013.pdf)
- Spécifications Techniques d'Interface pour le réseau de France Télécom  
[https://www.orange.com/sites/orangecom/files/documents/2020-06/STI03-ed4\\_0505.pdf](https://www.orange.com/sites/orangecom/files/documents/2020-06/STI03-ed4_0505.pdf)
- Wikipedia
- Tonalités : Sound Fishing <https://www.sound-fishing.net/sons/tonalite-telephone>
- Audio Lingua <https://www.audio-lingua.eu>
- NHK World-Japan <https://www.nhk.or.jp/lesson/fr/segment/downloads/>
- Evan Doorbell Phone Trips - Calls to France <http://www.evan-doorbell.com/rawtapes/france/>
- Schémas de câblage : logiciel Fritzing <https://www.fritzing.org/>
- Lecteur mp3 DFPlayer mini : [https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer\\_Mini\\_SKU\\_DFR0299](https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299)