



# édition d'été

avec **beaucoup (plus)** de petits circuits pour électroniciens débutants et aguerris

L'été généreux d'Elektor : participez et gagnez !

**18**

petit générateur de fonctions

**20**

alim de labo numérique Joy-iT RD6006 en kit

**28**

horloge électronique cinétique : porte des étoiles chantournée

**76**



Comment faire des photos d'électronique (réussies) **44**

infos & astuces utiles pour tous !

électronique tout analogique

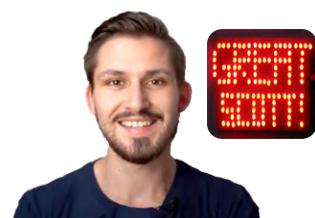
- › pédale de distorsion à ampli op et tubes
- › thermostat simple avec Raspberry Pi
- › lave-linge expérimental à ultrasons
- › feux tricolores en assemblier PIC
- › capteur à effet Hall expérimental
- › micro oscilloscope avec BBC micro:bit et affichage à LED
- › chenillard Knight Rider avec l'ESP32
- › ATtiny13 en gén de signaux MA pour GO/PO

et beaucoup d'autres !



intelligence artificielle pour débutants (2<sup>e</sup> partie)  
réseaux neuronaux avec Python

**110**



Le youtubeur GreatScott!  
construit une alarme LoRa

**24**

ISSN 0181-7450

(B) 16,50 € • (CH) 29,00 FS • (CAN) 20.99 \$ca • (And) 15,50 €  
DOM surface 16,50 € • DOM avion 16,90 € • N Cal/S 2000 cfp

L 19624 - 484 - F: 15,50 € - RD



# Rejoignez la communauté Elektor

## Devenez membre GOLD maintenant !



### GOLD

- ✓ accès à l'archive d'Elektor
- ✓ 10% de remise dans l'e-choppe
- ✓ 6x magazine imprimé
- ✓ 6x magazine numérique
- ✓ des offres exclusives
- ✓ accès à plus de 1 000 fichiers Gerber
- ✓ le DVD annuel d'Elektor



**Également disponible  
abonnement « zéro papier » GREEN !**



### GREEN

- ✓ accès à l'archive d'Elektor
- ✓ 10% de remise dans l'e-choppe
- ✓ 6x magazine numérique
- ✓ des offres exclusives
- ✓ accès à plus de 1 000 fichiers Gerber



[www.elektormagazine.fr/membres](http://www.elektormagazine.fr/membres)



43<sup>ème</sup> année  
n° 484 – juillet/août 2020

ISSN 0181-7450  
Dépôt légal : juillet 2020  
CPPAP 1120 T 83713  
Directeur de la publication : Donatus Akkermans

Elektor est édité par :  
PUBLITRONIC SARL  
c/o Regus Roissy CDG  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
FR - 95731 Roissy CDG Cedex

Pour toutes vos questions :  
[service@elektor.fr](mailto:service@elektor.fr)

[www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) | [www.elektormagazine.fr](http://www.elektormagazine.fr)

Banque ABN AMRO : Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603  
BIC : ABNAFRPP

Publicité :  
Margriet Debeij  
Tél. : +49 (0)241 955 09 174  
[margriet.debeij@elektor.com](mailto:margriet.debeij@elektor.com)

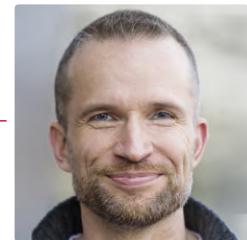
DROITS D'AUTEUR :  
© 2020 Elektor International Media B.V.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 -art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425). Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Imprimé aux Pays-Bas par  
Pijper Media – Groningen  
Distribué en France par M.L.P.  
et en Belgique par A.M.P.

## Jens Nickel

rédacteur en chef d'*Elektor Magazine*



# Nouveaux circuits à explorer

Qui n'a pas été affecté, de près ou de loin, par la crise du coronavirus ? Au moment où j'écris ces lignes, une lueur d'espoir pointe à l'horizon : les restrictions qui brident nos contacts sociaux s'assouplissent. De bonnes nouvelles arrivent du monde des affaires, notamment de l'industrie électronique. Espérons que ces améliorations continuent et que le concours *electronica Fast Forward Award powered by Elektor* ait lieu comme prévu lors du plus grand salon mondial de l'électronique en novembre. Les perspectives sont favorables, ce dont nous nous réjouissons avec les entreprises partenaires et les nombreuses start-ups participantes déjà inscrites.

Les grandes incertitudes des mois écoulés ne passeront pas sans laisser de traces. Nous avons dû réduire l'activité de notre propre labo pour donner la priorité à la santé de nos collègues. Nous avons dû surveiller nos dépenses, en raison notamment de la forte baisse des ventes en kiosque et de la prudence des annonceurs qui ont réduit à zéro leur budget pour les mois de crise (c'est bien compréhensible). Nous avons donc décidé très tôt d'ajuster la formule de la présente édition. Mes collègues et moi avons travaillé dur ces dernières semaines, car il ne s'agit en aucun cas d'un problème d'économies.

Dans la longue tradition des éditions d'été doubles d'Elektor, le présent magazine vous offre une bonne dose de petits projets supplémentaires et de schémas qui conviennent aussi bien aux débutants qu'aux utilisateurs aguerris. La proportion de circuits analogiques a aussi été augmentée. Ceux-là se passent de PC ou de code, mais les amateurs de Raspberry Pi, Arduino & Co. en auront également pour leur argent. Sans oublier une brochette de superbes cadeaux, des outils précieux mis à la disposition des développeurs (cf p. 18).

Toute crise offre aussi son lot de chances à saisir. Si vous suivez en ligne sur [www.elektormagazine.com](http://www.elektormagazine.com), vous connaissez nos initiatives d'aide au monde de l'électronique, plus précisément aux populations des pays les plus touchés. Par son rang parmi les plus importants magazines internationaux d'électronique pour les professionnels et les amateurs, Elektor est parfaitement conscient de sa position clé dans le transfert de connaissances et d'informations. Page 6 vous en saurez plus sur l'initiative *Elektor Helps* !

Restez avec nous et en bonne santé !

Jens Nickel

## — notre équipe —



Rédacteur en chef :

Jens Nickel

Rédaction :

Eric Bogers, Jan Buiting, Rolf Gerstendorf,  
Denis Meyer (traduction), Thomas Scherer, Clemens Valens

Service aux lecteurs :

Ralf Schmiedel

Correcteur technique :

Malte Fischer

Laboratoire :

Mathias Claussen, Ton Giesberts, Luc Lemmens,  
Clemens Valens (responsable), Jan Visser

Ont participé à ce numéro : Marilene Thiébaut-Brodier, Jean-Paul Brodier, Denis Lafourcade,  
Helmut Muller

Maquette :

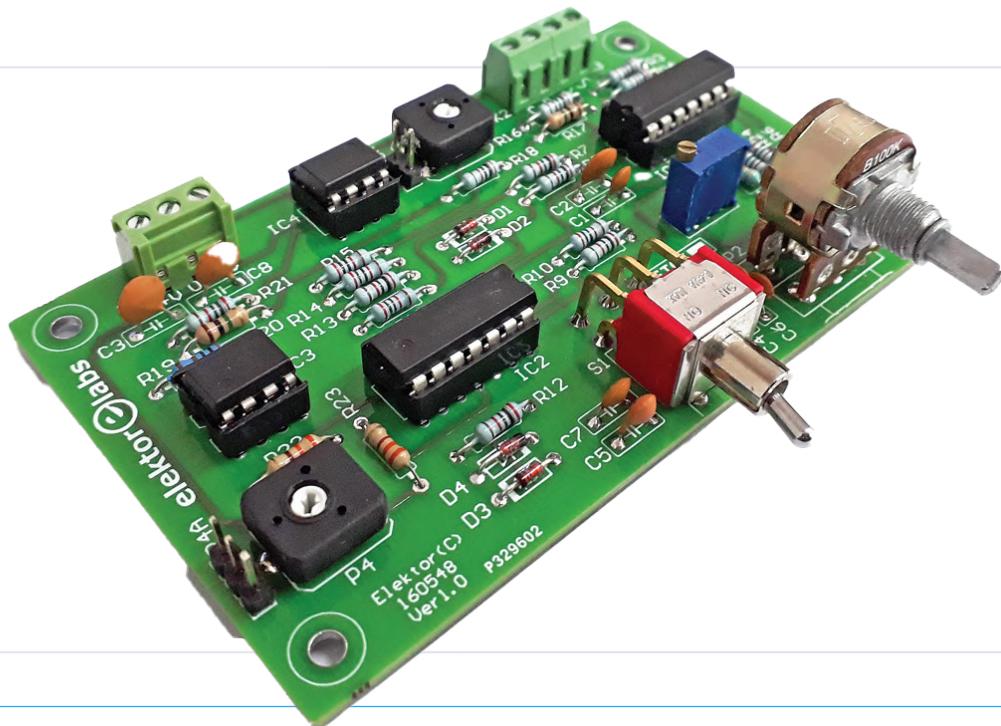
Giel Dols

# DANS CE NUMÉRO

43<sup>e</sup> année - n° 484  
juillet - août 2020

projet de labo  
petit  
générateur  
de fonctions

20



- 3 édito  
Nouveaux circuits à explorer

## initiatives d'elektor

- 6 Elektor Helps  
L'électronique aide quand ça va mal
- 18 l'été généreux d'Elektor  
Des dons pour les doués
- 72 Kickstarter Elektor  
Euh... vous voyez ce que je veux dire...
- 78 Hello, World !  
Elektor est actif aussi sur les réseaux sociaux
- 108 e-choppe Elektor

## info & savoir-faire

- 44 comment (bien) photographier l'électronique  
Montrez vos montages sous leur meilleur jour
- 70 dans les tuyaux d'Elektor Labs  
Riche collection de solutions à toutes sortes de problèmes
- 74 a-t-on vraiment besoin de tout ce bazar ?  
Oui, car c'est là que je passe le plus clair de mon temps...
- 76 ohm suite ohm : horloge électronique cinétique
- 104 l'établi de l'électronicien : l'essentiel
- 107 hexadΩku - casse-tête pour elektΩrniciens

## tests & bancs d'essai

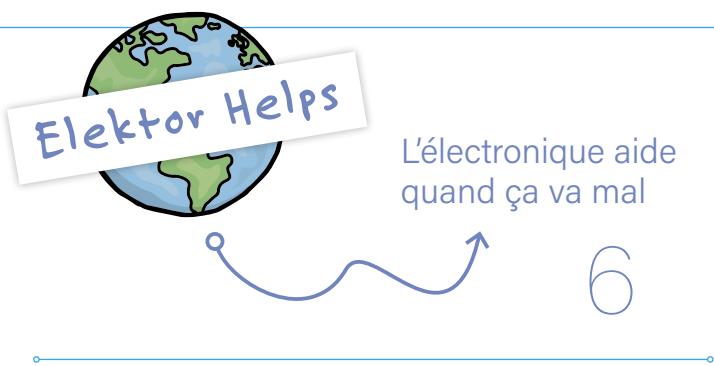
- 33 carte d'interface GreatFET One
- 28 alim de labo numérique Joy-iT RD6006 en kit
- 48 I<sup>2</sup>C Driver
- 51 écran tactile portable Joy-View 13 de JOY-iT
- 58 générateur de signaux Joy-iT JDS2915
- 68 Elektor SDR Hands-on Kit
- 96 trottinette électrique bon marché

## projets

- 8 système privé d'information domestique
- 24 GreatScott! construit un système d'alarme LoRa
- 20 petit générateur de fonctions
- 54 convertisseur élévateur à LED pour µC
- 15 prise en main de Node-RED
- 80 M4 + 2xA7 + GPU : équipe de rêve ou presque !
- 110 intelligence artificielle pour débutants (2<sup>e</sup> partie)

## mini-projets

- 36 retour des petits circuits - XXL
- 41 antenne Wi-Fi 2,4 GHz externe du pauvre



mini-projets (suite)

- 42 thermostat simple avec Raspberry Pi**
- 57 lave-linge expérimental à ultrasons**
- 62 feux tricolores en assembleur PIC**
- 65 clignotant éternel...ektor**
- 66 capteur à effet Hall expérimental**
- 67 débusquer des courts-circuits à l'ESR-mètre ou au milli-ohmmètre**
- 87 porte-PIC pour 16F18877 et autres gros PICs**
- 88 trafic entre µC par le bus SPI et l'ATmega328p**
- 90 six variantes d'oscillateurs et la capa de Miller**
- 92 micro oscilloscope avec BBC micro:bit et affichage à LED**
- 93 chenillard Knight Rider avec l'ESP32**
- 94 ATtiny13 en génér de signaux MA pour GO/PO**
- 95 dip-mètre minimalisté**
- 100 aide au stationnement en marche AR par ultrasons avec Arduino Uno**
- 102 pédale de distortion à ampli op et tubes**

## bientôt dans ces pages

- nouvelle version du thermomètre à bargraphe Nixie
- alim haute-tension avec traceur de caractéristiques
- domotique avec Home Assistant
- intelligence artificielle pour débutants (3<sup>e</sup> partie) : mon propre réseau neuronal
- station météo améliorée : le logiciel
- géné de signaux à tubes
- transformée rapide de Fournier sur Maixduino
- programmer les PIC en assembleur
- commande de NeoPixel Jewel avec ESP8266
- ...et bien davantage !

Sous réserve de modification.

Le prochain numéro d'Elektor paraîtra le 3 septembre 2020.

Découvrez le nouveau site Elektor Labs



# Elektor helps



L'électronique aide quand ça va mal

Petit concours :  
« projets de  
confinement »

Adhésion gratuite  
pour qui en a le plus  
besoin

L'industrie aide :  

- remplacer les rencontres
- 4 éditions mensuelles avec webinaires éditoriaux et podcasts

Étendre  
le réseau  
Elektor

Élargir  
la plateforme  
Elektor

Erik Jansen

L'ampleur des problèmes causés par le coronavirus est mondiale. C'est d'abord un désastre inouï, fait de tragédies personnelles, mais qui frappe durement des pays entiers. Son impact sur l'économie est mondial et dans de nombreux secteurs. L'industrie électronique n'y échappera pas.

L'activité d'Elektor est affectée aussi, ce qui exige de nous une approche alerte et créative, pour que nous traversions ensemble cette période sans trop de casse. Notre équipe tout entière redouble d'efforts pour gérer cette situation au mieux, avec le moins possible d'inconvénients pour nos membres. Et nous sommes confiants ! Des moments comme celui-ci ont aussi leurs bons côtés comme en témoignent une solidarité forte et la multiplication d'initiatives. De nouveaux projets réconfortants, grands ou petits, contribuent à rendre le monde meilleur. Dans ce contexte, Elektor doit rester attentif à ses propres difficultés, mais souhaite aussi apporter sa contribution en tant qu'équipe et en tant qu'entreprise. Certes, les circonstances nous interdisent de nous investir personnellement, mais nous le faisons en offrant notre aide aux nombreuses initiatives autour de nous.

Sous la bannière *Elektor Helps*, nous ouvrons donc l'accès à nos plateformes à tous ceux qui sauront utiliser, pour la bonne cause, nos outils, notre réseau et nos connaissances de manière logique et convaincante. Gratuitement.

### **Elektor Helps : du contenu**

En ces temps troublés, nous constatons en tant qu'entreprise qu'il n'est pas évident pour certains de trouver facilement nos contenus ni d'utiliser nos services. En raison de la fermeture ou du dérèglement des services postaux et de leurs priorités, l'accès à nos publications est impossible pour certains électroniciens.

Des pays lèvent certaines de leurs plus fortes restrictions, mais il reste à notre avis de la marge pour améliorer ce qui doit l'être. C'est pourquoi, sous le mot d'ordre *Elektor Helps*, nous proposons aux électroniciens des pays les plus touchés une aide allant de la réduction des frais d'expédition à l'adhésion complète et gratuite à la formule *Elektor Green* pour les personnes en difficulté. Et nous poursuivrons cet effort tant que le virus nous tourmentera, trois mois au moins, un an ou plus s'il le faut.

Dans chaque pays concerné par le programme *Elektor Helps*, nous proposerons une offre adaptée, **réservée exclusivement à nos membres payants**, sous la forme d'un bon d'achat sans condition dans la boutique en ligne d'Elektor.

Pour nos partenaires industriels aussi, les temps sont difficiles du fait de l'annulation de rencontres et d'événements importants et de la difficulté de planifier marketing et communication. Dans ce domaine nous saurons nous adapter aussi. S'il n'est pas judicieux de planifier aujourd'hui une édition liée à un événement futur, il est logique d'offrir en revanche à ces événements hypothétiques et à leurs visiteurs potentiels une plateforme de substitution pour transmettre le message impossible à diffuser par les voies habituelles. Les prochaines éditions de notre magazine *Elektor Industry* seront diffusées à une cadence plus élevée et sous format multimédia. Une publication électronique thématique mensuelle, inspirée par la situation et les besoins du moment, sera conçue en ligne sous forme numérique avec aussi des webinaires éditoriaux et des podcasts. Ensuite ce contenu sera mis gratuitement à la disposition de notre communauté en pleine expansion, et au-delà. Au cours des quatre prochains mois, les éditions spéciales *Elektor Helps - Electronics in challenging times* seront envoyées, sous forme numérique, à 120.000 électroniciens au moins, actifs dans le monde entier.

### **Elektor Helps : des projets**

Elektor aide bien sûr depuis des années les électroniciens dans leurs projets grâce à son propre LAB en ligne. C'est un endroit où

se rencontrent de nombreux projets étonnamment variés. C'est le cœur de notre activité, il continue de battre fort.

Nous constatons que sur la plateforme Elektor LAB aussi, le confinement a permis à de nombreux électroniciens de partager leurs capacités et leurs créations, lesquelles engendrent de nouvelles idées fécondes, qui à leur tour profiteront à d'autres. Que ce soit pour le plaisir ou pour servir, nous encourageons chaque membre de notre communauté à partager ses projets sur la plateforme Elektor LAB. Cela n'implique pas nécessairement qu'il s'agisse de respirateurs ni de ventilateurs. Vous pouvez aussi partager un petit projet agréable à réaliser par des personnes confinées contre leur gré, mais qui apprécient vos idées. Ainsi, par le fait qu'il est amusant, un projet devient utile !

Nous n'ignorons pas les autres initiatives pour inciter les électroniciens à utiliser leurs connaissances et leurs compétences pour de bonnes causes. Elektor veut néanmoins donner son petit coup de pouce. Pas pour faire de l'ombre aux autres initiatives, mais pour leur donner au contraire plus d'attention. Aussi pour impulser la motivation requise pour repenser tel projet déjà posté sur Elektor LAB. Découvrez notre petit concours ici !

### **Elektor Helps : un réseau**

En tant qu'entreprise active depuis soixante ans, Elektor a bien sûr établi un vaste réseau. Ces liens ne sont pas seulement commerciaux, tant il arrive souvent que des responsables de (très) grandes entreprises rappellent que leur passion pour l'électronique a commencé par la lecture d'Elektor. Toute entreprise est libre de lancer sa propre initiative, mais certaines ont déjà fait savoir qu'elles offriront une aide appropriée à des initiatives sélectionnées dans le cadre du projet *Elektor Helps*, de la capacité de production à la matière grise. Nous ne sommes pas seuls.

### **Après le coronavirus**

L'initiative *Elektor Helps* cadre parfaitement dans la mission d'Elektor, comme si elle avait toujours existé. Maintenant, tout tourne autour encore du coronavirus, bien sûr, mais l'initiative perdurera. D'ailleurs, Elektor avait déjà été un précurseur en introduisant il y a quelques années dans l'électronique la notion d'éthique. Auparavant, nous nous étions associés à la Fondation néerlandaise pour l'asthme, en mettant au point un appareil de mesure du CO<sub>2</sub>. Une démarche que prolonge la nouvelle initiative *Elektor Helps*. Nous soutiendrons donc encore d'autres projets, petits et grands, probablement sous des formes différentes. Que ce soit ici pour aider une école, ou là pour la mise au point finale d'un circuit pour un monde meilleur, le mot d'ordre est **Elektor Helps**. ▶

200194-03

[1] Concours :  
[www.electormagazine.com/helps-contest](http://www.electormagazine.com/helps-contest)





# système privé d'information domestique

Avec Windows sur Raspberry Pi

**Veikko Krypczyk** (Allemagne)

Les réseaux et services d'information affichent la météo, les actualités, l'horaire des transports en commun, et plein d'autres données actuelles. Tout le monde peut en profiter chez soi, ou sur son lieu de travail, à condition de bien choisir le matériel et les logiciels pour que le système soit flexible.

Les réseaux et services d'information publique sont en vogue, et utilisables à des fins diverses dans le cercle privé ou professionnel. Un **système privé d'information domestique** (disons SPID) pourrait par exemple fournir aux utilisateurs les informations suivantes :

- météo du jour, avec prévisions pour les jours à venir
- nouvelles, locales, nationales ou mondiales, éventuellement limitées à un domaine spécifique tel que sport ou culture
- diaporama
- programme TV ou cinéma
- horaire des transports en commun à proximité, avec mise à jour des retards éventuels

- localisation en temps réel des membres de la famille par leurs appareils mobiles
- prochains rendez-vous

Pour le secteur professionnel (SPIP), les applications possibles ne manquent pas selon l'utilisation prévue. Exemples :

- plans de travail et horaires, mis à jour en permanence selon le calendrier de l'équipe dans le nuage
- objectifs et données réelles d'une opération en cours
- actualité interne de l'entreprise
- informations pour les clients, les participants aux événements, etc.

La liste est ouverte et vous trouverez bien d'autres applications intéressantes. Dans ces exemples, la présentation de l'information est passive, mais des fonctions interactives pouvaient être intégrées, avec un écran tactile par exemple.

De tels systèmes d'information peuvent être achetés prêts à l'emploi ou produits par vos soins. Ce qui importe, c'est l'interaction appropriée entre matériel et logiciels. Si c'est vous qui construisez votre système, vous restez flexible ; vous pouvez l'adapter à vos besoins et ne dépendez pas du logiciel d'un fournisseur. Cet article présente l'approche pour un SPID ou *HomeInfoSystem* (HIS) personnalisable et facile à réaliser. Mon logiciel est mis à votre disposition gratuitement pour l'utilisation et un développement ultérieur [1]. J'illustre le principe par l'utilisation de services web (météo, actualités, photos), libre à vous d'étendre le SPID en fonction de vos besoins.

## Architecture du matériel

Le système fonctionnera 24 h sur 24, 7 j sur 7. Sa consommation d'énergie doit être la plus faible possible, quel que soit l'affichage choisi (taille de l'écran). Il est donc conseillé d'utiliser un mini-ordinateur sous la forme d'un ordinateur monocarte, par exemple un Raspberry Pi, un Rock Pi 4, un Asus Tinkerboard S ou un Banana Pi M3. Ce qui plaide pour le Raspberry Pi, c'est son prix, ses performances (suffisantes), un bon support pour la tâche prévue et, surtout, la vaste expérience de ce mini-ordinateur. Le Raspberry Pi (fig. 1) est donc au cœur de notre système. Le modèle 3B convient parfaitement. On peut aussi utiliser le modèle 2B, puisque le système d'exploitation utilisé est Windows 10 IoT. Les performances du modèle 4 sont supérieures, mais il n'est pas officiellement pris en charge par W10 IoT.

Le Raspberry Pi est alimenté comme il se doit par une bonne alimentation stabilisée (5 V / 2 A réels !). La connexion au réseau passe par le câble ou sera sans fil (WLAN). Pour l'écran, le choix est vaste en matière de taille, résolution et interface tactile. La taille de l'écran dépend directement de l'utilisation prévue, et le choix va du (petit) écran sur table à un grand affichage lisible à distance. La résolution maximale du Raspberry Pi 2 ou 3 atteint 1920 x 1080 pixels (Full HD). Plus la résolution est élevée, plus les infos affichées sont nettes et plus le contenu pourra être dense. À vous de juger en fonction des goûts et des coûts, surtout s'il doit s'agir d'un écran tactile. Les critères pour ce dernier choix sont :

- l'écran est-il à la portée de l'utilisateur ?
- une interaction est-elle prévue ?
- l'utilisateur spectateur doit-il sélectionner quelque chose ?

La connexion entre Raspberry Pi et écran se fait toujours par un câble HDMI ; pour un écran tactile, il y aura une connexion supplémentaire. Sur le RPi ce sera un port USB, sur l'écran ça dépend, les modèles les plus récents utilisent USB-C.

Le moniteur doit également être alimenté. Pour mon SPID, j'utilise un écran tactile mobile Full HD de 13 pouces avec les connexions HDMI, USB-C pour le tactile, USB-C pour l'alimentation et une batterie intégrée. Une option consiste à monter le RPi sur un grand moniteur fixé au mur ou au plafond. Dans ce cas, le câble HDMI sera court.

## Architecture du logiciel

Le système installé sur le Raspberry Pi est Windows 10 IoT. Voici les arguments qui justifient ce choix :

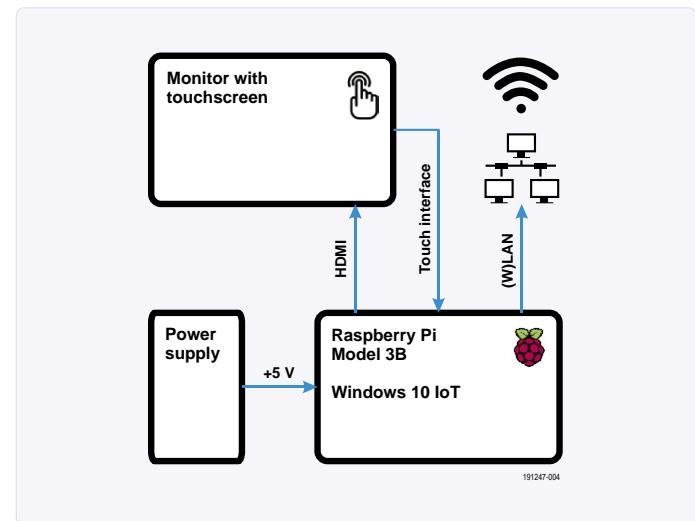


Figure 1. Structure du système HomeInfoSystem (SPID).

- mode *kiosque* actif et direct : exécution directe d'une application dans laquelle l'utilisateur a des droits d'accès limités
- options complètes pour concevoir l'interface utilisateur dans le langage de description XAML
- administration facile du RPi par l'interface graphique web
- conception, test et déploiement directement à partir de l'environnement de développement intégré Visual Studio
- mise à jour automatisée de l'application possible via le Store (intéressant pour une utilisation commerciale)

Sur le Raspberry Pi, vous devez d'abord installer Windows 10 IoT (cf. encadré). Pour la conception, il vous faut un PC (de bureau ou portable) avec une version à jour de Win 10, sur lequel l'application est créée puis testée. L'environnement de développement est Visual Studio. Ne peuvent être exécutées sur Windows 10 IoT que les applications multi-dispositifs pour l'environnement d'exécution *Universal Windows Platform* (UWP), pas les applications Windows classiques. Basées sur .NET Core, les applications pour l'UWP sont créées en C# ou en *Visual Basic*. Net et avec l'aide de l'environnement de développement Visual Studio. L'édition *Community* gratuite [2] suffit. Dans l'installateur de *Visual Studio*, sélectionnez la charge de travail (*workload*) appropriée pour le développement d'applications pour l'UWP. Vous pourrez alors commencer à développer votre première application. Changez le type d'application, de X86 à ARM, car Raspberry Pi utilise un processeur ARM.

Les applications sont entièrement testées sur l'ordinateur de développement, et ce n'est que lorsqu'une version fonctionnera sans erreur que le «paquet d'applications» sera créé et installé sur le RPi via l'interface web. À ce stade, il est également possible d'exécuter l'application directement sur Raspberry Pi pour la tester et la déboguer. La seule exigence pour ce débogage à distance est que les deux ordinateurs soient sur le même réseau local. Comme les applications pour l'UWP sont basées sur le noyau .NET, on dispose de toute la puissance des API correspondantes. Pour de nombreux problèmes standards, vous pouvez utiliser des classes toutes faites. Comme langages de programmation, vous pouvez choisir C# ou Visual Basic .NET.

Sur le Raspberry Pi, une application fonctionne au premier plan et en mode plein écran (mode kiosque). L'interface utilisateur est conçue

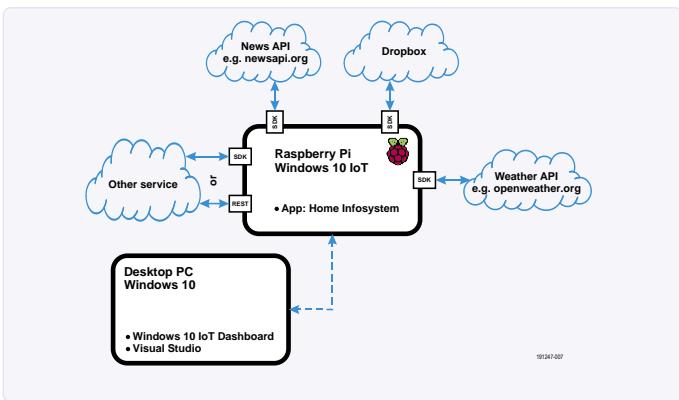


Figure 2. Le logiciel HomeInfoSystem dans le système.

de manière déclarative dans le langage de description XAML. À cette fin, des contrôles prédéfinis sont insérés dans des conteneurs de mise en page. De cette manière, on obtient une mise en page relative, qui s'adapte automatiquement aux différentes tailles et résolutions d'écran. L'éventail des contrôles disponibles comprend les éléments habituels tels que les boutons ou les champs de texte. Démarrer un nouveau projet, concevez une interface utilisateur minimale, exécutez l'application sur votre PC pour la tester, puis transférez le paquet d'application sur le Raspberry Pi pour boucler le cycle de développement. L'élément central du système logiciel est l'app *HomeInfoSystem* (fig. 2), installée sur le RPi au moyen d'un paquet d'application et via l'interface web. Cette app est utilisée surtout pour présenter le contenu, c'est-à-dire les données récupérées sur les services externes, à l'exception des fonctions et contenus statiques tels que l'affichage de l'heure. Un menu sur la gauche permet de sélectionner le contenu à afficher. L'application fait défiler automatiquement les contenus à un rythme déterminé. Dans le mode de présentation actif, le menu est caché ; l'icône du menu *hamburger* en haut en rappelle l'existence. Le changement automatique entre contenus est configurable individuellement pour chaque service. La durée de chaque photo (extraite de Dropbox) pourrait durer par exemple 45 s, alors que pour la météo 20 s devraient suffire. Contenu et services sont intégrables dans l'application de trois manières.

- *Interne* : n'affiche que des données internes comme l'heure. L'ensemble de la fonction, y compris les données, est complètement intégré statiquement dans le code source de l'application.
- *Externe (SDK)* : données fournies par des prestataires (météo, nouvelles, services de stockage dans le nuage (Dropbox) ou issues de l'intégration de l'agenda. Des kits de développement logiciel (SDK) sont disponibles pour un grand nombre de ces services. Un tel SDK est adapté à l'environnement de programmation spécifique, en l'occurrence .NET Core et C#. Comparée à une interface de programmation générique, basée p. ex. sur REST, l'avantage est ici qu'intégration et programmation sont simplifiées. Un tel SDK est généralement fourni par le fournisseur de services ou il est disponible sous forme de bibliothèque grâce à la communauté. Dans Visual Studio, un SDK est intégré via le gestionnaire de paquets NuGet.
- *Externe (REST)* : si'il n'y a pas de SDK, tout service peut être intégré en tant qu'interface REST via l'interface web générale. En utilisant la méthode habituelle du web (GET), vous envoyez une

demande au service et recevez une réponse dans un format de données structuré (XML, JSON). Les données peuvent maintenant être analysées, interprétées, préparées graphiquement et affichées selon vos besoins. Les services en nuage, qui peuvent être utilisés par des applications tierces, offrent une telle interface et la documentation correspondante.

Lorsque vous utilisez des services externes – que ce soit via SDK ou REST – on vous demande généralement de vous inscrire. Une

### Listage 1. Exemple de données météo de <https://openweathermap.org>.

```
{"coord": { "lon": 139,"lat": 35},
  "weather": [
    {
      "id": 800,
      "main": "Clear",
      "description": "clear sky",
      "icon": "01n"
    }
  ],
  "base": "stations",
  "main": {
    "temp": 281.52,
    "feels_like": 278.99,
    "temp_min": 280.15,
    "temp_max": 283.71,
    "pressure": 1016,
    "humidity": 93
  },
  "wind": {
    "speed": 0.47,
    "deg": 107.538
  },
  "clouds": {
    "all": 2
  },
  "dt": 1560350192,
  "sys": {
    "type": 3,
    "id": 2019346,
    "message": 0.0065,
    "country": "JP",
    "sunrise": 1560281377,
    "sunset": 1560333478
  },
  "timezone": 32400,
  "id": 1851632,
  "name": "Shuzenji",
  "cod": 200
}
...
```

## INSTALLER WINDOWS 10 IOT SUR RASPBERRY PI

L'installation du système d'exploitation sur la carte SD du RPi se fait (ainsi que le développement du logiciel) à partir d'un PC sous Win10. Si nécessaire, mettez à jour la version de Win10 à l'avance. À l'heure d'écrire ces lignes, Windows 10 IoT Core est en version 1809 (Build 17763). Il vous faut donc au moins cette version. La carte SD est insérée dans un emplacement approprié (interne ou externe) du PC.

- › **Tableau de bord** : Lorsque tout est prêt, téléchargez le fichier d'installation du tableau de bord de l'IdO Windows 10 [4], ce qui permettra de charger l'application complète.
- › **Écrire sur la carte SD** : Dans le tableau de bord (**fig. A**), sélectionnez l'option de menu *Setup a new device* (= *Configurer un nouvel appareil*) et là, le type d'appareil correct (RPi 2 ou 3) et le lecteur cible, la carte SD. Il est utile de pouvoir écrire directement sur la carte SD le profil WLAN, le nom et le mot de passe du RPi. Dès que vous acceptez les termes de la licence, le téléchargement commence et le tableau de bord transfère le système d'exploitation sur la carte SD.
- › **Démarrage du RP** : insérez la carte SD décrite ci-dessus dans le RPi et connectez le matériel (moniteur, écran tactile, alimentation) ainsi qu'une souris, un clavier et éventuellement

un câble LAN. Le Raspberry Pi n'a pas d'interrupteur et démarre aussitôt qu'il est alimenté. L'installation initiale dure un peu. Après avoir choisi la langue, l'écran de démarrage de Win 10 IoT finit par apparaître. Aucune app personnalisée n'est encore en service.

- › **Le Raspberry Pi est configuré à partir d'un PC via le tableau de bord ou le Windows Device Portal (WDP) (Fig. B)**. Le modèle 3 de Raspberry Pi dispose d'un WLAN à bord. Windows 10 IoT reconnaît automatiquement le matériel, de sorte que l'installation se déroule sans problème. Pour être branché et configuré, le modèle 2 sans WLAN nécessite un *dongle* WLAN externe, ce qui est un peu plus compliqué que le modèle 3. La puissance de calcul plus élevée plaide également en faveur de la version 3.

Le RPi avec Windows 10 IoT est accessible avec un navigateur. Le tableau de bord de configuration est accessible via l'adresse IP du RPi. Vous pouvez y installer, démarrer et quitter une application, consulter des informations sur l'état de la charge du système, gérer les connexions réseau ou arrêter et redémarrer le système. Vous pouvez également utiliser le *Power Shell* (ligne de commande). Ce type de configuration permet la plupart des options de configuration, mais sans confort. C'est la seule façon d'installer des pilotes de matériel supplémentaires. Ici nous faisons tout via l'interface web.

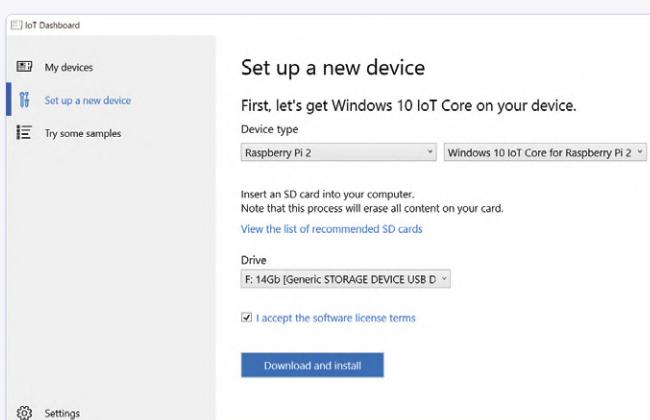


Figure A. Tableau de bord de Windows 10 IoT.

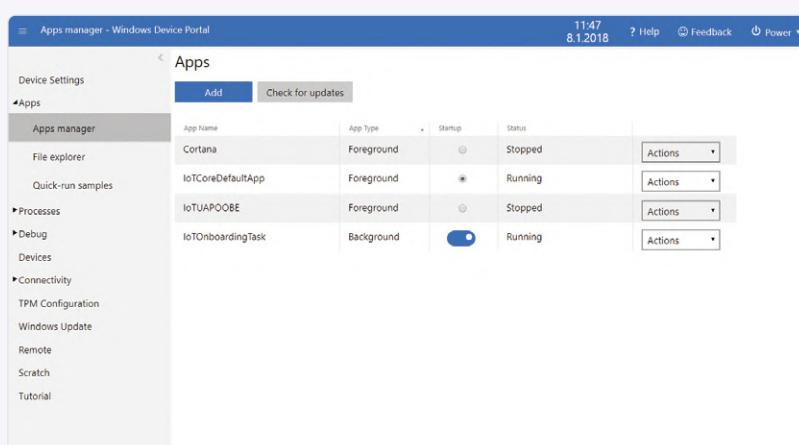


Figure B. Interface web pour la configuration du Raspberry Pi.

### Utilisation et développement du code

Le logiciel du projet [1] peut être utilisé tel quel. Il contient : Page d'accueil (affichage d'un texte de bienvenue), horloge, spectacle photo avec intégration de Dropbox, affichage des données météo et des actualités. Une configuration minimum des services est nécessaire avant utilisation :

- › **Dropbox** : dans votre propre compte Dropbox, passez à la zone des développeurs (console) et créez une application. Autoriser l'accès au répertoire de l'app et produisez la clé secrète à saisir plus tard dans les paramètres de l'app.
- › **Nouvelles** : enregistrez-vous [5] et produisez une clé personnelle pour accéder gratuitement à la zone de nouvelles. La clé est nécessaire, car le nombre d'accès est limité. Vous enregistrez la clé directement dans le fichier *NewsControlViewModel.cs* (ligne 95).
- › **Météo** : Produisez une clé d'accès gratuit et stockez-la dans le fichier *OpenWeatherMapProxyForecast.cs* (ligne 13).

La saisie des clés des services d'information et de la météo se fait directement dans Visual Studio. Ensuite, recompilez le projet et créez les paquets d'application à installer sur le Raspberry Pi.

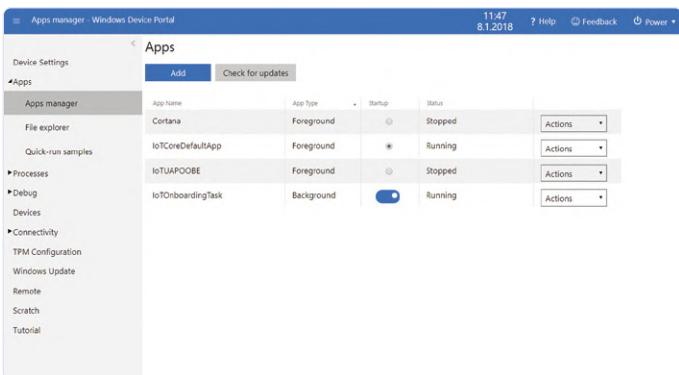


Figure 3. Options de l'API OpenWeather.

identification unique est nécessaire. Le service vous fournit une clé à transmettre avec chaque demande. De nombreux services sont gratuits pour l'usage privé et commercial limité, même si le nombre de récupérations de données (appels/jour) est limité ou si les données sont plus rudimentaires. Un grand nombre de services sont satisfaisants, même en version gratuite.

## Services

L'app *HomeInfoSystem* combine plusieurs options de contenu (services), extensibles et combinables à volonté. Ici nous décrivons la connexion et la mise en œuvre de certains services. Vous pourrez en déduire des possibilités d'extension :

➤ **Intégration du service météorologique OpenWeather [3].** En plus des services payants, les services *Current weather* et 5

*days/3 hour forecast* (*météo actuelle et prévisions 5 j/3 h*) sont gratuits (**fig. 3**). Après l'enregistrement, une clé API est produite avec laquelle les données météorologiques peuvent être récupérées. La convention d'un tel appel est par exemple : `api.openweathermap.org/data/2.5/weather?q=&appid=` Les paramètres `{city name}` et `{your api key}` devront être remplacés par les infos idoines. La réponse est un ensemble de données au format JSON (**listage 1**), assez facile à lire. Elle commence par les coordonnées du lieu, suivies d'informations de température, de pression atmosphérique, de couverture nuageuse, etc. L'ensemble est décrit en détail sur le site du service. Un SDK existe pour l'application, ce qui facilite l'utilisation du service. Le **listage 2** donne le code source correspondant.

➤ **Intégration du stockage en nuage :** pour afficher des photos, il est préférable d'accéder à l'un des systèmes de stockage en nuage habituels tels que Dropbox ou OneDrive. Pour l'accès via des applications externes, ces services offrent leur propre API et également un SDK pour de nombreux langages de programmation. La version gratuite de Dropbox offre 5 Go d'espace de stockage, entre autres pour des photos. Sur le portail en ligne, vous pouvez accéder directement à la zone des développeurs. Installez une application sur Dropbox (**fig. 4**). Vous pouvez utiliser le portail pour configurer l'application, par exemple quel dossier de Dropbox doit être accessible. Il existe plusieurs façons d'accéder aux données (photos) de Dropbox depuis l'extérieur du portail, en utilisant un nom d'utilisateur et un mot de passe (authentification) ou sans interaction de l'utilisateur avec une clé unique (*Key, App Secret*). Cette dernière variante est optimale pour nous, car l'application s'identifie simplement sur Dropbox avec une telle clé. Nous utilisons le SDK pour .NET

## Listage 2. SDK (extrait) pour l'utilisation du service openweathermap.org.

```
// Note : Le type de données RootObject contient une structure arborescente de données météo.

public async static Task<RootObject> GetWeather(string location)
{
    try
    {
        var httpClient = new HttpClient();
        string uri = basisUri + endPoint + "?q=" + location + "&appid=" + apiKey + "&units=metric";
        var response = await httpClient.GetAsync(uri);
        var result = await response.Content.ReadAsStringAsync();
        var serializer = new DataContractJsonSerializer(typeof(RootObject));
        var ms = new MemoryStream(Encoding.UTF8.GetBytes(result));
        var data = (RootObject)serializer.ReadObject(ms);
        return data;
    }
    catch
    {
        return null;
    }
}
```

Core, intégrable directement dans notre application. La lecture des photos de Dropbox devient un jeu d'enfant : le **listage 3** est la section de code correspondante. Les utilisateurs peuvent prendre des photos avec leur téléphone et les enregistrer directement dans Dropbox depuis leur appareil mobile.

- **Contenu statique :** Le contenu statique est implémenté directement dans l'application en utilisant la logique du programme, par exemple l'affichage de l'heure avec une représentation visuelle spéciale.

Cette liste présente des exemples de mise en œuvre de contenu pour l'app *HomeInfoSystem*. Pour les applications professionnelles (*EnterpriseInfoSystem*), les mêmes connexions doivent être créées pour certains services spécifiques.

### Listage 3. SDK (extrait) pour accéder aux données dans Dropbox.

```
public static async Task<ObservableCollection<string>> GetFilesFromDropBoxAsync()
{
    ObservableCollection<string> itemsList = new ObservableCollection<string>();
    // chemin d'accès pour l'enregistrement du fichier
    StorageFolder storageFolder = ApplicationData.Current.LocalFolder;
    try
    {
        using (var dbx = new DropboxClient(ProgrammSettings.DropBoxAppToken))
        {
            // liste de tous les fichiers dans le dossier
            var list = await dbx.Files.ListFolderAsync(string.Empty);
            // boucle sur tous les dossiers
            for (int i = 0; i < list.Entries.Count; i++)
            {
                string localFileName = storageFolder.Path + "/" + list.Entries[i].Name;
                if (File.Exists(localFileName) == false)
                {
                    // télécharger le fichier
                    var file = await dbx.Files.DownloadAsync(list.Entries[i].PathLower);
                    // extraction du flux de données
                    Stream stream = await file.GetContentAsStreamAsync();

                    // écrire le flux de données dans un fichier local
                    using (var fileStream = File.Create(localFileName))
                    {
                        (await file.GetContentAsStreamAsync()).CopyTo(fileStream);
                    }
                }
                itemsList.Add(localFileName);
            }
        }
    catch
    {
    }
    return itemsList;
}
```

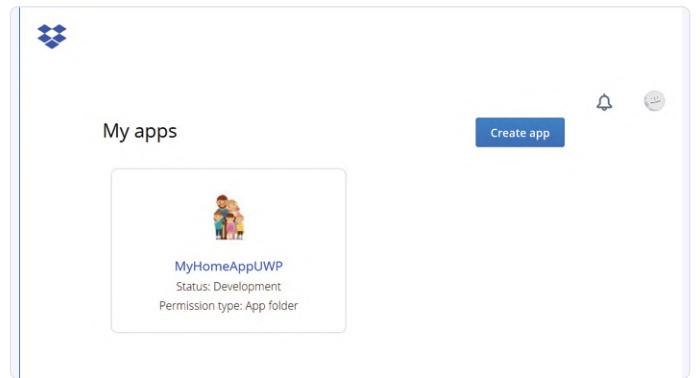


Figure 4. Sur le portail des développeurs de Dropbox, vous devez mettre en place une application.

## Extensions

- Les services décrits ci-dessus ne sont que des exemples et devraient vous encourager à lancer votre propre SPID. Vous trouverez rapidement les services que vous souhaitez utiliser. Voici des idées d'extensions possibles :
- Le *HomeInfoSystem* pourrait également afficher les valeurs de différents capteurs. Les valeurs des capteurs sont transmises à une infrastructure IoT et sont exploitées par l'application à certains intervalles. Les électroniciens peuvent construire des extensions matérielles complètes et les intégrer de manière flexible dans le système.
- *Afficher le contenu en fonction de critères temporels* : Certains contenus peuvent être fournis avec une référence temporelle. Il est p. ex. utile de donner les informations en temps réel relatives aux transports en commun en semaine entre 7 et 8 h, mais en fin de semaine, vous serez peut-être plus intéressé par des infos sur les programmes du ciné du quartier, que vous trouverez grâce à un programme de cinéma API.
- *Services mobiles* : Vous pourriez ajouter une application mobile au système. Les utilisateurs peuvent envoyer des données à un serveur (*backend*) où l'app récupère ces données. Diverses applications sont envisageables. Une autre application intéressante est la géolocalisation. Les utilisateurs mobiles pourraient, après approbation, transmettre automatiquement leur position géographique à un serveur où l'app récupérerait régulièrement cette position pour l'afficher sur une carte. De cette façon, on peut savoir à tout moment où se trouvent tous les membres d'une famille.
- *Services en ligne* : D'autres services intéressants peuvent être intégrés via une API publique : Intégration dans l'agenda de divers services tels que l'agenda de Microsoft ou Google...
- *Structure d'interface alternative* : au lieu de passer manuellement d'un contenu à l'autre ou en fonction du temps, vous pourriez également créer une vue d'ensemble, particulièrement intéressante sur les grands écrans : vous pourriez afficher la météo d'un côté et les nouvelles et photos de l'autre.

Les d'idées pour étendre *HomeInfoSystem* ne manquent donc pas. Sans parler de connecter des capteurs externes (IoT) par exemple pour pouvoir jeter un rapide coup d'œil sur votre résidence secondaire (caméra). Pour les entreprises aussi, les possibilités d'application sont innombrables.

## Conclusion & perspectives

Tant à la maison que dans une entreprise, un tel système d'information est fascinant. À la maison, il peut fournir des informations toujours à jour (météo, actualités, dates) et dans l'entreprise, il peut présenter

des données actuelles importantes (quantités, dates des réunions d'équipe). Le plus intéressant, ce sont les possibilités d'adapter tout cela à vos propres besoins sans difficulté. Après avoir choisi la configuration matérielle, en particulier l'écran, le logiciel décrit ici fournit d'emblée un ensemble de fonctions de base, qui peuvent ensuite être étendues et adaptées de manière flexible. Le code source [1] est ouvert. Dans Visual Studio 2019, vous pouvez l'étudier et le modifier selon vos besoins. 

191247-03



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

### ➤ Raspberry Pi 3 B+

[www.elektor.fr/raspberry-pi-3-model-b-plus](http://www.elektor.fr/raspberry-pi-3-model-b-plus)



### ➤ Elektor Raspberry Pi Elektronik-Kit

[www.elektor.fr/elektor-raspberry-pi-elektronik-kit](http://www.elektor.fr/elektor-raspberry-pi-elektronik-kit)

## LIENS

- [1] **logiciel du projet** : <http://www.elektormagazine.fr/191247-01>
- [2] **VisualStudio** : <https://visualstudio.microsoft.com/downloads/>
- [3] **OpenWeather** : <https://openweathermap.org/>
- [4] **Windows 10 IoT-Core** : <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/iot-core/downloads>
- [5] **News-API** : <https://newsapi.org/>

# prise en main de Node-RED

Programmation visuelle en blocs à code ouvert, façon Lego®

Dogan Ibrahim (Royaume -Uni)

La popularité de Node-RED s'explique par la simplification considérable du développement de projets pour l'IdO. Examinons de près comment l'utiliser dans un projet très simple comme la commande d'une LED. Découvrez une forme de programmation qui fait beaucoup penser au Lego®!

On a assisté récemment à l'utilisation croissante d'outils de programmation visuelle par blocs. L'idée sous-jacente est d'offrir au programmeur un ensemble de modules visuels qu'il suffit de relier les uns aux autres de manière logique pour créer le programme d'application. Node-RED est un tel outil de programmation visuel à code source ouvert. Il comprend des modules pour effectuer des tâches très complexes, notamment l'accès au web, Twitter, le courrier électronique, HTTP, Bluetooth, MQTT, le contrôle des ports GPIO d'ordinateurs populaires tels que le Raspberry Pi (RPi), Arduino, ESP32, etc. L'avantage avec Node-RED, c'est que le programmeur n'a pas à écrire de programmes complexes. Ainsi, un courriel peut-il être envoyé avec quelques modules joints à quelques lignes de code simple.

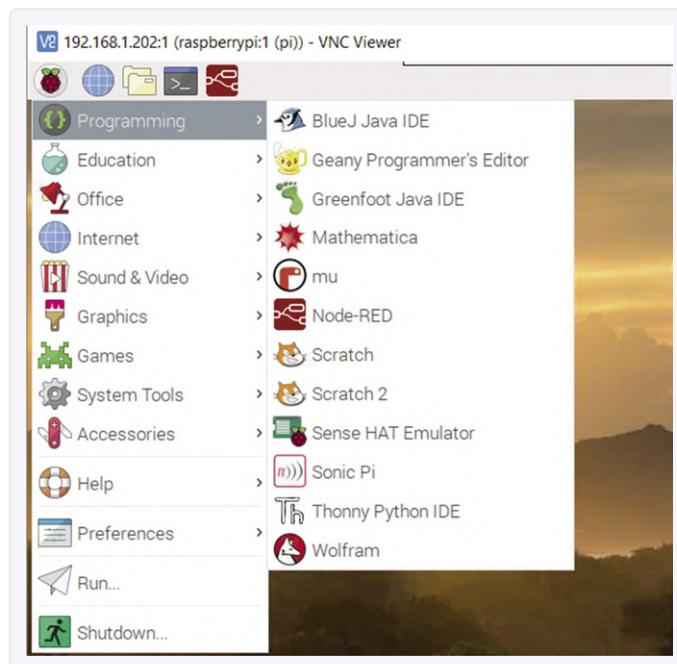
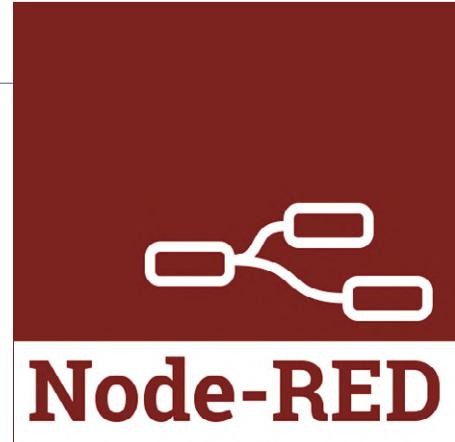


Figure 1. Lancer Node-RED sur Raspberry Pi.



## Installer Node-RED

Node-RED est déjà installé sur RPi et peut être lancé soit depuis le bureau (**fig. 1**), soit avec la ligne de commande suivante (**fig. 2**) :

```
pi@raspberrypi:~ $ node-red-start
```

Node-RED est lancé en tant que service et une liste de commandes valides pour le démarrer et l'arrêter s'affiche à l'écran au démarrage (**fig. 2**). Ici 192.168.1.202 est l'adresse de mon RPi. Vous pouvez facilement trouver l'adresse IP de votre avec la ligne de commande `ifconfig`. La réponse se trouve sur la ligne qui commence par `wlan0`. Maintenant vous démarrez votre navigateur et saisissez le lien suivant sur votre PC pour lancer l'interface graphique Node-RED sur votre écran :

```
https://<votre adresse IP>:1880
```

Avec par exemple mon RPi, ça donne :

```
https://192.168.1.202:1880
```

L'écran de démarrage de Node-RED (**fig. 3**) comporte trois sections : à gauche, une liste de modules (ou *nodes*) par défaut disponibles dès l'installation du programme. Les utilisateurs peuvent ajouter des modules supplémentaires à partir de diverses sources sur Internet. La partie centrale est la zone de travail où les modules requis sont

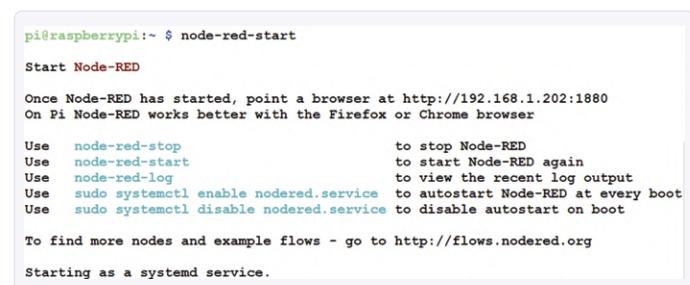


Figure 2. Lancer Node-RED par ligne de commande.

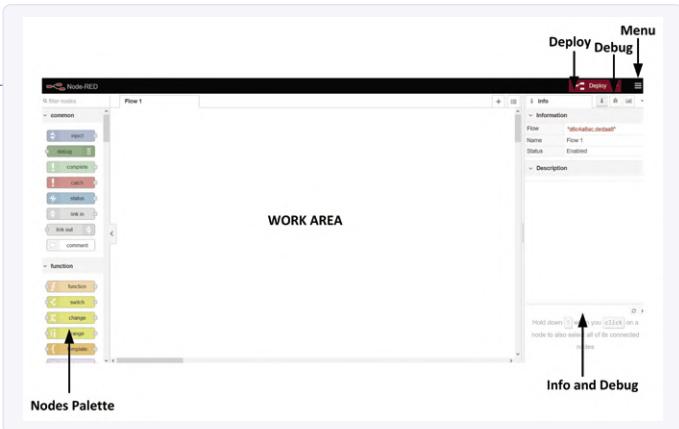


Figure 3. Menu de démarrage de Node-RED.

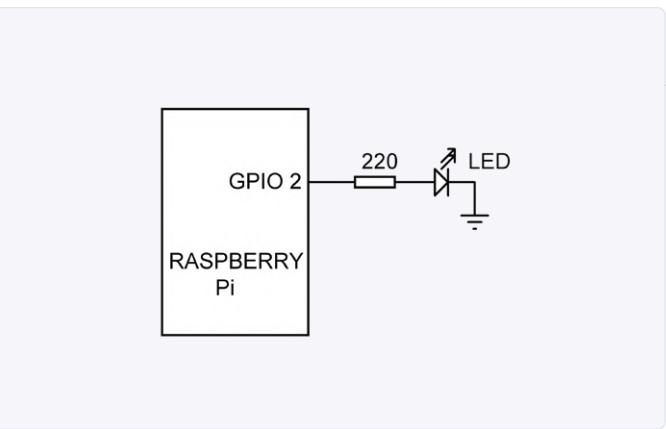


Figure 4. Schéma de l'exemple.

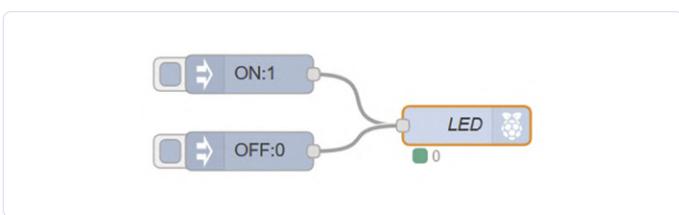


Figure 5. Diagramme du flux de l'exemple.

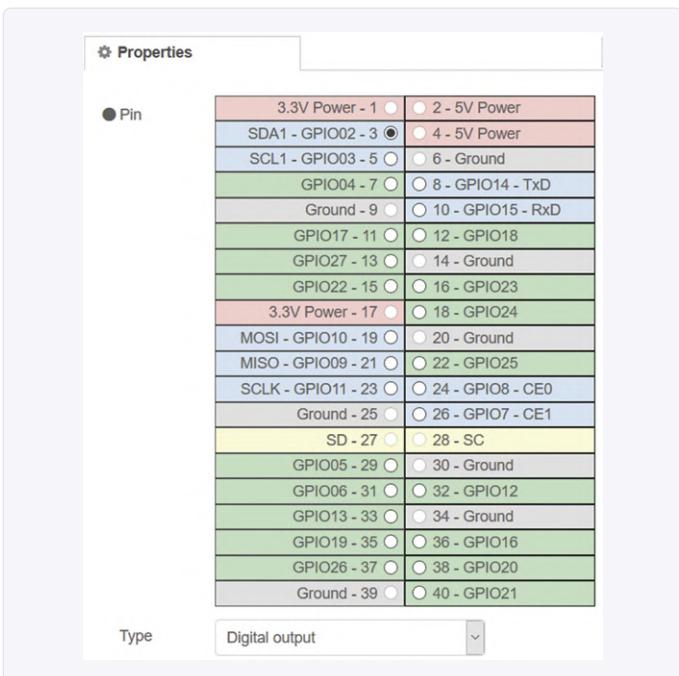


Figure 6. Configuration du module *gpio out* du Raspberry Pi.

glissés-déposés puis connectés pour former un flux. La partie droite est la très utile zone d'information et de débogage.

Le meilleur moyen de comprendre comment utiliser Node-RED est peut-être d'étudier un exemple simple. Dans cet exemple, une LED est connectée au GPIO 2 du RPi par une résistance de limitation de courant de 220 Ω (**fig. 4**). Nous commandons simplement la LED à partir d'un programme Node-RED. Les étapes sont les suivantes (voir le flux (= *flow*) **fig. 5**) :

- Cliquez, glissez et déposez un module *d'injection* dans l'espace de travail. Les modules d'injection sont utilisés pour injecter des messages (chaîne, numéro, etc.) dans un flux. Dans cet exemple, nous allons injecter 1 pour allumer la LED, ou 0 pour l'éteindre.
- Double-cliquez sur le module *d'injection* pour le configurer. Réglez sa *charge utile* (= *payload*) sur «nombre» et entrez 1. En cliquant sur la case carrée à gauche de ce module, vous obtiendrez 1 pour allumer la LED.
- Mettez le *sujet* (= *topic*) du mode d'injection sur ON afin que nous puissions voir la fonction de ce module. Cliquez sur *Terminé* pour fermer l'écran de configuration.
- Cliquez, glissez et déposez un autre module *d'injection* (cf. fig. 5) et réglez sa *charge utile* sur 0 et son *sujet* sur OFF. Cliquez sur le module, la valeur 0 sera affichée pour éteindre la LED.
- Cliquez, faites glisser et déposez un module de *sortie rpi gpio out* dans l'espace de travail. Ce module est utilisé pour envoyer des données numériques ou PWM à un port GPIO du RPi. Connectez le module (fig. 5).
- Double-cliquez sur le module *rpi gpio out* pour le configurer (**fig. 6**). Réglez la *broche* sur GPIO2, *Type sur la* sortie numérique, cliquez sur *Initialiser l'état de la broche* (= *Initialise pin state*) et réglez l'état initial de la broche sur 0. Nommez le module LED. Cliquez sur *Done* pour fermer l'écran de configuration.

Nous avons notre flux. Cliquez sur *Déployer* pour compiler le programme et produire le code exécutable. Assurez-vous de l'absence

## LIENS

- [1] **site officiel de Node-RED** : <https://nodered.org>
- [2] **pour démarrer** : <https://projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-node-red>
- [3] **premier flux** : <https://nodered.org/docs/tutorials/first-flow>
- [4] **fonctions** : <https://nodered.org/docs/user-guide/writing-functions>
- [5] **guide** : <http://noderedguide.com/examples/>



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

de message d'erreur. Cliquez sur le bouton carré à gauche du module d'injection ON, la LED s'allume. Cliquez sur le bouton de l'autre module d'injection, la LED s'éteint.

### Autres aspects

Avec cet exemple très simple, nous avons vu ce qu'est Node-RED et comment l'utiliser. Un de ses points forts est que Node-RED est soutenu par de vastes communautés et qu'il existe de nombreux modules développés par des tiers, disponibles gratuitement, et utilisables dans des projets complexes. Le module *openweathermap* donne p. ex. les conditions météorologiques locales (température, humidité, pression atmosphérique, vitesse du vent, précipitations, etc.) partout sur Terre. Un projet de prévisions météo peut être réalisé en moins d'une heure à partir de ce module et quelques autres. Une réalisation comparable à partir de capteurs externes serait coûteuse et longue à déployer. Node-RED prend en charge la communication basée sur l'UDP et le TCP avec un seul module sur une liaison Wi-Fi. Cette fonction permet aux utilisateurs d'envoyer et de recevoir des données sans fil à partir d'autres appareils connectés à un réseau Wi-Fi (téléphones, tablettes, PC, etc.).

On trouve d'autres modules intéressants qui peuvent être installés gratuitement :

- Tableau de bord
- Bluetooth
- Amazon Alexa
- I<sup>2</sup>C et LCD parallèle

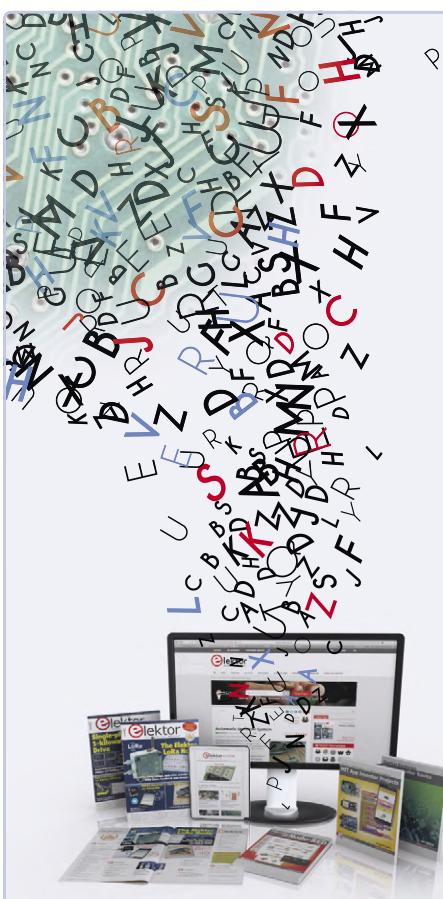
Mon nouveau livre intitulé *Programming With Node-RED : Design IoT Projects with Raspberry Pi, Arduino and ESP32* décrit de nombreux projets avec Node-RED et des cartes de développement de microcontrôleurs populaires.

- Vous pouvez le commander dans l'e-choppe d'Elektor : [www.elektor.com/programming-with-node-red](http://www.elektor.com/programming-with-node-red)
- Il en existe une version PDF : [www.elektor.com/programming-with-node-red-e-book](http://www.elektor.com/programming-with-node-red-e-book)

- Carte du monde
- Convertisseur A/D
- Capteur d'ultrasons

Node-RED n'est pas un exclusivité RPi. Il peut également être utilisé (au prix de certaines limitations) avec les processeurs Arduino et ESP32, ou avec une combinaison du RPi et de l'Arduino, ou du RPi et de l'ESP32. Le module de fonction, l'un des plus importants, peut être configuré pour commander plusieurs sorties. L'utilisateur peut exploiter avec son code les données de ce module. Après avoir p. ex. obtenu la météo locale du module *openweathermap*, nous pouvons en extraire les informations de température et d'humidité locales. C'est facile grâce à quelques déclarations à l'intérieur du module de fonction. Les lecteurs intéressés trouveront davantage d'informations grâce aux liens [1] à [5] et dans mon livre sur Node-RED. ▶

200164-02



## Elektor cherche des auteurs

Le coronavirus bouleverse nos vies, avec parfois des conséquences positives.

Le temps libéré, vous pouvez l'utiliser pour **partager** vos connaissances en **électronique** avec d'autres. Selon vos talents, le plus simple consiste à donner des cours **vidéo** ou à écrire un **article** ou un **livre**. Vous avez une bonne idée ? Action !

**Elektor vous assistera.** Outre la satisfaction de cette expérience, il y aura des recettes péculiaires.

**Faites-nous part de votre idée,  
nous vous répondrons.**

[elektor.fr/cherche-des-auteurs](http://elektor.fr/cherche-des-auteurs)

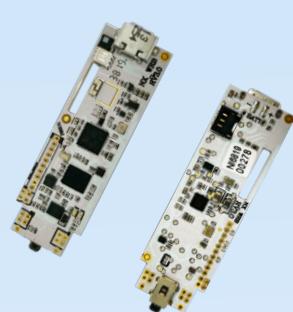
**Elektor**  
design > share > sell

# L'été généreux d'elektor



## Nos amis de NextIIND offrent :

- 2 x carte TACTIGON ONE
- 1 x kit composé de cartes TACTIGON ONE +  
1 carte Raspberry Pi
- 1 x kit de prise en main TACTIGON SKIN (*sans robot*)



## Gudeco offre :

- 2 x station de soudage Weller WT 1010



## iFixit ne fait pas un seul cadeau... mais cinq :

- Pro Tech Toolkit



## Simac / Joy-IT fait pâlir le soleil avec :

- 1 x alim CC JOY-iT JT-RD6006
- 1 x outil 3-en-1 DMSO2D72 : oscillo de poing, géné de signal et multimètre

**PEAK®**  
electronic design ltd

**The MagPi**  
Magazine  
[raspberrypi.org/magpi](http://raspberrypi.org/magpi)

**JOY-IT**

**THE TACTIGON**  
Motion Sensor and Gesture Controller with A.I.



Franzis Verlag offre trois kits  
(en allemand) :

- 1 x MAKER KIT pour ESP32
- 1 x MAKER KIT pour SMART HOME
- 1 x MAKER KIT pour ARDUINO



Le don de Peak Electronic Design :

- 1 x analyseur de diodes zener Atlas ZEN50
- 1 x mesureur de résistance série équivalente Atlas ESR70



Le don de LabNation pour vous :

- 1x oscillo USB SmartScope



MagPi - magazine officiel  
du Raspberry Pi offre :

- 1 x Raspberry Pi 4 - 8 Go
- 1 x module caméra de qualité supérieure
- 1 x optique 6 mm à monture CS



## Comment en profiter ?

C'est archi-simple. Il suffit de nous faire connaître votre préférence sur notre site. C'est tout ! Une fois que nous aurons pris connaissance de vos choix, nous procéderons fin août à une distribution parmi les heureux bénéficiaires que désignera le hasard. Pour en savoir plus :

[elektor.fr/don](http://elektor.fr/don)



L'été généreux  
d'Elektor est  
parrainé par



# petit générateur de fonctions



## circulation du signal à contresens

Michael A. Shustov (Russie) et Andrey M. Shustov (Allemagne)

### INFOS SUR LE PROJET

#### mots-clés

générateur de fonctions, sinus, carré, triangle, labo, analogique, ampli-op, 741

#### difficulté

débutant – connaisseur – expert

#### temps nécessaire

env. 2 h

#### outils

fer à souder

#### coût

env. 35 €

### CARACTÉRISTIQUES

- formes d'onde : sinus, triangle, rectangle
- production des formes d'onde à contresens
- gammes pour sinus : 50-500 Hz, 500-5 000 Hz
- gammes pour triangle et rectangle : 100-1 000 Hz, 1 000-10 000 Hz
- gammes de fréquence faciles à modifier
- coût réduit
- que des composants traversants
- 100% sans microcontrôleur

Sur un instrument simple, les formes d'ondes en sinus, triangle et rectangle sont généralement produites avec des réseaux de charge/décharge R-C suivis de filtres adaptés. Une alternative plus au goût du jour est de synthétiser ces signaux avec un microprocesseur. Le générateur de fonctions décrit ici suit une approche conceptuelle différente avec la circuiterie adéquate.

Un générateur de fonctions est un instrument qui délivre plusieurs formes d'onde de fréquence, et optionnellement d'amplitude, variables. C'est un appareil pratique, indispensable dans les labos pour tester, régler, dépanner, réparer et mettre au point les dispositifs électroniques.

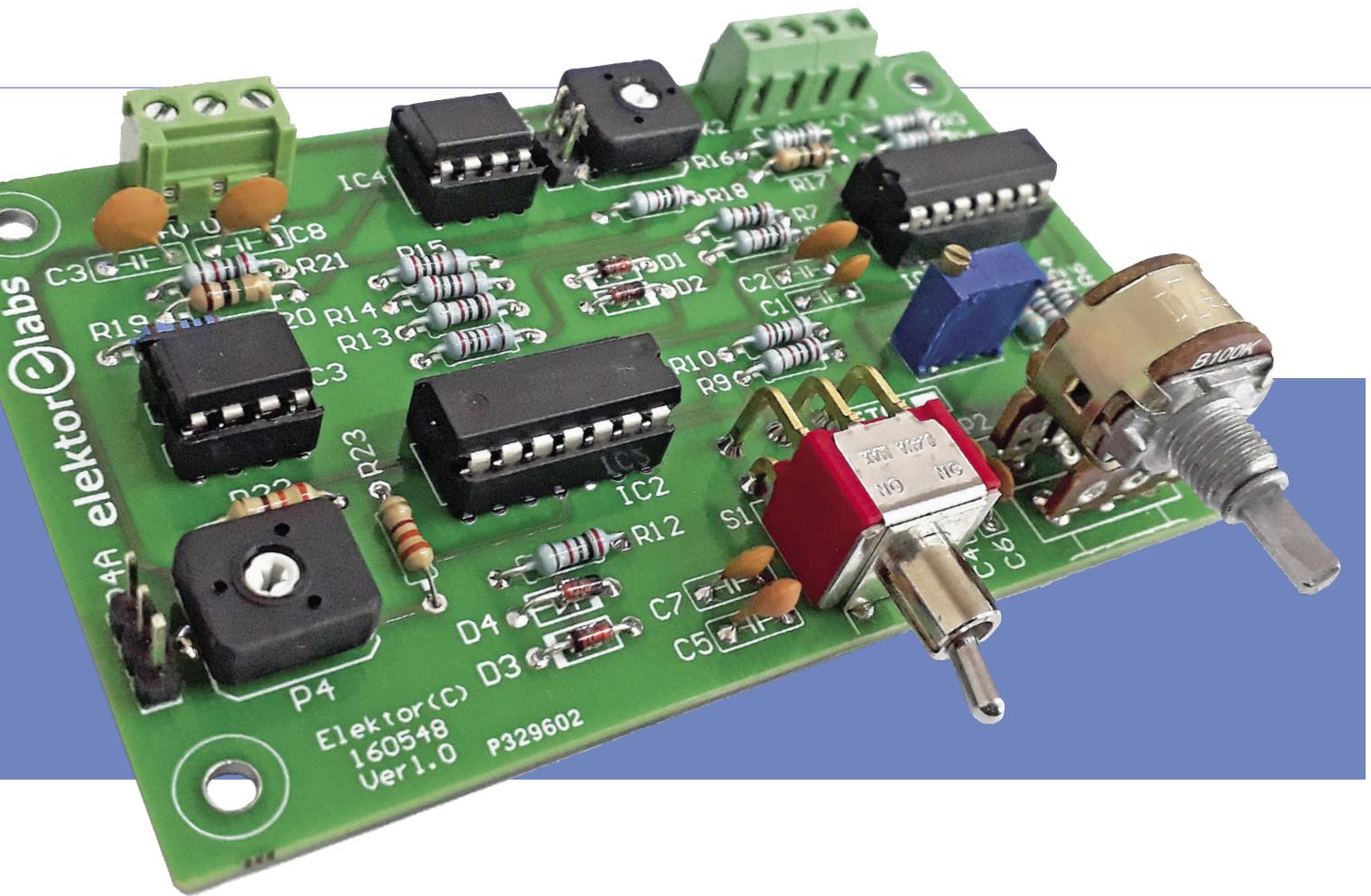
La plupart des générateurs de fonctions de conception classique utilisent comme point de départ un générateur d'impulsion rectangulaire. On a ensuite un convertisseur de tension rectangulaire en tension triangulaire, basé en général sur un processus de charge/décharge. Enfin, la forme d'onde triangulaire est transformée en une sorte de sinusoïde, qui comporte d'habitude une bonne suppression de la première harmonique.

Le principal inconvénient de ce procédé en

trois étapes et de la circuiterie associée est la non-linéarité intrinsèque du processus de charge/décharge, qui se remarque notamment lorsqu'on règle la fréquence du générateur. En particulier, la distorsion du signal sinusoïdal augmente en conséquence à cause du filtrage sous-optimal des harmoniques supérieures d'un signal complexe.

#### Dans l'autre sens

Le générateur de fonctions décrit ci-dessous sort des sentiers battus, car la conversion des signaux est réalisée à l'envers. D'abord on crée une forme d'onde sinusoïdale, puis on la convertit en forme d'onde triangulaire. Ensuite, on obtient un signal bipolaire d'allure rectangulaire à partir du triangle. Un inverseur permet de choisir deux bandes de



fréquences. Le signal sinusoïdal est produit par un oscillateur à ampli-op. Ce sinus est redressé et inversé pour être converti en triangle. Enfin, un comparateur différentiel délivre le signal carré.

### Description du circuit

De la théorie à la pratique : la **figure 1** montre le schéma du *Petit Générateur de Fonctions*. Le circuit fonctionne sous une alimentation de  $\pm 5$  V (symétrique). Les ampli-op IC1.A, IC1.B et IC1.C constituent l'oscillateur sinusoïdal. Il fournit en réalité deux sinusoïdes déphasées de  $90^\circ$ . La couverture des deux bandes de fréquences dépend des valeurs des condensateurs C4 et C6 (33 nF) et de leurs homologues respectifs C5 et C7 (3,3 nF). La contre-réaction de l'oscillateur est fournie par la résistance R24. Le potentiomètre P1 sert à régler le niveau de la contre-réaction pour obtenir une sinusoïde correcte sans écrêter le signal. La fréquence de sortie du générateur est réglable en continu avec le potentiomètre double P2 et ses sections P2A et P2B. L'inverseur S1 permet de commuter entre les deux gammes de fréquences, en supposant égales les capacités de C4 et C6 pour la gamme « Basse », et de C5 et C7 pour la gamme « Haute ».

Les signaux  $A_{\text{OUT}}$  et  $B_{\text{OUT}}$  de l'oscillateur sinusoïdal sont transmis à deux circuits

### LES MATHS DU CIRCUIT

On peut décrire les différentes formes d'onde du circuit avec les formules ci-dessous.

**Nota :**  $U_{\text{A-G}}(t)$  correspond au nœud marqué d'une lettre entourée dans le schéma du circuit.

$$U_A(t) = U_0 \sin(\omega t)$$

$$U_B(t) = U_0 \sin(\omega t + 90)$$

$$U_C(t) = U_0 \sin(2\omega t)$$

$$U_D(t) = U_0 \text{abs}[\sin(\omega t)]$$

$$U_E(t) = -U_0 \text{abs}[\sin(\omega t + 90)]$$

$$U_F(t) = U_0 \{ \text{abs}[\sin(\omega t)] - \text{abs}[\sin(\omega t + 90)] \}$$

$$U_G(t) = \begin{cases} -U_0 & \text{if } U_F(t) > 0 \\ U_0 & \text{if } U_F(t) < 0 \end{cases}$$

redresseurs quasi identiques IC2.A/IC2.B et IC2.D/IC2.C qui non seulement redressent la sinusoïde, mais « replient » les parties

écrêtées des côtés positif et négatif de la forme d'onde. Cela signifie que la sinusoïde est entièrement redressée au-dessus et en

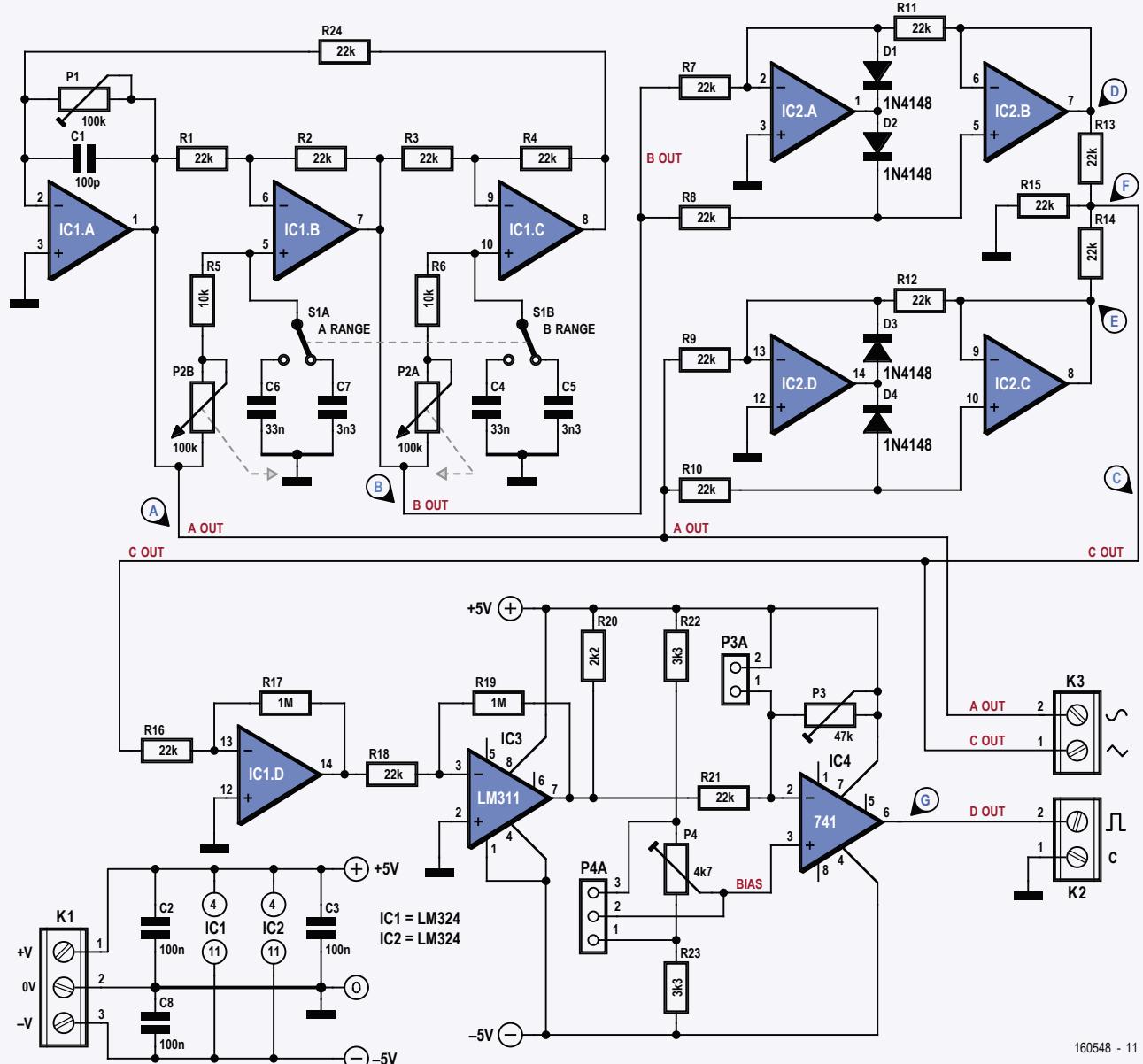


Figure 1. Schéma du Petit Générateur de Fonctions avec les repères des principaux signaux internes (cf. l'encadré sur les maths). C'est inhabituel, l'ordre de production des signaux est : sinus → triangle → rectangle.

dessous de zéro. Ces deux formes d'ondes redressées sont déphasées de 90° et ont une fréquence double du signal sinusoïdal original. Les sorties redressées sont additionnées pour donner le signal  $C_{OUT}$ . Cette addition (mathématique) donne opportunément une onde triangulaire, quoique d'amplitude inférieure à la sinusoïde d'origine.

L'onde triangulaire est ensuite convertie en signal carré par IC1.D (un autre ampli-op LM324) en association avec IC3 (un LM311). Le potentiomètre P4 sert à ajuster la tension de polarisation d'IC4 (un 741) qui à son tour règle la tension de décalage du signal carré. Enfin, le potentiomètre P3 sert à ajuster l'amplitude du signal carré sur  $D_{OUT}$ . Les trois

signaux de sortie sont disponibles sur les doubles borniers à vis K2 et K3.

Avec l'inverseur S1 du côté de la gamme Basse (c.-à-d. avec C4 et C6 en ligne), le générateur couvre de 50 à 500 Hz pour la sortie sinusoïdale, et de 100 à 1 000 Hz pour les sorties triangulaires et rectangulaires en raison du doublement de la fréquence d'origine. On peut obtenir d'autres plages de fréquences en modifiant les condensateurs qui déterminent la fréquence ou en ajoutant d'autres gammes pour S1. Avec S1 positionné pour mettre C5 et C7 en ligne, la fréquence va augmenter d'un facteur 10. Avec  $C_5 = C_7 = 3,3 \text{ nF}$  comme illustré, la gamme de fréquences produites est de :

- 1 000 à 10 000 Hz pour les ondes triangulaires et rectangulaires. La gamme effective est de 1 000 à 8 000 Hz ; elle peut être légèrement étendue avec 2,2 nF pour C5 et C7.

- 500 à 5 000 Hz pour l'onde sinusoïdale ; là aussi la gamme effective va de 500 à 3 500 Hz environ ; on peut aller plus loin avec 2,2 nF pour C5 et C7.

## L'assemblage

Le labo d'Elektor a conçu un circuit imprimé pour le *Petit Générateur de Fonctions*. La **figure 2** montre le dessin de la carte avec la liste des composants. Pas de souci pour l'assemblage, même pour les presque

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

R1-R4, R7-R16, R18, R21, R24 = 22 kΩ

R5, R6 = 10 kΩ

R17, R19 = 1 MΩ

R20 = 2,2 kΩ

R22, R23 = 3,3 kΩ

P1 = potentiomètre ajustable 100 kΩ

P2 = potentiomètre couplé (stéréo) 100 kΩ

P3 = potentiomètre ajustable 47 kΩ

P4 = potentiomètre ajustable 4,7 kΩ

### Semi-conducteurs

D1-D4 = 1N4148

IC1, IC2 = LM324

IC3 = LM311

IC4 = 741 ( $\mu$ A741)

### Divers

K1 = bornier à vis triple, pas de 3,5 mm

K2, K3 = bornier à vis double, pas de 3,5 mm

P3A = barrette verticale à 2 contacts mâle,

pas de 2,54 mm

P4A = barrette verticale à 3 contacts mâle,

pas de 2,54 mm

S1 = inverseur DPDT, sans voyant

2x support de circuit intégré DIP à 8 broches

2x support de circuit intégré DIP

à 14 broches

### Condensateurs

C1 = 100 pF, 50 V, C0G, 5%

C2, C3, C8 = 100 nF, céramique, 50 V,  
séries MCFY

C4, C6 = 33 nF, 100 V, séries SkyCap SR, ±10%

C5, C7 = 3,3 nF, 50 V, C0G, 5%

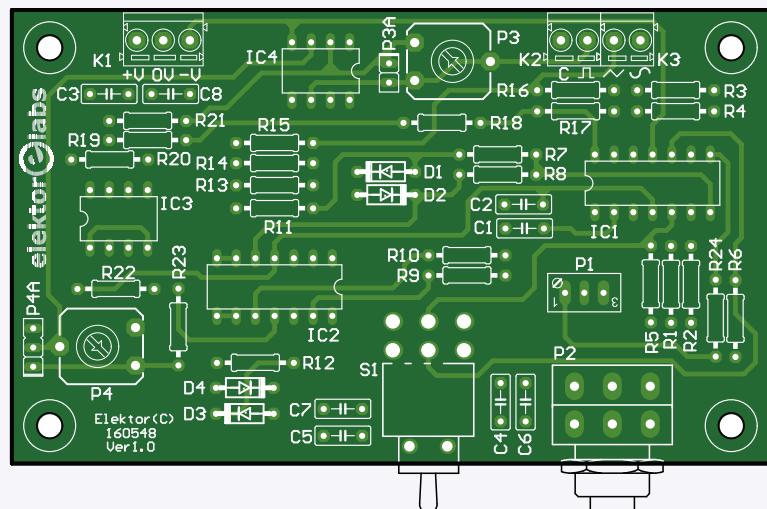
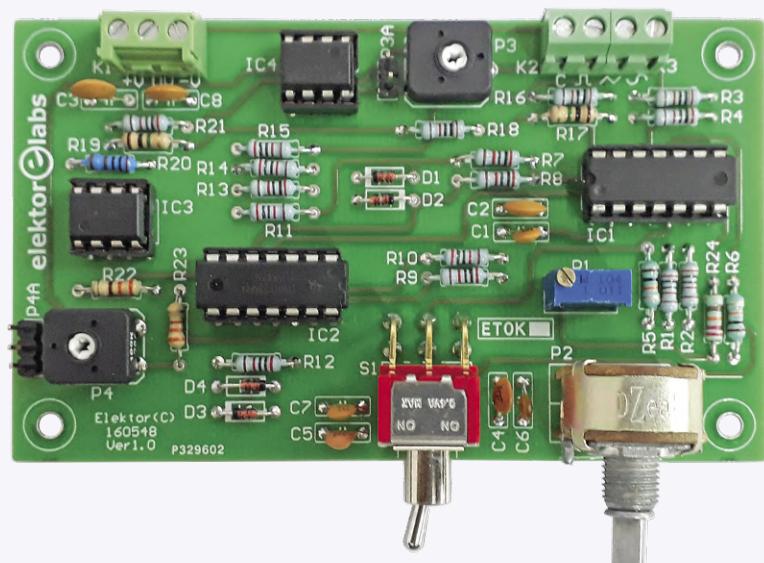


Figure 2. Circuit imprimé conçu pour le Petit Générateur de Fonctions.  
À noter : pas de CMS en vue.



débutants, car tous les composants sont traversants, la carte est spacieuse et il n'y a pas de microprocesseur à programmer.

Les barrettes marquées P3A et P4A permettent de connecter des potentiomètres externes avec des fils de liaison. Dans ce cas, ôtez de la carte les potentiomètres P3 et P4.

### Les essais

En supposant que vous avez assemblé la carte avec succès, la procédure de test recommandée pour le projet est la suivante :

- Connectez l'alimentation de ±5 V (symétrique) au connecteur K1.
- Sélectionnez la gamme de fréquences souhaitée (Basse ou Haute) avec S1.
- Connectez un oscilloscope sur les lignes A<sub>OUT</sub> de K3 (sinus), et C de K2 (GND).
- Jouez sur P1 pour obtenir une sinusoïde aussi propre que possible.
- Déplacez l'oscillo sur C<sub>OUT</sub> (K3) et vérifiez la présence du signal triangulaire.
- Déplacez l'oscillo sur D<sub>OUT</sub> (K2) et vérifiez la présence du signal rectangulaire.
- Manoeuvrez P2 (potentiomètre double) pour confirmer qu'il commande la fréquence de sortie du générateur.
- Réglez l'amplitude du signal avec P3.
- Réglez la tension de décalage de l'onde rectangulaire avec P4.

Tout est prêt maintenant pour appliquer à l'un de vos montages un signal sinusoïdal, triangulaire ou rectangulaire, de fréquence et amplitude variables, et voir sur l'oscillo comment il répond !

(160548 – version française : Denis Lafourcade)



@ WWW.ELEKTOR.FR

#### ➤ Circuit imprimé nu

[www.elektor.fr/function-generator](http://www.elektor.fr/function-generator)

#### ➤ Livre en anglais

« **Electronics Circuits for All** »

[www.elektor.fr/electronic-circuits-for-all](http://www.elektor.fr/electronic-circuits-for-all)

#### ➤ Livre en anglais

« **Analog Circuit Design, Volume 1** »

[www.elektor.fr/analog-circuit-design-1](http://www.elektor.fr/analog-circuit-design-1)

#### ➤ Livre en anglais

« **Analog Circuit Design, Volume 2** »

[www.elektor.fr/analog-circuit-design-2](http://www.elektor.fr/analog-circuit-design-2)

#### ➤ Livre en anglais

« **Analog Circuit Design, Volume 3** »

[www.elektor.fr/analog-circuit-design-3](http://www.elektor.fr/analog-circuit-design-3)



**GREAT  
SCOTT!**

# GreatScott! construit un système d'alarme LoRa



lien vers  
YouTube

**GreatScott!** (Allemagne) avec **Luc Lemmens** (Elektor Labs) pour l'intro et la conclusion

Nous présentons ici un projet du youtubeur GreatScott!. Il s'agit de transmettre vers son appartement par LoRa un signal de notification du système anti-intrusion de son garage, à une distance de 600 m. Il utilise deux cartes Nucleo STM32 et deux modules LoRa RFM95 (plus des cartes de connexion Elektor). Le matériel a été parrainé par Elektor, c'est GreatScott! qui a assemblé et testé le matériel.

Tout le monde ne sait pas que Great Scott! est une interjection de surprise, voire de consternation [...], populaire dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, considérée aujourd'hui comme dépassée (Wikipedia). Certains se souviendront d'avoir entendu l'exclamation Nom de Zeus souvent utilisée par le Dr Emmett Lathrop Brown dans Retour vers le futur. Eh bien, c'est la traduction de l'interjection GreatScott! de l'original anglais dans Back to the Future. De nos jours, les électroniciens connaissent tous le canal YT GreatScott! lancé en 2013.

## GreatScott! raconte l'histoire de son garage

Les deux croquis Arduino nécessaires pour l'extension de l'alarme sont étonnamment simples, grâce aux bibliothèques Arduino RFM95 que vous trouvez sur GitHub ou sur la page de cet article [1]. Voici maintenant le récit par GreatScott! lui-même de l'histoire de son projet.



Mon garage est équipé d'une alarme : barrière lumineuse, lumière stroboscopique, sirène et automate Controllino, depuis qu'un lascar est entré par effraction il y a quelques mois. J'ai aussi amélioré le verrouillage du garage, mais le principal problème vient des 600 m qui séparent mon appartement de mon garage. Pour que je puisse être averti aussitôt que quelqu'un déclenche l'alarme, Elektor m'a proposé un ensemble de composants : deux cartes LoRa RFM95, avec des circuits imprimés de connexion adéquats, deux cartes de développement à base de STM32 et une passerelle LG02 Dragon compatible LoRa.



Pour ce projet, j'utilise la technique de communication LoRa pour créer un petit système d'émission-réception qui enclenchera un avertisseur sonore dans mon appartement aussitôt que l'alarme de mon garage se manifestera.



LoRa est l'acronyme de Long Range que Semtech, son inventeur, décrit comme plate-forme sans fil à longue portée et à faible puissance, adoptée par de très nombreux réseaux de l'internet des objets (IOT) dans le monde entier. Cela me semble prometteur pour mon projet puisque je souhaite transmettre très peu de données sur une distance relativement longue.

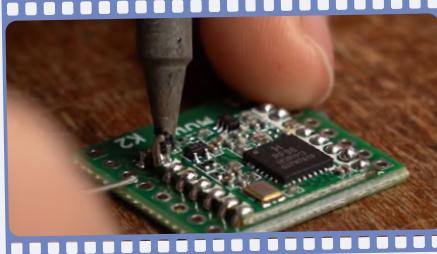
Pour le matériel, j'ai commencé par souder les RFM95 à leurs cartes de connexion, avec quelques collecteurs mâles et des condensateurs de découplage.

# regarder la vidéo du projet avec l'application Blipper

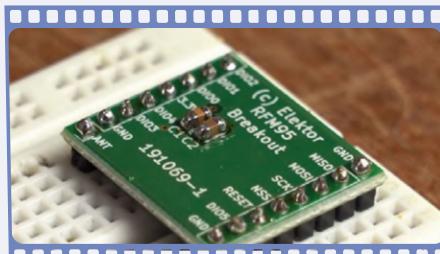
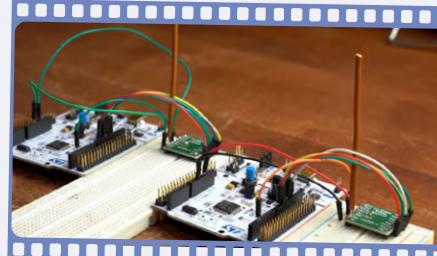
télécharger l'application



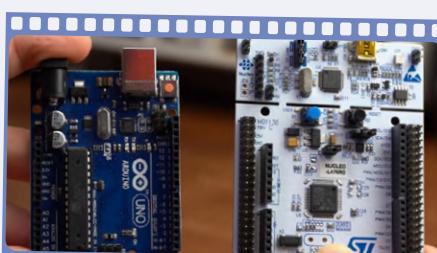
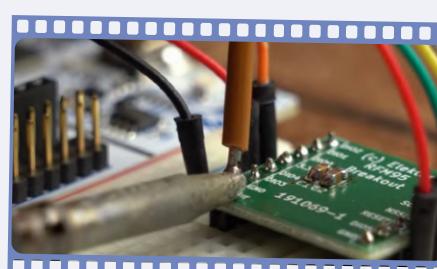
lire cet article



LoRa que j'utiliserais pour simplifier le codage.

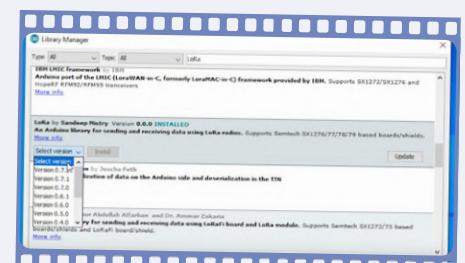
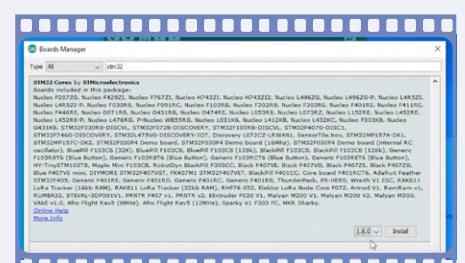
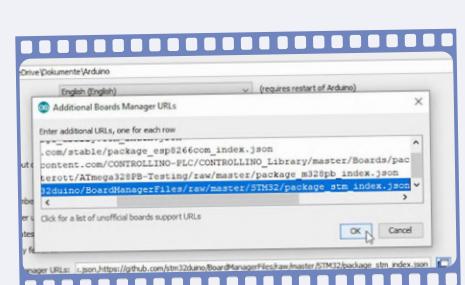


Il nous faut évidemment des antennes pour les cartes LoRa. C'est facile à fabriquer. D'après ces calculs simples que j'ai trouvés dans un article d'Elektor, un morceau de fil d'environ 82 mm fera l'affaire. J'en ai donc coupé deux que j'ai soudés directement à la broche d'antenne des cartes LoRa.

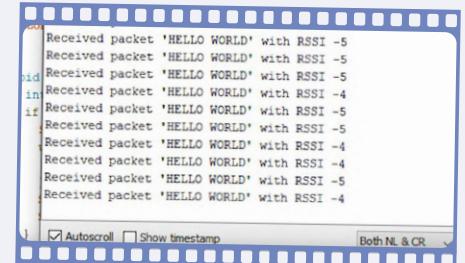


Et oui, on pourrait utiliser un Arduino pour interagir avec le RFM95, mais l'avantage de la carte STM32 est de fonctionner avec des niveaux logiques de 3,3 V, au lieu de 5 V comme l'Arduino. Le RFM95 fonctionne sous 3,3 V.

Il est temps de connecter nos deux cartes aux deux modules LoRa selon le schéma mentionné dans la bibliothèque Arduino



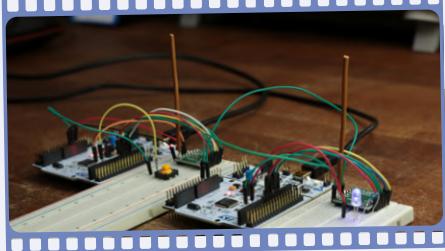
J'ai ensuite pondu un bout de code pour envoyer un simple HELLO WORLD et un autre pour que le récepteur envoie un accusé de réception au Serial Monitor en indiquant la puissance du signal reçu. Une fois les cartes Nucleo STM32 sélectionnées et les codes chargés, nous voyons que le récepteur accueille réception des messages envoyés par l'émetteur. Génial...





... mais pas fini, car l'émetteur doit envoyer un code d'alarme quand il est activé par l'alarme de mon garage, afin que le récepteur, lorsqu'il recevra ce code d'alarme correct, active à son tour un petit MOSFET qui commande une sirène.

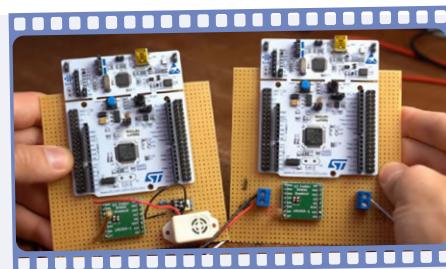
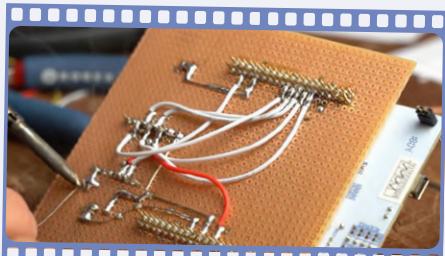
Pour faciliter les essais, j'ai ajouté à l'émetteur un bouton-poussoir et au récepteur une LED (et sa résistance) qui signalera la bonne réception de la notification d'alarme.



Pour le code de l'émetteur, il m'a suffi de définir un message d'alarme et de valider l'entrée du bouton poussoir pour déclencher la transmission.

Le code pour le récepteur est un peu plus compliqué : le message reçu est stocké dans un tableau pour le comparer au message d'alarme prédéfini. S'ils sont identiques, la LED sera activée.

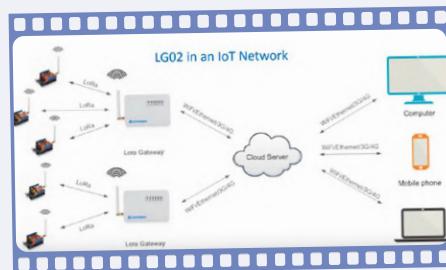
Après avoir téléchargé les deux croquis sur les cartes et effectué quelques tests, j'ai constaté que tout fonctionnait parfaitement. Il était temps de mettre au propre les schémas pour l'émetteur (**fig. 1**) et le récepteur (**fig. 2**). Après cela, pour que l'ensemble soit robuste, j'ai soudé et connecté ce petit monde sur deux circuits à pastilles.



Il m'a fallu une petite heure pour souder... quand je me suis rendu compte que j'avais complètement oublié la passerelle LoRa Gateway incluse dans les fournitures d'Elektor. J'ai commencé à douter de son utilité pour mon projet.

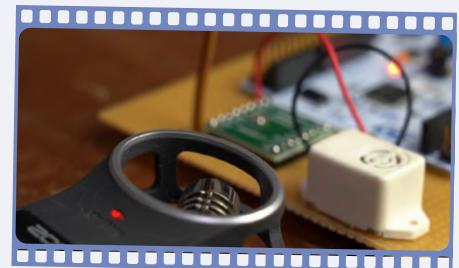


En bref, pour cette application simplissime, pas la peine de se démener avec les manuels et les menus du portail : elle reçoit des nœuds LoRa les données qu'elle peut déposer sur un serveur dans le nuage via votre réseau domestique. De là, ces données sont accessibles par d'autres appareils. La passerelle peut aussi envoyer ces données à d'autres nœuds LoRa.



Ce procédé de diffusion de données dans le nuage est parfait pour enregistrer p. ex. de nombreuses données de température ou d'humidité pour une serre ; une telle application justifierait de mobiliser un serveur LoRa WAN, MQTT ou un serveur TCP-IP. Ces termes apparemment compliqués sont intimidants pour quelqu'un comme moi qui ne suis pas intéressé par ce genre de

choses, mais j'ai vu que le manuel d'utilisation donne d'excellentes instructions sur la façon d'utiliser ces trois méthodes, avec en prime des croquis Arduino ou STM32. Mon système est si simple, en revanche, que ces méthodes de dépôt de données sur un serveur ne sont pas justifiées. D'ailleurs, je ne veux pas dépendre de la stabilité d'une connexion à l'internet pour faire fonctionner mon système de notification d'alarme. Toutefois, ma passerelle peut envoyer ou recevoir des messages LoRa directement. Elle offre aussi la possibilité de réagir à des messages LoRa spécifiques au moyen d'un script personnalisé. Ainsi est née l'idée de l'implémenter comme une sorte de central pour mon système. J'ai passé des heures à essayer d'envoyer le bon code d'alarme et réécrit le script shell Linux personnalisé, mais j'ai abandonné, jugeant la complication inutile. Pour l'instant, je n'utilise donc pas la passerelle, mais j'y reviendrai peut-être dans le cadre d'un autre projet. Mon récepteur est sous tension, il reste à aller au garage pour y connecter l'émetteur à mon automate Controllino, dont j'ai également dû modifier un peu le code. Dès que j'ai déclenché l'alarme au garage, le signal sonore de la station de réception dans mon appartement s'est fait entendre. Ça maaaarche !



Si la portée n'est pas satisfaisante, essayez de régler la puissance, le facteur d'étalement et la largeur de bande du système LoRa, sur lesquels vous pourrez vous instruire grâce au GitHub Arduino LoRa.

```
void setup() {  
    pinMode(D4, INPUT_PULLDOWN);  
    LoRa.setTxPower(20);  
    LoRa.setSpreadingFactor(12);  
    LoRa.setSignalBandwidth(62.5E3);  
    Serial.begin(9600);  
    if (!LoRa.begin(868100000)) {  
        Serial.println("LoRa failed to initialize");  
    }  
}
```

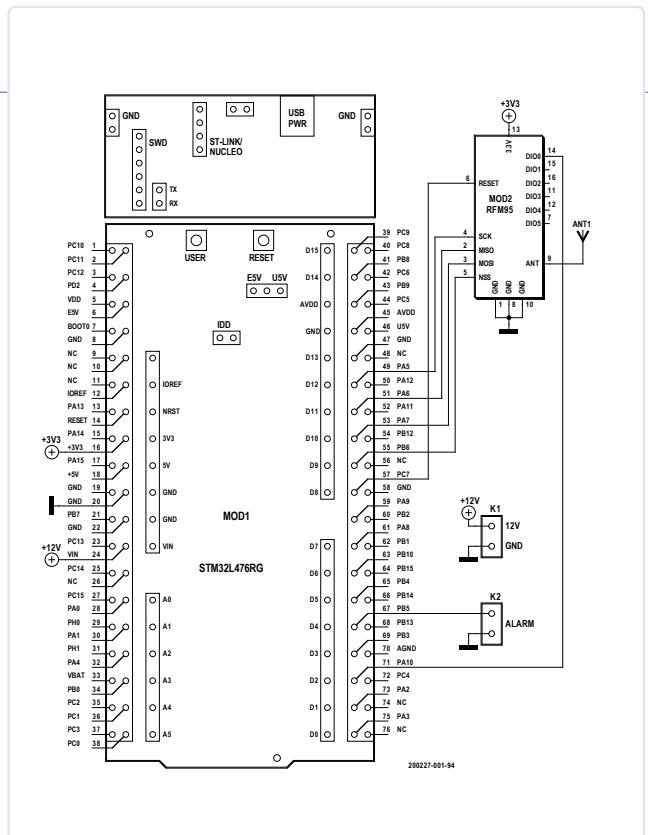


Figure 1. Schéma de l'émetteur.

## Conclusion (de Luc Lemmens)

GreatScott! montre ici que LoRa est une solution pour une communication simple à longue portée et à faible vitesse. Le FET sur la carte de réception du type SOT-23 (monté sur une carte de connexion) présente des spécifications exceptionnelles pour la logique 3,3 V (5 A max. et seulement 800 mV de tension de seuil !), mais pour cette application un TN0702 (TO-92) fonctionnera aussi.

Si vous souhaitez construire ce projet, les principaux composants sont disponibles dans l'e-choppe d'Elektor. Dans l'encadré @ [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr), vous noterez que la carte STM Nucleo fait partie d'un kit de démarrage, mais elle peut aussi être achetée séparément. GreatScott! a également produit sur YouTube [2] une vidéo des opérations décrites ici. ↗

200227-02

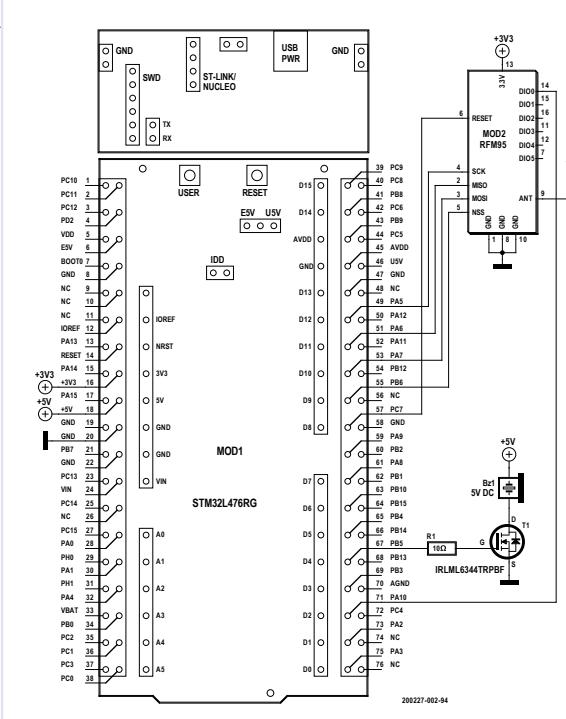


Figure 2. Schéma du récepteur.

## LISTE DES COMPOSANTS

Note : composants requis pour le récepteur ET pour l'émetteur. Il faut donc 2 exemplaires de chaque composant.

Carte STM32 Nucleo L476RG

Module émetteur-récepteur RFM95 Ultra LoRa

Carte de connexion Elektor RFM95 191069-1

C1 = 100 nF, 10%, 10 V, MLCC, X7R, SMD 0805

C2 = 10 µF, 20%, 10 V, MLCC, X5R, SMD 0805

2 connecteurs à 8 broches 2,54 mm

fil de 82 mm (antenne)

Composants supplémentaires pour l'émetteur :  
K1,K2 = bornier à vis à 2 voies pour circuit imprimé au pas de 5,08 mm

Composants supplémentaires pour le récepteur :

R1 = 10 Ω

T1 = IRLML6344TRPBF (carte de connexion optionnelle) ou TN0702 (boîtier TO-92)

Bz1 = buzzer 5 V<sub>cc</sub>



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

- **carte STM32 Nucleo L476RG (SKU 17946)**  
[www.elektor.fr/stm32-nucleo-l476rg-board](http://www.elektor.fr/stm32-nucleo-l476rg-board)
- **kit de démarrage Elektor STM32 Nucleo (SKU 19205)**  
[www.elektor.fr/elektor-stm32-nucleo-starter-kit](http://www.elektor.fr/elektor-stm32-nucleo-starter-kit)
- **carte de connexion RFM95 – circuit imprimé nu (191069-1) (SKU 19142)**  
[www.elektor.fr/rfm95-break-out-board-bare-pcb-191069-1](http://www.elektor.fr/rfm95-break-out-board-bare-pcb-191069-1)
- **module émetteur-récepteur RFM95 Ultra LoRa (868/915 MHz) (SKU 18715)**  
[www.elektor.fr/rfm95-ultra-lora-transceiver-module-868-915-mhz](http://www.elektor.fr/rfm95-ultra-lora-transceiver-module-868-915-mhz)
- **passerelle Dragino LG02 Dual Channels LoRa IoT (SKU 18624)**  
[www.elektor.fr/dragino-lg02-dual-channels-lora-iot-gateway](http://www.elektor.fr/dragino-lg02-dual-channels-lora-iot-gateway)

## LIENS

[1] **sketches LoRa Arduino à télécharger** : [www.elektormagazine.fr/200227-01](http://www.elektormagazine.fr/200227-01)

[2] **vidéo de GreatScott!** Transmettre un signal d'alarme avec LoRa (600m) !

Améliorer le système d'alarme de mon garage : <https://youtu.be/ItZwa1AdrpU>



# alim de labo numérique Joy-iT RD6006 en kit

de 0 à 60 V et de 0 à 6 A

Thomas Scherer (Allemagne)

Joy-iT propose le kit d'une alimentation numérique de labo de 0 à 60 V et de 0 à 6 A. C'est un programme intéressant en soi, mais il y a mieux ! Pas besoin de fer à souder pour l'assemblage, juste des outils courants comme un tournevis cruciforme. Mais alors pourquoi la proposent-ils en kit ? Nous aussi on a voulu savoir...

L'électronicien sait mieux que quiconque qu'on a toujours besoin d'une petite alimentation chez soi. Même quand on ne sait plus où les ranger, comme c'est le cas chez moi. Comme j'avais beaucoup apprécié la petite alimentation analogique de laboratoire PeakTech 6080 A [1], je m'étais dit que ce serait bien d'en avoir une plus grande, mais numérique. Mon choix s'est porté sur l'alimentation



de labo RD6006 de la société Joy-iT. L'une des raisons de cette décision est justement le fait que ce soit une sorte de kit.

## Kit

«Une sorte de kit», c'est le mot juste pour désigner l'alimentation disponible dans la boutique en ligne d'Elektor sous le nom de Joy-iT JT-RD6006 DC Power Supply Bundle [2]. Non, ce n'est pas un kit normal, avec des composants et un circuit imprimé à assembler soigneusement, puis à tester, à calibrer et enfin à installer dans un coffret. Ici le bundle, comme ils disent, est composé de modules finis, vissés dans un boîtier, mais tout cela sans soudure, c'est tout. Les modules sont déjà testés et calibrés. Le sont-ils bien? Nous y reviendrons. Commençons par les caractéristiques techniques :

- Tension de réseau : 115/230 V (standard)
- Tension de sortie : 0 - 60 V
- Courant de sortie : 0 - 6 A



Figure 1. L'alimentation en kit est livrée dans une impressionnante mallette noire.



Figure 2. Bien emballées séparément, les trois parties de l'alimentation en kit.



- Puissance de sortie : 360 W max.
- Résolution de la tension : 10 mV
- Résolution du courant : 1 mA
- Fonction de charge : 0 - 9 999,99 Ah ; 0 - 9 999,99 Wh
- Ondulation résiduelle : 100 mV<sub>cc</sub> (à pleine charge)
- Afficheur : LCD couleur de 2,4 pouces
- Commande : par clavier, codeur rotatif, USB, Wi-Fi
- Module Wi-Fi : ESP12F

Voilà qui nous fait une belle alim de labo, bien équipée. Avec son prix de 175,46 € (pour les membres d'Elektor), elle ne me paraît pas excessivement chère. Ses 60 V et 6 A, devraient également suffire dans 95 % des applications typiques. Voyons de plus près si cette bonne impression se confirme.

### Cérémonie de déballage

Pourquoi le paquet (**fig. 1**) de l'alimentation (50x36x15 cm) est-il si grand ? Dedans il y avait les trois paquets de la **fig. 2.**) et quand vous déballerez les trois petits paquets, de nombreux composants apparaîtront (**fig. 3.**). J'en suis venu à douter un instant qu'il soit possible d'assembler le tout sans soudure.

Comme vous pouvez le voir sur la **fig. 3a**, il n'y a pas de manuel inclus ni malheureusement d'URL directe. Juste un lien, comme c'est devenu courant, vers le site du fabricant. Qu'à cela ne tienne, je saisis la référence RD60006 dans mon moteur de recherche préféré et quelques secondes après, voici le manuel au format PDF [**3**]. En fait, il ne s'agit pas d'un manuel de montage, mais plutôt d'un mode d'emploi. D'où il faut en quelque sorte déduire logiquement l'assemblage et le câblage. Logiquement, oui, mais ça ne va pas de soi.

### Instructions de montage

Pour vous faciliter la tâche, vous pouvez lire ci-dessous comment assembler les pièces. Comme outils, je recommande un tournevis cruciforme de taille moyenne, un très petit tournevis normal

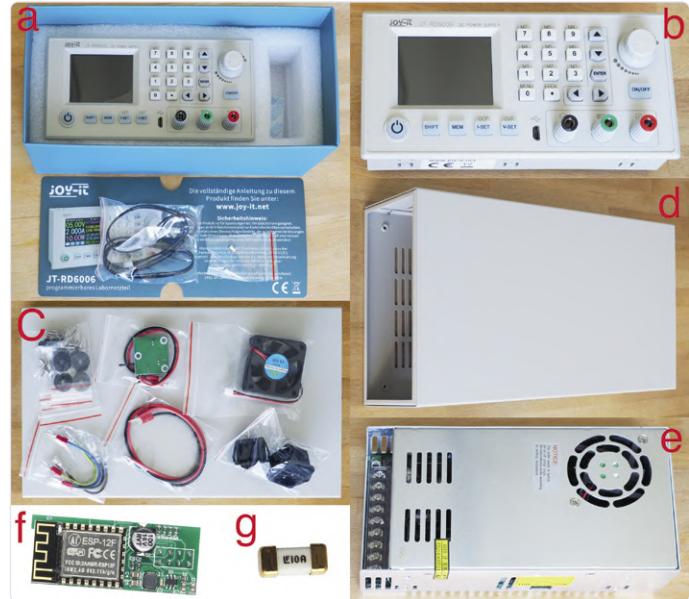


Figure 3. Le contenu de la mallette une fois déballé | 3a+3b : panneau frontal + sonde de température + fusible CMS | 3c : petites pièces mécaniques, ventilateur supplémentaire et carte de commande, câbles, fiche pour le cordon, interrupteur | 3d : boîtier en tôle d'acier | 3e : alimentation à découpage 400 W | 3f : module Wi-Fi ESP12F | 3g : fusible CMS de 10 A de rechange

et une petite pince pointue pour tenir les écrous. Puisqu'aucun fer à souder n'est nécessaire, j'ai assemblé le tout sur la table de la cuisine. Pas besoin de labo !

Tout d'abord, retirez les huit vis à tête fraisée M3x5 du couvercle du boîtier en tôle grise. Ensuite, insérez l'interrupteur principal et la fiche du cordon dans les découpes de la paroi arrière (**fig. 4**). L'interrupteur se verrouille, mais la fiche est vissée (M3). C'est là qu'il faut la pince pointue pour tenir les écrous lors du serrage des vis. Il faut visser aussi la petite carte avec la commande du ventilateur (M3x5 noires).

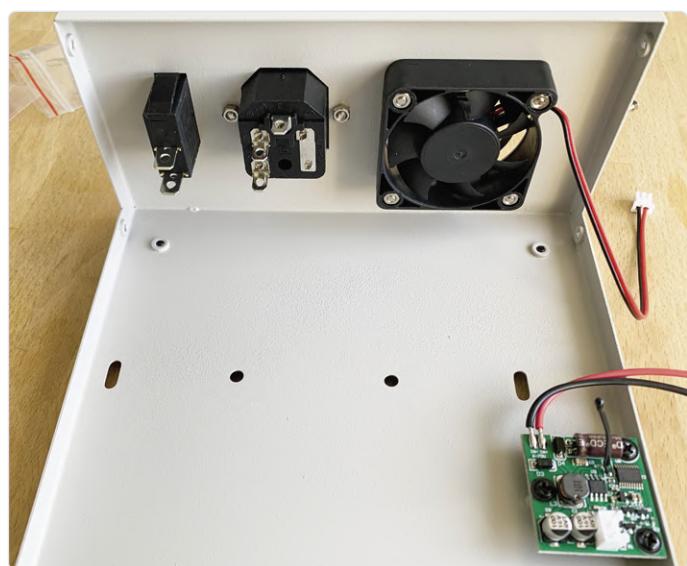


Figure 4. Montage de l'interrupteur, de la fiche d'alimentation, du ventilateur et de la carte de commande du ventilateur.

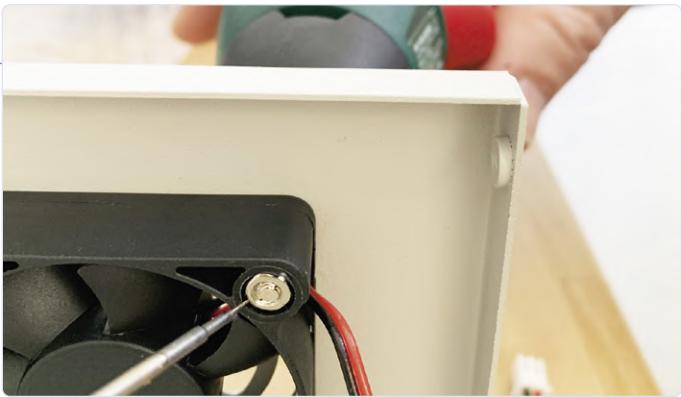


Figure 5. Un tournevis fin permet de bloquer les écrous lors du vissage du ventilateur.

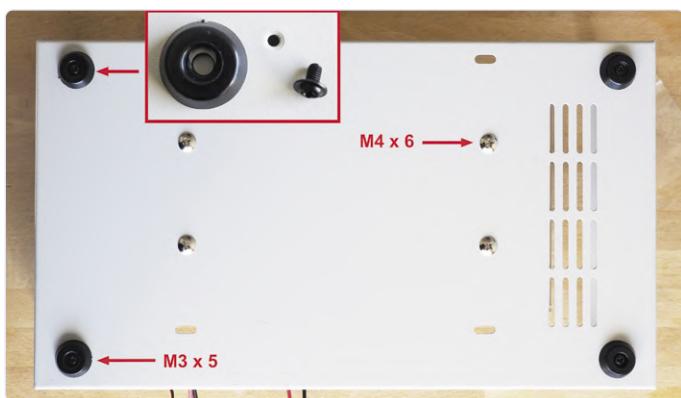


Figure 6. Arrière du boîtier métallique. L'alimentation est fixée par quatre vis M4x6 et les quatre pieds en caoutchouc sont fixés avec des vis M3x5. Les connexions de l'alimentation sont ici à gauche.



Figure 7. Toutes les pièces installées et câblées.

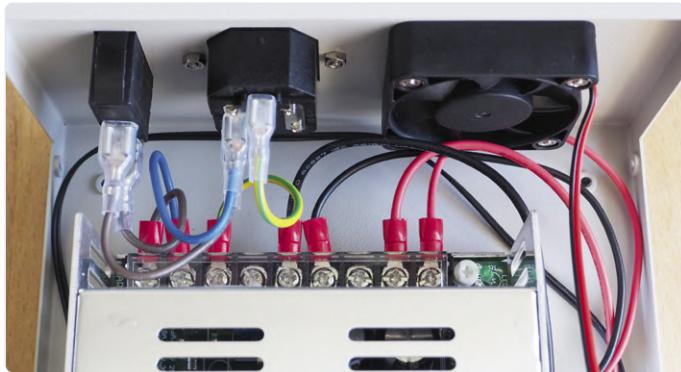


Figure 8. Vue de détail. Prendre les précautions d'usage pour les parties du circuit où règne la tension (mortelle !) du réseau électrique.

Le montage du ventilateur nécessite un peu d'attention : les écrous M3 s'insèrent bien dans les orifices fraisés du ventilateur, mais comme ces écrous sont ronds, il est difficile de serrer les vis correctement, les écrous sont insaisissables avec une pince. La **fig. 5** montre que la lame d'un tournevis très fin suffit pour bloquer l'écrou à visser. Placez le ventilateur de telle sorte que son câble se trouve sur le côté droit, comme indiqué.

Vissez ensuite le bloc d'alimentation industriel (**fig. 3e**) dans le boîtier à l'aide de quatre vis à tête cylindrique M4x6. Assurez-vous que les connecteurs du bloc d'alimentation sont orientés vers l'arrière (à gauche). Ensuite, c'est le tour des quatre pieds en caoutchouc placés avec une vis noire M3x5 sur le fond (**fig. 6**).

La **figure 7** montre comment toutes les pièces sont câblées. Les bornes du bloc d'alimentation industriel doivent être serrées, mais pas trop (**fig. 8**). Tous les fils ont la bonne longueur et les extrémités sont soit étamées, soit munies de cosses ou de fiches. En tout cas, il ne s'agit pas de commettre d'erreur de câblage, et attention à la tension du secteur !

Avant de glisser dans son logement le module de façade (fig. 7), branchez-y le module Wi-Fi ESP12F fourni (fig. 3f). La **fig. 9** montre l'arrière de ce module de façade avec le module Wi-Fi connecté. La prise semi-visible sous le module est destinée à une pile bouton CR1220 facultative. Vous pouvez enlever la borne verte *Voltage in* pour la visser avec les câbles rouge et noir plus longs, puis la remonter.

Si vous revissez le couvercle du boîtier, l'alim finie ressemble à la **fig. 10**. Il me reste quelques vis et deux cosses, je ne sais pas quoi en faire. En revanche, il manque le cordon d'alimentation.

## Fonctionnement et réglage

La **figure 11** montre quatre modes de fonctionnement. Avant de les décrire, quelques remarques : L'afficheur en couleur est riche en informations presque trop. En mode standard (il existe un autre mode d'affichage qui montre l'évolution des tensions et des courants), vous voyez sur la gauche les valeurs courantes à quatre chiffres de la tension en vert, du courant en bleu et de la puissance en rouge. À droite, la tension d'entrée, c'est-à-dire la tension de sortie du bloc d'alimentation industrielle, est affichée sous INPUT. En dessous, on trouve la tension (U-SET) et le courant (I-SET) de consigne, puis le seuil de protection contre les surtensions (OVP) et les surintensités (OCP) que vous définissez.

Sur la **fig. 11a**, les valeurs sont toutes encore nulles, car la sortie est désactivée. Si vous appuyez sur le bouton ON/OFF à droite sous le codeur rotatif, le bouton s'allume et la sortie est activée. Sur la **fig. 11b**, vous pouvez voir la tension réelle et mesurée de 5,00 V, qui est exactement valeur de consigne. En l'absence de charge, aucun courant ne circule. L'alimentation est en mode de tension constante (indication CV en blanc). J'ai mesuré exactement 4,996 V, soit une erreur négligeable de -0,08 %. L'alim semble donc bien calibrée. J'apprécie aussi de disposer d'un affichage de la tension et du courant de consigne en plus de la mesure des valeurs réelles, c'est précieux.

Sur la **fig. 11c**, j'ai essayé la tension maximale U-SET mais ne suis arrivé à plus de 59,18 V au lieu des 60,00 V. Pourquoi ? Il faut se souvenir que l'électronique de cette alim est divisée en deux : le bloc industriel fournit environ 60,18 V, et même environ 10 mV de moins à pleine charge, en raison de la résistance intrinsèque des fusibles et des câbles. C'est à partir de cette tension d'entrée

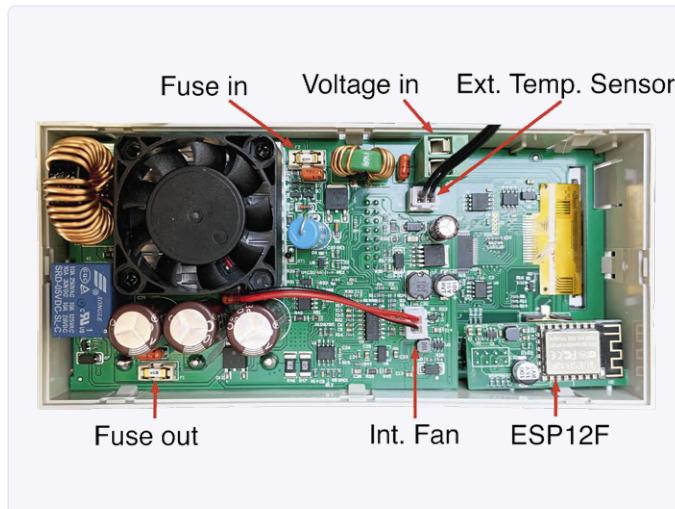


Figure 9. L'arrière du panneau frontal, avec le module ESP12F connecté. Sous ce module on distingue le support pour une pile bouton au lithium (facultative).

là que le module frontal permet de réguler la tension de sortie de 0 V jusqu'à la valeur max. de la tension d'entrée. Il n'est donc pas étonnant que ce régulateur abaisseur (buck) n'y parvienne pas tout à fait. J'ai donc augmenté la tension d'entrée avec le petit potentiomètre blanc (fig. 7).



Figure 10. L'alimentation de labo assemblée. Il me reste huit vis à tête fraîsée M3 et deux cosses.

Avec 61,5 V de tension d'entrée, on arrive réellement à régler la tension de sortie sur 60,00 V. Pour être sûr que ce soit vrai aussi sous charge, j'ai prévu une petite réserve. La fig. 11d montre qu'une tension d'entrée de 62,56 V suffit, même à pleine charge. À 5,885 A, la tension de sortie réelle est de 59,96 V. Le câble vers mes

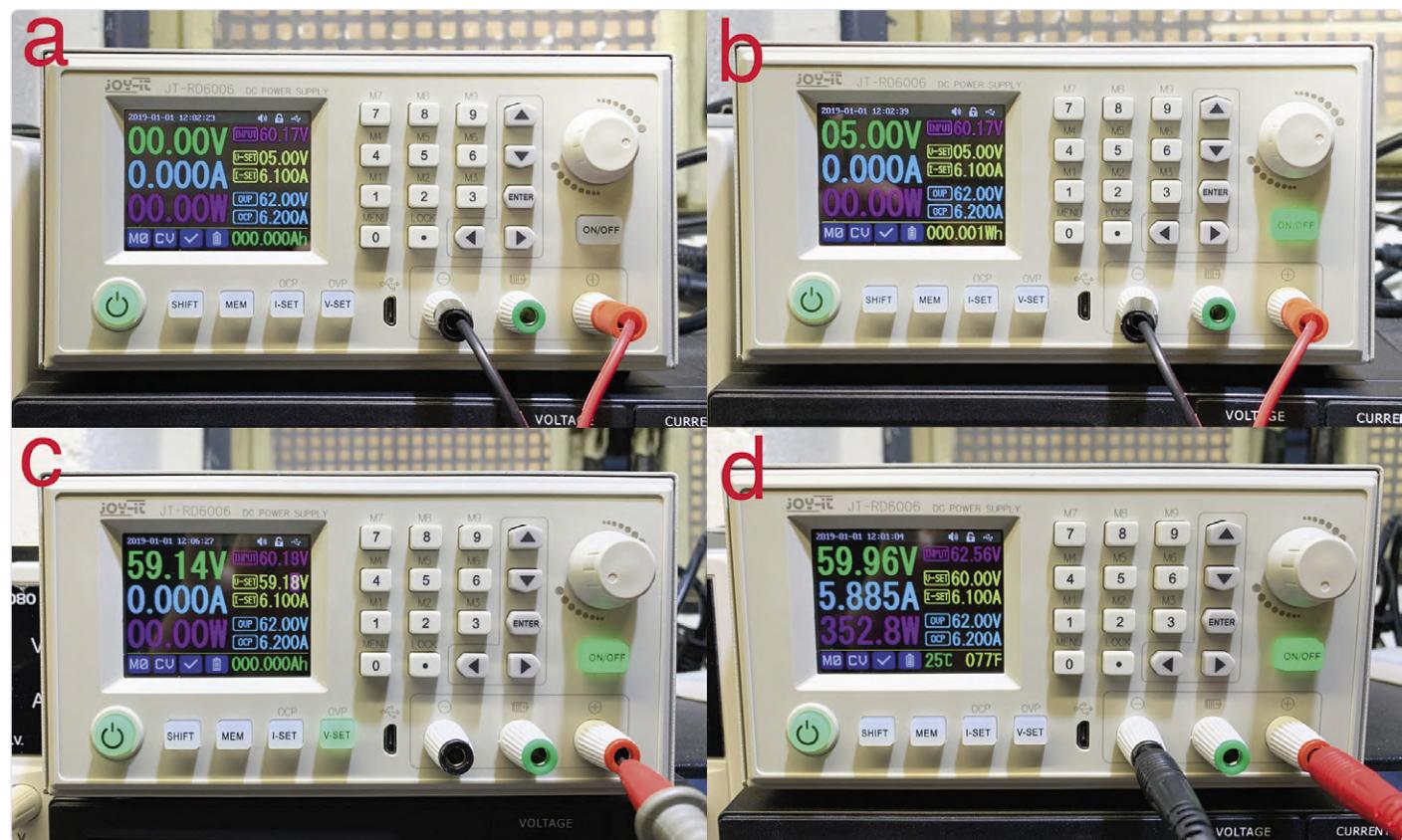


Figure 11. Quatre modes d'affichage différents. | 11a : Sortie désactivée | 11b : Sortie active avec 5 V | 11c : Sortie 59,14 V max. avec entrée = 60,18 V | 11d : Sortie 59,96 V avec entrée = 62,56 V.

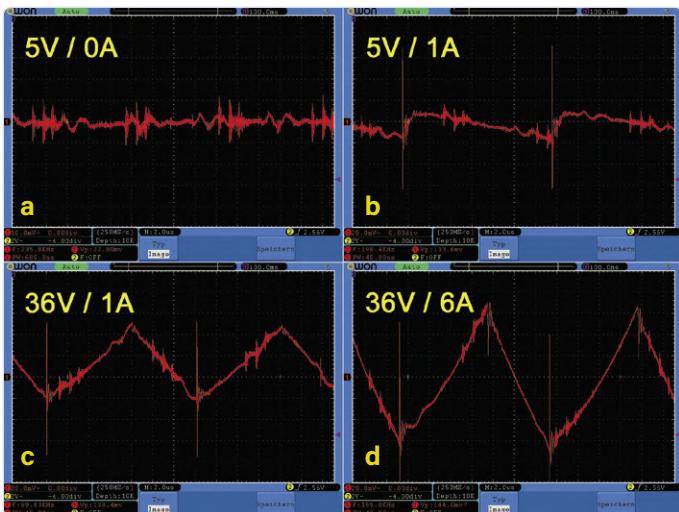


Figure 12. Captures d'écran des niveaux de bruit de la tension de sortie dans quatre conditions de charge différentes.

résistances de charge s'est mis à chauffer. D'après mon multimètre, la tension n'aurait été que de 59,94 V — une différence parfaitement négligeable. Après quelques réglages fins, cette alimentation de labo fonctionne donc parfaitement. Ses ventilateurs sont à peine audibles et, après 15 minutes à une puissance de sortie de 353 W, la température interne n'avait pas dépassé 29 °C.

## Bruit

Avec une alimentation à découpage, il faut s'attendre à une tension de sortie moins propre qu'avec un circuit de régulation analogique linéaire. J'ai donc connecté mon oscilloscope aux bornes de sortie pour observer les interférences (**fig. 12**) et le bruit dans quatre conditions différentes. Aucun bourdonnement mesurable de 50 ou 100 Hz pour commencer. C'est très bien. Cependant, même hors charge, avec un balayage lent, j'ai observé une sorte de bruit statistique. Cela m'a incité à chercher : avec une déviation de 2 µs/div., j'ai relevé des parasites périodiques d'une fréquence fondamentale d'environ 115 kHz – la fonction de fréquencemètre intégrée à mon oscilloscope s'y perd ici entre autres à cause de la forme d'onde complexe des signaux parasites, dont le niveau hors charge était d'environ 22 mV<sub>cc</sub> (**fig. 12a**).

À une faible charge de 5 W (**fig. 12 b**), la fondamentale de ce parasite descend à environ 70 kHz, mais avec des pics d'une amplitude de 130 mV<sub>cc</sub>. Un petit filtre passe-bas de sortie aurait éliminé les pics de faible énergie et réduit l'amplitude du bruit à environ 35 mV<sub>cc</sub>. Sous une charge modérée de 36 W (**fig. 12c**), la fréquence parasite et les pics demeurent, et une onde triangulaire d'une amplitude d'environ 70 mV<sub>cc</sub> apparaît. La **fig. 12d** montre que sous une forte charge d'environ 200 W, l'amplitude du signal triangulaire double

presque, pour atteindre environ 130 mV<sub>cc</sub>. C'est un peu plus que le maximum de 100 mV<sub>cc</sub>S spécifié par le fabricant. Tout ceci reste dans les limites acceptables pour une alimentation numérique de labo.

## Bilan

Je n'ai pas essayé la commande à distance par USB ou Wi-Fi, dissuadé par les informations cryptiques à ce sujet dans le manuel. J'avoue que je ne suis pas très attiré par ces fonctions dont je n'ai pas l'usage. Je préfère le réglage manuel des tensions et des courants, directement sur l'appareil. J'imagine que certains utilisateurs trouveront leur compte dans ces fonctions modernes de commande à distance que je perçois comme du luxe.

J'allais oublier la fonction de chargeur de batteries de cette alim de labo, avec des valeurs définies. Il y a même une prise de sortie (verte) séparée pour le pôle positif. Ici, le courant est coupé automatiquement s'il passe en dessous de 10 mA, pour empêcher la surcharge d'une batterie qui resterait connectée trop longtemps. Je n'ai pas compris pourquoi il fallait une fiche de sortie supplémentaire pour cela. La lecture des explications de la charge des batteries dans le manuel m'a causé des maux de tête. J'ai renoncé.

Je préfère cette alim de labo à celle que j'utilise depuis des années. L'afficheur est très bien conçu, car il donne à la fois les valeurs de consigne et les valeurs réelles. J'apprécie aussi le fait que vous puissiez définir et utiliser (jusqu'à) dix préréglages de tension et de courant. Le réglage avec un codeur rotatif (rapide et intuitif) ou avec des boutons (précis) est également irréprochable. J'ai apprécié le calibrage très précis de la tension et du courant. Les niveaux de bruit à la sortie sont moins bons que sur une alimentation de labo analogique, mais en pratique, sauf pour alimenter des circuits HF sensibles, ils sont largement acceptables. Lors de la mise en marche, le microcontrôleur intégré démarre très rapidement : si on désactive l'affichage du logo au démarrage, l'alim sera prête en une seconde. Ça me change de mon alim actuelle qui me fait poireauter 15 s. Le rapport performance/prix est favorable. Et si un jour il y avait un problème, il sera facile de remplacer une pièce détachée.

L'absence de cordon d'alimentation est pardonnable, mais pas la médiocrité générale du manuel (même s'il comporte quelques informations pertinentes). C'est à des électroniciens confirmés qu'il faut demander de rédiger ce type de document essentiel. ▶

200130-03 VF



@WWW.ELEKTOR.FR

> Joy-iT RD6006

[www.elektor.fr/joy-it-jt-rd6006-dc-power-supply-bundle](http://www.elektor.fr/joy-it-jt-rd6006-dc-power-supply-bundle)

## LIENS

- [1] **banc d'essai** : [www.elektormagazine.fr/news/banc-dessai-alim-de-labo-peakttech-6080a](http://www.elektormagazine.fr/news/banc-dessai-alim-de-labo-peakttech-6080a)
- [2] **Joy-iT RD6006** : [www.elektor.fr/joy-it-jt-rd6006-dc-power-supply-bundle](http://www.elektor.fr/joy-it-jt-rd6006-dc-power-supply-bundle)
- [3] **mode d'emploi** : <https://bit.ly/2WBK2Rt>

# carte d'interface GreatFET One

Farfouiller sous les jupes de l'USB... pourquoi se gêner ?

**Tam Hanna** (Slovénie)

Si vous cherchez un moyen rapide d'effectuer des tâches simples de mesure ou de commande ou de régulation avec un PC, vous trouverez une solution techniquement intéressante et facile à utiliser pour les Pythonneurs.

Autrefois, avant que les PC parlent USB, nous passions notre temps culbuter les bits du port parallèle et à communiquer par RS-232. Aujourd'hui, nous sous-traitons cette activité à un processeur auquel nous parlons USB. La carte GreatFET One, de Great Scott, non seulement parle USB elle aussi, mais vous permet de farfouiller sous les jupes de l'USB avec du code Python.

Avant que l'USB devienne le port de communication des PC, vous

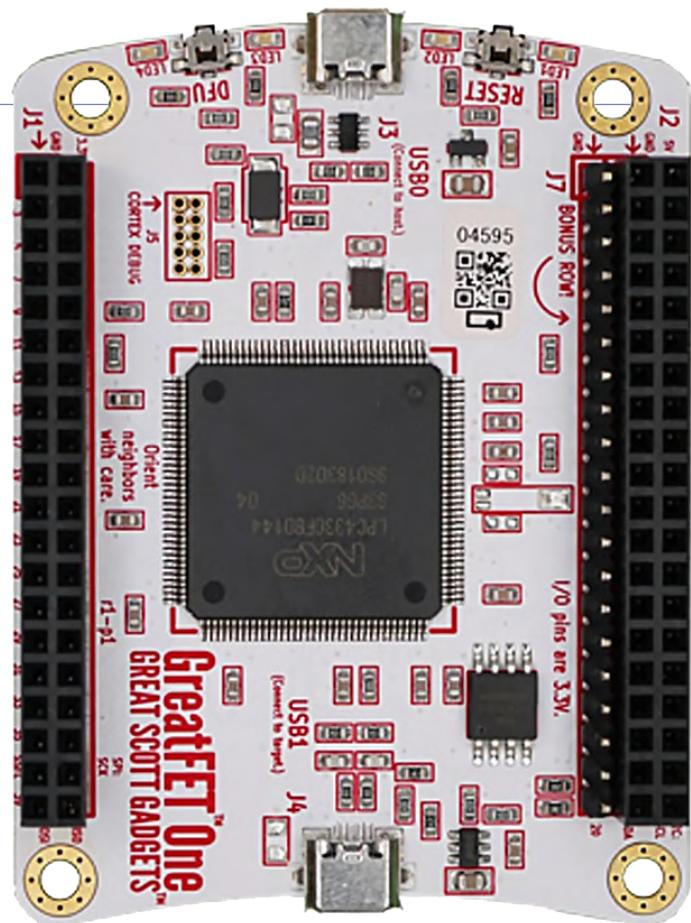


Figure 1. Le GreatFET One juste sorti de sa boîte !

passiez probablement par le port parallèle de votre PC pour l'interfaçer avec le reste du monde. Cette possibilité a disparu. L'interaction avec le port de jeu, l'interface série ou l'interface imprimante était relativement facile comparée à l'usage de l'interface USB qui demande le support de puces spécifique et de bonnes connaissances en programmation.

Avec sa carte GreatFET One, Great Scott Gadgets propose une carte de développement USB qui vous permet de contrôler les signaux GPIO d'un PC comme vous pouviez tripotter les broches d'un port parallèle de PC au bon vieux temps.

## C'est quoi ce truc ?

GreatFET One est conçu comme du matériel ouvert ; le logiciel est décrit dans un wiki [1], les fichiers du matériel utilisables par KiCad sont également disponibles sur Github [2]. Si vous achetez le GreatFET One, vous recevez ce que montre la **fig. 1** - en plus de la carte (prête à l'emploi et équipée de tous les connecteurs), vous recevez également un câble USB et un outil Wiggler de type serpent pour séparer en toute sécurité les cartes d'extension enfichables. La documentation relative à l'API d'interaction principale appelée *LibGreat* se trouve sous [3].

Et si vous demandez pourquoi il est question d'un transistor à effet de champ, sachez qu'ici FET signifie *Flash Emulation Tools*. Vous devinez l'idée (originale) sous-jacente ? C'est d'avoir un dispositif USB capable de communiquer avec un PC et d'échanger avec lui des signaux comme s'il s'agissait d'une clé USB. Une fois que vous avez ça, vous pouvez bien sûr utiliser votre émulateur pour parler avec le PC et lui faire croire que vous êtes n'importe quel dispositif USB... vous ne trouvez pas qu'on dirait un outil de hacker ?

## Installation rapide !

L'environnement de programmation Python est un bon choix pour un développeur de système qui veut bricoler du code pour tester le matériel. J'ai préparé cette démo rapide en quelques étapes avec

```
tamhan@TAMHAN18:~$ greatfet info
Found a GreatFET One!
Board ID: 0
Firmware version: 2018.12.1
Part ID: a0000a30584f66
Serial number: 000057cc67e6303a6757
```

Figure 2. La carte GreatFET One a été reconnue.

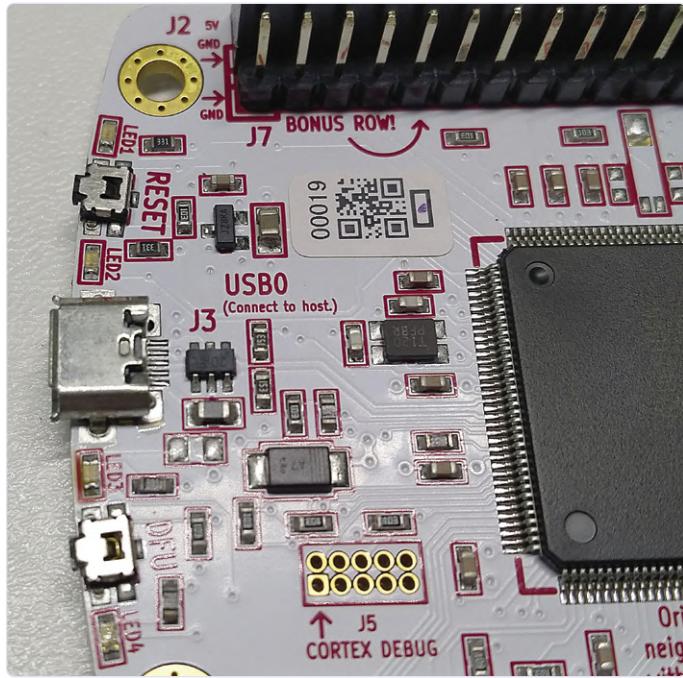


Figure 3. Un étiquetage clair est un atout. Ce port USB se connecte à l'hôte.

Ubuntu 18.04 LTS. Si vous préférez un environnement Windows, vous trouverez les instructions d'installation nécessaires en ligne [4].

L'installation de la bibliothèque commence par l'utilisation du gestionnaire de paquets pip3 :

```
tamhan@TAMHAN18:~$ pip3 install --upgrade --user
greatfet
```

Python a sa propre gestion de paquets depuis un certain temps déjà, avec laquelle nous pouvons charger le paquet GreatFET, y compris certaines de ses dépendances natives. Il est important d'utiliser la version pip3 - le pip destiné à Python 2.X ne fonctionne pas. Dans l'étape suivante, nous vérifions si notre compte utilisateur est déjà membre du groupe PlugDev :

```
tamhan@TAMHAN18:~$ groupes tamhan
tamhan : tamhan adm dialout cdrom sudo dip plugdev
lpadmin sambashare kvm pico
```

Avant de connecter l'ordinateur de processus à l'ordinateur, saisissons les commandes de mise à jour des règles udev de Linux :

```
tamhan@TAMHAN18:~$ sudo wget https://raw.
githubusercontent.com/greatscottgadgets/greatfet/
master/host/misc/54-greatfet.rules -O /etc/udev/
rules.d/54-greatfet.rules
tamhan@TAMHAN18:~$ sudo udevadm control -reload-rules
```

Cela en vaut la peine ; il peut maintenant reconnaître un ordina-

teur de processus connecté (**fig. 2**) en saisissant la commande `greatfet info`.

Dans la mesure du possible, il est toujours utile de vérifier que tout nouveau kit utilise la dernière version du micrologiciel. Pour le GreatFET, nous pouvons entrer la commande suivante :

```
tamhan@TAMHAN18:~$ gf fw --auto
```

Dans les étapes suivantes, nous utilisons la version v2020 1.2 du microprogramme.

Les systèmes informatiques à processus combinatoire souffrent généralement d'une faible largeur de bande entre les différents modules. Pour un simple test, nous pouvons écrire une petite routine pour faire basculer une broche GPIO sur la carte afin de voir à quelle vitesse nous pouvons faire avancer les choses. Pour cela, nous utiliserons un fichier .py, que vous pourrez facilement éditer dans le code de Visual Studio :

```
tamhan@TAMHAN18:~/greatfetspace$ code worker.py
tamhan@TAMHAN18:~/greatfetspace$ python3 worker.py
```

L'IDE de Microsoft présente un aspect positif : le terminal revient immédiatement après l'activation - l'interpréteur Python-3 peut donc être appelé au même endroit.

Dans l'étape suivante, nous pouvons créer un objet GreatFET et créer un objet `pin` selon le schéma suivant :

```
from greatfet import GreatFET
```

```
gf = GreatFET()
pin = gf.gpio.get_pin('J1_P4')
pin.set_direction(gf.gpio.DIRECTION_OUT)
```

Une autre caractéristique intéressante est l'attribution des broches ; en travaillant avec un RPi, il peut y avoir une confusion concernant l'attribution des broches dans le logiciel et son emplacement physique sur la carte.

Great Scott contourne le problème en attribuant une étiquette unique à chaque connecteur. La chaîne utilisée ici fait alors référence, par exemple, à la broche 4 du connecteur J1 (**fig. 3**).

Cette opération est suivie d'une boucle sans fin qui fait basculer la broche et produit une forme d'onde :

```
while 1 == 1:
    pin.write(True)
    pin.write(False)
    pin.write(True)
    pin.write(False)
```

**Les figures 4 et 5** montrent le signal de sortie et nous voyons que les périodes haute et basse de l'onde carrée sont approximativement égales. Le temps de commutation n'est pas particulièrement rapide ni stable.

En expérimentant, n'oubliez pas que la carte utilise une logique de 3,3 V ; le µC ne survivra probablement pas si vous essayez d'y connecter des signaux de 5 V.

## Expérimentations

GreatFET One est livré avec un convertisseur analogique-numérique, plus facile à activer avec l'une des nombreuses aides en ligne de commande. La broche d'entrée par défaut du convertisseur analogique-numérique est J2\_P5 :

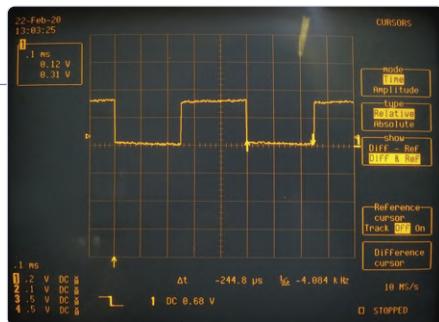


Figure 4. La forme d'onde de sortie affichée sur un oscillo...



Figure 5 : ... et sur un analyseur de domaine de modulation.

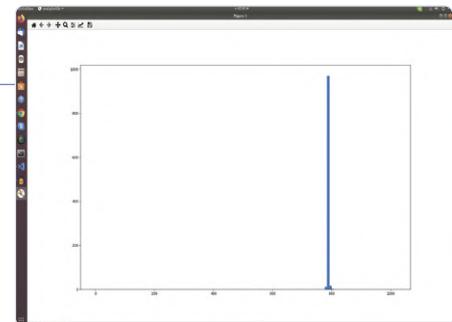


Figure 6. Histogramme simple.

```
tamhan@TAMHAN18:~/greatfetspace$ greatfet adc
3.18076171875V
```

Pour tester les performances du code Python sur le matériel, je devrai donc charger à la fois la NumPy-Library et la Matplotlib à ce stade. Si ces deux bibliothèques manquent, installez-les manuellement. Au cours de la prochaine étape, j'utiliserai une source de référence de tension à température contrôlée. En attendant, j'utiliserai le programme suivant.

Dans un premier temps, je charge quelques bibliothèques comme d'habitude :

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from greatfet import GreatFET
```

La fonction de lecture de l'ADC mise en œuvre est une question complexe. Pour plus de commodité, je crée la carte NumPy - l'utilisation de l'API n'est pas très efficace :

```
gf = GreatFET()

store = np.array(gf.adc.read_samples(1))
i = 0
while i < 1000:
    store = np.append(store, gf.adc.read_samples(1))
    i+=1
```

À ce stade, il existe deux procédures différentes. La première méthode consiste à créer des Bin-Ranges, que je passe ensuite à la fonction `histogram` de NumPy :

```
binrange = range(0,1024,8)
hist, bins = np.histogram(store, binrange)
```

L'effort exigé par cette méthode est récompensé par le retour du tableau dans lequel la fréquence des valeurs dans les différents `bins` peut être collectée. Le transfert des `bins` n'est alors qu'une copie du paramètre `binrange`.

vous souhaitez uniquement afficher les diagrammes directement, vous pouvez sous-traiter l'affichage de l'histogramme directement à Matplotlib selon le schéma suivant :

```
plt.hist(store, bins)
plt.show()
```

L'histogramme (**fig. 6**) vaut la peine — il faut ignorer le bruit électromagnétique.

Enfin, il convient de noter que GreatFET offre également un générateur de motifs (patterns) et même une fonction d'exportation des informations Sigrok-Log. Ces deux fonctions peuvent être activées selon le schéma suivant à l'aide de commandes :

```
tamhan@TAMHAN18:~/greatfetspace$ greatfet logic -p
out.sr -f 2M -n 4
```

La vitesse maximale possible dépend du matériel utilisé — voir la discussion intéressante sur ce sujet [5].

## Récapitulons

La documentation est un peu maigre, mais avec tout le potentiel de la carte comme outil pour farfouiller sous les jupes de l'USB, j'imagine que cette carte va faire un carton dans la communauté des makers et des hackers. Je n'ai encore pu exploiter qu'une petite partie de ce dont elle est réellement capable, son potentiel est vaste. ▶

200124-04

## LIENS

- [1] **logiciel** : <https://github.com/greatscottgadgets/greatfet/wiki>
- [2] **description du matériel** : <https://github.com/greatfet-hardware/azalea>
- [3] **docu LibGreat** : <https://github.com/greatscottgadgets/libgreat>
- [4] **installation sous Windows** : <https://greatscottgadgets.github.io/greatfet-tutorials/windows.html>
- [5] **taux d'échantillonnage** : <https://github.com/greatscottgadgets/greatfet/issues/286>



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

► **GreatFET One:** [www.elektor.fr/greatfet-one](http://www.elektor.fr/greatfet-one)

# retour des petits circuits - XXL

## Quelques bonnes petites pépites

Eric Bogers

Depuis quelques mois, nous publions régulièrement de petits circuits sur notre site et dans notre lettre d'information. Tous ces circuits peuvent être soudés facilement à la main, avec des composants courants, sur une plaque d'expérimentation. Il s'agit tantôt d'un schéma classique, tantôt d'une idée récente, issue de notre labo ou proposée par un lecteur. Certains schémas suscitent d'intéressantes discussions, et c'est bien notre objectif de faire participer nos lecteurs ! Voici une sélection extraite de la première vingtaine d'épisodes.

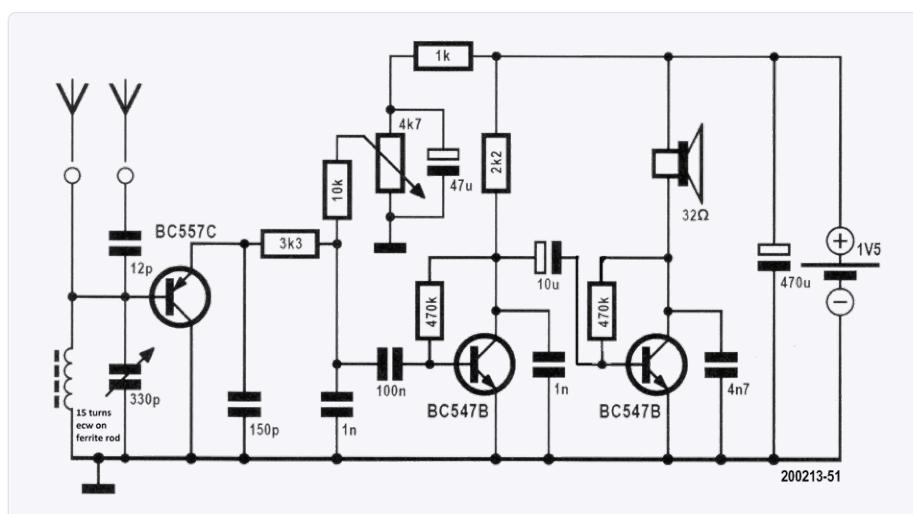


Figure 1. Schéma du récepteur : il est simple et sa construction n'a rien de bien critique.



### idée : Burkhard Kainka (Allemagne)

Pour l'électronicien débutant, la construction d'un récepteur radio fait peur. Fréquences élevées, bobines intimidantes... Voici justement le schéma d'un récepteur expérimental d'ondes courtes qui fonctionne très bien avec une poignée de composants standard. Chiche ?

### Récepteur d'ondes courtes (OC) Audion

Outre le condensateur de syntonisation, le récepteur d'ondes courtes à trois étages décrit ici (fig. 1) dispose d'un régulateur pour la rétroaction. Le premier étage est un oscillateur dont le point de fonctionnement est réglable, ce qui permet de réduire le gain.

L'astuce consiste à ajuster le gain de façon à compenser à peu près toutes les pertes dans la boucle de l'oscillateur, de sorte que l'ensemble soit à la limite de l'auto-oscillation. C'est ainsi que le récepteur présente sa plus grande sensibilité et sa meilleure sélectivité. L'étage oscillateur PNP (monté en collecteur commun) fonctionne simultanément comme *audion* et comme démodulateur pour le signal HF. Les deux étages BF qui suivent garantissent une puissance audio suffisante pour attaquer directement un petit HP. C'est l'amortissement de l'étage d'entrée par l'antenne raccordée qui détermine si le récepteur *audion* OC pourra être accordé au point limite de l'oscillation. C'est pourquoi ce circuit est équipé de deux connexions d'antenne (au

choix). Lorsqu'il est connecté via le condensateur de 12 pF, il n'y a guère de couplage et l'amortissement est faible. En revanche, la connexion directe convient également avec une antenne très courte, sachant qu'une antenne longue rayonne aussi de l'énergie HF qui amortit le circuit de l'oscillateur. Bien réglé, l'*audion* est extrêmement sensible ; aux débuts de la radio, ce type de récepteur faisait partie de l'équipement standard. Même des émetteurs faibles pouvaient être reçus à des milliers de kilomètres.



### idée : Elex

Les interrupteurs crépusculaires sont devenus des produits de consommation courante, à des prix qui découragent le bricoleur le plus motivé de s'y mettre lui-même. Et pourtant, il y a tant à apprendre d'un petit circuit qui ne compte que 10 composants.

### Interrupteur crépusculaire simple

Comme son nom l'indique, l'interrupteur crépusculaire allume automatiquement une lampe, ou un autre appareil, dès que l'obscurité s'installe. C'est confortable quand vous êtes dans les parages, et quand vous n'êtes pas là, c'est dissuasif pour les cambrioleurs en maraude.

Le schéma (fig. 2) montre que ce n'est pas bien compliqué. L'élément le plus important, c'est le composant sensible à la lumière, ici une photorésistance, qui détectera le crépuscule. R2 est appelé LDR pour *Light Dependent Resistor*. Moins elle est éclairée, plus sa résis-

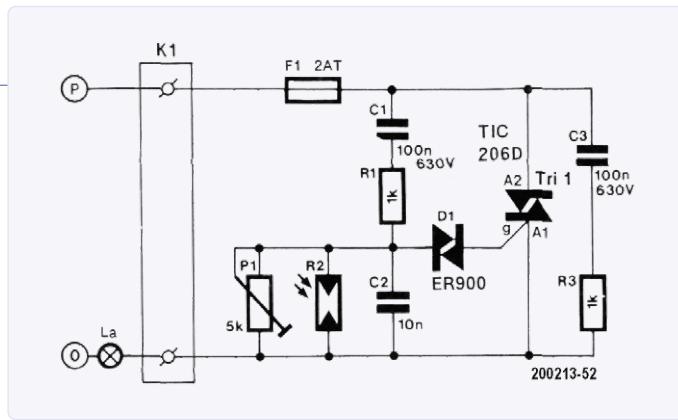


Figure 2. Le composant le plus exotique est sans doute le diac.

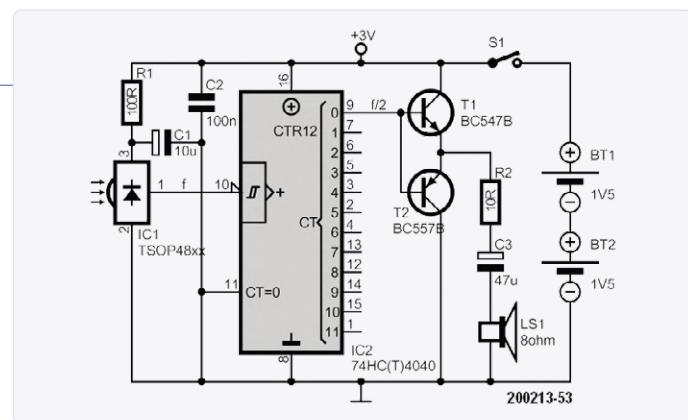


Figure 3. Pour rendre audibles des signaux IR, il suffit d'en diviser la fréquence.

tance est forte. C'est simple comme bonsoir. La résistance au courant alternatif présentée par le réseau que forment C1, R1, C2, R2 et P1 dépend de la lumière qui frappe R2. La tension de 230 V du réseau électrique règne aux bornes de ce réseau. Au fur et à mesure que la lumière incidente baisse, la résistance de R2 augmente, et de ce fait la tension à la jonction de R1 et C2 aussi.

Vient le seuil, réglable avec P1, où la tension alternative présente à ce point de jonction atteint environ 30 V, de sorte que le diac D1 devient conducteur. Aussitôt, le triac Tri1 reçoit une impulsion de déclenchement et commence à conduire : la lampe s'allume. Comme l'ensemble du circuit est sous la tension du réseau électrique de 50 Hz, le triac reçoit une impulsion de déclenchement à chaque demi-période de la tension alternative. Le triac se bloquera donc à chaque passage par zéro de l'onde, puisque si la tension devient nulle, il ne circule plus de courant et il sera réamorcé dès que la tension remonte après le passage par zéro. Ce cycle d'allumage et d'extinction se répète cent fois par seconde (50 Hz).

La fonction du diac est d'assurer que le triac reçoive une impulsion de déclenchement bien définie, ce qu'il fait avec l'aide de C2. Au moment où le triac commence à conduire, le condensateur agit comme un court-circuit de sorte que la tension aux bornes du diviseur de tension photosensible est réduite à zéro.

### Construction

Comme ce circuit est raccordé au secteur, il présente un danger mortel. Il ne faut pas vous lancer dans la construction qui si vous êtes conscient des risques et si vous connaissez toutes les précautions à prendre. Un tel montage doit impérativement être logé dans un coffret en plastique, fermé, avec éventuellement une fiche secteur moulée. En cas de doute, montez votre circuit à un électricien/électronicien expérimenté avant de le connecter !



### idée : Ton Giesberts (Elektor Labs)

Vous êtes-vous déjà demandé à quoi ressemble le son d'une télécommande infrarouge ? Avec ce petit circuit, vous pourrez le découvrir ! Et ça sert à quoi ? Ça sert à mieux à tester et à comprendre ce qu'on ne voit pas, mais dont on aurait du mal à se passer.

### Testeur acoustique de télécommande IR

Ce circuit utilise le signal de sortie d'un récepteur de signaux infrarouges ordinaires (IC1 dans la **fig. 3**) pour piloter un mini haut-parleur. Le récepteur IR de Vishay utilisé ici est disponible pour différentes fréquences de 30 à 56 kHz. Un grand nombre de télécommandes IR fonctionnent selon le protocole RC5, sur une fréquence de 36 kHz. Pour notre prototype, nous avons utilisé un TSOP4836 ; comme le suggèrent les deux derniers chiffres de la référence du composant, il est conçu pour fonctionner sur 36 kHz. Toutefois, si elles ne sont pas trop éloignées il fonctionnera aussi à d'autres fréquences, certes avec une sensibilité moindre.

La fréquence du signal de sortie du récepteur est trop élevée pour être audible ; c'est pourquoi nous la divisons à l'aide d'IC2. Vous pouvez aussi utiliser le signal d'une autre sortie de ce circuit intégré, selon votre préférence ; la sortie «0» (broche 9) délivre le signal d'entrée divisé par deux, la fréquence des signaux qui sortent des autres broches est plus basse (et conviendra mieux aux limites de votre ouïe si elle a déjà plusieurs décennies au compteur). Le signal divisé est désormais dans la plage audible et peut attaquer un étage de sortie *push-pull* très simple (T1/T2), assez puissant pour piloter un petit HP. Le circuit est alimenté sous 3 V (deux piles AA) ; sa consommation ne dépasse pas 13 mA (0,66 mA au repos). R1 et C1 découpent la tension d'alimentation du récepteur IR pour éviter toute interférence potentielle avec l'étage de sortie.

Grâce à ce circuit (que vous pouvez, au choix,

assembler sans le souder sur une plaque d'expérimentation, ou soudé sur un circuit imprimé à pastilles), vous pouvez désormais vérifier facilement si une télécommande IR fonctionne ou pas, mais vous pourrez aussi comparer différentes marques et différents modèles et, si vous avez l'ouïe assez fine, vous « entendrez » les différences entre les signaux. L'utilité pratique de ce circuit est faible, son intérêt pédagogique appréciable.



### idée : Elex

On utilise un sifflet à ultrasons pour faire fuir un chien menaçant ou pour dresser son propre chien. On peut aussi beaucoup apprendre soi-même avec un tel circuit, basé sur un des principes fondamentaux de l'électronique analogique : le multivibrateur astable.

### Sifflet électronique pour chien

Généralement on utilise un sifflet à ultrasons quand on souhaite donner des ordres à son chien sans pour autant casser les oreilles à tout le monde. On peut aussi l'utiliser comme signal répulsif pour des chiens errants et les inciter à s'éloigner. Dans ce cas, il faut un circuit qui produise un volume sonore assez fort pour que les chiens le trouvent désagréable.

On peut aussi utiliser un tel circuit pour découvrir les charmes de l'électronique analogique. Le schéma est limpide (**fig. 4**). C'est un exemple d'oscillateur de relaxation. Les transistors T3 et T4 forment ensemble un classique multivibrateur astable dont la fréquence est d'environ 21 kHz avec les valeurs des composants indiquées. Cette fréquence se situe hors du spectre de l'ouïe humaine. Du fait de sa configuration symétrique, le circuit délivre une onde carrée symétrique (ainsi nommée parce que la durée des impulsions est égale à celle des intervalles qui les

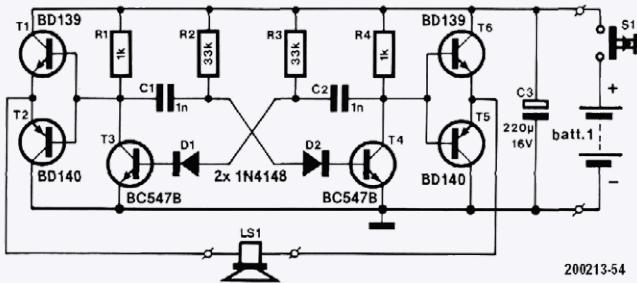


Figure 4. Ceci n'est rien d'autre qu'un multivibrateur astable avec étages de puissance.

séparent). Les diodes D1 et D2 empêchent le circuit de produire d'autres sons que l'onde carrée de 21 kHz souhaitée.

L'onde carrée de 21 kHz est considérablement amplifiée par les deux étages de sortie *push-pull* (T1/T2 et T5/T6) qui attaquent le tweeter piézo LS1.

Conçu pour une alimentation par batterie de 9 V (PP3/6LR22), le circuit d'origine faisait appel à un tweeter Monacor de type KSN1001A ou équivalent. On en trouve sur l'internet de nombreuses variantes «modernes».

**Avertissement :** le volume sonore est très fort, il ne faut donc pas l'utiliser à proximité des oreilles sensibles d'un chien – sauf si vous êtes attaqué, bien sûr.

Ce montage vous invite aussi à expérimenter à votre guise. Essayez p. ex. avec différentes valeurs de composants et un HP normal. Ça pourrait donner une sirène de vélo ou un autre engin sonore de votre invention !



#### idée : Burkhard Kainka (Allemagne)

Avec ce multivibrateur, vous pouvez maintenir en forme vos accus au plomb pendant qu'ils ne servent pas.

#### Gardez en forme vos accus au plomb inutilisés

Ce circuit super simple (**fig. 5**) montre un vieux principe qui consiste à produire un signal en dents de scie à l'aide d'une lampe au néon (le composant à droite) et d'un condensateur (C1). Ce circuit est un des nombreux exemples de multivibrateurs (ou oscillateurs) astables dits de « relaxation » parce qu'on y voit alterner un phénomène d'élaboration d'une tension avec un phénomène de relâchement soudain. Il fonctionne aussi avec, à la place de la lampe au néon, un transistor PNP comme le montre la publication originale dans Elektor de juillet-août 2011 (p. 76). Ce qui est moins connu, c'est le fait que cet oscillateur fonctionne également avec un transistor NPN

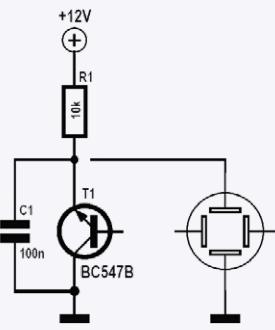


Figure 5. L'oscillateur de relaxation et son équivalent à transistors.

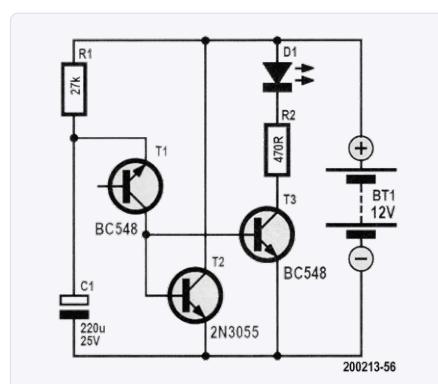


Figure 6. Il suffit de trois fois rien pour entretenir la charge d'une batterie.

plus courant (ici un BC547).

Les batteries au plomb-gel ont la désagréable propriété de se mettre à présenter une résistance élevée si elles restent longtemps inutilisées. Il n'est pas impossible de ramener à la vie une telle batterie ankylosée, mais c'est fastidieux et le résultat est incertain. Il serait donc nettement préférable de ne pas en arriver là. Une mesure de précaution éprouvée consiste

à demander à la batterie de très brèves impulsions de courant d'assez forte intensité. Cela peut se faire avec le circuit suivant. Mais oui, vous reconnaîtrez l'oscillateur du circuit multivibrateur mentionné au début.

La batterie au plomb BT1 (**fig. 6**) ne s'endort pas, même si elle reste longtemps inutilisée et reste donc en forme. L'oscillateur autour de T1 commande la base du transistor de puissance T2, qui, avec les valeurs spécifiées, applique toutes les deux secondes à la batterie une très brève (2 ms) impulsion de décharge de 1 A. Il n'y a pas lieu de s'inquiéter, car cela correspond à un courant moyen d'environ 1 mA, une intensité qui correspond grossièrement à l'autodécharge spontanée d'une batterie plomb-gel. Le circuit formé par T3, D1 et R2 sert d'indicateur visuel (approximatif) de l'état de charge : moins la LED s'allume, plus la tension de la batterie est faible.



#### idée : Elex-team

Quand il faut percer quelques trous dans un mur pour y suspendre une étagère, on court toujours le risque de toucher une conduite. Comment savoir ce qui se cache sous la couche lisse de cet apprêt ? Mieux vaut prévenir que guérir. Voici un moyen simple de vérifier... et de s'instruire !

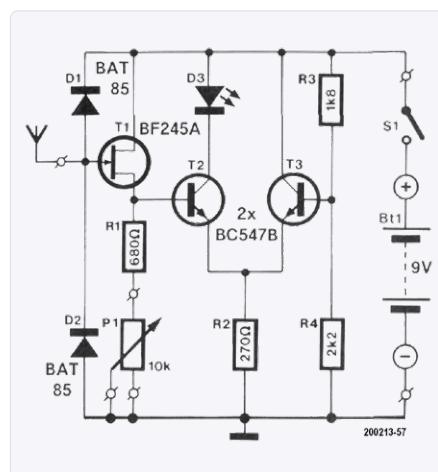


Figure 7. Moins raffiné que les détecteurs de conduite modernes, celui-ci est aussi plus facile à faire soi-même très rapidement.

#### Détecteur de câbles encastrés

Le risque couru quand on perce un trou dans un mur n'est pas seulement celui d'un (dangerous !) choc électrique possible, et du court-circuit massif très probable, consécutifs au perçage accidentel d'un câble, mais il y a aussi les fastidieuses conséquences techniques d'un tel accident et les réparations. Dans tous les cas, le câble endommagé doit être remplacé. Ce qui n'est déjà pas très agréable, même si ce câble passe dans une gaine bien disposée, devient un cauchemar quand on tombe sur des fils enfouis à cru sous le plâtre. Avant toute intervention, il est

donc indiscutablement préférable de mettre toutes les chances de votre côté. Toute caisse à outils digne de ce nom devrait donc contenir un détecteur de câbles et de conduites. Un appareil que l'on peut aussi construire soi-même, pour éviter les mauvaises surprises, mais aussi pour s'instruire (**fig. 7**).

Une sorte d'«antenne» est connectée à la grille du FET T1. Pour cela, un morceau de fil de cuivre rigide d'environ 20 cm fera l'affaire ; sa fonction est de capter le bourdonnement de la tension alternative du secteur à 50 (ou 60) Hz. Grâce à la très haute impédance d'entrée du FET, la charge que le circuit en aval pourrait constituer pour l'antenne est faible. Les diodes BAT85 D1 et D2 sont du type Schottky, elles protègent la grille du FET contre des pointes de tension trop élevées susceptibles de détruire ce composant.

Tamponnée par le FET, la tension d'antenne est alors disponible sur la source de T1, où le niveau de tension continue peut être ajusté avec P1. Cette tension continue polarise la base de T2 à laquelle est appliqué aussi le signal venu de l'antenne. Le transistor T2 fonctionne comme comparateur, entre la tension sur sa base et la tension sur son émetteur. Cette dernière est déterminée par T3. Avec les valeurs des composants indiquées ici, la tension aux bornes de R2 est d'environ 4,25 V, de sorte que T2 commencera à conduire lorsque sa tension de base dépassera 4,95 V. Ce qui aura pour effet d'allumer la LED D3, qui signale ainsi la présence d'un signal capté par l'antenne.

Il faut régler P1 de sorte qu'au repos, c'est-à-dire en l'absence de conduite, la LED reste éteinte. On fera ce réglage en présence d'une conduite connue à proximité de laquelle on déplacera l'antenne.



### **idée : Kees van der Geer (Pays-Bas)**

Le manque d'eau peut avoir des conséquences irrémédiables pour les plantes. Le spectacle de jeunes pousses qui dépérissent est désolant... dire qu'il aurait suffi d'un discret détecteur de sécheresse pour éviter le désastre !

### **Alerte sécheresse pour amateurs de plantes distraits**

Le principe de ce circuit est la simplicité même : à mesure que le sol autour des racines de la plante perd son humidité, sa résistance électrique augmente. Mesurons cette résistance ; dès qu'elle sera devenue trop forte, il est probable que la terre du pot sera devenue trop sèche, il suffira de déclencher l'alarme.

À idée simple, schéma simple (**fig. 8**).

L'essentiel, ce sont des deux comparateurs intégrés dans TLC3702. Le premier est configuré comme oscillateur (en fait un multivibrateur astable) dont la période est d'environ 2 s avec les valeurs de composants indiquées. De brèves impulsions positives et négatives arrivent à travers les condensateurs C2 et C3 à l'entrée inverseuse du second comparateur, qui lui est configuré comme un monostable (*one-shot* en anglais). Avec les deux électrodes fichées dans le sol, C2 et R5 fonctionnent effectivement comme un différentiateur. Selon que le sol est plus ou moins humide, une part plus ou moins grande de cette impulsion est déviée vers la masse (ici c'est bel et bien *la terre* !) par la paire d'électrodes. Autrement dit, à mesure que la terre du pot s'assèche, l'impulsion qui parvient au deuxième comparateur est de moins en moins atténueée.

Avant de poursuivre, notons qu'ici les impulsions positives n'ont d'effet que pour l'électrochimie des électrodes : en compensant l'effet

des impulsions négatives, elles empêchent en effet la corrosion. Cette alternance d'impulsions positives et négatives est une astuce cachée de ce projet. Lorsque la durée de l'impulsion négative à l'entrée inverseuse du second comparateur devient suffisante, le monostable est déclenché et la LED s'allume pendant environ 100 ms, tandis que retentit un bip qui attire votre attention... et ça durera tant que la plante assoiffée n'aura pas été arrosée. Un circuit simple, disons-nous, dont l'avantage réside dans sa très faible consommation. En effet, même si la LED et le buzzer devaient être activés sans cesse toutes les deux secondes, la batterie de 9 V tiendrait des mois. C'est grâce au circuit intégré utilisé ici en combinaison avec les valeurs de résistance très fortes.

**NB :** Une nouvelle version de ce schéma est en préparation au labo d'Elektor. Rendez-vous dans le prochain numéro.



### **idée : Friedrich Lischeck (Allemagne)**

La série «Le retour de petits circuits» avait commencé en ligne par un «relais éco-énergétique». Voici une variation sur ce sujet. Rien de tel pour améliorer un circuit qu'une simplification !

### **Relais à haut rendement énergétique**

Le gros inconvénient du relais éco-énergétique décrit dans le 1<sup>er</sup> épisode de cette série réside dans la nature des poussoirs à contact fermé au repos (*normally closed*). Ces interrupteurs ne sont pas courants et la plupart

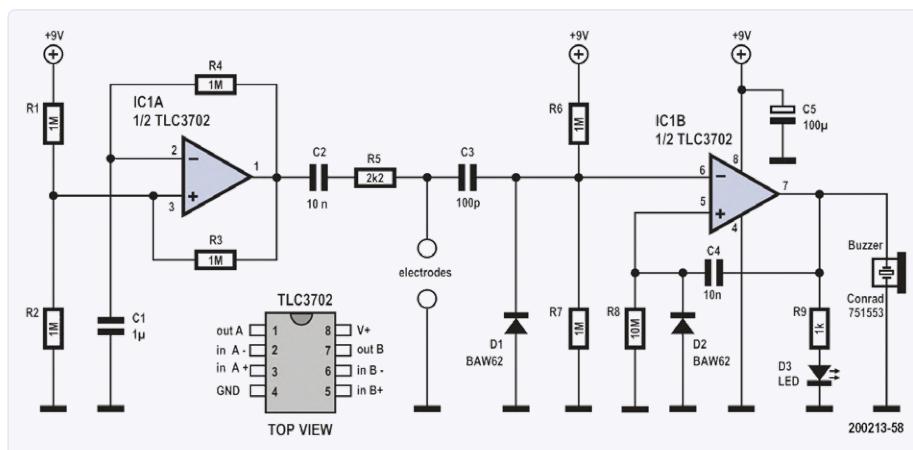


Figure 8. Deux comparateurs sont l'essentiel du circuit de cette alarme.

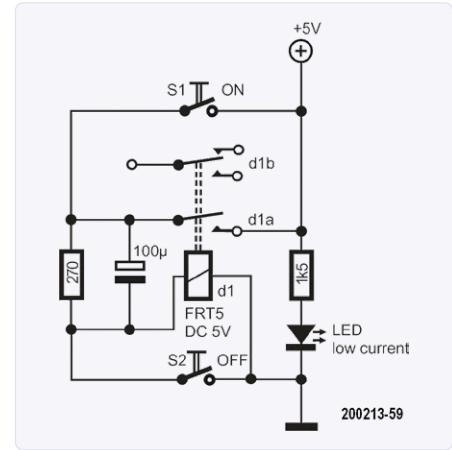


Figure 9. Le relais monostable fonctionne ici en relais bistable.

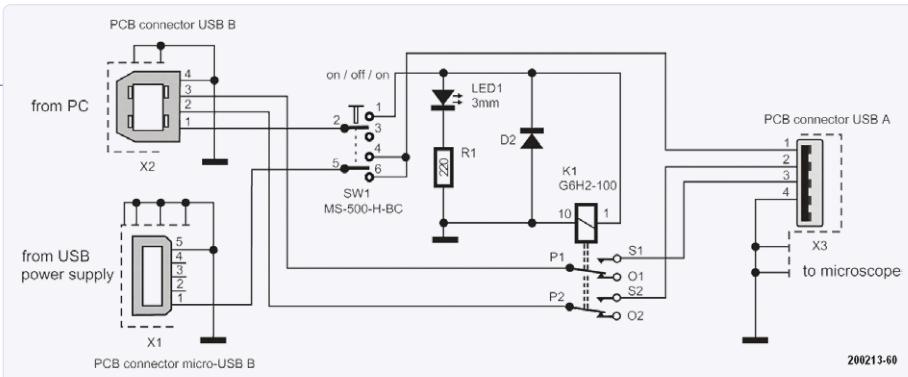


Figure 10. Attention : l'inverseur doit être du type marche-arrêt-marche à trois positions !



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ Livre en français : L'électronique pour les débutants - Rémy Mallard  
[www.elektor.fr/l-electronique-pour-les-debutants](http://www.elektor.fr/l-electronique-pour-les-debutants)

➤ Microscope numérique Andonstar ADSM302  
[www.elektor.fr/18374](http://www.elektor.fr/18374)

➤ Microscope numérique Andonstar AD407  
[www.elektor.fr/19079](http://www.elektor.fr/19079)

des électroniciens n'auront probablement pas ça sous la main. Le petit circuit ingénieux que nous vous proposons d'examiner maintenant fait appel à des boutons courants, des pousoirs dont le contact est ouvert au repos. Le contact est fugitif. Dès qu'on relâche le bouton, le contact est rompu. Il commande un relais monostable 5 V standard muni de deux contacts (inverseurs) (fig. 9). La caractéristique intéressante de ce circuit est que le relais **monostable** d'origine (c'est-à-dire un relais dont le contact normalement ouvert n'est fermé que tant que la bobine est excitée ; sans courant de bobine, le contact revient à l'état de repos) est utilisé ici comme un relais **bistable** : après avoir appuyé sur «ON», le contact normalement ouvert reste fermé jusqu'à ce qu'on appuie sur «OFF».

Pour ce faire, on utilise une des paires de contacts du relais pour alimenter le relais. Ce n'est pas difficile à comprendre : la bobine du relais est excitée quand on appuie sur S1 ; les contacts **d1a** et **d1b** changent d'état, de sorte que la bobine du relais restera excitée à travers le contact **d1a** et la résistance de 270 Ω. Au moment de la mise sous tension et si on appuie sur S1, le condensateur électrolytique de forte capacité encore déchargé agit comme un court-circuit, le courant d'excitation initial à travers la bobine du relais suffit pour exciter le relais, maintenu ensuite à l'état excité comme nous l'avons dit. Pour couper le relais après la mise sous tension, il suffit d'appuyer sur S2 : la bobine du relais est court-circuitée ; les contacts du relais se décollent et l'état de repos est rétabli.

La LED indique si le circuit est prêt à fonctionner. Un détail agréable est que le relais ne se ferme pas dès l'application de la tension d'alimentation ; il faut donc appuyer sur S1. Et que se passe-t-il si quelqu'un a l'idée d'appuyer sur les deux boutons en même temps ? Pas de problème, il ne se passe rien car S2, qui court-circuite la bobine, est prioritaire.



### idée : Martin Oppermann (Allemagne)

Le microscope USB ADSM302 d'Andonstar est un outil assez modeste d'apparence mais ô combien précieux pour les tâches très minutieuses dans un labo d'électronique. Ceci vaut aussi pour son grand frère, l'AD407. Il présente quelques faiblesses qui peuvent être corrigées par le petit circuit décrit ici.

### Améliorer le microscope Andonstar ADSM302

Le microscope ADSM302 peut être utilisé soit comme appareil autonome, soit comme périphérique d'un ordinateur. Dans le premier cas, vous voyez des images en direct sur l'écran du microscope lui-même. Dans le second cas, l'image est affichée sur l'écran de l'ordinateur. Lorsqu'il fonctionne avec un ordinateur, le microscope est également alimenté par son port USB, et c'est là le premier problème. L'intensité du courant que peut fournir un port USB 2.0 est limitée à 500 mA, ce qui est insuffisant (même si l'éclairage du microscope est éteint). Il faut un port USB 3.0 pour satisfaire les besoins en courant de ce microscope. Pour passer du fonctionnement autonome au fonctionnement sur ordinateur, le câble entre le microscope et le PC doit être branché et débranché à plusieurs reprises – ce qui est peu propice à la longévité des fiches. Le petit circuit (fig. 10) résout ces deux problèmes. Il est doté d'une prise micro-USB, ce qui permet d'utiliser un adaptateur secteur USB ordinaire pour alimenter le microscope. Et d'une.

Un inverseur de mode permet de passer du fonctionnement *autonome* au fonctionnement *avec PC*. Et de deux !

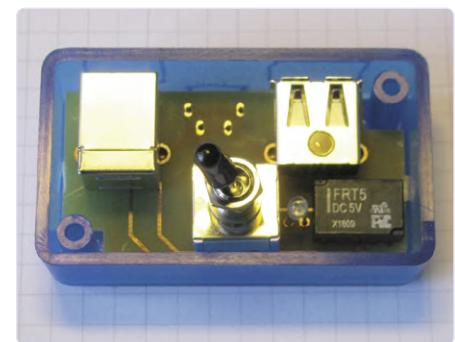


Figure 11. L'auteur a dessiné un circuit imprimé dont le tracé pourra être téléchargé grâce au lien indiqué.

Les contacts de commutation du relais miniature relient ou non les lignes de données USB du PC au microscope. Le type de l'interrupteur utilisé est important : on voit sur le schéma que l'ordre de commutation est marche-arrêt-marche ; lors de la commutation entre les deux modes de fonctionnement, la position *arrêt* intermédiaire assure que l'alimentation électrique du microscope est coupée brièvement afin d'initialiser le microscope et pour que l'électronique puisse reconnaître le mode de fonctionnement correct (autonome ou avec ordinateur). La LED s'allume en mode *avec ordinateur*. Ce circuit peut être assemblé sur une carte de prototypage ; pour les prises USB, vous pouvez cannibaliser quelques câbles USB bon marché. Vous pouvez aussi (comme l'a fait l'auteur) concevoir un vrai circuit imprimé et utiliser de vraies prises USB montées sur circuit imprimé, et tout monter selon les règles de l'art dans un petit boîtier (fig. 11). ■

200213-04

### LIEN

[1] [la page de cet article sur notre site](http://www.elektormagazine.fr/200213-04) : [www.elektormagazine.fr/200213-04](http://www.elektormagazine.fr/200213-04)

# antenne Wi-Fi 2,4 GHz externe du pauvre

Hans-Henrik Skovgaard (Danemark)

Je vous entendez marmonner qu'avec toutes ces antennes bon marché toutes prêtes, ça ne rime à rien de fabriquer sa propre antenne Wi-Fi. Exact, mais moi je voulais savoir à quel point c'est difficile. Avant de commencer, je précise que cette étude est basée sur le matériel disponible à l'instant *t*, ce qui laisse une grande marge d'amélioration. Encore avant de commencer, notez qu'il ne faudra comparer que ce qui est comparable, et tenir compte de la nature précise (céramique ou autre) des antennes toutes faites auxquelles vous vous mesurerez. Pour mes expérimentations, j'ai acheté chez [aliexpress.com](#) vingt exemplaires de (comprenez qui pourra !) "IPX IPEX u.fl Female 1.13mm Connector Cable Single-head Adapter Connector 15cm IPX 1.13 Cable" (*sic*) (fig. 1).

Pour calculer et construire une antenne, il vous faut la longueur d'onde du signal que l'antenne est censée émettre et/ou capter. La longueur d'onde  $\lambda$  d'un signal radio peut être calculée ainsi :

$$\lambda = c / f \text{ [m]}$$

où  $c$  est la célérité de la lumière (en m/s), et  $f$  la fréquence (en Hz). Vous savez que  $c = 299.792.458 \text{ m / s}$ . Pour le Wi-Fi à 2,4 GHz, cela donne une longueur d'onde de  $0,1249 \text{ m} = 12,49 \text{ cm}$ . Une valeur à connaître, car la taille des antennes réelles correspond souvent à certaines fractions de la longueur d'onde. Par exemple, 1/4 de la longueur d'onde (3,12 cm) ou la moitié (6,25 cm). Nous voici armés pour saucissonner le câble [aliexpress](#) (fig. 2).

D'abord, coupez 3,12 cm de l'enrobage en plastique (fig. 3) pour dégager la tresse de blindage métallique que vous détresserez ensuite soigneusement de l'enrobage intérieur pour la retrousser et la retorsader autour de l'enrobage extérieur (fig. 4). Vous disposez maintenant d'une simple antenne «unipolaire» 1/4 d'onde.

Un utilitaire comme *WifiScan* vous permettra de voir si sur votre routeur Wi-Fi une telle antenne externe offre une amélioration par rapport à l'antenne interne. Le plus simple est de placer votre «antenne» externe à un endroit fixe et de relever les points d'accès WiFi qu'elle voit. Comparez le résultat avec ce que donnent, par exemple, une carte Wemos et l'antenne interne.

Après plusieurs utilisations du programme



1

*WifiScan* et des réglages minutieux du blindage, j'ai constaté une amélioration du RSSI (*Received Signal Strength Indication*). Ce terme exprime la qualité *relative* d'un signal reçu par un appareil client, dans mon cas, un ESP8266, mais n'a pas une valeur *absolue*. D'ailleurs le RSSI varie fortement d'un fabricant de puces à l'autre. Ne la considérez donc que comme une indication de tendance. ↗

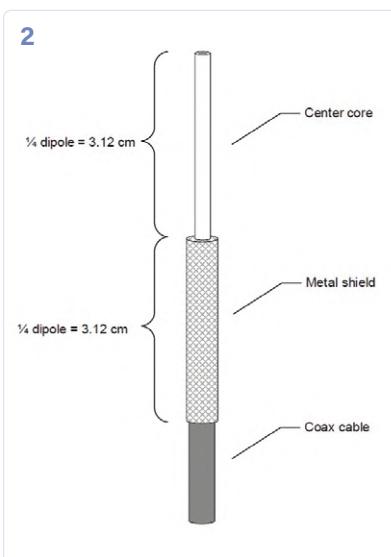
200207-03



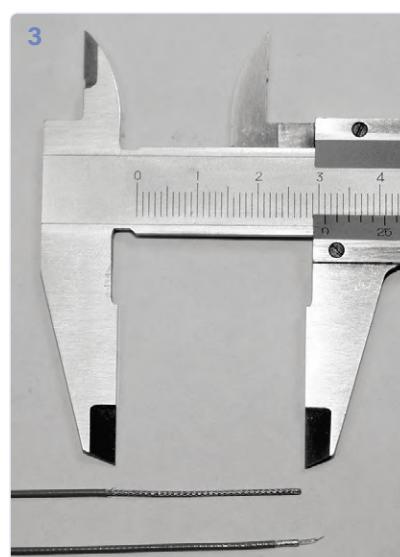
[WWW.ELEKTOR.FR](#)

➤ **Livre (anglais) : IoT Home Hacks with ESP8266**  
[www.elektor.fr/iot-home-hacks-with-esp8266](#)

➤ **E-book (en anglais) : IoT Home Hacks avec ESP8266**  
[www.elektor.fr/iot-home-hacks-with-esp8266-e-book](#)



2

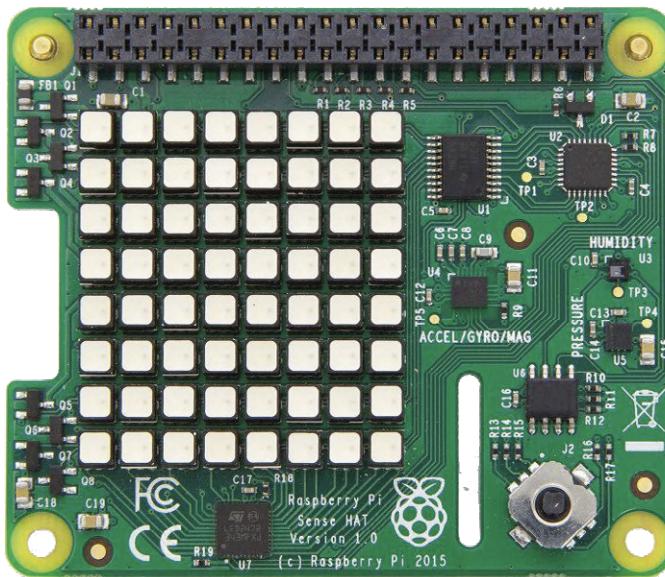


3



4

# thermostat simple avec Raspberry Pi



Dogan Ibrahim (Royaume Uni)

Normalement l'extension *Sense* est branchée comme HAT sur le connecteur à 40 voies du Raspberry Pi. Pour pouvoir, en plus de cette carte *Sense*, interfaçer d'autres composants externes avec le Raspberry Pi, nous devrons connecter le HAT au Raspberry Pi en utilisant soit un câble en nappe, soit des fils de connexion, de sorte que les autres broches du Raspberry Pi restent accessibles. Il faut donc savoir quelles broches de la carte *Sense* sont utilisées par le RPi, et quelles broches du RPi sont libres.

Le HAT *Sense* compte sept composants principaux et une matrice de LED. Ces composants, commandés via l'interface I<sup>2</sup>C, sont :

composant	adresse I <sup>2</sup> C	fondction
HTS221	0x5F	capteur d'humidité
LPS254H	0x5C	capteur de pression/ température
LSM9DS1	0x1C,0x6A	accéléromètre + magnétomètre
SKRHABE010	-	manche
LED2472G	0x46	commande de matrice de LED
matrice de LED	-	-
ATTINY88	-	μC Atmel

En plus des lignes de commande par I<sup>2</sup>C, le μC ATTINY88 de la carte peut être programmé via les lignes de commande du bus SPI (MOSI, MISO, SCK, CE0) présent sur cette carte.

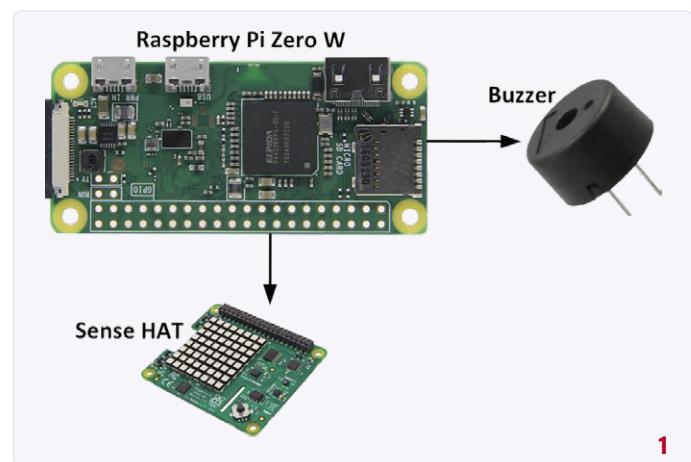
La carte *Sense* peut être connectée au RPi par les 9 broches suivantes du connecteur à 40 voies :

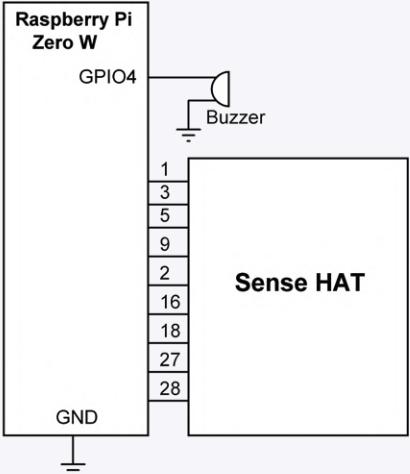
HAT	Raspberry Pi	fondction
3	3 (GPIO2)	SDA (I <sup>2</sup> C)
5	5 (GPIO3)	SCL (I <sup>2</sup> C)
1	1 (+3,3V)	pouissance
9	9 (GND)	masse
2	2 (+5V)	alimentation
16	16 (GPIO23)	manche
18	18 (GPIO24)	manche
27	27 (ID_SD)	EEPROM
28	28 (ID_SC)	EEPROM

Ce qui laisse libres un grand nombre de broches RPi pour des appareils externes. Notre projet est un régulateur de température marche-arrêt avec le HAT *Sense* connecté au Raspberry Pi Zero W pour mesurer la température ambiante. Un buzzer est connecté à l'un des ports du RPi. La température de consigne est codée dans le programme. Si la température ambiante est inférieure à la consigne, le buzzer est activé et la matrice de LED affiche la température ambiante en rouge. Si la température ambiante dépasse la consigne, le buzzer est désactivé et la température ambiante affichée en bleu. Le buzzer peut facilement être remplacé par un relais, p. ex. pour commander le chauffage. Celui-ci se met alors en marche dès que la température ambiante est inférieure à la consigne.

La **figure 1** montre le diagramme du projet, la **figure 2** le schéma. Le buzzer est connecté à GPIO4 du Raspberry Pi. Le buzzer et la carte *Sense* sont tous deux connectés au RPi par des fils.

Le code pour le programme de commande *tempcont.py* est dans le **listage 1**, téléchargeable gratuitement [1]. Au début du programme, les modules requis sont importés. Le buzzer se voit attribuer le numéro 4 qui correspondra à GPIO4. La température de consigne





2

est codée dans la variable `SetTemperature` : 24 dans notre exemple. Le buzzer est désactivé au début du programme. Le reste du programme est une boucle au cours de laquelle la température ambiante est lue par le HAT et comparée à la température de consigne. Si la température ambiante est inférieure à la consigne, le buzzer est activé et la température ambiante est affichée en rouge et sans défilement. Quand la température ambiante dépasse la consigne, le buzzer est désactivé et la température ambiante affichée en bleu.

Le buzzer peut être remplacé par un relais aux contacts duquel est connecté un chauffage. Attention ! Cette opération, si elle porte sur la tension alternative du réseau, requiert des compétences particulières pour **éviter tout risque de choc électrique**. La température ambiante sera alors contrôlée par le programme.



200191-03

Source: Livre: *Raspberry Pi Sense Hat*, par Dogan Ibrahim.  
Publication en préparation.

### Listage 1: tempcontr.py

```
#-----#
#          ON-OFF TEMPERATURE CONTROLLER
#-----#
#
# le buzzer peut être remplacé par un relais
# pour commander un chauffage
#
# Auteur: Dogan Ibrahim
# Date : mars 2020
# File : tempcont.py
#-----#
from display import Disp      # importer Disp
from sense_hat import SenseHat # importer Sense HAT
sense=SenseHat()              # importer l'heure
import time                   # importer GPIO
import RPi.GPIO as GPIO        # désactiver les notifications
GPIO.setwarnings(False)        # activer le mode GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BCM)         # buzzer sur GPIO4
Buzzer = 4                     # température de consigne
red = (255, 0 ,0)              # couleur rouge
blue = (0, 0, 255)             # couleur bleue
GPIO.setup(Buzzer, GPIO.OUT)    # buzzer est une sortie
GPIO.output(Buzzer, 0)          # buzzer éteint
while True:
    T = int(sense.get_temperature_from_humidity())      # quelle est la température?
    if(T < SetTemperature):                            # T < consigne ?
        Disp(T, red, 0)                                # afficher en rouge
        GPIO.output(Buzzer, 1)                          # activer le buzzer
    else:
        Disp(T, blue, 0)                                # afficher en bleu
        GPIO.output(Buzzer, 0)                          # désactiver le buzzer
    time.sleep(5)                                     # attendre 5 s
```



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **Raspberry Pi Sense HAT**  
[www.elektor.fr/raspberry-pi-sense-hat](http://www.elektor.fr/raspberry-pi-sense-hat)

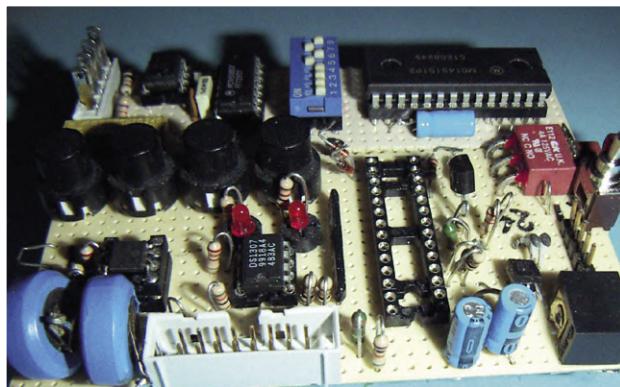
➤ **Livre : Raspberry Pi Sense HAT. Publication en préparation.**  
[www.elektor.com/books](http://www.elektor.com/books)

### LIEN

[1] **téléchargement de tempcontrol.py** : [www.elektormagazine.fr/200191-03](http://www.elektormagazine.fr/200191-03)

# comment (bien) photographier l'électronique

## montrer vos montages sous leur meilleur jour



*Photo 1. Ça, c'était AVANT de suivre nos conseils.*

**Marilene Thiebaut-Brodier, Jean-Paul Brodier**

& **département graphique d'Elektor**

Crédit des photos : **Scheimpflug**

Les auteurs de montages publiés par Elektor, qu'ils écrivent un article ou un livre, sont toujours amenés à photographier leurs cartes. Vous trouverez ici quelques conseils pour fournir de belles photos de vos créations ou encore préparer vos copies d'écran.

Une bonne photo de composant ou de circuit imprimé peuplé doit être nette et contrastée, l'éclairage doit montrer les reliefs sans marquer d'ombres profondes. La **photo 1** montre ce que l'on obtient avec un appareil d'amateur et son flash incorporé. Les défauts sautent aux yeux : l'éclairage est insuffisant à l'arrière, la netteté pas mieux, le bord antérieur de la platine apparaît courbe... Les paragraphes qui suivent contiennent des conseils essentiels qui vous permettront d'atteindre le résultat de la **photo 2**.

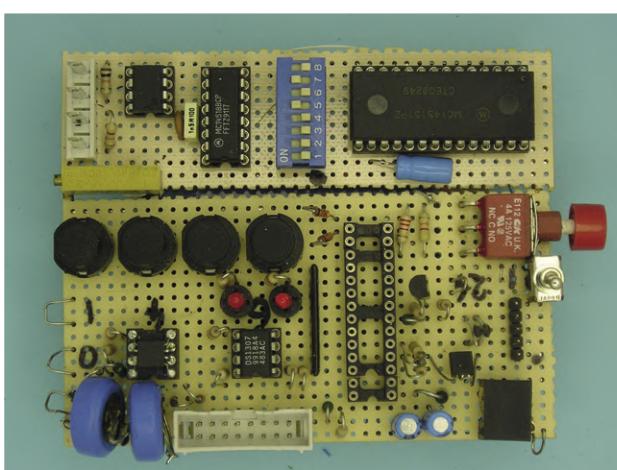
### ÉCLAIRAGE

Les défauts d'éclairage les plus flagrants sont faciles à corriger. N'utilisez jamais le flash incorporé à votre appareil photo. Ceci se traduit toujours par des ombres « dures ». Si l'on utilise plusieurs sources produisant une lumière plus douce, moins ponctuelle et donc plus diffuse (lampe de bureau, petits spots), on dispose d'un meilleur contrôle de la lumière incidente et de ce fait des ombres également.

La **photo 3** montre une solution simple pour obtenir un éclairage uniforme : le tube fluorescent d'une loupe d'établi. La loupe est démontée pour viser au travers de la monture avec l'appareil photo. Si la loupe apporte un certain grossissement, elle introduit aussi ses propres distorsions optiques, dont nous pouvons nous passer.

Pour éviter des ombres portées assez tranchées tout autour de la platine, il suffit de l'éloigner de son support (ici la feuille de papier vert). N'importe quel petit objet plat peut convenir, ici ce sera une gomme qui se trouvait à portée de main. D'autres supports ordinaires conviennent, par exemple la pâte à modeler des enfants. Elle est idéale parce qu'il est facile d'adapter sa quantité et sa forme.

Enfin pour parfaire la distribution de la lumière sur l'objet photographié, nous ajoutons un réflecteur, en l'occurrence deux feuilles de papier A3 agrafées et fermées en tambour par une pince à dessin (**photo 4**). À défaut de deux feuilles A3, on pourra agrafe quatre feuilles A4.



*Photo 2. Ça, c'est APRÈS avoir appliqué nos conseils. ;-)*

Cet éclairage permanent entraîne des durées d'exposition plus longues parce qu'il est moins puissant qu'un flash : il est donc bon de mettre l'appareil photo sur un trépied ou de trouver une autre solution pour qu'il soit parfaitement « immobilisé ». En outre l'utilisation d'un trépied permet de soigner le cadrage (ce n'est guère possible à main levée) et de le maintenir identique pour des prises de vue successives.

L'appareil photo peut être monté sur un pied « girafe » avec une rotule qui permet de photographier à la verticale (**photo 5**). Faute de ce matériel professionnel, on peut se débrouiller avec les moyens du bord et une potence en cornière perforée, comme sur la photo 3. Suivant l'équipement de chacun et son goût pour le meccano, le brasage etc. on peut réaliser des montages plus ou moins perfectionnés et plus ou moins permanents. Le coffret de perceuse et le serre-joint sont du genre rapide et éphémère, comme la feuille de fibre (contre-plaque de perçage) qui sert de cale pour maintenir le coffret à la verticale. La fixation de l'appareil photo sur la potence représente un danger de rayures pour le fond du boîtier. On les évitera en collant sur la cornière une simple feuille de bristol (**photo 6**). Le filetage de pied est de diamètre 6,35 mm (un quart de pouce) avec 20 filets au pouce (UNC). Plutôt que de couper une vis à la longueur désirée, il est plus commode à l'usage de serrer avec un contre-écrou (à oreilles).

Où trouve-t-on un écrou 1/4» UNC à oreilles ? Il faut le faire soi-même ! Un écrou 1/4» UNC ordinaire, une rondelle M10 entaillée à la cisaille ou à la scie à métaux, qui tiendra d'elle-même pendant le brasage, un coup de chalumeau et deux coups de meule pour finir (**photo 7**). Pour terminer, n'oubliez pas de mettre la balance des blancs de votre appareil photo sur éclairage artificiel (tungstène), sinon vos photos auront une vilaine dominante jaunasse.

#### MISE AU POINT ET DIAPHRAGME

Sur la photo 1 (le mauvais exemple), la platine à trous apparaît bombée. Il faut essayer d'éviter dans une certaine mesure les déformations géométriques, en changeant de focale. On actionne pour cela la commande de zoom dans le sens « téléobjectif » pour utiliser la focale

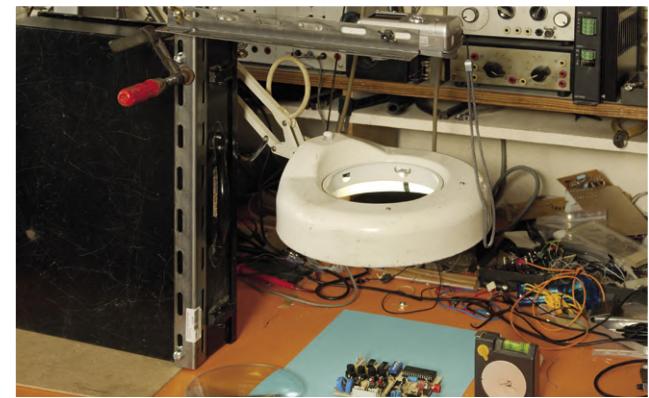
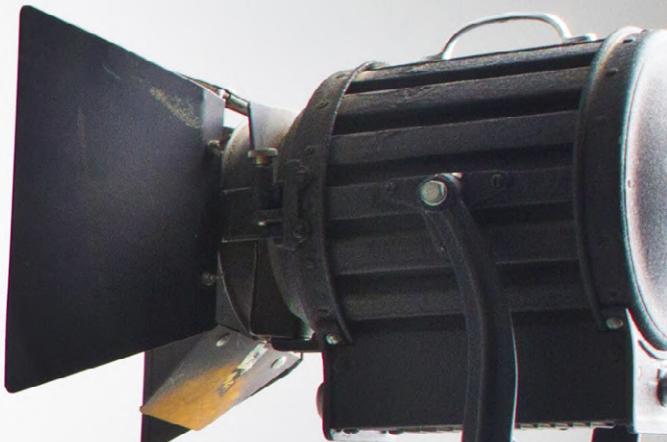


Photo 3. La loupe de cette lampe est démontée pour laisser passer l'objectif de l'appareil photo.



la plus longue. Les déformations géométriques (dites *cousinet*) sont moins fortes que celles du « grand-angulaire » (dites *bobillet*), et de sens opposé. Vous remarquerez qu'une focale plus longue rapproche le spectateur de l'objet photographié, le fait rentrer dans le montage et lui donne envie de toucher. Le trépied présente également un intérêt ici : il permet de choisir la hauteur de l'appareil photo et de la régler pour cadrer au plus près, en position « télé ».

Pour ce qui est des déformations, on est maintenant passé du **bobillet** marqué au **cousinet** léger. Il en est ainsi des objectifs à focale variable, la peste ou le choléra. Nous choisissons le moindre mal : la longue focale et le coussinet léger. La netteté laisse toujours à désirer à l'arrière. Il est possible d'obtenir la netteté d'un bout à l'autre, ou quelque chose qui s'en approche, mais avec des ressources professionnelles au mieux, une commande manuelle du diaphragme au moins. Pour obtenir une netteté d'ensemble, fermez le diaphragme (5,6 à 8) ce qui



Photo 4. Quelques feuilles de papier pour améliorer la distribution de la lumière.



Photo 5. Pied « girafe » en action.



Photo 6. N'oubliez pas le bristol autocollant pour éviter les rayures.

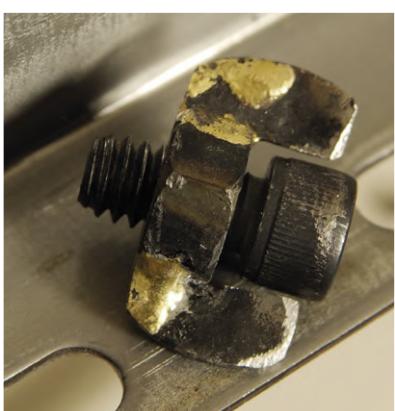


Photo 7. Contre-écrou (à oreilles) fait maison.

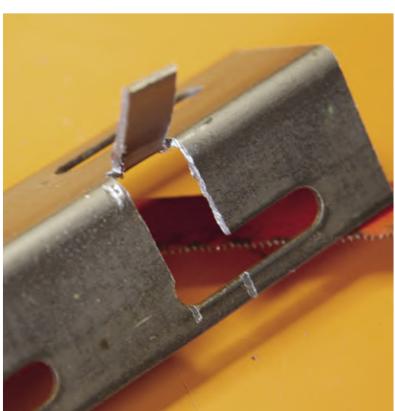


Photo 8. Pour éviter que la potence s'affaisse, sans serrage excessif de l'écrou M6 ni mécanique compliquée à réaliser et à régler à chaque déplacement, relevez un « doigt » de tôle de la cornière après deux traits de scie à métaux.

donne une grande profondeur de champ. Si vous souhaitez la netteté sur un détail seulement de l'objet dont le reste peut être flou, ouvrez le diaphragme (2,8 par ex.).

## COMPOSITION

Faites en sorte que l'objet à photographier soit visible dans sa totalité ou du moins en ce qui concerne sa partie la plus importante. Veillez à laisser, tant latéralement que verticalement, suffisamment d'espace « blanc ».

Pour des illustrations purement techniques, photographiez l'objet « sans le mettre en perspective » (tout simplement en plan, cf. photo 2).

Dans les autres cas, il peut être intéressant et attrayant de photographier le sujet sous un certain angle (**photo 9**).

Enfin il est parfois utile de donner une idée de la dimension de l'objet photographié. Il faut alors ajouter un objet de comparaison à la composition (allumette, règle, pièce de monnaie...) (**photo 10**).

## TAILLE DES PHOTOS NUMÉRIQUES

Vous nous demandez fréquemment quel est le nombre de mégapixels requis pour rendre possible une bonne reproduction d'une photo numérique. La taille de reproduction d'une photo dépend de la qualité de l'appareil photo utilisé.

Plus la taille de reproduction de la photo sera grande, plus le nombre de mégapixels nécessaire augmente. Le tableau ci-dessous donne un certain nombre d'exemples qui illustrent la relation entre le nombre de mégapixels d'un appareil photo et la taille de reproduction maximale (dans le cas présent rapporté aux 300 ppp (point par pouce, dpi) nécessaires pour une reproduction dans un magazine comme Elektor).

Résolution de l'appareil photo (pixels)	Taille de reproduction maximale avec une résolution de 300 ppp
640 × 480	5,42 cm × 4,06 cm
800 × 600	6,77 cm × 5,08 cm
1024 × 768	8,67 cm × 6,5 cm
1280 × 960 (1,3 mégapixel)	10,84 cm × 8,13 cm
1600 × 1200 (2,1 mégapixels)	13,55 cm × 10,16 cm
1800 × 1200 (2,3 mégapixels)	15,24 cm × 10,16 cm
2048 × 1536 (3 mégapixels)	17,34 cm × 13 cm
2400 × 1600 (4 mégapixels)	20,32 cm × 13,55 cm

## COPIES D'ÉCRAN

Pour les copies d'écran, voici quelques conseils :

- Veillez à ce que la fenêtre à reproduire ait la plus grande taille possible
- Faites une copie de l'écran (sous Windows *imp écran* pour la totalité de l'écran et *Alt + imp écran* pour la fenêtre active)
- Ouvrez la copie dans un programme de traitement d'images (Paint par ex.) et enregistrez l'image au format .BMP, .PNG ou .TIF, en lui donnant un nom identifiable. N'utilisez pas le format .JPG (trop d'artefacts de compression).
- Ne modifiez pas le réglage des couleurs
- Ne changez pas le rapport des dimensions
- Ne touchez pas à la résolution
- Ne faites pas de découpe dans l'image originale

**En d'autres termes, ne faites subir aucun traitement à l'image et envoyez-la-nous dans son état original.**

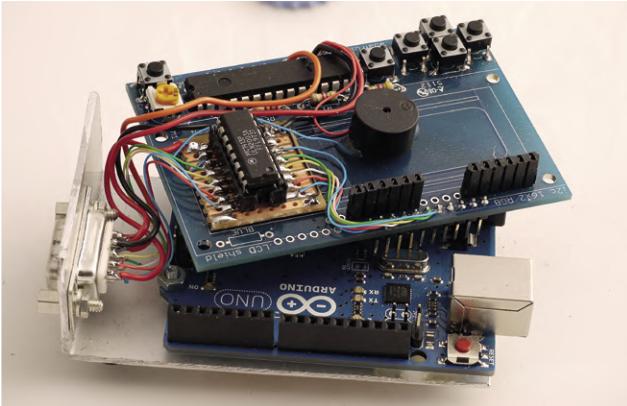


Photo 9. La vue en plan a laissé place à une vue en perspective pour mettre en valeur l'empilement de cartes.



Photo 10. Comparaison de taille entre deux transistors. Astuce : pour éviter les reflets sur les surfaces métalliques, graissez légèrement ces surfaces.

## ARRIÈRE-PLAN

Il faut toujours photographier l'objet sur un fond parfaitement neutre et d'une couleur bien adaptée et contrastant avec l'objet. Utilisez des fonds uniformément clairs ou sombres (feuille de papier), sans structure apparente, sans lignes de fuite ni compositions désordonnées qui distraient le regard du sujet principal et ne facilitent pas l'inclusion de l'image à son contexte. Attention : si vous avez recours à l'exposition automatique de votre appareil photo, évitez de placer les objets sur fond blanc, celui-ci dérouterait l'automatisme qui croit avoir à compenser un contre-jour. Ne photographiez jamais votre objet sur une belle nappe, tapis ou revêtement de sol (parquet, linoléum) pour ne citer que quelques exemples d'arrière-plans « maudits ».

Le seul sujet intéressant étant l'objet, il faut veiller à n'avoir que lui sur la photo (ne pas l'entourer de la moitié de l'équipement de votre plan de travail ou de quelque mobilier de votre salon que ce soit !).

## CONCLUSION

Les photos sont essentielles pour susciter l'envie d'en savoir plus sur un montage. Avec un peu d'imagination, d'huile de coude et de matériaux de récupération, il est possible d'améliorer nettement la qualité des photos de vos montages. N'hésitez pas à partager avec les lecteurs d'Elektor vos trucs et astuces pour les photos d'électronique. Envoyez-nous vos plus belles œuvres (redaction@elektor.fr). 

(160463)

## TRANSMISSION DES FICHIERS

Nombre d'auteurs nous soumettent un fichier texte (Word, Open Office) avec toutes les illustrations incorporées. Un tel document donne une idée globale du contenu. Toutefois, pour la mise en page, il faut fournir d'une part le fichier texte et d'autre part toutes les annexes (photos, PDF, logiciel, etc.). Le mieux est de regrouper dans un paquet zippé tous les éléments annexes soigneusement identifiés (ne vous contentez pas de les appeler schémas ou PCB, mais numérotez-les).

Si l'article a déjà un numéro, nommez tous les documents en utilisant ce numéro, complété par les indications appropriées de nature à identifier le contenu. N'oubliez pas d'indiquer clairement la ver-

sion. En l'absence d'un tel numéro, identifiez le projet par un nom raccourci et rajoutez vos initiales.

Pour ce qui des photos, ne les traitez jamais vous-même ! Envoyez-les telles qu'elles sortent de votre appareil photo, sans la moindre retouche. Si les fichiers sont très (trop) volumineux, ne les compressez pas, en les enregistrant au format .JPG par exemple. Ceci se traduit toujours par une certaine perte de qualité !

Il est préférable dans ce cas-là de « télécharger » les photos vers notre serveur FTP. Pour ce faire, mettez-vous en contact avec la rédaction.

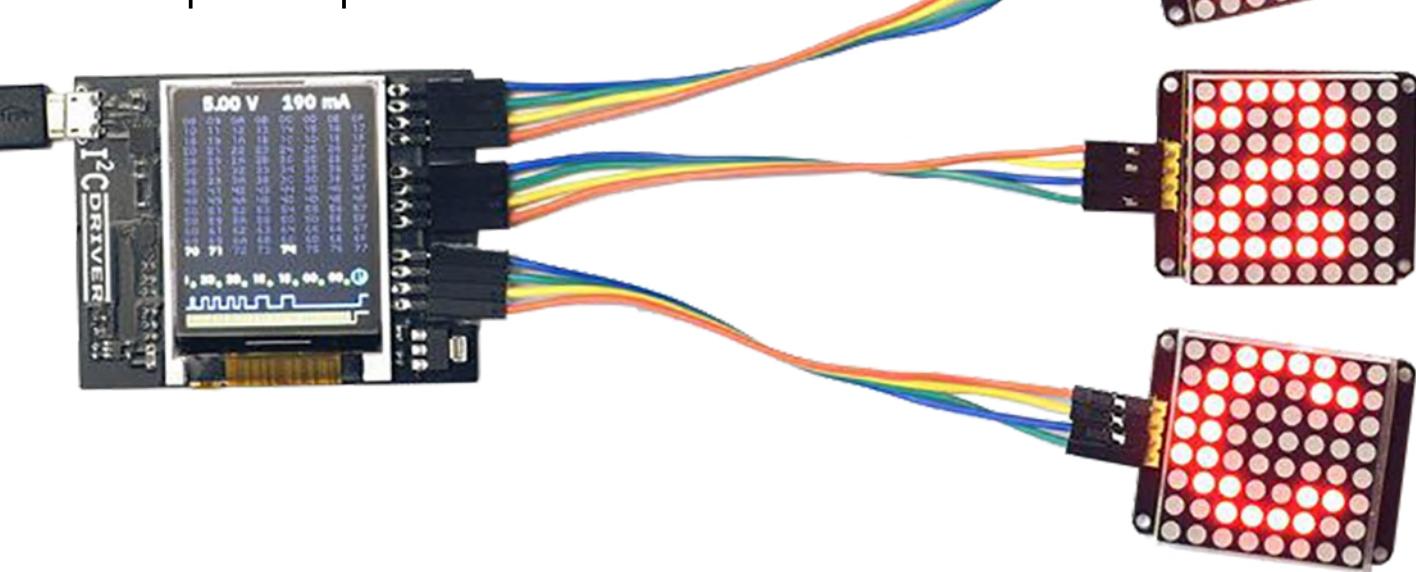
## LIENS

Les lecteurs francophones trouveront ici quelques conseils pratiques supplémentaires :

- [1] **réalisation des photos du livre « Réalisez et programmez 12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC PB-3B »** : <http://thumbling.free.fr/MakingOuf/thumb.html>
- [2] **photo de transistors** : <http://thumbling.free.fr/MakingOufTransi/thumb.html>

# I<sup>2</sup>CDriver

l'I<sup>2</sup>C passe par l'USB



**Tam Hanna** (Slovénie)

Le bus I<sup>2</sup>C est utilisé dans de nombreuses applications embarquées. À des fins de test et de développement, *Excamera Labs* a développé l'**I<sup>2</sup>CDriver**, une carte qui fait le pont entre le logiciel PC et le matériel I<sup>2</sup>C (p. ex. les capteurs). La communication I<sup>2</sup>C est également enregistrée et affichée clairement en couleur.



Figure 1. L'I<sup>2</sup>CDriver est agréablement compact.

Au déballage, vous trouverez comme le montre la **figure 1** une carte avec un connecteur microUSB et trois broches avec les signaux I<sup>2</sup>C. Des plots en caoutchouc sur la face inférieure l'empêchent de glisser. Pour le kit de base I<sup>2</sup>CDriver, Excamera Labs fournit trois jeux de câbles Dupont, ça facilite la connexion directe au matériel. Les broches d'alimentation délivrent jusqu'à 500 mA sous 3,3 V. Les **figures 2 à 4** montrent comment le produit se comporte en présence d'une charge. Comme les 3,3 V viennent de l'alimentation de l'ordinateur, il est tout à fait possible qu'une partie de l'ondulation visible dans les oscillosogrammes soit due au bus USB.

Veuillez noter que l'I<sup>2</sup>CDriver n'offre pas l'isolation galvanique entre l'objet sous essai et l'ordinateur.

## Test avec du matériel réel

Comme je travaille actuellement sur un système de capteurs I<sup>2</sup>C avec l'*HygroSage*, c'est l'occasion rêvée pour moi de tester l'I<sup>2</sup>CDriver connecté entre le PC et mes capteurs (**fig. 5**). Comme la consommation est faible, je tente le coup avec l'alimentation directe à partir de l'I<sup>2</sup>CDriver. Ça passe.

*HygroSage* démarre bien (en dépit de mon câblage assez pathétique). L'affichage de la consommation en haut de l'écran se met à jour. Je signale que le contenu de l'afficheur de l'I<sup>2</sup>CDriver n'est apparu qu'après le démarrage du logiciel (sur lequel je reviens ci-dessous et qui s'est parfois planté au démarrage). Quand le démarrage réussit, vous voyez ce que montre la **figure 6** : cet affichage vous informe sur la fréquence d'accès aux différents appareils (heatmap).

En travaillant avec cet afficheur, on constatera que son angle de vision est particulier, assez fermé pour que, si on le regarde de face, l'image est à peine visible.

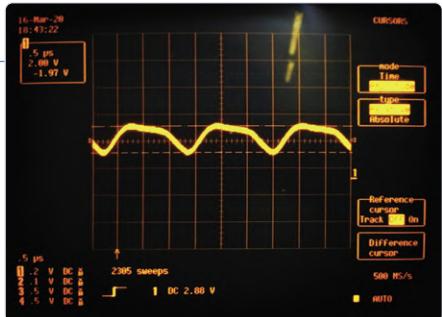


Figure 2. L'I<sup>2</sup>CDriver à 500 mA.

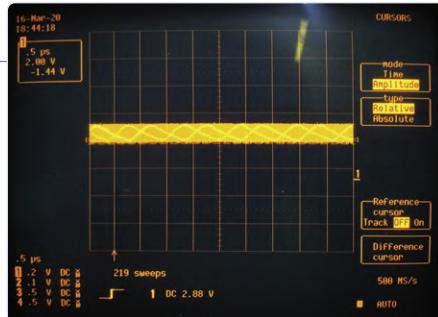


Figure 3. ... à 200 mA ...

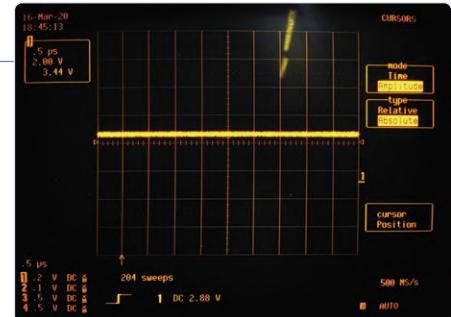


Figure 4. ... et au point mort.

## Commande-moi !

Avec le lien [1], dans l'onglet Ressources, vous trouverez le fichier i2cdriver-installer.exe pour démarrer sous Windows. Après l'avoir téléchargé, afin que le système d'exploitation en autorise l'installation, il faudra d'abord un clic droit de souris pour le marquer le fichier dans la boîte de dialogue des paramètres comme provenant de l'ordinateur local. Pour qui travaille sous Linux ou MacOS, des instructions de configuration analogues se trouvent sur le même site. Une fois le travail terminé, nous ouvrons le dossier C:\Program Files (x86)\Excamera Labs\I2CDriver, où nous trouvons à la fois un outil en ligne de commande et une version GUI.

Si vous démarrez le logiciel avec l'I<sup>2</sup>CDriver connecté et que vous cliquez sur le bouton Monitor Mode, vous obtiendrez des informations sur la dernière transaction effectuée (**fig. 7**).

En pratique, cependant, l'utilité de la fonction d'analyse (visuellement attrayante) est limitée ; dans presque tous les cas, sa capacité est débordée par la complexité du transfert. Dans ce cas, il vaut mieux cliquer sur Capture Mode (**fig. 8**).

Cette fonction s'est plantée de manière reproductible lors de mes tests, mais elle est quasi géniale en ce qu'elle permet d'enregistrer la communication les doigts dans le nez. Cela permet de débusquer les défauts furtifs, ceux qui sont si difficiles à repérer parce qu'ils ne se produisent que sporadiquement. Cela m'a fait penser à la procédure DPO de Tektronix.

## Interaction, programmatique

Il y a quelque temps, dans ma forge à logiciel, j'ai eu à mettre en œuvre un algorithme passablement complexe. L'approche la moins laborieuse a consisté à lancer la procédure sur le PC dans un premier temps, puis, une fois qu'elle marche, de la transposer sur le contrôleur.

Une procédure similaire convient pour la mise en service de capteurs complexes. Avec i2ccl, on dispose d'un programme dans l'invite de commande, par lequel vous pouvez envoyer des commandes à l'I<sup>2</sup>CDriver selon le schéma suivant :

```
C:\Program Files (x86)\Excamera Labs\I2CDriver>i2ccl.exe
Usage: i2ccl
```

Ici on apprécie la possibilité d'écrire ou de lire des informations dans les registres individuels des appareils connectés. Cela permet non seulement de prendre en main des capteurs inconnus, mais aussi de lire des informations lors de tests (automatisés).

Si vous ne voulez pas programmer dans le shell, vous pouvez passer par une API Python. Le fabricant fait la démonstration de l'utilisation d'un ensemble de modèles de pilotes tout prêts.

L'extrait suivant peut être utilisé pour exploiter un LM75B :

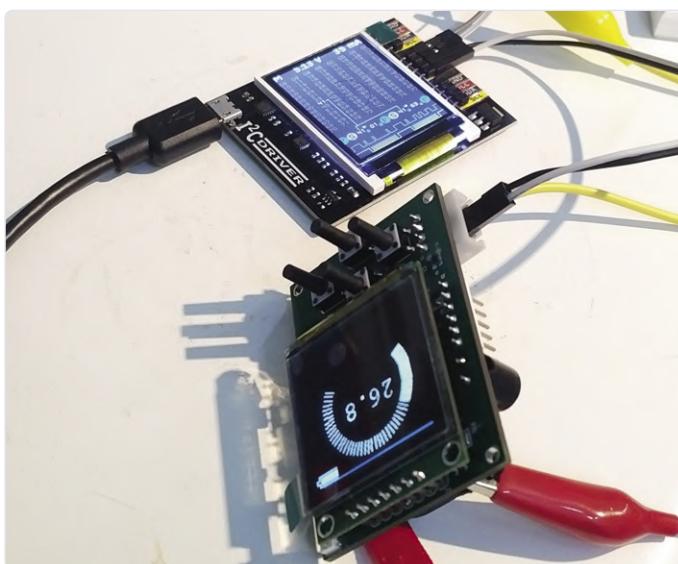


Figure 5. L'I<sup>2</sup>CDriver connecté à une carte de capteurs de l'auteur.

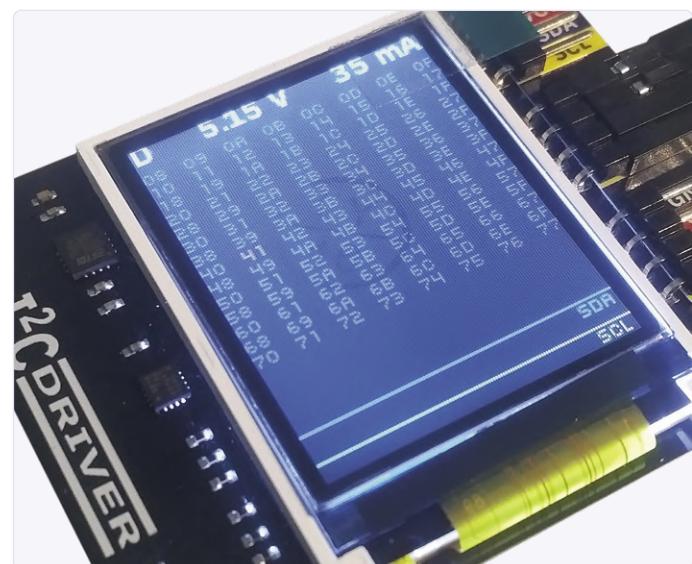


Figure 6. Une seule couleur, cela signifie qu'il n'y a qu'un seul capteur.

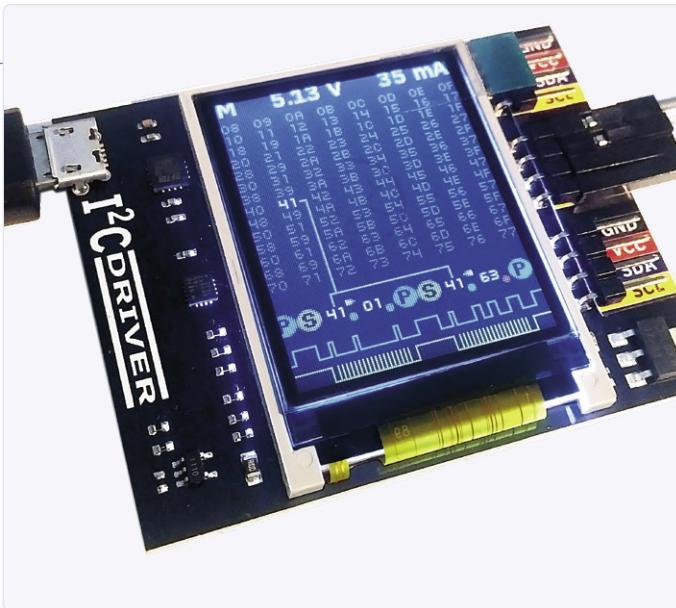


Figure 7. Les opérations du registre apparaissent sur l'afficheur de l'I<sup>2</sup>CDriver.

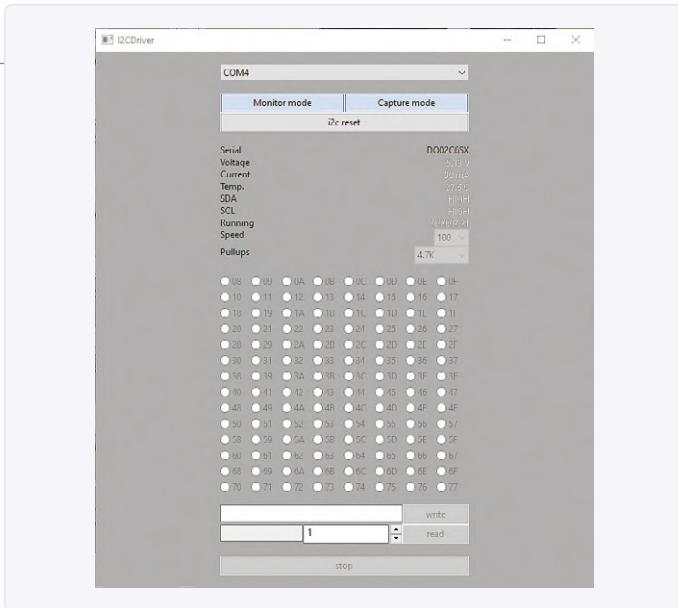


Figure 8. Le logiciel de bureau I<sup>2</sup>CDriver a un charme rustique.

```
import i2cdriver
i2c = i2cdriver.I2CDriver('/dev/ttUSB0')
d=i2cdriver.EDS.Temp(i2c)
d.read()
17.875
    d.read()
18.0

L'API de commande proprement dite est simple. Voir GitHub [2] :
```

```
class LM75B:
    def __init__(self, i2, a = 0x48):
        self.i2 = i2
        self.a = a
```

Excamera Labs implémente les pilotes matériels en utilisant l'API Python-OOP. `self` est un pilote requis par la spécification du langage, tandis que `i2` est un objet pilote I<sup>2</sup>C. Enfin, `a` est l'adresse du capteur. Les informations du registre sont ensuite lues selon le schéma suivant :

```
def reg(self, r):
    return self.i2.regrd(self.a, r, >>h)

def read(self):
    return (self.reg(0) >> 5) * 0.125
```

Il existe une commande associée à `i2cdetect` qui, lorsqu'elle est appelée depuis la ligne de commande Python, exécute la fonction

de scan connue d'OrangePi et compagnie.

J'attire l'attention du lecteur sur la documentation [3] qui explique l'I<sup>2</sup>C-API ainsi que le protocole de communication physique. Quelqu'un qui connaît l'API FTDI comme sa poche peut également accéder directement à l'I<sup>2</sup>CDriver.

## Conclusion

La révélation de l'I<sup>2</sup>CDriver ne vient pas tout de suite, c'est un de ces produits dont on ne capte pleinement l'essence qu'après une certaine période de contemplation. Après ça, impossible de s'en passer. Qu'il soit utilisé pour une analyse rapide de l'activité d'un réseau I<sup>2</sup>C ou pour la mise en service d'un capteur, cette carte fournit une aide précieuse. Le prix est raisonnable compte tenu du temps gagné, dommage qu'il n'y ait pas de mode autonome. ─

200148-03 VF

## LIENS

- [1] **logiciel** : <https://i2cdriver.com/>
- [2] **API de commande** : <https://github.com/jamesbowman/i2cdriver/blob/master/python/lm75b.py>
- [3] **documentation** : <https://i2cdriver.com/i2cdriver.pdf>



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

► **I<sup>2</sup>CDriver Core:** [www.elektor.fr/i2cdriver-core](http://www.elektor.fr/i2cdriver-core)

# écran tactile portable Joy-View 13 de JOY-iT

**Harry Baggen** (Pays-Bas)

Essayez donc de trouver un petit moniteur de qualité facile à transporter. Ce n'est pas facile, l'offre est limitée. Les choses s'arrangent avec le Joy-View 13. Grâce à ses ports HDMI et USB-C, il peut être connecté à presque tous les appareils modernes. J'ai testé cet écran de 33 cm de diagonale (13 pouces) en combinaison avec différents ordinateurs.

Avec un ordinateur portable, un deuxième moniteur est parfois très utile. Le problème n'est pas tant le prix de ces petits moniteurs, ni la variété des modèles, mais leur portabilité. Vous voulez un écran compact, tactile et, de préférence, pas alimenté par le secteur. Ce sont exactement les propriétés de l'écran Joy-View. Fin, robuste, alimenté au choix par le secteur, par un ordinateur portable ou une batterie. Par l'USB-C, il peut être connecté aux ordinateurs portables et aux téléphones tactiles les plus récents.

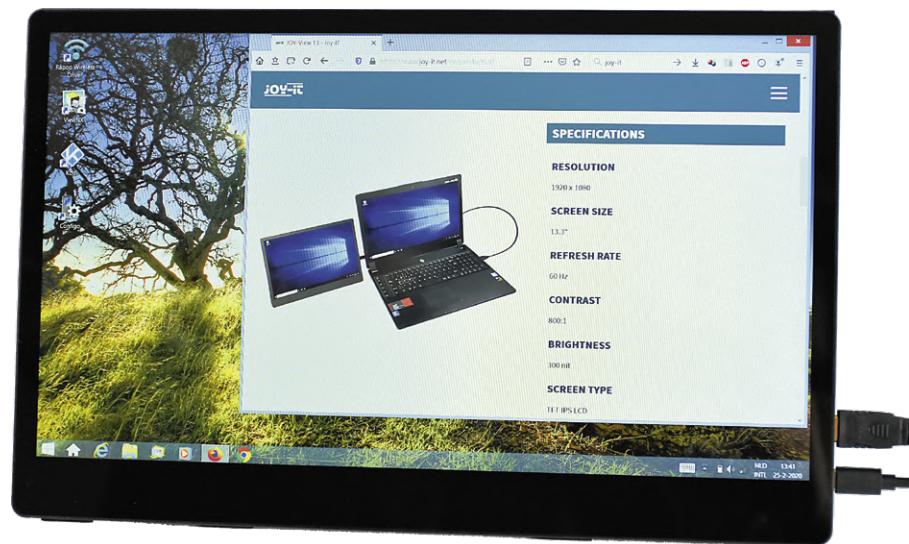


Figure 1. L'écran tactile portable Joy-View 13 de JOY-iT.

## Déballage

Au déballage, vous avez l'impression de tenir une tablette entre les mains. Une grande tablette. Le boîtier de l'écran est en aluminium anodisé noir, de finition soignée. L'épaisseur de la plus grande partie de cet écran ne dépasse pas 5 mm. La base, où se trouvent toutes les connexions et probablement aussi l'électronique, est légèrement plus épaisse (9 mm). L'écran est livré avec un étui en plastique assorti (*smart case*), avec une fixation magnétique sur deux bords qui tient plutôt bien. Cette housse sert également de support, vous pouvez la fixer au dos (également magnétique) et en déplier la partie inférieure. Quatre solides petits plots antidérapants empêchent le moniteur de glisser.

Dans la partie inférieure plus épaisse sur la gauche, on trouve un bouton marche/arrêt, un inverseur à bascule pour appeler le menu de réglage et un connecteur d'alimentation USB-C. Sur la droite, un connecteur mini-HDMI, un connecteur USB-C pour l'alimentation et pour les données, et enfin un connecteur jack 3,5 mm pour casque audio. Dans le socle, il y a également quelques événements pour les deux haut-parleurs intégrés. Couverture comprise, l'écran pèse un peu plus d'un kilo. Pas vraiment léger, mais l'objet laisse une impression de solidité.

Le Joy-View 13 est livré avec un grand nombre de câbles et adaptateurs : HDMI/miniHDMI, USB-C/USB-C, USB-A/USB-C, HDMI/miniHDMI, secteur... et enfin un chiffon de nettoyage.

Le moniteur lui-même a une diagonale de 33 cm (13,3 pouces). La résolution est Full HD, soit 1920 x 1080 pixels. Les reflets de la surface ne passent pas inaperçus, ils sont inévitables avec un écran



Figure 2. Les connexions sur le côté droit (en haut) et gauche (en bas) du Joy-View 13.



Figure 3. L'arrière du boîtier. La partie striée est l'étui magnétique.



Figure 4. L'écran avec le smart case déployé.



Figure 5. L'étui dit «smart case», déplié à l'arrière, se transforme opportunément en support pour l'écran.

tactile. L'angle de vue de l'écran IPS est bon dans toutes les directions. Plus votre angle de vision est désaxé, plus l'image perd en luminosité, mais la fidélité des couleurs reste raisonnable. L'image paraît bien contrastée et la luminosité maximale est assez bonne à 300 Cd/m<sup>2</sup>, comparable à celle de mon moniteur standard et de celle de mon ordinateur portable. Pas de problème, que vous soyez dans une pièce très éclairée ou à l'ombre, mais je ne l'utiliserais pas en plein soleil. La reproduction des couleurs est bonne ; la saturation m'a semblé un peu forte, ce qui peut toujours être réglé dans les paramètres du menu. Celui-ci offre un certain nombre de possibilités, mais la manipulation de l'inverseur pour activer le menu est malcommode. Il faut enfonce le bouton assez profondément. De ce fait, on se trompe facilement dans le menu. Heureusement, vous n'aurez plus guère besoin de ce menu une fois que tout sera réglé à votre convenance.

### Options de connexion

Deux ports USB-C et un port mini-HDMI permettent au Joy-View 13 de se brancher à divers appareils, du PC au téléphone tactile. J'ai essayé quelques combinaisons que je vais décrire après avoir parlé d'abord des modalités d'alimentation de ce moniteur portable. On peut l'alimenter via les deux ports USB-C ; le connecteur de gauche ne convient qu'à l'alimentation tandis que le connecteur de droite peut être utilisé à la fois pour l'alimentation et les données. La source pourra être l'adaptateur fourni ou une batterie. Un des câbles fournis peut être utilisé pour les connecter. Par le port USB3, ce moniteur peut aussi fournir de l'énergie à un autre appareil. Venons-en à la dalle tactile. Pour l'utiliser, l'écran doit être connecté à un téléphone ou une tablette moderne ou à un ordinateur par une connexion USB-C (le fabricant fournit un aperçu des appareils compatibles, également disponible sur le site). Une autre possibilité consiste à connecter un ordinateur (portable) ou un Raspberry Pi au moyen d'une double connexion : vidéo par HDMI et dalle tactile par USB. C'est possible avec Windows 8/10, mais aussi avec Raspbian sur le RPi.

J'ai d'abord connecté l'écran à mon PC de bureau avec Windows 10. Cela s'est fait sans aucun problème par le câble HDMI, l'alimentation étant assurée par l'adaptateur fourni. Je n'ai pas connecté l'écran tactile, puisque ce n'est pas pratique dans une configuration où le bureau est partagé entre deux écrans, mais où un seul écran est tactile.

La combinaison suivante (excellent) combinait le Joy-View 13 et mon ordinateur portable Windows 8. Après avoir branché le câble HDMI et le câble USB-C à un connecteur USB3 de mon ordinateur portable, j'ai immédiatement eu des images avec en plus la fonction tactile. Cela a très bien fonctionné, l'écran réagit directement au toucher et Windows 8 – tout comme Windows 10 – est bien préparé à l'utilisation d'un écran tactile.

La dernière combinaison associait un Raspberry Pi 3B avec une version à jour de Raspbian, connecté au Joy-View 13 par deux câbles. Ici aussi, l'écran tactile a fonctionné directement sous Raspbian sans aucun réglage. Je n'ai eu de problèmes qu'avec l'alimentation de l'écran. Avec une résolution plus faible, le RPi semble à même de fournir (juste) assez de puissance à l'écran par le port USB, mais à pleine résolution, ça a si mal fonctionné que j'ai dû brancher l'adaptateur secteur. Ensuite tout a bien fonctionné !



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **écran tactile Joy-View 13 de JOY-iT**  
[www.elektor.fr/joy-it-joy-view-13-touchscreen](http://www.elektor.fr/joy-it-joy-view-13-touchscreen)

J'ai également tenté de connecter l'écran à une tablette assez récente avec un connecteur USB-C. Malheureusement cela n'a pas fonctionné. Ce n'est pas surprenant, puisque JOY-iT ne mentionne pas ce modèle sur la liste des appareils compatibles.

## Conclusion

La finition de l'écran tactile portable Joy-View 13 est parfaite. L'image est excellente. Cet écran convient pour de nombreuses applications et combinaisons d'ordinateurs, grâce à la dalle tactile capacitive intégrée, aux connexions polyvalentes et aux diverses options d'alimentation. Si vous recherchez un présentoir compact et facile à transporter, c'est un excellent choix.

Et si vous préférez une version plus grande de moniteur, choisissez la version de (presque) 40 cm de diagonale (15,6 pouces) : le Joy-View 15. ↗

200169-02 VF



Figure 6. Le Joy-View 13 est ici connecté à un Raspberry Pi 3B sous Raspbian.

## LIEN

[1] **infos & appareils compatibles** : <https://joy-it.net/en/products/JT-View13>

Publicité

**Vous souhaitez publier votre montage dans le magazine ?**

Rendez-vous sur la page du labo d'Elektor : [www.elektormagazine.fr/labs](http://www.elektormagazine.fr/labs) pour y enregistrer votre projet.

Cliquez sur « Créez un projet ». Connectez-vous (créez un compte gratuit si vous n'en avez pas encore). Remplissez les différents champs du formulaire.

Votre proposition de montage sera examinée par l'ensemble des rédacteurs du magazine. Si votre projet est retenu pour sa publication dans le magazine, un rédacteur prendra contact avec vous pour vous accompagner dans la rédaction de l'article.

**Labo d'Elektor : [www.elektor-labs.com](http://www.elektor-labs.com)**

Découvrir, créer et partager... l'électronique !

**ÉTAT DU PROJET**

- TOUT
- PROPOSITION (743)
- EN COURS (41)
- TERMINÉ (330)
- BROUILLON (1)

**DATE DE PUBLICATION**

- TOUT
- CETTE SEMAINE (6)
- CE MOIS-CI (18)
- CETTE ANNÉE (160)
- PLUS D'UN AN (1115)

# convertisseur élèvateur à **LED** pour µC

Avec un seul composant très bon marché !!

Martin Heine (Allemagne)

Avez-vous essayé de connecter une LED blanche à un µC alimenté sous 3 V. C'est décevant, la belle LED blanche, si elle s'allume, ne brille que faiblement... Or il suffit d'un composant pour résoudre astucieusement ce problème pour trois fois rien.

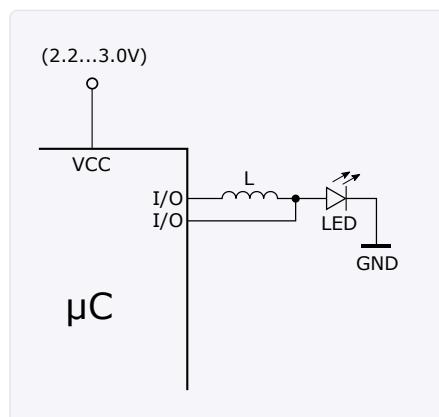


Figure 1. Circuit du convertisseur élèvateur de tension pour et à LED.

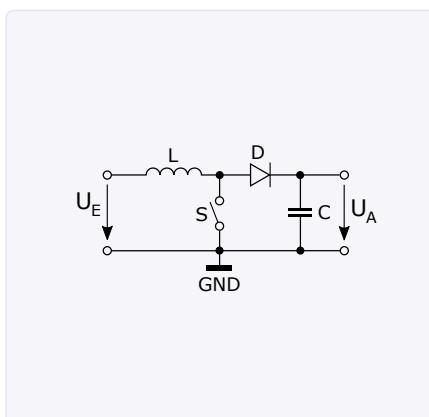


Figure 2. Circuit du convertisseur élèvateur de tension.

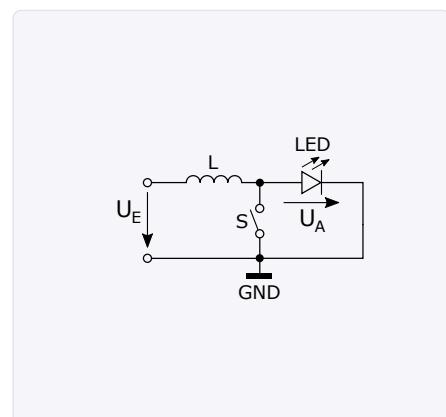


Figure 3. C'est une LED qui remplace diode et condensateur.

En revanche, avec des LED rouges ou vertes, ça marche bien. Pour comprendre, il suffit de jeter un coup d'œil à la fiche technique : la tension directe typique d'une LED blanche est de 3,2 V. Les 3 V à la sortie du µC sont insuffisants pour cette LED. On lit souvent dans les forums qu'un convertisseur élévateur (*boost converter*) permet d'obtenir cette tension plus élevée que l'on commute alors avec un transistor. C'est lourd juste pour alimenter une LED, non ?

Il y a plus simple, avec un seul composant bon marché de plus : une inductance, disponible pour quelques centimes. Installée au bon endroit et commandée comme il faut, elle permet à la LED de donner une vive lumière blanche, déjà à partir de 2,5 V de tension d'alimentation du µC. Ce n'est pas de la magie, mais de l'électronique !

Le circuit (**fig. 1**) est un convertisseur élévateur dont nous allons dévoiler le mystère. Ne me demandez pas cependant pourquoi certains imaginent qu'un tel circuit marche mieux si on utilise le mot *booster* pour le désigner.

## Principe de l'élévateur de tension

Une inductance  $L$  (bobine), à laquelle est appliquée la tension d'entrée  $U_E$ , est mise à la masse par un interrupteur  $S$  à l'autre extrémité. Dès lors il circule un courant dans  $L$ , dont l'intensité augmente lentement en engendrant un champ magnétique (c'est le propre des bobines). Si après un certain temps on ouvre l'interrupteur  $S$ , le champ magnétique s'effondre et donne naissance dans la bobine à une tension dite d'induction (**fig. 2**). C'est le principe bien connu de la bobine d'allumage d'un véhicule.

Cette tension induite est ajoutée à la tension d'alimentation. Ainsi, la tension  $U_A$  appliquée à la diode  $D$  est plus élevée que la tension d'alimentation avec laquelle est chargé le condensateur  $C$ . Si l'interrupteur  $S$  est refermé, le processus se répète. Or, puisqu'une LED est par nature une diode, la diode  $D$  peut être remplacée ici par une LED (**fig. 3**). Laquelle peut être reliée directement au potentiel GND. Comment mettre en œuvre ce principe d'élévation pour une LED avec un µC ? En utilisant habilement les différentes configurations possibles de ses ports ! Les entrées/sorties (E/S) d'un µC peuvent en effet être utilisées soit en mode *push-pull* soit en mode *drain ouvert*. En *push-pull*, un niveau logique de sortie haut (1) se traduit par le potentiel d'alimentation  $V_{CC}$  sur la broche du port concerné, tandis qu'au niveau logique bas (0) corres-

pondra sur cette broche le potentiel de masse GND (**fig. 4**). En mode drain ouvert, quand le niveau logique est haut (1), la sortie concernée n'a pas de potentiel défini (la sortie est ouverte, tout comme l'interrupteur  $S$  ci-dessus), tandis que pour un niveau logique bas (0) le potentiel sur la broche de sortie est celui de GND.

L'inductance dépend à la fois de la fréquence de commutation, de l'intensité du courant et des tensions d'entrée et de sortie. Dans la plupart des fiches techniques des commutateurs éléveurs de tension, pour déterminer l'inductance, on trouve l'approximation :

$$L = \frac{U_E \cdot (U_A - U_E)}{(\Delta I_L \cdot f_s \cdot U_A)}$$

$L$  = inductance [H],  $U_A$  = tension de sortie [V],  $U_E$  = tension d'entrée [V],

$I_A$  = Courant de sortie [A],  $f_s$  = fréquence de commutation [Hz],  $\Delta I_L$  = courant d'ondulation de l'inductance [A]

Ne vous laissez pas intimider par ce  $\Delta I_L$  (*Inductor Ripple Current*) qui n'est que la différence (symbolisée par la lettre grecque delta majuscule) d'intensité entre le courant minimum et le courant maximum de la bobine, c.-à-d. l'amplitude crête à crête du courant de la bobine variant autour du courant de sortie (**fig. 5**).

L'intensité du courant de la bobine varie toujours de quelques pourcents autour du courant de sortie. Là aussi, les fiches techniques des fabricants de commutateurs éléveurs se contentent généralement d'une approximation, parfaite pour notre convertisseur élévateur à LED :

$$\Delta I_L = 0,2 \cdot I_A(\max) \cdot \left( \frac{U_A}{U_E} \right)$$

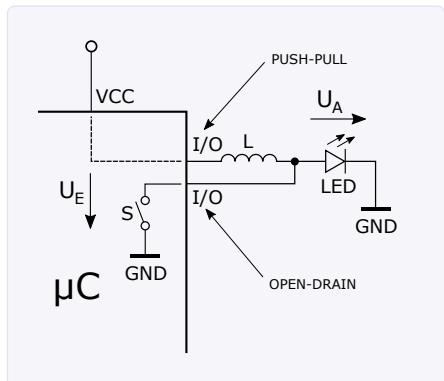


Figure 4. Paramétrage des broches du port du µC.

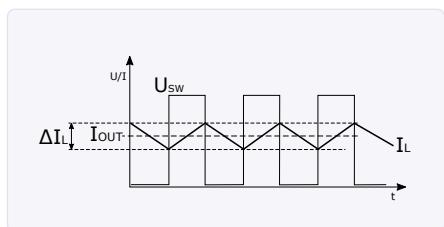


Figure 5. Courbe de la tension et du courant de commutation.

$I_A(\max)$  est l'intensité maximale du courant de sortie autorisé à travers la LED. La fiche technique de notre LED dit 30 mA. Si  $I_A(\max) = 30 \text{ mA}$  et si  $U_A = 4 \text{ V}$  pour la tension de sortie et  $U_E$  (tension d'entrée) = 2,5 V, alors la différence  $\Delta I_L = 9,6 \text{ mA}$ . D'où il résulte une inductance  $L$  de 97,66 µH pour une fréquence de commutation  $f_s$  de 1 MHz selon la formule ci-dessus.

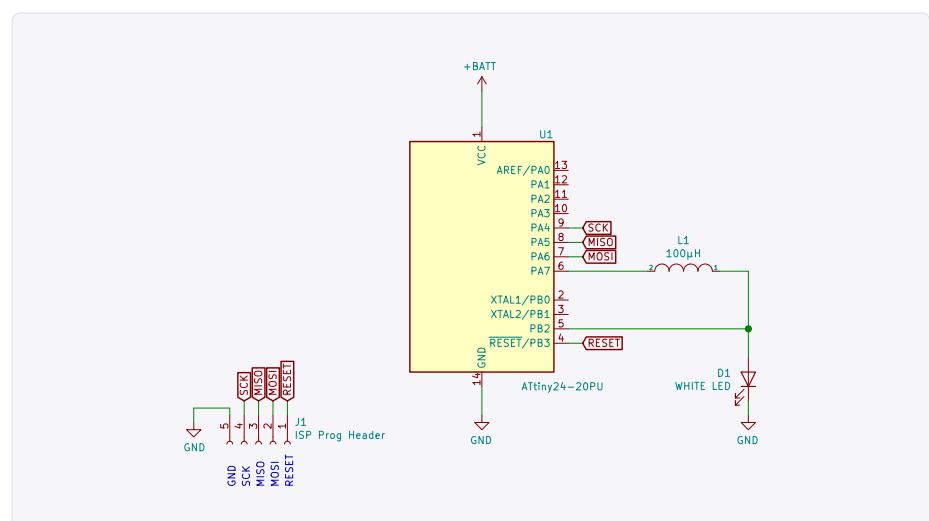


Figure 6. Circuit du dispositif de test du convertisseur élévateur à LED.



Figure 7. Installation de test du convertisseur élévateur à LED.

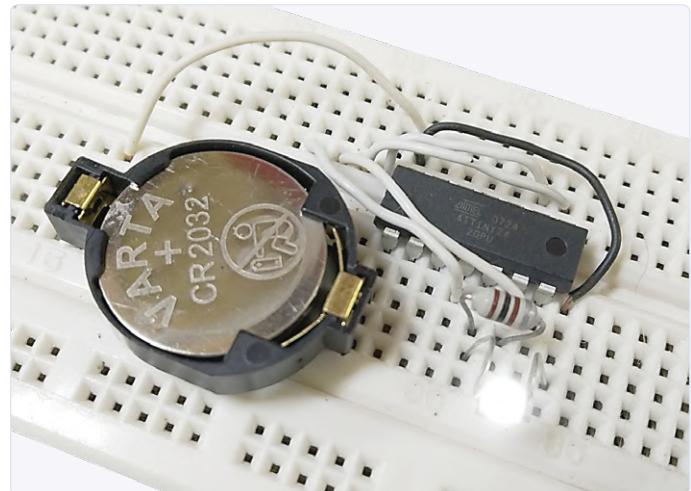


Figure 8. Indicateur à LED blanche alimentée par pile de 3 V.

Les bobines de 100 µH ne coûtent que 10 cents la douzaine. On en trouve différents modèles. Pour une petite LED blanche avec un courant maximum typique de 30 mA, le modèle SMD 0805 convient.

### Un proto pour tester

Sur une plaque d'essai, nous insérons une LED blanche en boîtier PLCC-4 soudée à deux fils. Sa tension directe est de 3,2 V, son courant direct de 30 mA. On prend un µC qui traîne... tiens, cet AVR ATtiny24 par exemple et une self de choc de 100 µH (**fig. 6 & 7**). Le µC est relié à un programmeur par ses broches RESET, MOSI, MISO, SCK et GND. Une alim de labo réglable alimente le circuit entre 2 et 3 V.

### Programmation de l'élévateur de tension

Si toutes les connexions nécessaires sont correctement branchées, vous pouvez commencer à programmer l'ATtiny24. Le signal carré peut être émis par un µC de différentes manières. Soit par modulation de largeur d'impulsion (MLI ou PWM), soit par basculement des broches de sortie. C'est ce que nous faisons ici par souci de simplicité. Pour l'élévateur, l'interrupteur relie la sortie à la masse. Il faut donc que la sortie correspondante du µC soit réglée tour à tour en mode à drain ouvert puis *pull-down* (sortie forcée au niveau bas). C'est une boucle de programme qui s'en charge directement et sans retard. Avec un ATtiny cadencé par une horloge de 8 MHz, on aura une fréquence d'environ 1 MHz.

Pour passer l'horloge interne par défaut de 1 à 8 MHz, le *fusible de configuration CKDIV8*

— activé par défaut — devra être désactivé ici. Par exemple avec le programme *avrduude* :

```
avrduude -U lfuse:w:0xEA:m
```

Pour obtenir un clignotant classique avec une LED blanche *boostée* par inductance, il suffit d'insérer la boucle d'amplification (c'est-à-dire celle qui assure l'alternance drain ouvert /

forçage du niveau bas) dans une deuxième boucle qui elle commutera la broche d'alimentation ( $U_E$ ) (**fig. 8**). C'est ça l'électronique magique !

190361-02

### Code du convertisseur élévateur de tension à LED

```
#define F_CPU 8000000UL // 8 MHz

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

int main(void)
{
    unsigned long int i;

    while (1)
    {
        PORTA |= (1<<PA7);                                // LED ON
        DDRD |= (1<<DDA7);                                // Boucle d'élévation
        for(i=0; i<=400000; i++)
        {
            DDRB |= (1<<DDB2);                            // DDRB à drain ouvert
            DDRB &= ~(1<<DDB2);                            // Forçage au niveau bas
        }
        PORTA &= ~(1<<PA7);                                // LED éteinte
        _delay_ms(500);
    }
}
```

# lave-linge expérimental à ultrasons

**Andrey M. Shustov** (Russie) et **Michael A. Shustov** (Allemagne)

Des techniques avancées d'économie d'énergie permettent de disposer d'un appareil domestique de lavage à ultrasons, obtenu dans un volume de liquide avec des ondes de compression et de déplétion périodiques. Celles-ci se propagent dans l'eau, un milieu pratiquement incompressible. Les vêtements et autres objets à nettoyer placés dans un tel liquide sont soumis à des effets hydro-acoustiques intensifs. Les ondes hydro-acoustiques provoquent l'apparition de bulles de gaz ultramicroscopiques qui contribuent à la séparation des particules de saleté des vêtements ou d'autres objets ainsi «lavés». En se formant puis en disparaissant, ces bulles entraînent la formation d'ozone, connu pour stériliser les tissus.

L'avantage du lavage par ultrasons est de ne pas déformer ni user les tissus ; même les habits en laine et le linge fin peuvent être lavés sans dommage. Cette forme de lavage et de désinfection s'applique aussi aux légumes et aux fruits pour leur mise en conserve, ainsi que pour désinfecter l'eau.

Le circuit d'un dispositif expérimental de lavage par ultrasons de puissance moyenne (**fig. 1**) est constitué d'une source d'alimentation (IC2), de deux oscillateurs interconnectés fonctionnant à 10 kHz et 1 MHz (IC1), d'un étage de sortie basé sur le transistor de puissance T1 et d'un émetteur d'ultrasons relié aux points C et D.

L'alimentation du prototype n'est pas régulée et est conçue pour une consommation d'environ 3 W max., ce qui devrait suffire pour un volume de 10 à 25 l. Une commande en douceur de la puissance de sortie est bienvenue. C'est pourquoi une source de courant constant réglable entre 25 et 1000 mA est connectée entre les points A et B. La **figure 2** montre une alternative : une source de tension constante réglable de 5 V à environ 13 V.

L'oscillateur en rafales est construit avec un banal circuit CMOS CD4011. Pour faire correspondre la fréquence de l'oscillateur à la fréquence de résonance de l'émetteur d'ultrasons, il est nécessaire d'ajuster les valeurs des éléments R-C dans l'oscillateur haute fréquence, c'est-à-dire IC1.3/IC1.4. Le régulateur IC2 et le transistor T1 doivent tous deux être refroidis par un radiateur.

Il faut choisir un émetteur d'ultrasons qui puisse être imperméabilisé afin d'obtenir la propagation optimale de l'énergie ultrasonore dans le liquide. Comme émetteur d'ultrasons, on utilise généralement les céramiques piézoélectriques (titanate de baryum et titanate de strontium), les émetteurs à noyau de ferrite ou de permalloy, les plaques piézoélectriques, etc.

Ce projet se prête à l'expérimentation. On pourrait p. ex. obtenir des oscillations ultrasonores en faisant passer des impulsions de courant dans l'eau à l'aide d'une paire d'électrodes très rapprochées reliées

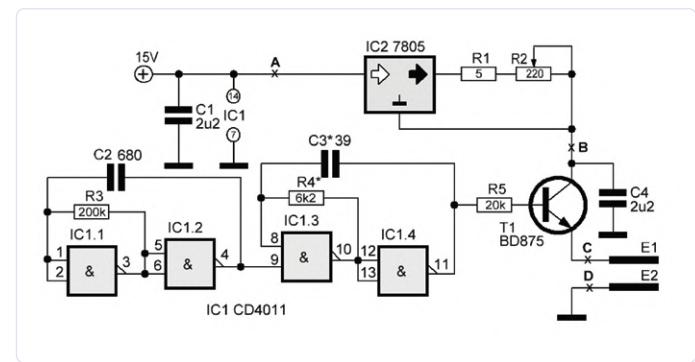


Figure 1. Dispositif expérimental de lavage par ultrasons.

aux points A et B de l'appareil. Le passage périodique d'impulsions de courant entre les électrodes (en alu) entraînera une modulation acoustique du milieu liquide stimulée électriquement.

Même si l'est expérimental, ce circuit doit présenter une isolation fiable par rapport au réseau électrique. La cuve doit être située à distance des objets mis à la terre et disposée sur un sol sec.

Les principes du lavage avec un appareil à ultrasons sont les suivants :

- poudre à lessiver dans la solution de lavage : suivre les recommandations pour le lavage manuel ;
- température de l'eau : environ 65 °C ;
- Le tissu doit flotter librement et doit être remué de temps en temps avec une pince en bois.

Il est recommandé de savonner les zones très sales. Le lavage dure 30 à 40 minutes ou plus selon la puissance et l'efficacité de l'activateur à ultrasons.

Les vêtements peuvent également être rincés à l'aide d'un appareil de lavage à ultrasons. L'utilisation optimale de l'appareil est obtenue après plusieurs lavages. ►

200237-02

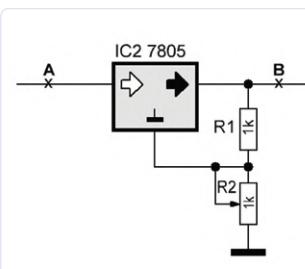


Figure 2. Source de tension réglable pour le lavage par ultrasons.

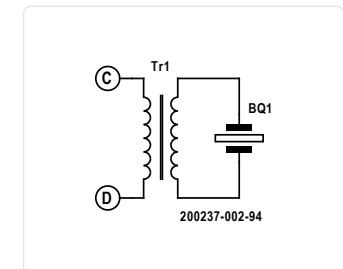


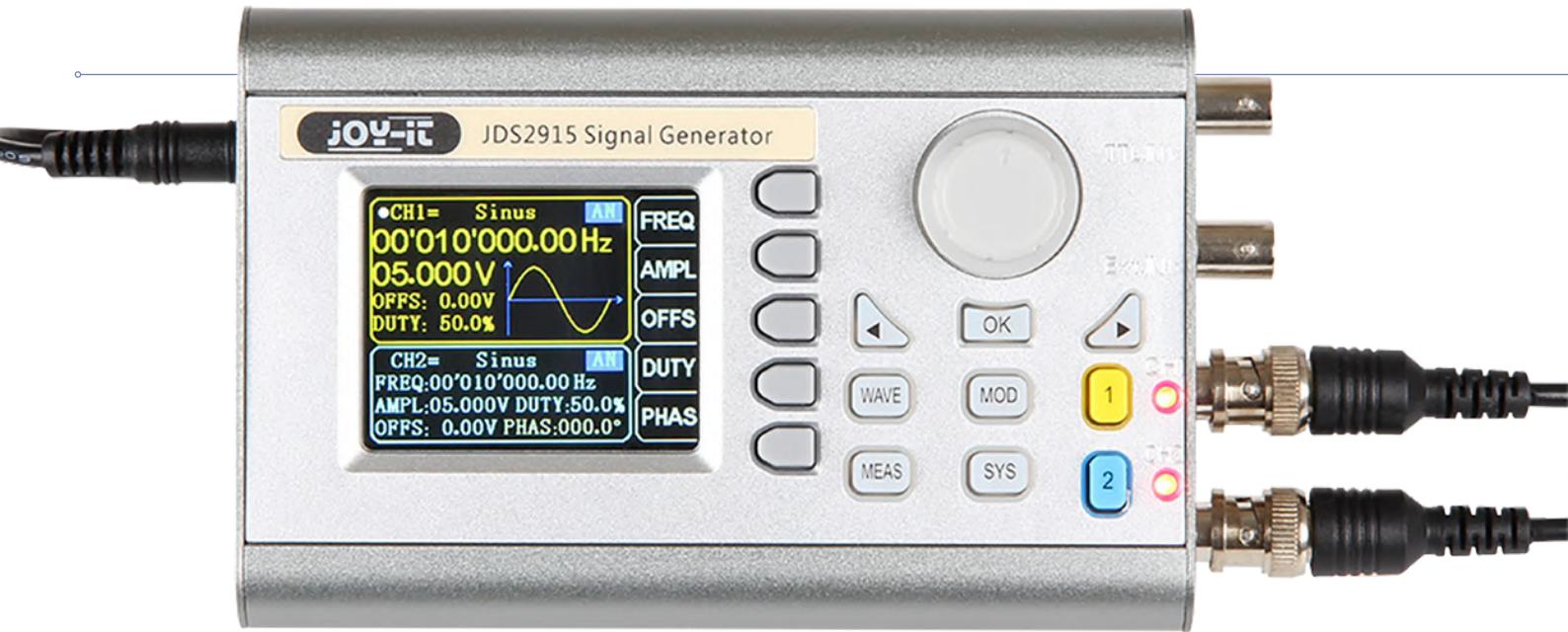
Figure 3. Circuit de l'émetteur d'ultrasons. L'étanchéité de l'appareil et des connexions doit être parfaite.



@ WWW.ELEKTOR.FR

➤ Livre : **Electronic Circuits For All**

[www.elektor.fr/electronic-circuits-for-all](http://www.elektor.fr/electronic-circuits-for-all)



# générateur de signaux Joy-iT JDS2915

2 voies + fréquencemètre

**Thomas Scherer** (Allemagne)

Joy-iT propose un générateur de signaux à deux voies qui délivre diverses formes d'ondes à des fréquences jusqu'à 15 MHz, mais coûte moins de... 100 €. Pour de nombreuses applications, cette version limitée à 15 MHz devrait faire l'affaire. Une supposition que je vous propose de vérifier.

Joy-iT propose un générateur de signaux à deux voies référencé JDS2915. Il délivre diverses formes d'ondes à des fréquences jusqu'à 15 MHz, mais coûte moins de... 100 €. C'est une version meilleur marché de leur géné JDS6600 qui monte à 60 MHz. Pour de nombreuses applications, cette version 15 MHz devrait faire l'affaire. Une supposition que je vous propose de vérifier.

Il y a quelques mois, mon collègue Harry Baggen testait le géné Joy-iT JDS6600, grand frère du JDS2915. L'appareil l'avait déçu par son boîtier en plastique bon marché. Il serait ravi de poser ces doigts sur ce nouveau modèle, plus petit, moins cher et moins ambitieux en fréquence, mais logé dans un coffret en profilé d'aluminium plus robuste. Par ailleurs, le JDS6600 qu'il a examiné [1] possède les mêmes caractéristiques que le JDS2915 du présent banc d'essai, à l'exception donc de sa bande passante et de son boîtier. Je vous invite à lire son banc d'essai, ce qui m'évitera la répétition des caractéristiques communes en me permettant de me concentrer sur d'autres aspects de l'appareil.

## Déballage

Dans l'emballage (fig. 1), en plus du géné proprement dit dans son boîtier métallique, j'ai trouvé deux câbles BNC avec pinces

crocodiles pour les deux sorties de signaux, un câble court avec des fiches BNC aux deux extrémités pour la connexion à d'autres appareils, et un câble USB 2.0 avec une fiche USB-A et USB pour commander le générant depuis un PC, un adaptateur secteur muni d'un fil terminé par une fiche cylindrique (5 V/2 A) et enfin un *manuel*. Un *manuel*? Non, ce n'est qu'un *manuelli*, puisque le livret trilingue (allemand, français et anglais) ne comporte que deux pages par langue. Un mode d'emploi plus complet est disponible sur le site de Joy-iT [2] (anglais & allemand). Vous pouvez également télécharger une fiche technique et le logiciel PC permettant de commander le générant à distance (avec certaines instructions d'installation).

Ce document au format A5 se contente d'indiquer (fig. 2) quel bouton fait quoi. D'ailleurs, la disposition des connecteurs d'entrée et de sortie sur le flanc droit du coffret en alu et non sur le panneau avant comme sur le JDS6600 me déplaît. À part ça, du point de vue de l'opérateur, il n'y a pratiquement aucune différence entre les deux. Les boutons de commande sont montés un peu plus bas sur le JDS2915 et le codeur rotatif se trouve directement au-dessus. Sur le JDS6600, ce bouton a été déplacé vers la droite.

Avant de l'essayer, je craignais que l'appareil soit trop léger et qu'il

faille l'immobiliser d'une main pour appuyer sur les boutons de l'autre. Crainte confirmée, faute de plots en caoutchouc sous le boîtier pour l'empêcher de glisser.

### Caractéristiques principales du JDS2915 :

- Alimentation secteur de type européen, 5 V / 2 A
- Deux sorties de signal sous impédance de  $50\ \Omega$
- Signal de sortie  $\leq 10\ \text{MHz}$  : 0 à  $20\ \text{V}_{\text{cc}}$ , par pas de 1 mV
- Signal de sortie  $> 10\ \text{MHz}$  : 0 à  $10\ \text{V}_{\text{cc}}$ , par pas de 1 mV
- Compensation : de décalage de -10 à +10 V par pas de 10 mV
- Formes d'onde de sortie : sinus, carré, triangle, impulsion, arbitraire, etc.
- Fréquence de sortie : de 0 à 15 MHz, par pas de 10 mHz
- Facteur d'utilisation (pour les impulsions et les formes d'onde triangulaires) : de 0,0 à 99,9%
- Fonctions spéciales : balayage des formes d'onde sinusoïdales et des impulsions
- Fréquencemètre : de 0 à 100 MHz
- Précision de la fréquence :  $\pm 22\ \text{ppm}$
- Stabilité de la fréquence :  $\pm 1\ \text{ppm}/3\ \text{h}$
- Stabilité de l'amplitude :  $\pm 5\% / 5\ \text{h}$
- Résolution des signaux numériques : 14 bits
- Taux d'échantillonnage du signal : 266 MS/s
- Dimensions : 145 x 95 x 55 mm (LxHxP)
- Poids : 450 g (sans alimentation)
- Consommation de courant à 5 V : max. 850 mA (mesuré)
- Affichage : afficheur LCD en couleur de 6 cm de diagonale (2,4")
- Fonctionnement : clavier, encodeur, Wi-Fi ou télécommande via USB et application PC

Contrairement aux informations données dans la fiche technique, le géné peut également fournir des impulsions avec un taux de répétition allant jusqu'à 15 MHz. L'étage de sortie ne peut pas fournir plus que  $\pm 10\ \text{V}$ . Si vous augmentez le décalage continu de sortie jusqu'au niveau positif maximum de +9,99 V, le signal de sortie est limité à 200 mV $_{\text{cc}}$ . Avec un décalage CC de -4 V p. ex., l'oscillation de sortie disponible est de 12 V $_{\text{cc}}$  max.

### Au banc...

Si vous avez déjà utilisé un générateur de signaux, le fonctionnement du JDS2915 (en dehors des signaux arbitraires) s'explique assez bien. J'ai pu produire n'importe quelle forme d'onde et ajuster la sortie sans avoir recours au manuel PDF [3]. Le manuel du logiciel [4] pour le JDS2915, n'est actuellement disponible qu'en allemand, et montre en fait une image du géné JDS6600 dans son boîtier plastique et le texte ne fait référence qu'au JDS6600. Cela me fait penser que la série JDS6600 et le JDS2915 sont, à l'exception du boîtier, des appareils techniquement largement identiques. La doc du logiciel JDS2915 pourrait avoir été écrite pour le JDS6600. Le logiciel lui-même est un programme créé avec LabView (fig. 3). Ce "langage de programmation de quatrième génération" de National Instruments est plus souvent utilisé dans un environnement professionnel de test, de mesure et de contrôle, pour des



Figure 1. Le kit complet du générateur de signaux JDS2915.

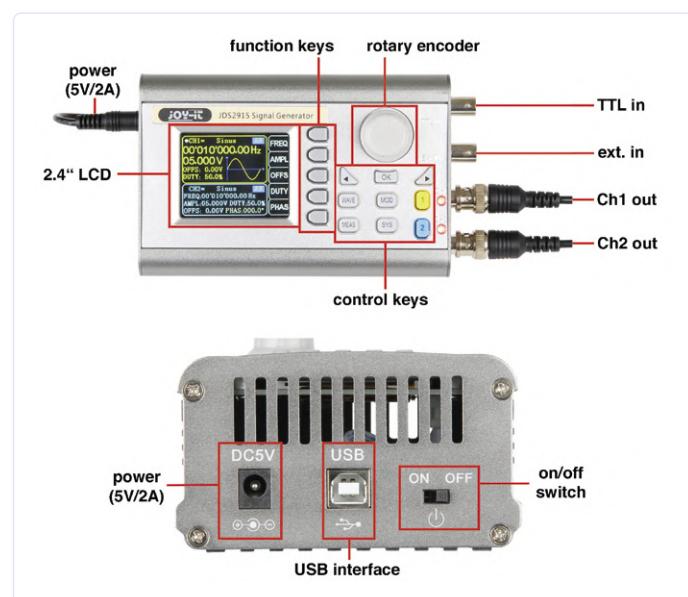


Figure 2. Disposition des prises et des commandes du JDS2915.

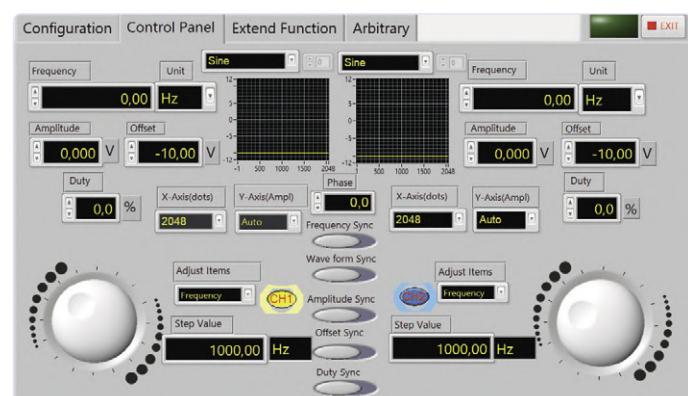


Figure 3. Le programme PC pour la commande à distance du JDS2915 utilise LabView.

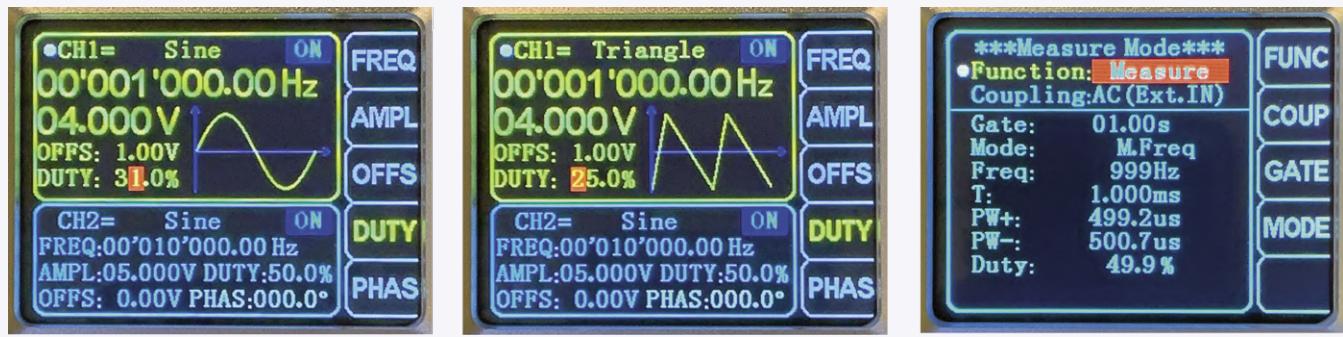


Figure 4. L'affichage selon trois modes différents : onde sinusoïdale (en haut), triangle (au milieu) et mesure de la fréquence (en bas).

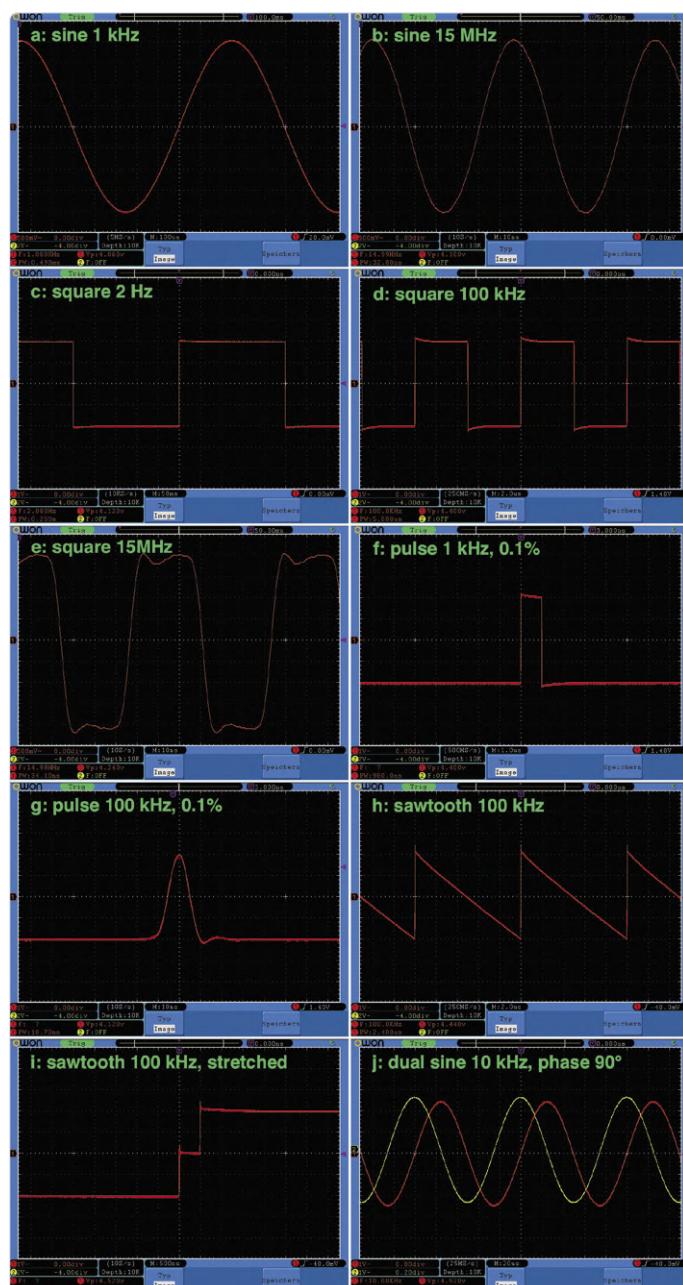


Figure 5. Formes d'onde à  $4 V_{cc}$  de sortie. 5a : onde sinusoïdale à 1 kHz ; 5b : onde sinusoïdale à 15 MHz ; 5c : onde carrée à 2 Hz ; 5d : onde carrée à 100 kHz ; 5e : onde carrée à 15 MHz ; 5f : impulsions avec un rapport cyclique de 0,1 % ; 5f : 1 kHz et 5g : 100 kHz ; 5h : onde en dents de scie ou en triangle à 1 kHz et un rapport cyclique de 0,1 % ; 5i : signal précédent avec la base de temps élargie ; 5j : deux ondes sinusoïdales de 10 kHz avec un déphasage de 90 °.

tests de production automatisés. Il existe des pilotes permettant de relier les générateurs entre eux, mais pas sur le site Joy-iT (ni des producteurs de logiciels). Par conséquent, il n'est pas possible d'intégrer le géné dans un environnement de test automatisé sous LabView. C'est dommage, ce serait une fonction géniale.

### Fonctionnement et signaux

La figure 4 montre l'affichage dans trois modes différents (il y en a d'autres). Ci-dessus, le réglage pour un signal sinusoïdal à  $4 V_{cc}$  et 1 kHz. Le décalage est de +1,0 V et "DUTY" ou le rapport cyclique n'est pas opérationnel ici ou pour la fonction de sortie en onde carrée. Le canal bleu 2 est à 10 kHz à  $5 V_{cc}$  et 0 V de décalage. Le paramètre "PHAS" = phase est intéressant ici, car vous pouvez régler un déphasage entre les deux signaux de 0 à 360 °.

Le rapport cyclique des impulsions est utile pour la fonction de sortie et est également intéressant lorsqu'il est appliqué au générateur d'onde triangulaire (centre). Le signal de sortie est triangulaire lorsque le rapport cyclique est 50 %. Le réglage du rapport cyclique modifie la forme d'onde pour produire une dent de scie. Le fréquencemètre (à droite) apparaît lorsque vous appuyez sur le bouton "MEAS". Pour les tests, je viens de mesurer le signal d'étaillonage de 1 kHz émis par mon oscilloscope. La valeur affichée oscille entre 999 Hz et 1 kHz, ce qui indique que le signal peut ne pas être parfaitement symétrique.

Sur un géné, le plus important est la qualité et la gamme des différentes formes d'onde (fig. 5). Les signaux ont une amplitude fixe de  $4 V_{pp}$  et ont été mesurés à l'aide d'un oscilloscope de 100 MHz qui fournit un taux d'échantillonnage à un seul canal de 1 Géch/s.

### Sinus

L'onde sinusoïdale (fig. 5a) semble impeccable. En regardant de plus près, j'ai vu les escaliers de la forme d'onde, mais celles-ci viennent du convertisseur A/N à 8 bits à l'entrée de mon oscillo, mais sont absentes du signal de sortie du géné. Le convertisseur N/A à 14 bits du générateur offre une résolution beaucoup plus fine. J'ai vérifié cela en étirant les axes X et Y : les marches n'apparaissent qu'avec un gain de 100 ! Même à 15 MHz, le signal fig. 5b) semble encore relativement propre, avec une distorsion faible. Même à cette fréquence, l'amplitude du signal de sortie reste relativement constante.

### Carré

Le signal carré à 2 Hz (couplé en courant continu) (fig. 5c) est donné pour  $4,12 V$  parce que l'amplificateur d'entrée de mon oscillo n'est pas calibré. En fait, c'est  $4,03 V$  ! À 100 kHz, il y a de légers dépassements sur les fronts montants et descendants (fig. 5d) : pas beau, mais acceptable. À 15 MHz, (fig. 5e) la largeur de bande de l'ampli-

ficateur de sortie analogique est limitée, mais le signal est encore approximativement carré.

## Impulsions

L'impulsion avec un rapport cyclique de 0,1 % à 1 kHz (**fig. 5f**) a une largeur de 980 ns, soit une erreur de 2 %. Aux fréquences supérieures à 100 kHz, l'impulsion la plus courte obtenue avec un rapport cyclique de 0,1 % n'est plus très propre avec toutes ses composantes de fréquence supérieure filtrées par la bande passante de l'amplificateur. La largeur d'impulsion est d'environ 10 ns, mesurée à mi-hauteur de l'amplitude de crête (**fig. 5g**). À des fréquences supérieures à 1 MHz, l'amplitude du signal de sortie baisse et tombe à environ 2 V au-delà de 10 MHz. Cela n'est pas surprenant, puisque le taux d'échantillonnage du générateur de 266 MHz donne une résolution d'un peu moins de 4 ns. Contrairement aux informations sur la fiche technique, vous pouvez obtenir des impulsions à une fréquence de répétition jusqu'à 15 MHz.

## Triangle

**La figure 5h** montre un signal de sortie triangulaire de 100 kHz dont le rapport cyclique est réglé à 0,1 %, de sorte qu'il produit effectivement une forme d'onde en dents de scie. Un léger dépassement apparaît sur les fronts ascendants. Si vous élargissez la base de temps horizontale de cinq (**fig. 5i**), vous pouvez voir des escaliers dans le front ascendant. Avec un rapport cyclique de 0,0 %, ils disparaissent complètement pour donner une forme d'onde en dents de scie parfaite.

## Déphasage

Il est utile de disposer de deux signaux de sortie indépendants, verrouillés, mais avec un déphasage réglable. Les formes d'onde (**fig. 5j**) sont à 10 kHz (5 V<sub>cc</sub>) déphasées de 90 ° l'une par rapport à l'autre. Si votre oscilloscope dispose d'entrées X-Y, ces signaux déphasés dessineront des figures de Lissajous sur l'écran.

## Conclusion

Finalement, je n'aurais qu'une petite réserve concernant le coffret, certes en profilé d'aluminium, plus robuste et offrant un meilleur blindage électrique et une meilleure dissipation de la chaleur qu'un boîtier en plastique, mais somme toute trop léger avec ses 450 g. Mon bon vieux géné de fonctions (**fig. 6**) pèse 2,5 kg (c'est surtout le transformateur) et lui ne glisse pas sur la paillasse quand j'appuie sur un des boutons. J'ai déjà dit que je préférerais les prises BNC montées en façade, mais je peux imaginer des circonstances où leur disposition sur les flancs est un avantage.



Figure 6. À titre de comparaison : Mon fidèle vieux géné de fonctions, partiellement analogique, avec peut-être un XR2206 caché quelque part.

Techniquement, il n'y a pas lieu de se plaindre de ce générateur de signaux avec son fréquencemètre intégré. Les signaux sont étonnamment propres – bien meilleur que ceux de mon ancien géné. Un appareil offrant une bande plus large semble toujours préférable en théorie, mais en pratique, personnellement, je n'ai que rarement besoin d'une fréquence de signal supérieure à 10 MHz. Quant à la commande à distance par le PC, c'est un bonus. Dans cette fourchette de prix, on ne s'attendrait pas à une fonction de pilotage LabView incluse. En une phrase : pour un peu moins de 100 € (pour les membres Elektor), ce générateur de fonctions offre un excellent rapport qualité/prix. 

200143-02 VF



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **Générateur de signaux Joy-iT JDS2915**  
[www.elektor.fr/joy-it-jds2915-signal-generator-15-mhz](http://www.elektor.fr/joy-it-jds2915-signal-generator-15-mhz)

## LIENS

- [1] **banc d'essai du générateur de signaux JDS6600** : [www.elektormagazine.fr/news/banc-d-essai-generateur-de-fonctions-dds-joy-it-jds6600](http://www.elektormagazine.fr/news/banc-d-essai-generateur-de-fonctions-dds-joy-it-jds6600)
- [2] **site de Joy-iT** : <https://joy-it.net/en/products/JT-JDS2915>
- [3] **manuel JT-JDS2915 (PDF - anglais)** : <http://joy-it.net/en/products/JT-JDS2915>
- [4] **instructions de configuration du NI VISA (PDF en allemand)** : <http://joy-it.net/files/files/Produkte/JT-JD6600/JT-JDS-Software-Anleitung.pdf>

# feux tricolores en assembleur PIC

Andrew Pratt (Royaume-Uni)

Voici la programmation en assembleur PIC d'un ensemble de feux de circulation composé de six LEDs pour représenter les deux ensembles de feux rouge-jaune-vert (**fig. 1**). Le tout imite la signalisation des chantiers routiers pour le trafic alterné sur une seule voie.

À la mise sous tension, les deux feux seront au rouge pendant 10 s. Ensuite, le feu A passe au rouge et au jaune pendant 2 s puis au vert. Au bout de 20 s, le feu A passe au jaune pendant 5 s, puis au rouge. Les deux jeux de lumières resteront au rouge pendant 10 s avant que le feu B ne reproduise la séquence. Ce cycle se répétera jusqu'à ce que l'alimentation soit coupée. En plus de cela, nous avons un signal de validation générale de la séquence lumineuse - si le niveau de ce signal est bas, la séquence s'arrête au double rouge suivant. Le signal d'activation doit être haut pendant toute la période de 10 s au cours de laquelle les deux ensembles sont au rouge avant le début de la séquence alternée. Cette description nous permet d'identifier les huit états possibles du système :

état	feux A	feux B
0	rouge	rouge
1	rouge - jaune	rouge
2	vert	rouge
3	jaune	rouge
4	rouge	rouge
5	rouge	rouge-jaune
6	rouge	vert
7	rouge	jaune

La prochaine étape consiste à définir les transitions autorisées et les conditions d'entrée pour déclencher ces conditions. Il s'agit d'un exemple très simple dans la mesure où les états se succèdent les uns après les autres avec une seule transition autorisée vers l'état suivant. Le diagramme qui en résulte au format de la machine de Moore est présenté à la **figure 2**. Les sorties ne dépendent que de l'état en cours et sont indiquées sur le diagramme à l'intérieur de la boîte pour chaque état. La transition vers l'état suivant est déterminée par le temps écoulé dans un état particulier, à l'exception des états 0 et 4 où il y a deux rouges. Dans ces états, le signal de validation doit être présent pendant 10 s. Cela couvre notre exigence de poursuite de la séquence vers les deux rouges suivants si le signal de validation est bas. Dans le schéma de la **figure 3**, six LED sont connectées par des résistances de limitation de

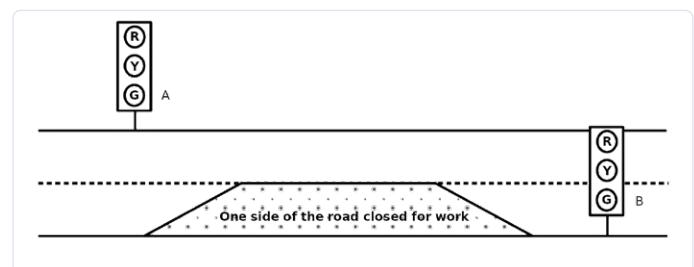


Figure 1. Commande de circulation alternée sur chantier routier. Remarquez le britannique sens de circulation.

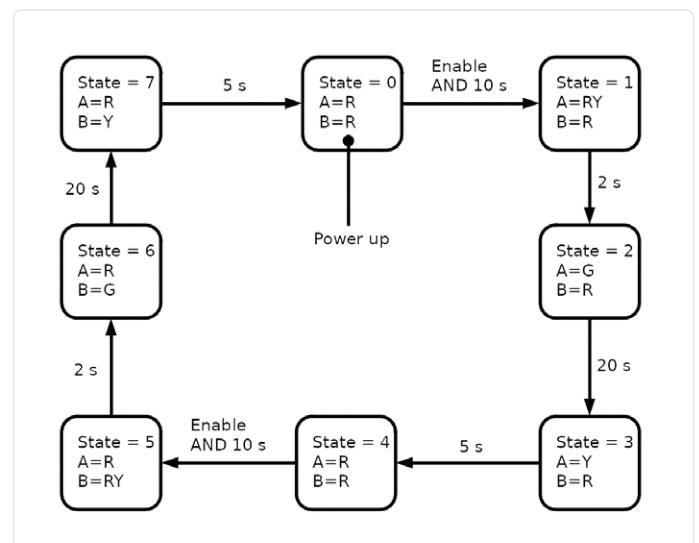


Figure 2. Carte de l'état des travaux routiers.

## Listage 1. Programme complet pour les feux de circulation

```
;PROG_8_03.asm
LIST      P=16F1823
#include <p16f1823.inc>
#include <fsm_macros.inc>

RADIX DEC          ; nombres en base 10 par défaut
BOOK_CONFIGURATION ; voir macro dans fsm_macros.inc

CBLOCK 0x70
TICKS           ; le compte d'unités de 8,2ms
SECONDS          ; le compte de secondes
ENDC

ORG 0X00
GOTO START

ORG 0X04          ; vecteur d'interruption
BCF INTCON, TMROIF ; r.à.z. indicateur de dépassement tmr0
DECF TICKS, F     ; décrémente TICKS de 1
BTFSS STATUS, Z   ; vérifie si TICKS=0
GOTO $+4           ; si TICKS ≠ 0 retour d'interruption
INCF SECONDS, F    ; si TICKS=0, incrémenté les secondes
MOVLW 122
MOVWF TICKS        ; remet TICKS à 122 (122 x 8.2 ms 1 second).
RETFIE             ; Retour d'interruption

START
MOVLB 1            ; Bank 1 requis pour les macros suivantes, et TRISC
SET_FREQ_32MHZ     ; voir fichier fsm_macros.inc
SET_TMR0_CASE1     ; donne 8,2 ms ticks. Voir fsm_macros.inc
CLRF TRISC          ; PORTC en sortie
MOVLB 0            ; bank 0 pour PORTA et PORTC
;=====
S0
MOVLW b'00100100'
MOVWF PORTC         ; allume rouge A (RC5) et rouge B (RC2), le reste éteint
SS0_0
CLRF SECONDS        ; efface le compteur de secondes
SS0_1
BTFSS PORTA, 5      ; si le signal de validation est bas, retour à substate 0
MOVLW 10
IF_REG_LESS_THAN_W SECONDS
GOTO SS0_1           ; si moins de 10 s ont passé, rester dans substate 1
;=====
S1
MOVLW b'00110100'
MOVWF PORTC         ; allume A rouge (RC5) A jaune (RC4) et B rouge (RC2), le reste éteint
SS1_0
CLRF SECONDS        ; efface le compteur de secondes
SS1_1
MOVLW 2
IF_REG_LESS_THAN_W SECONDS
GOTO SS1_1
S2
MOVLW b'00001100'
MOVWF PORTC         ; allume A vert (RC3) et B rouge (RC2), le reste éteint
SS2_0
CLRF SECONDS
SS2_1
MOVLW 20
IF_REG_LESS_THAN_W SECONDS
GOTO SS2_1           ; si < 20 s, reste dans substate 1
```

suite au verso ...

```

;=====
S3
    MOVLW b'00010100'
    MOVWF PORTC           ; allume A jaune (RC4) et B rouge (RC2), le reste éteint
SS3_0
    CLRF SECONDS         ; efface le compteur de secondes
SS3_1
    MOVLW 5
    IF_REG_LESS_THAN_W_SECONDS
    GOTO SS3_1            ; si < 5 s, reste dans substate 1
;=====

S4
    MOVLW b'00100100'
    MOVWF PORTC           ; allume A rouge (RC5) et B rouge (RC2), le reste éteint
SS4_0
    CLRF SECONDS         ; efface le compteur de secondes
SS4_1
    BTFSS PORTA, 5
    GOTO SS4_0            ; si le signal de validation est bas, retour à substate 0
    MOVLW 10
    IF_REG_LESS_THAN_W_SECONDS
    GOTO SS4_1            ; si < 10 s, reste dans substate 1
;=====

S5
    MOVLW b'00100110'
    MOVWF PORTC           ; allume A rouge (RC5) et B rouge (RC2) et B jaune (RC1), le reste éteint
SS5_0
    CLRF SECONDS         ; efface le compteur de secondes
SS5_1
    MOVLW 2
    IF_REG_LESS_THAN_W_SECONDS
    GOTO SS5_1            ; si < 2 s, reste dans substate 1
;=====

S6
    MOVLW b'00100001'
    MOVWF PORTC           ; allume A rouge (RC5) et B vert (RC0), le reste éteint
SS6_0
    CLRF SECONDS         ; efface le compteur de secondes
SS6_1
    MOVLW 20
    IF_REG_LESS_THAN_W_SECONDS
    GOTO SS6_1            ; si < 20 s, reste dans substate 1
;=====

S7
    MOVLW b'00100010'
    MOVWF PORTC           ; allume A rouge (RC5) et B jaune (RC1), le reste éteint
SS7_0
    CLRF SECONDS         ; efface le compteur de secondes
SS7_1
    MOVLW 5
    IF_REG_LESS_THAN_W_SECONDS
    GOTO SS7_1            ; si < 5 s, reste dans substate 1
    GOTO S0

END

```

courant. La valeur de ces résistances n'est pas critique,  $1\text{ k}\Omega$  donnera environ 3 mA. Un PIC de type 16F823 est utilisé et il est programmé avec une passerelle FTDI USB/série. Avant de produire le code qui fait fonctionner l'automate fini (= *state machine* en anglais) ci-dessus, le PIC doit avoir effectué certaines configurations, comme les paramètres du fichier de configuration, la fréquence de l'oscillateur, puis configuré les ports. Il est préférable

de progresser par petits pas et de tester au fur et à mesure. Ces tests consistent à ajouter du code de débogage pour vérifier que chaque morceau de code ajouté fonctionne de façon fiable. N'essayez pas d'écrire un programme complet pour tenter ensuite de le faire fonctionner, vous vous y perdriez.

La **figure 4** est l'automate fini de haut niveau du programme en assembleur, auquel correspond le code assembleur PIC réel (**listage 1**). Le

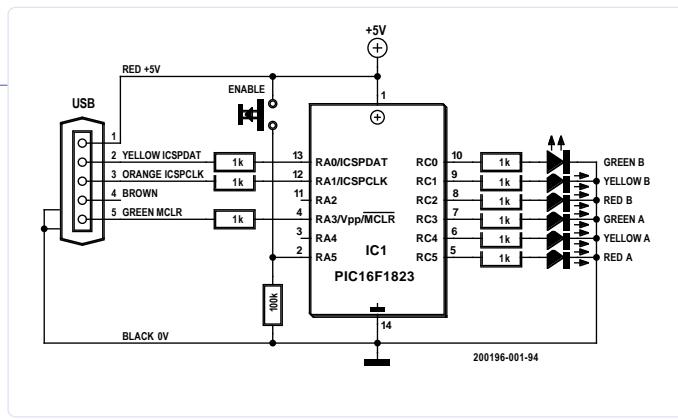


Figure 3. Schéma du système (virtuel) de commande des feux.

listage complet et la description du chronométrage et la vérification des entrées/sorties dépassent malheureusement le cadre de cet article, et il en va de même pour un programme spécial de test au démarrage et un mini-débogueur pour le compteur interne de secondes. Les deux derniers sont utiles pour construire le programme final de manière progressive et pédagogique. Tout cela est téléchargeable intégralement (diagrammes d'état compris) et gratuitement [1].

200196-04

## LIEN

[1] page de cet article :

[www.elektormagazine.fr/200196-03](http://www.elektormagazine.fr/200196-03)

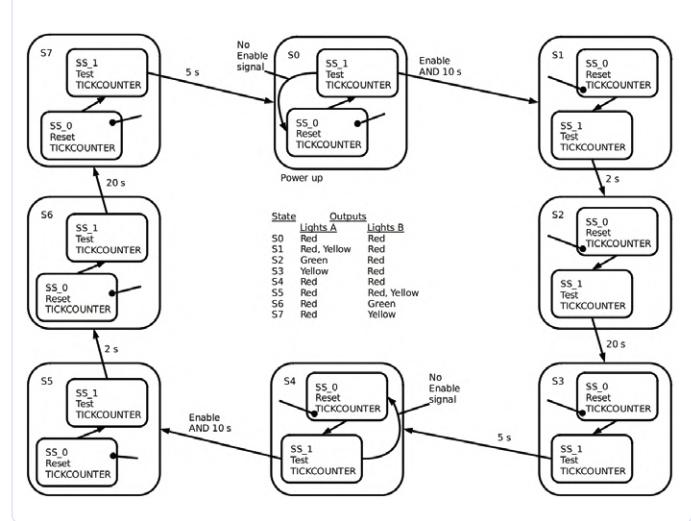


Figure 4. Tableau d'état complet pour les feux de circulation.



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

► Livre: Programming Eight Bit PICs in Assembly as State Machines. Publication en préparation

[www.elektor.com/books](http://www.elektor.com/books)

# clignotant éternel...ektor

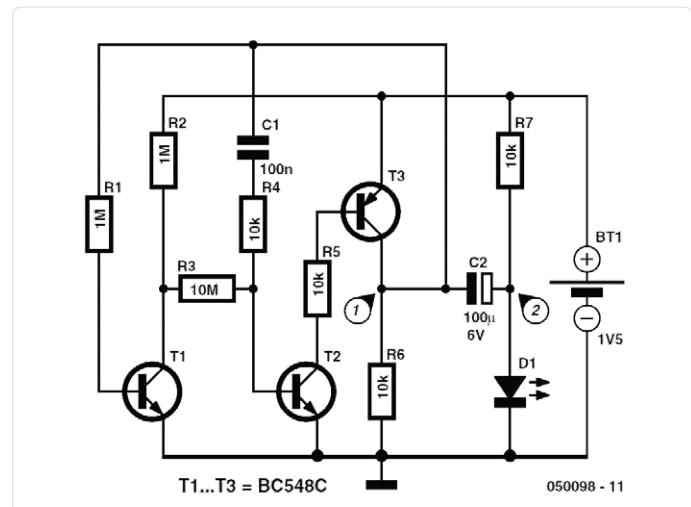
Burkhard Kainka (Allemagne)

Vous avez sans doute déjà observé ces panneaux publicitaires où une LED clignote sans fin alors qu'elle ne fonctionne qu'avec une seule pile : un défi irrésistible pour l'électronicien curieux.

En voici le circuit avec un multivibrateur astable aux propriétés particulières. Un condensateur électrolytique de 100 µF est chargé relativement lentement avec un faible courant, puis déchargé par la LED avec une courte impulsion. Ce circuit assure également l'indispensable amplification de tension, car 1,5 V, ça n'allume pas une LED !

Deux oscillosogrammes élucident le fonctionnement. La tension sur le collecteur du transistor PNP saute à environ 1,5 V quand la tension sur le condensateur électrolytique déchargé à travers une résistance de 10 kΩ, est tombée à près de 0,3 V. D'autre part, il est chargé à environ 1,2 V. La tension différentielle sur ce condensateur est donc de 0,9 V lorsque l'impulsion de clignotement apparaît. Cette tension s'ajoute à la tension de 1,5 V de la batterie, de sorte que l'amplitude de l'impulsion sur la LED atteint 2,4 V. Cependant, le deuxième oscillosogramme le montre, la tension est en fait limitée à environ 1,8 V par la LED. La tension sur la LED s'adapte automatiquement à la tension de la LED utilisée. Théoriquement elle peut atteindre 3 V.

Le circuit a été optimisé pour en limiter la consommation. Ainsi la bascule proprement dite combine-t-elle un NPN et un PNP, pour ne



gaspiller aucun courant de commande des transistors.

Ceux-ci ne sont conducteurs que pendant le bref intervalle où la LED clignote. Un étage supplémentaire avec rétroaction négative en courant continu garantit des conditions de fonctionnement stables et une oscillation fiable. Là encore, des valeurs de résistance parti-

culièrement élevées sont utilisées pour brider la consommation de courant.

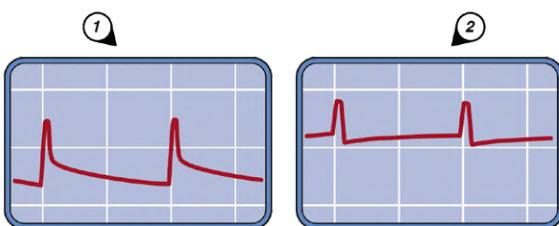
Celle-ci peut être estimée à partir du courant de charge du condensateur électrolytique. La tension moyenne entre les deux résistances de charge de  $10\text{ k}\Omega$  est de 1 V au total. Cela signifie que le courant de charge moyen est de  $50\text{ }\mu\text{A}$ . C'est exactement la charge prélevée par la batterie pendant l'impulsion de la LED. Le courant moyen est donc d'environ  $100\text{ }\mu\text{A}$ . Si nous supposons une capacité de batterie de

2500 mAh, la batterie devrait durer environ 25 000 h. Cela représente plus de deux ans... une éternité ! Comme le courant diminue légèrement à mesure que la tension de la batterie baisse, la LED clignote moins fort, la durée de vie réelle pourrait donc être encore plus longue. Impressionnant, non ?

Venez en discuter sur [www.elektormagazine/labs](http://www.elektormagazine/labs).



200200-03



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

- Livre : **Basic Electronics for Beginners**  
[www.elektor.com/basic-electronics-for-beginners](http://www.elektor.com/basic-electronics-for-beginners)
- E-book : **Basic Electronics for Beginners**  
[www.elektor.com/basic-electronics-for-beginners-e-book](http://www.elektor.com/basic-electronics-for-beginners-e-book)

# capteur à effet Hall expérimental

Burkhard Kainka (Allemagne)

Il est facile d'acheter un capteur à effet Hall, mais il est fascinant d'en fabriquer soi-même. C'est instructif et satisfaisant ! En théorie, il faut surtout une couche tactile aussi fine que possible ; longueur et largeur importent peu. Pour nos essais, il paraît logique de prendre une plaque cuivrée de matériau pour circuit imprimé, facile à trouver et à manipuler. Or, le circuit imprimé en cuivre n'est pas idéal, car sa constante de Hall est très faible. Pour cette démonstration de l'effet Hall, nous utiliserons donc des aimants très puissants.

Pour la détection, il faut une amplification la plus forte possible. Ici l'amplification de la tension est définie par la relation des deux résistances de rétroaction du premier ampli op. Avec les valeurs données ( $2,2\text{ M}\Omega$  et  $330\text{ }\Omega$ ), on obtient un gain de 6 667. Nous avons là un pont de mesure pratique. Le potentiomètre permet un réglage fin. Avec un réglage du zéro précis à quelques millivolts près, ce point de test devrait pouvoir mesurer des tensions de Hall bien inférieures au microvolt. Enfin, de cette façon, nous devrions également pouvoir mesurer la densité de flux d'un aimant.

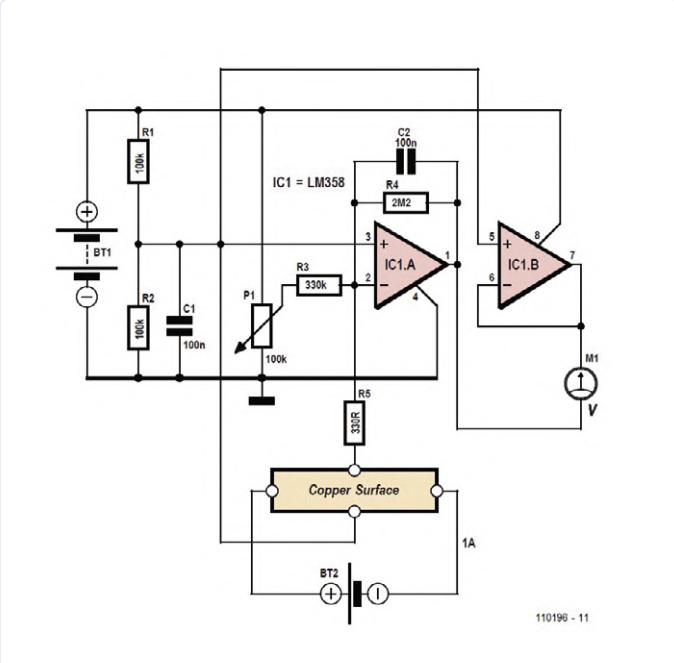
La constante de Hall du cuivre est de

$$A_H = -5,3 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{C}$$

L'épaisseur de la couche de cuivre est  $d = 35\text{ }\mu\text{m}$ . La tension de Hall s'élève alors à :

$$V_H = A_H \times I \times B / d$$

Avec une force de champ  $B = 1\text{ T}$  et un courant  $I = 1\text{ A}$ , on obtient une tension de Hall de  $V_H = 1,5\text{ }\mu\text{V}$ . Le gain multiplié par 6 667 atteint alors



une valeur de 10 mV. Le circuit a donc une sensibilité de 10 mV par tesla. Cela dit, le réglage du point zéro avec P1 est délicat. L'amplificateur dispose d'une alimentation séparée sous la forme d'une pile de 9 V (BT1). Pour les mesures, nous connectons au capteur de Hall (la surface de cuivre) une alim de labo à courant de sortie réglable (BT2) et réglons à exactement 1 A le courant qui traverse le capteur. Ensuite, le point zéro doit être ajusté à nouveau.

Puis nous plaçons un puissant aimant au néodyme sous le capteur. La tension de sortie du circuit devrait maintenant varier nettement de plusieurs millivolts. Plusieurs effets peuvent perturber ces mesures. Tout déplacement de l'aimant induit dans les fils d'alimentation une tension nettement supérieure à la tension de Hall elle-même. Après chaque déplacement de l'aimant, il faut attendre un peu pour laisser aux mesures le temps de se stabiliser. En présence de tensions aussi

faibles, les mesures peuvent également être perturbées par les tensions thermiques dues aux variations de température. Il faut donc ne pas bouger et retenir sa respiration aussi longtemps que possible !

200198-03

# débusquer des courts-circuits à l'ESR-mètre ou au milli-ohmmètre

**Paul Hetrelezis**

Du fait de sa faible résistance, un appareil de mesure de la **résistance série équivalente** ou **ESR** (*equivalent series resistance*) peut servir à vérifier les courts-circuits entre pistes. Surtout si un schéma du PCB est disponible comme référence, pour établir avec une sonde un point de référence sur une piste du PCB et en déplaçant l'autre sonde vers et à partir de ce point de référence.

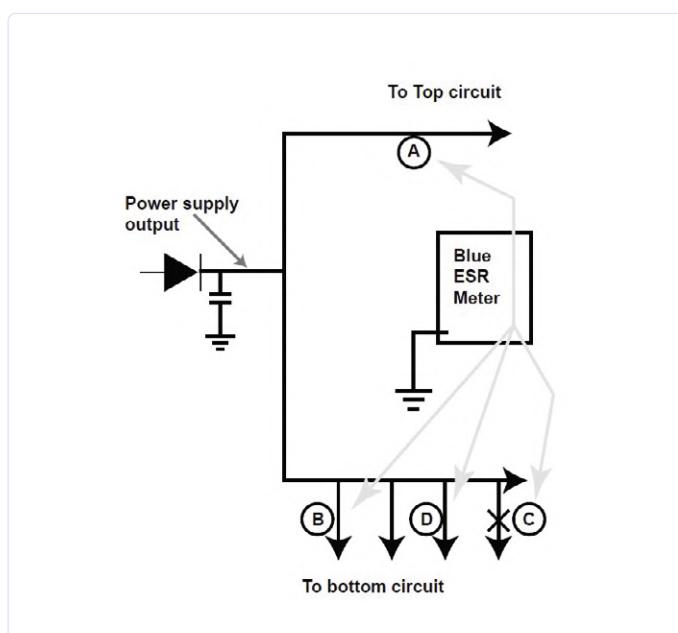
Un bon exemple serait de prendre une ligne d'alimentation comme référence puis de placer la sonde à la masse (GND). L'illustration montre deux lignes d'alimentation issues du point de jonction de la diode d'alimentation et du condensateur de lissage. Ces lignes se trouvent au point A et les autres sont la ligne d'alimentation aux points B, D et C dans cet ordre. Supposons qu'il y a un court-circuit sur l'une ou l'autre de ces lignes de points. C'est-à-dire soit sur la ligne d'alimentation où se trouve le point A, soit sur la ligne d'alimentation alternative où se trouvent les points B, D ou C. Déplaçons lentement vers le point A la

sonde non reliée à la masse. Une augmentation sensible de la résistance se produit, ce qui indique que vous êtes sur la mauvaise voie, comme on peut s'y attendre, les sondes étant encore plus séparées, ce qui entraîne une augmentation de la résistance. Inversons maintenant le mouvement de la sonde et déplaçons-nous vers les points B, D et C dans cet ordre. Nous voyons la valeur diminuer lentement, la plus basse se produisant au point C. Cela indique un court-circuit dans la zone C. Cette méthode ne fonctionne que pour les circuits simple face.

## Conseils

- Lors d'un test de jonction avec un multimètre numérique en circuit sur une jonction semi-conductrice avec un condensateur en parallèle, la lecture sera faussée par la charge et la décharge de ce condensateur. Il est préférable ici de mesurer ces composants hors circuit, en particulier ceux qui sont suspects.
- Si l'on mesure la résistance d'un composant sur une carte, il est sage de commencer par effectuer la mesure si possible côté composants de la carte. On s'assurera ainsi que le composant n'est pas en circuit ouvert en raison d'une soudure sèche passée inaperçue. Assurez-vous également qu'il n'y a aucun circuit en parallèle avec le composant mesuré.

200212-02



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

- Livre : **Percer les mystères de l'électronique** – Robert Lacoste  
[www.elektor.fr/percer-les-mysteres-de-l-electronique](http://www.elektor.fr/percer-les-mysteres-de-l-electronique)
- **Peak Atlas ESR70 Plus Capacitor Analyser**  
[www.elektor.fr/peak-atlas-esr70-plus-capacitor-analyser](http://www.elektor.fr/peak-atlas-esr70-plus-capacitor-analyser)
- Livre : **Les oscilloscopes anciens & modernes pour les débutants**  
[www.elektor.fr/les-oscilloscopes-anciens-modernes-pour-les-debutants](http://www.elektor.fr/les-oscilloscopes-anciens-modernes-pour-les-debutants)



# Elektor SDR Hands-on Kit

La radio logicielle : loisir passionnant et chronophage

**Harry Baggen** (Pays-Bas)

La radio par logiciel permet de recevoir et de décoder des signaux radio à l'aide d'un matériel relativement simple et d'un ordinateur. Le «kit pratique SDR» d'Elektor contient toutes les pièces nécessaires pour s'initier à cette forme moderne (et passionnante) de réception radio. Voici un aperçu des caractéristiques de ce kit abordable et de ma première expérience avec la SDR.

La radio par logiciel (*Software Defined Radio*) permet de recevoir et de décoder des signaux radio à l'aide d'un matériel relativement simple et d'un ordinateur. Le SDR Hands-on kit d'Elektor contient toutes les pièces nécessaires pour aborder cette forme moderne de réception radio dans de bonnes conditions. Voici d'abord un aperçu des caractéristiques de ce kit, puis de mon expérience avec la radio logicielle.

Elektor a proposé du matériel pratique et facile à construire dès 2007, avec un récepteur SDR sous la forme d'un shield pour Arduino, où l'Uno s'occupait de l'accord de l'oscillateur sur la carte SDR. Le

signal BF de sortie était envoyé à un PC, où un logiciel spécial de SDR distillait le signal audio reçu entre 150 kHz et 30 MHz. Ce récepteur SDR fort populaire a eu au moins deux successeurs, le plus récent en 2016. Sans vous ruiner, vous pouvez acheter la carte assemblée de l'Elektor SDR Shield 2.0 qui offre une excellente occasion de vous familiariser avec le phénomène de la SDR. Elektor propose aussi un kit pratique SDR, qui contient un manuel pratique, un shield SDR assemblé, des connecteurs, deux tores spéciaux et du fil coaxial fin. Il ne manque que l'Arduino Uno (que la plupart d'entre nous ont déjà).



Figure 1. Le contenu du kit SDR d'Elektor est fourni avec le livre en anglais.



Figure 2. Pour utiliser ce kit, il vous faut un Arduino Uno, un câble USB, un câble audio et un peu de fil.

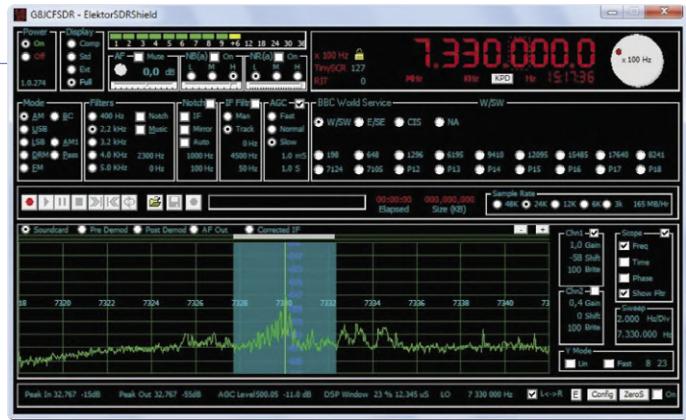


Figure 3. Le logiciel G8JCFSDR est idéal pour commencer, il est parfaitement compatible avec le shield SDR.

Le livre contenu dans ce kit est le *SDR Hands-on Book* (en anglais), écrit par Burkhard Kainka, le concepteur du *shield SDR*. Il explique bien comment commencer à utiliser ce *shield*. Il montre également comment utiliser différents logiciels SDR et accorde une grande attention aux antennes, essentielles pour une bonne réception. Bien entendu, le logiciel de l'Arduino est également décrit en détail. Enfin, il propose quelques projets plus ambitieux basés sur son *shield SDR* : un récepteur autonome, un émetteur WSPR et un émetteur-récepteur QRP. Je vous encourage à lire la recension en français [1] de ce livre publiée l'an dernier par Jan Buiting, spécialiste RF d'Elektor. Pour ma part, je suis plus familier des techniques audio et de mesure. C'est donc en tant que non-spécialiste de la radio que je narrerai mon expérience.

## Mes premiers pas

La première étape a consisté à souder sur le circuit imprimé les connecteurs fournis séparément pour des raisons pratiques de logistique [2]. J'ai également installé un connecteur à deux voies pour l'entrée de l'antenne. C'est pratique pour connecter une antenne. Elektor aurait pu prévoir quelques connecteurs de plus dans ce kit, car j'imagine que tout le monde n'en aura pas forcément dans sa réserve de composants.

Une fois le circuit imprimé connecté à un Uno celui-ci doit être relié à un ordinateur. Il faut un câble USB (USB-A vers USB-B) pour la connexion des données et un câble jack stéréo de 3,5 mm pour l'audio. Le moment est alors venu de consulter le livre. Dans les premières pages, l'auteur décrit brièvement le matériel du *shield SDR*, et passe immédiatement à la pratique avec le logiciel G8JCFSDR [4].

## Un après-midi si vite passé !

Le téléchargement et l'installation du logiciel ont été rapides. Un grand avantage du logiciel G8JCFSDR est de prendre en charge le *shield SDR* d'Elektor. Après avoir sélectionné le *shield* dans le menu de configuration, le logiciel offre la possibilité de charger le logiciel de commande de fréquence approprié dans l'Arduino, sans qu'il soit nécessaire d'installer l'EDI Arduino. Une opération également assez rapide. Notez que dans le G8JCFSDR, à la rubrique *Display* (affichage), vous devez sélectionner l'option «full», à défaut de quoi le bouton *Config* n'apparaît pas. Après avoir accroché un bout de fil à l'entrée d'antenne, je suis parti à la recherche d'un émetteur. Plus tard, quand j'ai levé la tête vers la pendule au mur, l'après-midi était passé et je n'avais cessé d'essayer toutes sortes d'options et de réglages du logiciel. Il m'était déjà arrivé de jouer un peu autrefois avec un récepteur à ondes courtes, mais ça n'avait aucun rapport. Celui-ci est beaucoup plus amusant et offre des possibilités réellement infinies !

Après cette première expérience, j'y suis revenu le lendemain... non,

le lendemain, car j'ai d'abord dû faire ce que je n'avais oublié de faire la veille tant j'étais absorbé dans ma découverte !). J'ai poursuivi par l'installation du logiciel de commande de l'oscillateur sur le *shield SDR*. Tous les logiciels écrits par l'auteur de ce livre peuvent être téléchargés librement sur le site d'Elektor [5]. C'est utile si l'on souhaite utiliser d'autres logiciels SDR, tels que *SDRsharp* [3], décrit également dans le livre. Celui-ci offre une approche et des fonctions entièrement différentes de celles du premier programme.

## Conclusion

Me croirez-vous si je vous dis qu'avec tout ce que je viens de décrire, je n'en suis encore que dans la première quarantaine de pages du livre ? Le chapitre suivant traite des antennes. Au fil de mes premiers essais, j'ai vite perçu l'importance de l'antenne. Je m'apprête à approfondir mes connaissances dans ce domaine grâce au livre. Il faut que j'essaie différents types d'antennes et différentes options de connexion. Essais pour lesquels les deux tores fournis seront bien utiles. Je ne doute pas que je serai assez occupé avec les antennes avant de pouvoir approfondir les chapitres restants. D'ores et déjà, le bilan est tout bénéfice ! C'est un très beau kit. Il ne coûte pas cher et permet d'acquérir une solide expérience de la radio logicielle. ↗

200167-02 VF



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **Elektor SDR-Praxis-Bundle**  
[www.elektor.fr/elektor-sdr-praxis-bundle](http://www.elektor.fr/elektor-sdr-praxis-bundle)

## LIENS

- [1] **recension en français du livre SDR Hands-on Book de B. Kainka :** [www.elektormagazine.fr/news/recension-manuel-pratique-de-radio-logicielle-sdr](http://www.elektormagazine.fr/news/recension-manuel-pratique-de-radio-logicielle-sdr)
- [2] **coffret complet :** [www.elektor.fr/elektor-sdr-hands-on-kit](http://www.elektor.fr/elektor-sdr-hands-on-kit)
- [3] **logiciel SDRsharp :** <http://airspy.com/download/>
- [4] **logiciel G8JCFSDR :** [www.g8jcf.uk/index.htm](http://www.g8jcf.uk/index.htm)
- [5] **logiciels écrits par l'auteur du livre :** [www.elektor.fr/amfile/file/download/file/2019/product/9353/](http://www.elektor.fr/amfile/file/download/file/2019/product/9353/)

# dans les tuyaux



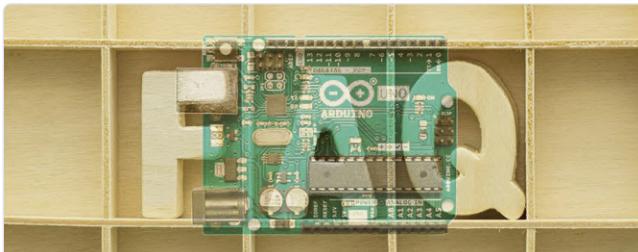
Clemens Valens (Elektor Labs)

Elektor Labs est une plateforme publique. Chacun peut y publier des projets sur n'importe quel sujet dans le domaine de l'électronique. Il en résulte une riche collection de solutions à toutes sortes de problèmes et de questions dont vous ne soupçonnez même pas l'existence.

## Construisez un détecteur de particules PM2,5 portable

Les particules microscopiques (PM) de matière solide ou liquide en suspension dans l'air ont sur notre santé un impact lié aux changements climatiques et à l'inhalation directe. Ces fines particules de poussière sont généralement classées par taille. On désigne par PM10 les particules de 2,5 à 10 µm de diamètre ; les PM2,5 sont des particules fines d'un diamètre de 2,5 µm ou moins. La pollution par les PM2,5 est considérée comme létale, car elle peut provoquer le cancer du poumon. Nous vous avons fait peur ? Alors ce projet est pour vous.

[www.elektormagazine.com/labs/3969](http://www.elektormagazine.com/labs/3969)



## Mettez dans vos favoris la page **FAQ Arduino** d'Elektor Labs

Beaucoup de questions qu'on nous pose sur l'Arduino se répètent. Il existe sur l'internet une myriade de pages qui y répondent, plus ou moins... Qui a encore la patience d'écrire sur forums et blogs pour y recueillir tout ce savoir épargné ? Afin de vous épargner cette peine, nous avons compilé notre propre Foire Aux Questions pour l'Arduino

avec des réponses solides et en principe définitives. Veuillez donc, avant de nous interroger, consulter cette FAQ Arduino. Si la réponse cherchée s'y trouve, cela constituera un gain de temps appréciable, autant pour vous que pour nous.

[www.elektormagazine.com/labs/1876](http://www.elektormagazine.com/labs/1876)

## Extraire & exploiter des **données JSON** avec un µC

L'exemple utilisé dans ce projet n'est probablement utile que pour les personnes voyageant aux Pays-Bas (oui, c'est là, au sud du Groenland, que poussent les tulipes), mais il montre bien comment utiliser un µC pour extraire des données d'un site web. Ici, c'est un ESP32 qui demande et analyse les données JSON, puis affiche les informations intéressantes sur un petit écran OLED.

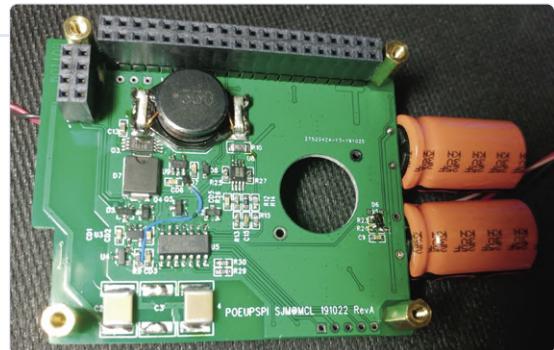
[www.elektormagazine.com/labs/3965](http://www.elektormagazine.com/labs/3965)



## Supercaps et alim de secours **Ethernet** pour Raspberry Pi

Comment alimenter une passerelle LoRa infaillible, qui ne détruira pas le contenu de sa carte SD et qui peut être retrouvée et gérée à distance ? Avec une alim d'appoint par Ethernet secourue par quelques condensateurs de 25 F. Avec ces baleines d'une capacité exceptionnelle, votre système dispose, à compter de la défection de son alimentation normale, d'un laps de temps de 10 s pour sauvegarder ses données, plus 15 s pour éteindre proprement le RPi si nécessaire. C'est peu, mais c'est assez dit la baleine.

[www.elektormagazine.com/labs/3948](http://www.elektormagazine.com/labs/3948)



## La musique adoucit le beurre

Des études récentes ont démontré que la musique était grandement favorable à la faune et à la flore. Elle stimule la lactation de certains mammifères, contribue à la protection de la vigne contre les maladies cryptogamiques et favorise la croissance des tomates. La lèvre !

[www.elektormagazine.com/labs/3910](http://www.elektormagazine.com/labs/3910)

## Décharges électrostatiques : simulateur de corps humain

Les décharges électrostatiques (ESD) peuvent être mortelles pour l'électronique et provoquer de graves dysfonctionnements. Les simulateurs professionnels sont chers, mais que diriez-vous d'un générateur haute tension bon marché associé à un petit µC ? Voici un circuit de simulation HBM (conforme au *Human-Body Model*) bien plus fiable que vos doigts.

[www.elektormagazine.com/labs/3909](http://www.elektormagazine.com/labs/3909)



## Horloge parlante **polyglotte**

Comme toute horloge, celle-ci affiche l'heure et la date mais, en plus, elle est parlante quand on appuie sur un bouton. Vous pouvez aussi la programmer pour qu'elle donne l'heure à haute voix à des moments prédéfinis. Et comme c'est vous, l'utilisateur, qui enregistrerez vos propres messages horaires, elle dira ce que vous lui direz.

[www.elektormagazine.com/labs/3875](http://www.elektormagazine.com/labs/3875)

## Balance à LED **gravitationnelle**

C'est l'effet de l'accélération gravitationnelle qui est démontré ici par une bille virtuelle qui va et vient sur une barre LED Neopixel en fonction de son inclinaison. Ce projet sans autre utilité pratique connue est fascinant.

[www.elektormagazine.com/labs/1942](http://www.elektormagazine.com/labs/1942)



## le goût d'entreprendre

# ~~KICKSTARTER~~ ELEKTOR

Euh..., tu vois ce que je veux dire...

Erik Jansen

Le goût d'entreprendre, Elektor aime ça. En effet, depuis des années, nous offrons à tous l'occasion de mettre en lumière leurs idées neuves sur Elektor LAB. Là nous sélectionnons des projets que nous rémunérons et publions,. Les plus prometteurs d'entre eux deviennent même des produits proposés à la vente dans notre boutique en ligne.



Trouvez un nom et **gagnez** un bon d'achat à valoir dans l'e-choppe d'Elektor

[www.electormagazine.com/kickstarter](http://www.electormagazine.com/kickstarter)



En collaboration avec l'organisateur de salons *Messe Munich*, nous offrons également, sous le label *Fast Forward Awards*, la possibilité à de jeunes entreprises de présenter leurs innovations et leurs activités sur le plus salon mondial de l'électronique. Nous leur offrons notre plateforme, notre réseau et nos conseils pour accélérer leur développement et trouver les bons contacts.

Elektor est fier de cette évolution, et nous avons changé de mot d'ordre : *apprendre > concevoir > partager* est devenu

## créer > partager > vendre

afin de souligner que la boutique en ligne d'Elektor est expressément au service de notre communauté.

### Kickstarter

Pour passer à la vitesse supérieure, Elektor LAB a été augmenté par une section en ligne affectueusement baptisée *Elektor Kickstarter*. Avec ce nom, on sait d'emblée que l'idée est de tester d'abord la viabilité d'un projet en tant que produit, dans la boutique en ligne d'Elektor, auprès de nos propres clients.

Tel projet qui aura atteint ce statut pourra être enregistré par son créateur comme (*Elektor Kickstarter*). Si la commission d'Elektor le valide aussi, nous discutons d'un prix et fixons la quantité minimum de ventes requises pour la viabilité du projet. Ensuite, afin d'en lancer la production, phase cruciale, on demande si le projet attire un nombre suffisant de soutiens prêts à s'engager.

Tout cela sans qu'il circule de l'argent. Un soutien peut renoncer simplement à son engagement. Toutefois, seuls les bailleurs de fonds pourront acheter le produit au prix avantageux dès qu'il apparaît dans notre boutique en ligne.

### Nom impossible

Même s'il exprime parfaitement ce que nous essayons de réaliser (avec notre plus grand respect pour „Kickstarter” et son principe), nous n'avons rien à espérer du nom *Elektor Kickstarter*, la place est prise. Nous avions pensé à *The Elektor Pledge* (un mot aux sens multiples : engagement, promesse, cooptation, serment...) mais l'idée n'a pas été retenue. C'est pourquoi nous invitons notre propre communauté à réfléchir avec nous au nom à donner à cette nouvelle activité. Celui ou celle dont la trouvaille sera retenue jouira de la renommée éternelle, mais recevra aussi un joli bon d'achat d'une valeur de 100 € à valoir dans l'e-choppe d'Elektor.

Envoyez votre suggestion à Clemens Valens, le responsable de la communauté LAB, il recueillera en toute impartialité les meilleures suggestions. Nous reviendrons sur le choix du nom dans une prochaine édition. ↗

# Fonctionnement

### Comment participer ?

**A** Après l'achèvement d'un projet, son propriétaire peut demander qu'il soit produit. Il suffit de cliquer sur un bouton. Il est possible de le faire pour vos projets déjà publiés, car cette nouvelle fonction est rétroactive.

**B** Si un utilisateur se porte candidat, les ingénieurs d'Elektor LAB jugeront si le projet convient. Leurs considérations sont subjectives : niveau d'innovation, originalité, expérience passée. La transparence de ce processus est donc limitée.

**C** Si les chances de succès paraissent bonnes, nous coopérerons avec l'auteur pour l'estimation du coût du produit final, du budget d'une première production. Puis nous soumettons le projet au soutien de tous nos lecteurs.

### Que signifie soutien ?

**A** En soutenant un projet en ligne sur Elektor LAB, le visiteur s'engage en fait à acheter le projet au coût estimé dès qu'il est disponible dans notre boutique. Ce soutien **n'est pas contraignant** et n'implique aucun paiement pour l'instant.

**B** Si l'objectif de financement potentiel du projet est atteint, Elektor lance la production. Dès qu'il est disponible, le produit est mis dans la boutique en ligne d'Elektor.

**C** Les bailleurs de fonds seront les premiers à recevoir par courriel le code de réduction personnel pour acheter le produit à un prix avantageux.

**D** Pour soutenir un projet, soit vous êtes déjà inscrit chez Elektor et vous cliquez sur le bouton '*Back this project*' (= soutenir ce projet), soit vous n'êtes pas encore inscrit, mais vous participez en indiquant d'abord votre adresse électronique.

**E** Dans tous les cas, vous recevrez par courriel la confirmation de votre soutien au projet.

**F** Nous vous informerons aussi bien des projets dont le financement est atteint de même que ceux qui n'aboutissent pas dans les délais impartis.

# As-tu vraiment besoin de tout ce bazar ?

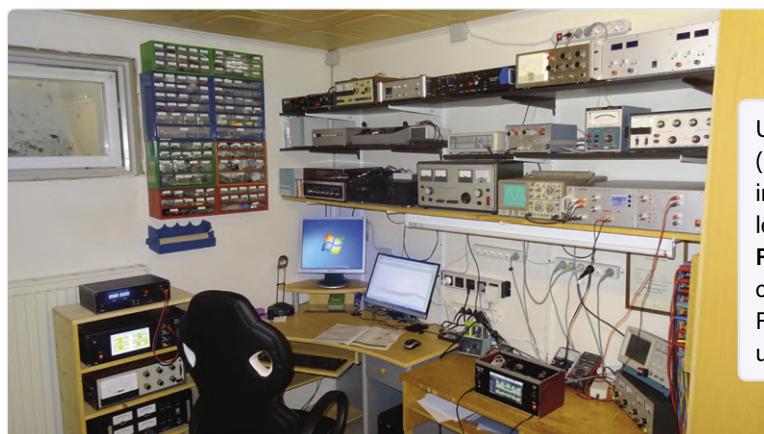
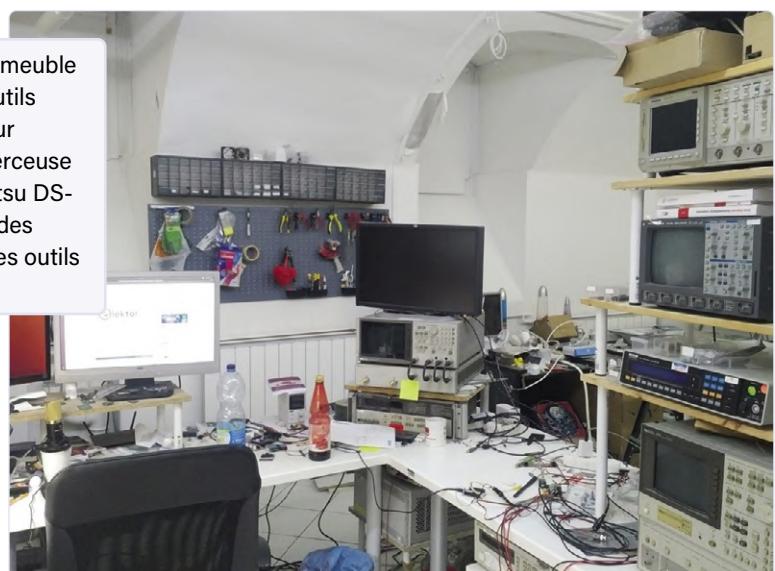
Oui, car c'est là que je passe le plus clair de mon temps sur des projets électroniques

Là je trouve aussi la tranquillité nécessaire pour apprendre, écrire, étudier, naviguer, rêver et même méditer sans que des membres de ma famille ne me harcèlent pour savoir où sont les f&#topower;%@#\$ clés de la voiture.

compilation par **Clemens Valens** (Elektor Labs)



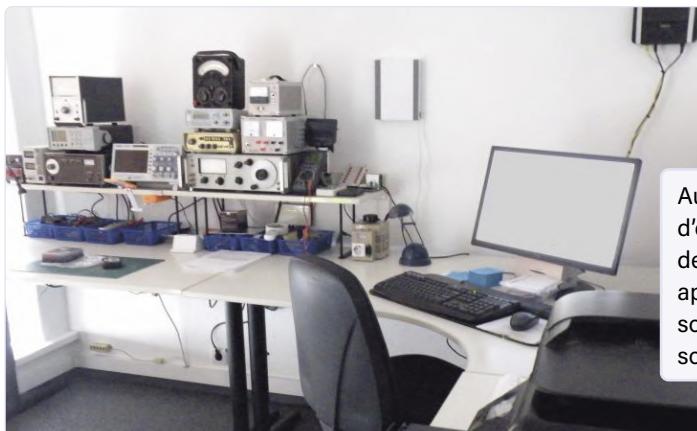
L'espace de travail de **Tam Hanna**, dans un immeuble ancien de Budapest (Hongrie), est équipé d'outils variés, notamment un LCR-mètre, un analyseur d'impédance, un traceur de courbes et une perceuse à colonne. L'oscillo numérique à mémoire Iwatsu DS-6612A tient la route. Des tableaux perforés et des rangements Stanley sont utiles pour stocker les outils à main et le matériel.



Un mélange d'instruments anciens (Heathkit et Radio RIM) ainsi que des instruments conçus et construits par le propriétaire équipent l'atelier de **Rainer Schuster**. Sur l'établi, l'étude en cours d'un ampli de guitare basé sur Raspberry Pi4, avec le logiciel *Guitarix*, un ampli de guitare virtuel pour Linux.



Le repaire impressionnant de **Philippe Demerliac** ([www.cyrob.org](http://www.cyrob.org)) abrite une collection de plus de 40 ans. Visiblement il aime les instruments électroniques et ne s'en sépare pas facilement. Sa collection comprend plus de 200 modules Tektronix de la série TM500, presque tous opérationnels, mais pas calibrés, faute de temps.



Autrefois chambre d'enfant, c'est aujourd'hui le labo d'électronique de **Jos Verstraten**. C'est là qu'il teste des kits et des modules peu coûteux. Il y stocke divers appareils de test et de mesure électroniques, à gauche de son ordinateur et de son imprimante. Fils et câbles sont soigneusement escamotés.



Voici une vue à 180° du labo monté par **Matthias Key** dans le sous-sol de sa maison. Passionné d'électronique depuis environ 1985, il reste fidèle à son passe-temps – «*c'est comme une méditation*» – car il y a tant à apprendre et à découvrir.



**Christian Weber** a installé son atelier au sous-sol de sa maison avec tout le nécessaire pour effectuer les réparations les plus courantes et maintenir en état ses radios à tube. Le jour de la photo, il était en plein tri d'un lot de composants dont il venait d'hériter.

200179-03

## MONTREZ-NOUS VOTRE ESPACE DE TRAVAIL ÉLECTRONIQUE !

Vous pouvez partager les détails de votre propre espace de travail électronique avec la communauté d'Elektor. Il suffit de vous inscrire sur la page dont le lien figure ci-dessous afin que la rédaction puisse vous contacter !  
[www.elektormagazine.com/pages/workspace-submission](http://www.elektormagazine.com/pages/workspace-submission)

# horloge électronique cinétique

## Porte des étoiles chantournée

**Eric Bogers** (Elektor Pays-Bas)

Suite à un petit concours de photos sur le site Elektor Labs l'an dernier, nous avons découvert ces derniers mois quelques labos personnels intéressants chez nos lecteurs. De telles excursions semblent très appréciées. Elles le seront sans doute davantage encore si l'on montre aussi les projets originaux qui y voient le jour. En voici un qui met... les pendules à l'heure!



Le nom de Peter Neufeld, qui nous ouvre ici son labo personnel, est connu de nombreux lecteurs d'Elektor, car il est l'auteur de la série d'articles BASIC pour ESP32 et ESP8266. Dans le dernier épisode [2], Peter s'est révélé un fan d'horloges de toutes formes et de toutes tailles, comme le montre l'étonnante horloge cinétique décrite ici. Sur l'étagère du haut de son labo (**fig. 1**) on aperçoit le prototype du sablier décrit dans Elektor. Juste à côté, on reconnaît au passage le dos d'un livre d'Elektor, et bien sûr l'équipement habituel, à portée de main : oscilloscope, multimètre, sondes, fer à souder, étaux, quelques projets en cours de réalisation, divers boîtiers, etc. Sur la gauche, un récepteur et deux émetteurs-récepteurs laissent supposer que Peter Neufeld s'intéresse de près à la radio.

### Stargate : Porte des étoiles

Sur l'établi trône le chef-d'œuvre de matériel, de matériaux (dont du bois !) et de logiciel que M. Neufeld a conçu pour un ami. Cette horloge cinétique présente deux anneaux NeoPixel et des pièces pour indiquer l'heure de manière "analogique". Le gros plan de la **figure 2** montre que les heures sont affichées sur l'anneau NeoPixel intérieur, et les minutes et les secondes sur l'anneau extérieur. Le grand anneau de bois extérieur tourne autour de l'objet toutes les minutes pendant quelques secondes grâce à un mini moteur. Un second moteur fait bouger la mécanique interne, qui n'a de fonction que décorative, c'est ce qui fait son charme... et suscite l'admiration. On vient bien sur la **figure 3** ce que tout cela représente comme nombre d'heures de recherche et de travail...

L'électronique (cachée dans le socle de l'horloge) n'a rien d'impressionnant. Les LED (elles sont 86 en tout) et les deux moteurs sont commandés par un ESP8266, plus précisément par une carte **WeMos D1 mini Pro**. Quand on connaît la série d'articles de Peter

Figure 1. Le laboratoire de Peter Neufeld.



Figure 2. Gros-plan de l'horloge cinétique NeoPixel.

Neufeld déjà mentionnée, on n'est pas surpris qu'il ait codé son projet avec Annex WiFi RDS [1]. La **figure 4**, donne le schéma de l'électronique de l'auteur.

La couleur des "aiguilles" de l'horloge est réglable par l'intermédiaire d'une interface web (**fig. 5**), mais elle peut également être fixée une fois pour toutes. Divers effets lumineux sont possibles. Le lien [3] vers une courte vidéo permet d'admirer l'horloge en fonctionnement.

Les amateurs Anciens de séries TV auront remarqué la ressemblance entre l'objet de Peter et Stargate, *Porte des étoiles*.

L'ensemble du projet a également été décrit sur Elektor Labs [4].

200208-02



Figure 3. Un chef-d'œuvre de chantournement.

### STARGATE - V1.1

14:16:03

Colour of the hour and minute hands:

R:	0
G:	25
B:	0

Colour of the second hand:

R:	49
G:	6
B:	6

Colour of the hour and 5-minute markers:

R:	0
G:	2
B:	2

PWM-Signal for motor at D7:

VAL_PWM:	0
----------	---

MODUS:

LIGHTSHOW	PacMan LIGHTSHOW2
LIGHTSHOW3	CLOCK

Figure 5. Interface web de l'horloge NeoPixel.

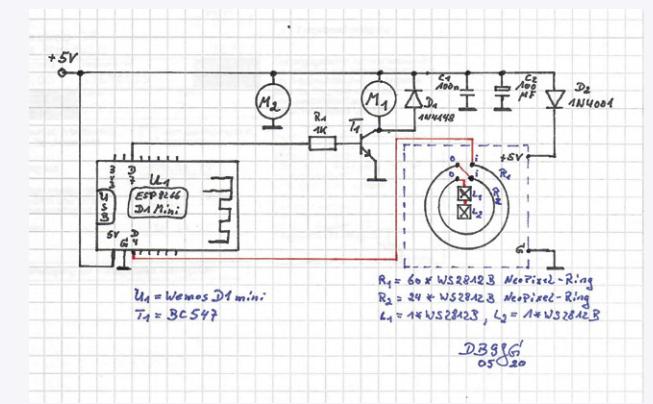


Figure 4. L'électronique est plutôt simple.

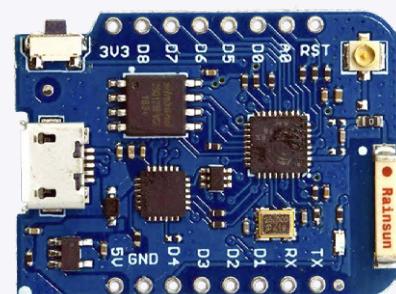
## LIENS

- [1] **article BASIC pour ESP32 et ESP8266 (1)** : [www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-142/57171](http://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-142/57171)
- [2] **article BASIC pour le ESP32 et ESP8266 (2)** : [www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-148/58633](http://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-148/58633)
- [3] **vidéo** : <http://vimeo.com/387921846>
- [4] **l'horloge cinétique sur Elektor Labs** : <https://bit.ly/2yBPfpt>



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **carte WeMos D1 mini Pro**  
[www.elektor.fr/wemos-d1-mini-pro-esp8266-based-wifi-module](http://www.elektor.fr/wemos-d1-mini-pro-esp8266-based-wifi-module)



# hello, world !

Elektor est actif aussi sur les réseaux sociaux



Clemens Valens publie sur la chaîne YouTube d'Elektor des critiques de produits, des entretiens et des tutoriels.

Elektor, c'est d'abord le partage des idées. Depuis les années 1960, nous nous inspirons la communauté des électroniciens en leur proposant des réalisations et des études de qualité. L'essentiel de nos publications est en quatre langues et nous sommes actifs aussi sur les réseaux sociaux pour soutenir nos membres et collaborer avec eux.

Elektor est synonyme de coopération. Pour le partage d'idées, depuis les années 1960, Elektor n'a jamais relâché ses efforts pour enrichir la communauté des électroniciens. Pour les inspirer, nous publions des projets, des idées et des tutoriels. La plupart de nos publications sont en anglais, allemand, néerlandais et français. De mois en mois, nous attirons de nouveaux membres – ingénieurs professionnels, passionnés, étudiants – dans le monde entier. Outre nos magazines, Elektor en quatre éditions [1][2] [3][4], Elektor Industry (3 éd.), MagPi (2 éd.) [5][6] et Make : [7] – nous sommes sur les réseaux sociaux pour soutenir les membres d'Elektor et interagir avec eux.

Selon Hootsuite [8], 3,8 milliards de personnes utilisent ces réseaux. Pour ce qui concerne spécifiquement l'électronique sur ces réseaux, notre équipe constate que 40 %

des membres d'Elektor utilisent régulièrement les réseaux sociaux pour suivre l'actualité de l'électronique, pour s'informer sur les nouveautés mais aussi pour partager projets et expériences. Notre portée sociale continue de s'étendre à mesure que nous attirons de nouveaux publics, de nouveaux étudiants. Nos membres découvrent les bénéfices de leur communication avec des innovateurs qui partagent leurs idées par l'intermédiaire de réseaux sociaux.

## Elektor sur les réseaux sociaux

Le choix de plateformes est vaste, mais nous nous concentrons sur Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn et YouTube. Voici ce que nous y faisons :

**Facebook** : Les membres d'Elektor passent par Facebook principalement pour suivre les nouveautés (projets, nouvelles, produits

et offres) et pour interagir avec nos équipes (rédaction, labo et service clientèle). Nous comptons plus de 43.000 adeptes sur FB. Choisissez votre langue !

- Elektor Labs [9]
- Elektor Deutschland [10]
- Elektor France [11]
- Elektor Nederland [12]

**Instagram** : Cette plateforme excelle pour le partage d'images et de réflexions sur les produits et les projets en cours. Lorsque notre équipe poste sur Instagram, nous mettons en avant un projet, un produit utile ou un membre de notre communauté (p. ex. l'espace de travail d'un électronicien). Les messages sont le plus souvent en anglais, mais tous les membres de la communauté d'Elektor y trouvent du contenu utile et attrayant.

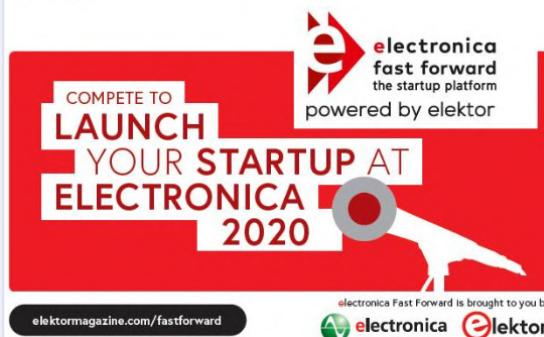
➤ ElektorLabs [13]

**YouTube** : Le contenu de notre chaîne Elektor TV a été considérablement enrichi sur YouTube ces derniers mois. Clemens Valens, notre « Macrocontrôleur en chef », y publie quelques nouvelles vidéos par mois, sur des sujets tels que l'optimisation de la consommation d'énergie pour l'IdO, la domotique, le détournement de souris ou la publication sur GitHub. Nous publions

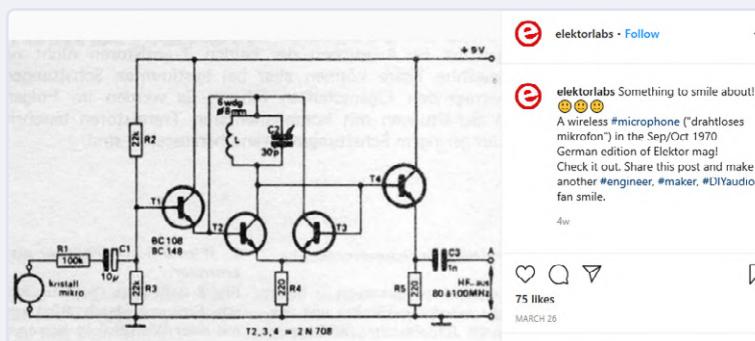


Elektor International Media  
2.019 followers  
5d • 0

Running an electronics-related #startup? electronica fast forward, the startup platform powered by Elektor, is a great opportunity to showcase your #technology. Learn more! <https://lnkd.in/d3eQ-4h> #entrepreneurs #IoT #Iot #AI #robotics #embedded



Utilisez LinkedIn pour vous informer sur les événements et les projets liés à l'électronique. Discutez avec nos commerciaux !



Notre compte Instagram sert autant aux messages amusants qu'à l'annonce de nouveaux produits !

également des commentaires détaillés sur des produits, des entretiens et des tutoriels (p. ex. Modern Valve Electronics). Abonnez-vous aujourd'hui à cette chaîne pour ne plus manquer les nouvelles vidéos !

#### ► ElektorTV [14]

Twitter : Plus de 10.000 personnes utilisent les canaux Twitter d'Elektor pour obtenir des informations sur ses projets, ses nouveaux produits et ses offres spéciales. C'est également un moyen de communiquer avec nos équipes de rédaction, du labo et du service clientèle. Souhaitez-vous publier un article dans Elektor ? Ou partager la description de votre espace de travail ? Voudriez-vous vendre un produit dans la boutique en ligne d'Elektor ? Contactez-nous sur Twitter dans la langue de votre choix.

#### ► @Elektor [15]

► @ElektorNL [16]

► @ElektorFR [17]

► @ElektorDE [18]

► @Clemens\_Elektor [19]

LinkedIn : Les messages reçus par Elektor sur LinkedIn a beaucoup augmenté. Certains membres d'Elektor suivent le compte média d'Elektor International. D'autres sont en relation directe avec

des membres du personnel d'Elektor. Le canal LinkedIn est idéal pour présenter vos compétences d'ingénieur et découvrir les opportunités de l'industrie. Que vous soyez à la recherche d'un nouvel emploi ou que vous cherchiez à étendre votre réseau, suivez notre compte d'entreprise ainsi que les comptes individuels de notre personnel en vous y connectant régulièrement.

#### ► Elektor International Media [20]

### Rejoignez-nous en réseau

Nous encourageons les membres d'Elektor à suivre au moins un de nos réseaux sociaux. Nous ne nous contentons pas d'y partager de simples annonces sur le magazine Elektor. Vous y trouverez des projets, des conseils techniques, des nouvelles de l'industrie électronique, des entretiens avec les meilleurs ingénieurs, des annonces de nouveaux produits, des offres et parfois des informations amusantes pour le plaisir des passionnés d'électronique. Que vous cherchiez une idée de projet, que vous souhaitez vous informer sur un nouveau microcontrôleur ou que vous ayez une question technique, nous avons ce qu'il vous faut. ►



Elektor  
@Elektor

Article: "Capaci-Meter - It's a #capacitance meter with a retro-style 'Dekatron'-type arrangement of LEDs to represent two digits.

[elektormagazine.com/articles/capac...](https://elektormagazine.com/articles/capac...) #maker #tech #engineering #makerpro



Capaci-Meter: The Design of a Retro-Style Capacitance Meter  
The Capaci-Meter is a capacitance meter with a retro-style 'Dekatron'-type arrangement of LEDs to represent 2 digits. It ...  
[elektormagazine.com](https://elektormagazine.com)

Suivez-nous pour des nouvelles régulières, des réalisations inédites, des annonces de notre boutique en ligne, et plus encore !



Elektor Labs  
April 20 at 2:51 PM ·

Electronics kit tester Jos Verstraten first contributed to Elektor 50 years ago. Now he offers a behind-the-scenes look at his home #electronics #workspace, where he tests kits and writes about electronics.  
[#maker #DIYelectronics #engineering #WFH #tech](https://www.elektormagazine.com/news/workspace-electronics-kit-tester)



ELEKTORMAGAZINE.COM  
Electronics Workspace: Where a Long-Time Elektor Reader and Electronics Kit Tester Works

Facebook vous permet d'interagir avec notre équipe, de lire des articles, et bien davantage.

### LIENS

- [1] [www.elektormagazine.com](http://www.elektormagazine.com)
- [2] [www.elektormagazine.de](http://www.elektormagazine.de)
- [3] [www.elektormagazine.nl](http://www.elektormagazine.nl)
- [4] [www.elektormagazine.fr](http://www.elektormagazine.fr)
- [5] [www.magpi.fr](http://www.magpi.fr)
- [6] [www.magpi.nl](http://www.magpi.nl)
- [7] [www.makemagazine.nl](http://www.makemagazine.nl)
- [8] [blog.hootsuite.com](http://blog.hootsuite.com)
- [9] [www.facebook.com/ElektorLabs](http://www.facebook.com/ElektorLabs)
- [10] [www.facebook.com/ElektorDE](http://www.facebook.com/ElektorDE)
- [11] [www.facebook.com/ElektorFR](http://www.facebook.com/ElektorFR)
- [12] [www.facebook.com/ElektorNL](http://www.facebook.com/ElektorNL)
- [13] [www.instagram.com/elektorlabs](http://www.instagram.com/elektorlabs)
- [14] [www.youtube.com/ElektorIM](http://www.youtube.com/ElektorIM)
- [15] [www.twitter.com/Elektor](http://www.twitter.com/Elektor)
- [16] [www.twitter.com/ElektorNL](http://www.twitter.com/ElektorNL)
- [17] [www.twitter.com/ElektorFR](http://www.twitter.com/ElektorFR)
- [18] [www.twitter.com/ElektorDE](http://www.twitter.com/ElektorDE)
- [19] [www.twitter.com/Clemens\\_Elektor](http://www.twitter.com/Clemens_Elektor)
- [20] <https://bit.ly/3ewqdkw>

200232-02

# M4 + 2xA7 + GPU : équipe de rêve ou presque !

Nouveau SoC STM32MP1 : pour vos exigences les plus élevées

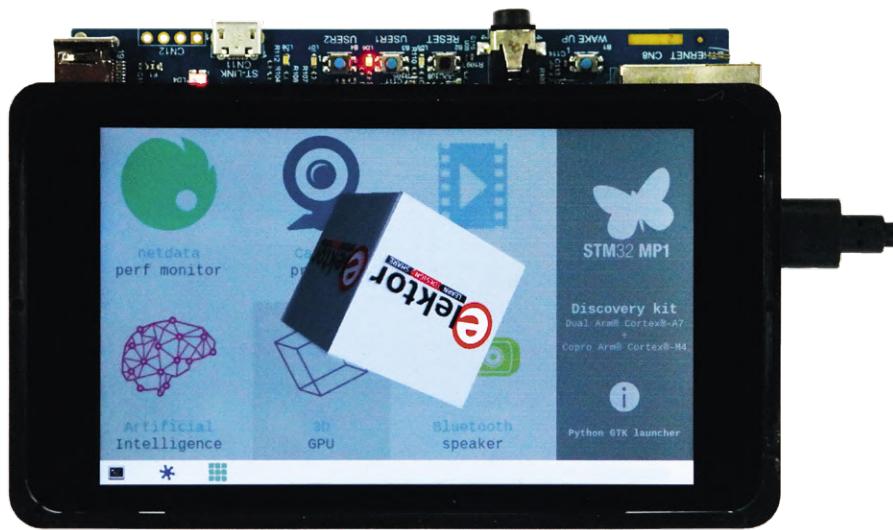
Viacheslav Gromov (leser@gromov.de)

Avec la multiplication d'applications telles que l'Internet des Objets, la cryptographie, et les interfaces personne-machine (IHM) de plus en plus complexes, même un ARM-Cortex-M7 tutoie ses limites. Des fabricants renommés proposent des processeurs multicoeurs hétérogènes (PMH), qui regroupent dans un même boîtier des gros cœurs applicatifs pour l'IHM et des cœurs plus petits pour les applications en temps réel. Procédons à un examen détaillé des premiers représentants de PMH de STMicroelectronics particulièrement intéressants du point de vue du prix et de la documentation. Parmi les avantages substantiels de cette famille MP1, on trouve son rendement, une GPU-3D, le support de Linux et d'Android, et une sécurité accrue, entre autres par le cloisonnement interne en zones sécurisées.

La plupart des thèmes de cet article (bien trop bref) sont inépuisables, il ne peut donc offrir qu'un premier contact avec le monde des PMH. Il s'adresse avant tout aux développeurs avancés du domaine ARM-Cortex-M et de Linux embarqué avec une première expérience approfondie du Raspberry Pi.

**Tableau 1. Signes distinctifs des membres de base de la famille MP1. Il existe les variantes A et C, sans ou avec unité matérielle intégrée de cryptage.**

Désignation	Cortex-A7 (650 MHz)	Cortex-M4 (209 MHz)	Vivante 533 MHz avec MIPI-DSI	FD-CAN
STM32MP151	1	1	0	0
STM32MP153	2	1	0	2
STM32MP157	2	1	1	2



(source: Viacheslav Gromov)

## Membres et structure de la famille MP1

Le **tableau 1** donne un aperçu de tous les représentants de la famille MP1. Ils se distinguent surtout par la configuration du noyau ainsi que par la présence d'une unité graphique (GPU). Le membre le plus complet, le *STM32MP157C*, possède les trois cœurs (les siamois ARM-Cortex-A7 avec leur cache commun L2, et l'ARM-Cortex-M4), une GPU-3D avec interface série (DSI), une unité de cryptage et une interface FD-CAN (**fig. 1**).

Du fait de la présence du cœur A7 sur le silicium, la fabrication de la puce complète, y compris les cœurs M4, n'est possible qu'en technologie CMOS, ce qui contraint à en exclure les grosses mémoires. Il y a suffisamment de possibilités de connecter de la mémoire RAM ou Flash par (LP)DDR ou Dual-Mode-Quad-SPI ou SDMMC. On peut connecter jusqu'à 1 Go de RAM externe et une mémoire Flash dont la taille n'est limitée que par l'espace adressable.

La technologie des zones de confiance (*TrustZone*) de ARM procure, grâce au contrôleur associé, des domaines sécurisés dans la mémoire, qui ne peuvent être lus ou écrits que par des parties de programmes spécifiées. Il y a d'autres domaines, comme les contrôleurs d'alimentation et d'horloge, qui bénéficient de cette technologie. Grâce à l'archi-

ture ARM-NEON-SIMD, les coeurs A7 ont accès à un jeu d'instructions étendu spécifique aux fonctions telles que les calculs Quad-MAC, p. ex. pour les applications multimédias.

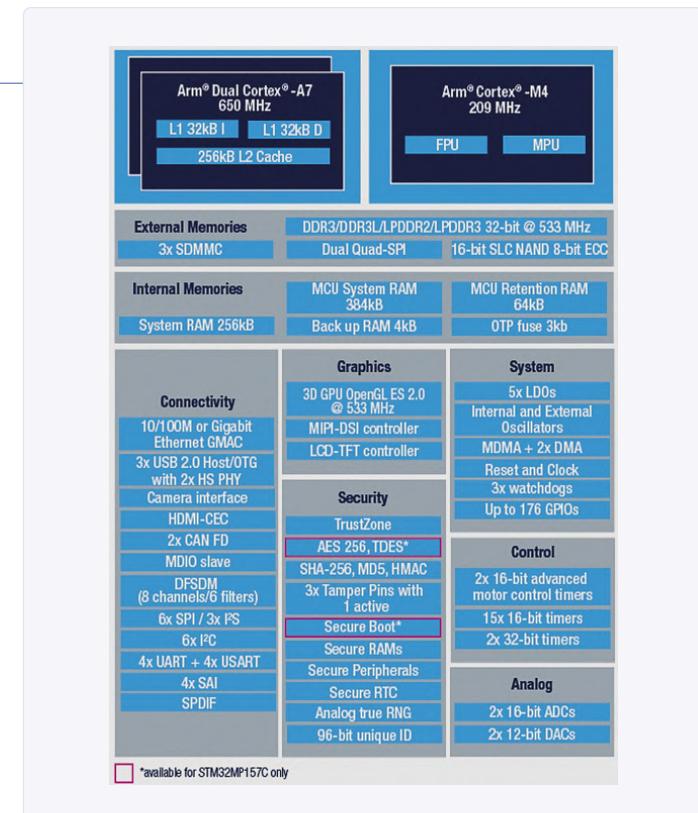
L'horloge du bus interne de 64 bits AXI (*Advanced eXtensible Interface*) des noyaux A7 et des mémoires atteint 266 MHz. Le noyau M4 est connecté au bus matriciel AHB (*Advanced High-performance Bus*) à 209 MHz, et la plupart des périphériques aux bus APB (*Advanced Peripheral Bus*). Par la matrice de liaison AXI-AHB, il est possible d'assigner les périphériques, entre autres, à des domaines particuliers du noyau ou au domaine de sécurité A7, seulement accessible à des parties de programme particulières (**fig. 2**). Les domaines de mémoire banalisés bénéficient d'une fonction comparable.

À sa fréquence d'horloge maximale de 533 MHz, la GPU-3D Vivante traite un flux de 133 mégapixels par seconde, ce qui lui permet de supporter non seulement le très répandu *OpenGL 2.0* dans sa version embarquée, mais aussi *OpenVG 1.1* ou *EGL 1.4* et d'autres. La résolution des interfaces graphiques associées pour afficheurs LCD-TFT ou DSI atteint 1366 x 768 pixels (*Wide eXtended Graphics Array, WXGA*) à 60 images par seconde.

Par (M)DMA et les 288 interruptions ou événements globaux (partagés), de nombreux processus peuvent s'exécuter pratiquement indépendamment et sans la participation de coeurs particuliers. Dans le large domaine du traitement numérique du signal (DSP), on notera l'intérêt du *Digital Filter for Sigma Delta Modulators* (DFSDM) qui peut travailler avec des valeurs brutes de convertisseurs analogique-numérique de 24 bits. On peut ainsi connecter directement un microphone MEMS avec son convertisseur sigma/delta.

Passionnants sont aussi l'interface *Consumer-HDMI* (d'après la spécification *CEC 1.4*), l'interface caméra d'une largeur de 14 bits et d'une vitesse de 140 Mo/s, l'identifiant unique à 96 bits avec ses coordonnées de galette et autres, et le capteur de température à sortie en fréquence (-40 à +125 °C).

Il s'y ajoute bien entendu quelques organes de sécurité, p. ex. ceux qui peuvent fournir des codages *AES-256*, réputés «sûrs» (*Cryptocontroller + Hash-Elements*). Le générateur de nombres aléatoires peut ainsi



*Figure 1. Vue d'ensemble des organes de calcul y compris la liste sommaire des périphériques, de la sécurité et des interfaces du plus important membre de la famille, le STM32MP157 (source : ST).*

produire, à partir de *semences* analogiques, quatre nombres de 32 bits réputés aléatoires en au plus 213 cycles d'horloge. Le *tamper*, connu au moins depuis le STM32H7, peut mémoriser en toute sécurité 32 registres de sauvegarde dans tous les modes de fonctionnement et les effacer immédiatement à la demande en cas d'événements particuliers comme l'interruption d'un circuit entre broches spécifiées.

La communication entre les deux mondes de coeurs peut s'effectuer par l'*Inter Processor Communication Controller* (IPCC) en mode simplex

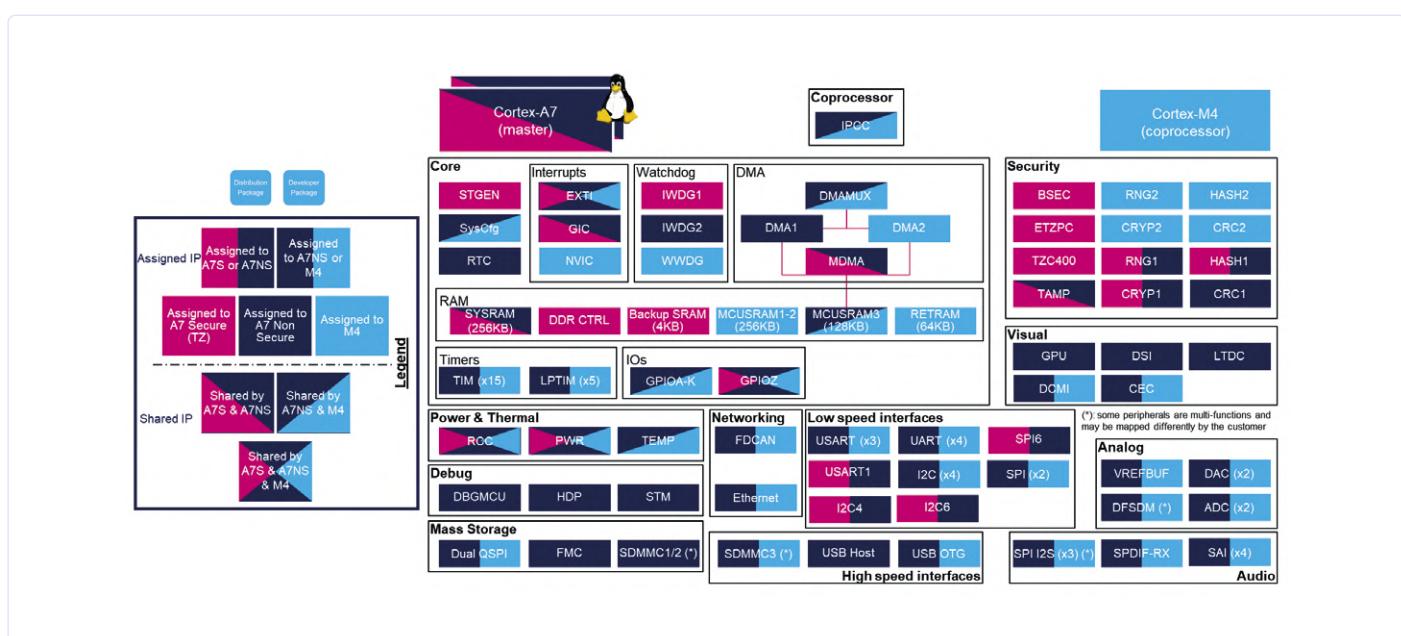


Figure 2. Les différentes possibilités d'affectation aux coeurs et à la SecureZone des périphériques, des zones mémoire et autres fonctions internes sont ici distinguées par des couleurs (source : ST).

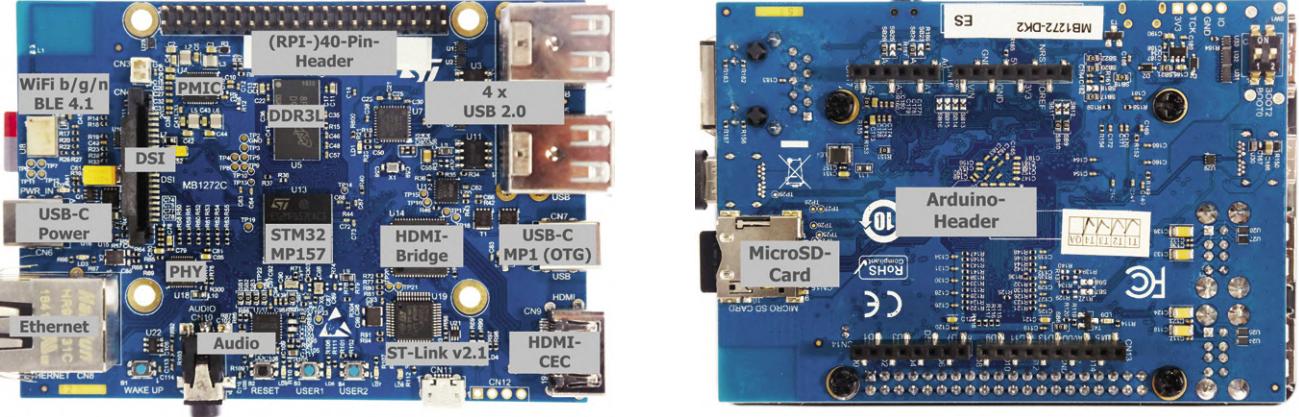


Figure 3. Les deux faces de la carte des STM32MP157C-DK2 avec identification des composants essentiels, mais sans l'afficheur (source : Viacheslav Gromov).

ou half-duplex par deux canaux, ou par l'intermédiaire d'une zone de mémoire partagée SRAM (*Shared Memory*, AXI: 256 ko), ce qui permet l'échange interne de données par un système de boîtes-aux-lettres. On dispose de nombreux moyens de débogage, invasifs ou non (JTAD/ SWD), ainsi que de possibilités de traçage (broches du TPIU), y compris les interfaces associées.

Cet article ne se prête pas à une description exhaustive de la pléthora de périphériques, mais il existe une riche documentation. Un *Reference Manual* de plus de 4000 pages (!), une feuille de caractéristiques condensée sur 260 pages et des notes d'applications logicielles, p. ex. la logique d'interaction avec l'USB du chargeur d'amorçage ; tout est téléchargeable [1]. On retrouve beaucoup des informations mentionnées ici sous la forme d'un cours en ligne [2] et, présentées de manière plus pratique, sur la page officielle ST-YouTube.

L'alimentation du STM32MP1, des coeurs et des périphériques analogiques requiert la présence de tensions variées sur de multiples broches, ces tensions variant aussi selon le mode d'économie d'énergie utilisé ! Ne vous tracassez pas, c'est le boulot du STPMIC1, une puce de gestion de la consommation (*Power Management IC, PMIC*), connectée aux broches d'alimentation du MP1, ainsi qu'à d'autres broches, dont une de r.-à-z. (*reset*), une de réveil (*wake-up*) et une interface I<sup>2</sup>C. Cette puce peut aussi fournir l'alimentation d'une mémoire DDR. Selon le mode d'économie d'énergie actif, la puissance consommée par le MP1 peut passer d'un maximum de 487 mW (les trois coeurs, plus tous les périphériques, plus la GPU), à 92 mW si seul le M4 est actif, et à quelques µW dans le mode stop/standby. Le prix unitaire du MP1 se situe entre 5 et 10 €, selon la version et la quantité.

## LE MÊME SILICIUM, PAS LE MÊME PRIX

Si l'on achète un petit modèle du MP1, cela n'implique pas que la puce ne contient que les coeurs et autres fonctions mentionnés dans le tableau. Pour la fabrication en masse de ces familles de puces, il arrive que toutes les fonctions soient coulées dans le silicium, mais que seule la configuration payée soit testée et donc disponible pour l'utilisateur. Un concepteur aventureux, prêt à braver tous les dangers (comme preuve de son ambition) pourrait s'attaquer au déverrouillage (s'il est possible par logiciel) de ces fonctions (à ses risques et périls, bien sûr !).

## Carte économique

Avec de tels processeurs multicœurs hétérogènes (PMH), les temps sont révolus où l'on pouvait faire fonctionner un microcontrôleur rien qu'en le montant sur une platine de prototypage ou un adaptateur CMS, ne serait qu'à cause des exigences liées à la connexion de mémoire DDR. Cela rend d'autant plus intéressantes les cartes de développement à prix réduit pour faire ses premiers pas.

La carte de développement STM32MP157C-DK2 en tête de cet article est bien documentée [3]. Elle coûte ±90 €. Sans afficheur tactile (désinence -DK1) il en coûte ±60 € (prix de vente recommandé: 99 \$ et 69 \$). La -DK1 comprend un MP157A sans cryptage et sans la puce WiFi. La carte d'évaluation STM32MP157A/C-EV1, nettement plus puissante, coûte ±350 €.

La carte -DK2 devrait largement suffire pour les premiers pas. De par sa taille et son équipement, dont deux prises USB doubles et un connecteur GPIO, on la prendrait au premier regard pour un Raspberry Pi (ce qui n'est pas fortuit). L'afficheur tactile à contrôleur I<sup>2</sup>C intégré connecté à l'interface DSI possède une résolution native de 480 x 800 pixels pour une diagonale de 4 pouces. La STPMIC1 pour l'alimentation est également présente. Le contrôleur PMH dispose d'un demi-Go de mémoire DRAM (4 gigabits) sur son interface DDR3L habituelle. Une carte micro-SD (>= 2 Go, classe >6) pour la mémoire Flash doit être acquise en plus. À l'avant, on trouve un codec audio connecté par SAI (*Serial Audio Interface*) et I<sup>2</sup>C, avec son convertisseur N/A et son amplificateur, ensuite un UART-BLE 4.1 et un SDIO-WLAN sur un module Murata. Au verso, il y a des rangées de connecteurs femelles compatibles Arduino Uno V3 pour la périphérie. Notez que du point de vue de ses GPIO, le MP1 est en principe un système 3,3 V, mais qui tolère des tensions «externes» de 5 V. Les autres périphériques matériels sont brièvement présentés sur la **fig. 3**.

La carte peut être alimentée par un connecteur USB-C, mais il faut 3 A. Pour commencer, lors des premiers pas, on peut se contenter des alimentations de téléphone portable 2 A, si on supporte le témoin d'alimentation qui clignote rouge en permanence. L'autre connecteur USB-C est directement relié au MP1 et peut ensuite fonctionner en mode OTP. Le débogueur intégré ST-Link possède l'interface Micro-USB habituelle. La prise Ethernet devrait présenter un intérêt dès le début (liaison SSH). Pour l'embarquement dans des projets personnels, sans gros effort de conception autour de la MPU, il existe de nombreuses solutions à systèmes sur un module. Ceux-ci sont adaptables individuellement aux variantes les plus diverses, de fournisseurs comme Phytel ou bytes at work, que vous pouvez emboîter ou souder sur votre application personnelle.

## CubeMX, EDI et autres outils

Comme de coutume dans l'écosystème ST, on dispose du configueur de code GUI *STM32CubeMX* auquel s'ajoute un paquet MP1 comprenant les bibliothèques *HAL* et *LL* [4]. On a tout pour configurer les périphériques, les caractéristiques de base du système et la distribution des signaux d'horloge. Dans ce contexte, il faut porter une attention particulière à l'affectation des éléments aux coeurs et à la zone de sécurité de la partie A7 (**fig. 4**).

Avec les fichiers de programmes ainsi produits, on peut poursuivre avec des EDI habituels comme Keil ou IAR, et finir avec la compilation et le transfert du code. Certains tutoriels montrent comment utiliser l'*EDI System Workbench for STM32* (abrégé: *SW4STM32*), l'outil de ST développé avec *ac6-tools*.

Mentionnons encore les outils suivants, intégrés à CubeMX, qu'on peut utiliser avec le MP1 pendant la phase de développement :

- le *Power Consumption Calculator* évalue la consommation électrique d'un projet donné dans les différents modes d'économie d'énergie. Quelques exemples d'applications servent de référence.
- La *DDR Tool Suite* permet de configurer et d'optimiser la connexion de la mémoire DDR, puis de la tester (test de stress p. ex.). Mots clés pour connasseurs : *Deskew*, *DQS Gating* ou *Eye Centering*. Après une optimisation réussie, on peut stocker les données de configuration sur le MP1 dans le FSBL (donc le plus souvent dans le chargeur d'amorçage sécurisé *TF-A*). Cet outil est censé faciliter la tâche aux concepteurs du matériel.

Bien entendu, pour les tests de la DDR, le MP1 doit être connecté à l'environnement du Cube et les broches d'amorçage doivent être mises dans l'état correct pour que le micrologiciel nécessaire soit chargé dans le SSBL (voir ci-dessous).

## Lacunes et pièges de la GPU

Un aspect critiquable du point de vue des développeurs est que la plus grande partie des bibliothèques internes de la GPU n'est accessible qu'après la conclusion d'un accord de non-divulgation avec le fabricant de Vivante, *VeriSilicon*. Voilà qui est inconnu chez d'autres types de GPU. La transparence du logiciel est une exigence légitime de l'utilisateur (final), particulièrement dans le cas d'applications critiques. ST prendra-t-il cet aspect en compte ?

Pour la GPU, il vient s'ajouter au *vCompiler* basé CL quelques outils d'analyse et d'optimisation :

- on peut laisser tourner *vProfiler* sur le MP1 pour enregistrer les performances de la GPU en temps réel et exploiter ensuite les résultats sur un PC au moyen de *vAnalyzer*, fonction par fonction.
- avec *vShader*, les thèmes de rendu comme les ombres des éléments 3D affichés peuvent être générés et préanalysés. *vShader* dispose d'une interface graphique utilisateur et propose un choix de formes 3D de base.
- avec *vTexture* on (dé)comprime des fichiers images aux formats *dxt* et *etc*.

Ces outils se trouvent dans le paquet *GPU Toolkit* [6].

Sur la page de produit du MP1 on trouvera aussi le *GPU Application Programming Manual PM0263*, qui donne des conseils pour une gestion optimale de la GPU pour des débits de trames acceptables, et le moyen d'en tenir les CPU voisines à l'écart si possible. Ces conseils

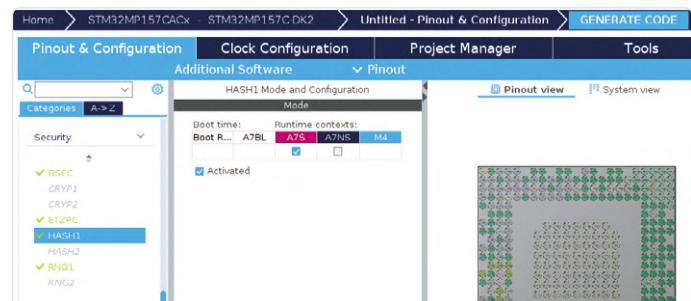


Figure 4. Exemplaire : l'affectation simple de l'élément de hachage au cœur M4 ou M7 (S: zone sécurisée/NS: zone non sécurisée) dans CubeMX (saisie d'écran : Viacheslav Gromov).

portent sur l'usage des textures, des *Vertex Buffer Objects* (VBO), et comprennent des avertissements sur l'utilisation de certaines instructions GL et de commandes d'effacements partiels.

## La troïka du logiciel

L'offre de systèmes d'exploitation pour le (ou les) cœur(s) comprend deux variantes, l'habituel OpenSTLinux, donc une adaptation de Yocto, et une distribution d'Android. La **figure 5** montre l'interaction des trois domaines de logiciel y compris une possible séquence d'amorçage avec un noyau Linux. Dans la zone de sécurité (*Secure-Zone*), l'environnement de sécurité OP-TEE utilise le plus souvent les propriétés de la zone de confiance (*TrustZone*). L'environnement sécurisé cible y est démarré directement par le chargeur sécurisé d'amorçage de premier niveau (*First Stage Bootloader*, *FSBL*), alors que le noyau Linux utilise encore le chargeur habituel U-boot.

Notez le chemin en pointillé du chargeur d'amorçage de second niveau (*Second Stage Bootloader*, *SSBL*), donc, ici, U-boot. L'expérience montre que, de cette manière, on peut charger le microgiciel dans M4 et le démarrer environ 600 ms avant que le noyau Linux soit définitivement activé. Bien entendu, selon l'application, on peut faire tourner sur le cœur M4 soit des applications purement *bare-metal* (sans OS), soit des moniteurs en temps réel, parmi lesquels le très répandu FreeRTOS est bien supporté par l'environnement Cube. La séquence d'amorçage décrite n'est qu'un exemple, car il est bien entendu possible, pendant le développement, de charger du microgiciel dans le M4 indépendamment du A7 avec le débogage JTAG/SWD.

Du point de vue du M4, il n'est pas nécessaire d'insister sur les biblio-

## RUMEURS : D'AUTRES STM32MP

À l'expo *Embedded World 2020*, des variantes MP1-(D/-F) ont été présentées avec une fréquence d'horloge maximum de 800 MHz.

Selon des rumeurs, un modèle MP2 devrait apparaître dans quelques années, avec des coeurs A plus gros et plus rapides (GHz) avec plus de mémoire et un interfaçage plus riche, un noyau M plus efficace et une GPU plus trapue, avec une accélération des calculs d'apprentissage machine. D'ici là on s'attend à l'arrivée d'une MPU A7 native.

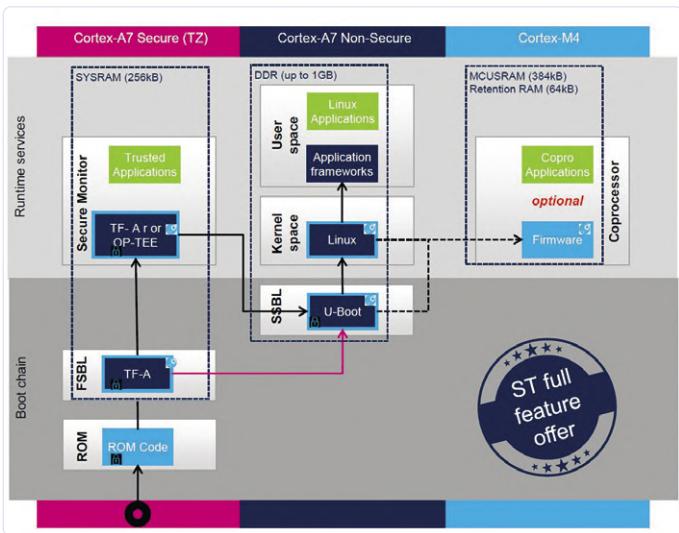


Figure 5. La troïka : à gauche, la zone sécurisée, au milieu, le système d'exploitation applicatif (ici Linux) et à droite, le M4 en temps réel. Une logique d'amorçage possible avec *Calls* et *Loads* est représentée sous forme d'organigramme approximatif (source : ST).

thèques disponibles HAL, LL et autres, mais du point de vue de A7 ou de Linux, cela devient passionnant. L'accès aux unités (périphériques) associées passe par des pilotes mentionnés sur la figure 6. Par ailleurs, il existe bien entendu du logiciel intermédiaire (*middleware*) tel que *Wayland-Weston* pour des applications GPU ou, en version standard, le logiciel de base comme *apt*, *dpkg*, *python* et *minicom*.

Sur le Wiki en ligne [7] avec son domaine de développement, on peut non seulement télécharger les paquets de OpenSTLinux-Starter et -Developer, ainsi que des paquets de distributions avec leurs SDK associés, mais aussi observer des étapes de transferts sur carte

microSD par le CubeProgrammer, des premiers pas de programmation, des exemples et des «comment faire» pour certains composants logiciels comme le GTK pour les applications graphiques.

Mentionnons encore le paquet mis à disposition par ST pour la suite intégrée *AWS IoT Greengrass*, bien connue dans le monde de l'IoT, pour le prétraitement des données «à la marge» et la connexion au nuage. Notons enfin *X-LINUX-AI-CV*, une extension d'intelligence artificielle, qui, associée au framework Python-3 *TensorFlow Lite*, apporte, entre autres, au niveau applicatif, des fonctions de reconnaissance d'objets et de classement d'images par réseaux de neurones artificiels.

## Premières activités ludiques

Indépendamment de l'image chargeable du système d'exploitation, vous devriez voir sur la carte SD le programme de démo et quelques applications, ainsi que quelques démos graphiques (comme le *Videoplayer* accompagné de quelques appareils audio connectés par Bluetooth) et un affichage de performance sur un moniteur nommé *netdata* accessible sur le réseau local par une adresse IP.

Pour obtenir un accès rapide à la carte par le système chargeable que vous venez d'installer sur la carte SD, vous pouvez vous connecter à l'aide de votre système Linux-PC (virtualisé) par l'interface série de la liaison ST intégrée avec des outils comme *minicom* et voir et utiliser la console du système MP1-Linux. Une alternative serait une liaison SSH. Depuis la console vous pouvez redémarrer la carte et, au cours du redémarrage, appuyer sur une touche utilisateur quelconque pour accéder à la console U-Boot, sur laquelle la commande

`$ ums 0 mmc 0`

demande à U-Boot de rendre le système de fichiers accessible sur USB-OTG (On-The-Go). Au moyen de commandes telles que

`$ mount | grep userfs`

vous pouvez alors examiner plus précisément les différents domaines du système de fichiers sur le calculateur Linux connecté à l'OTG et éventuellement modifier les démos et autres exemples d'applications.

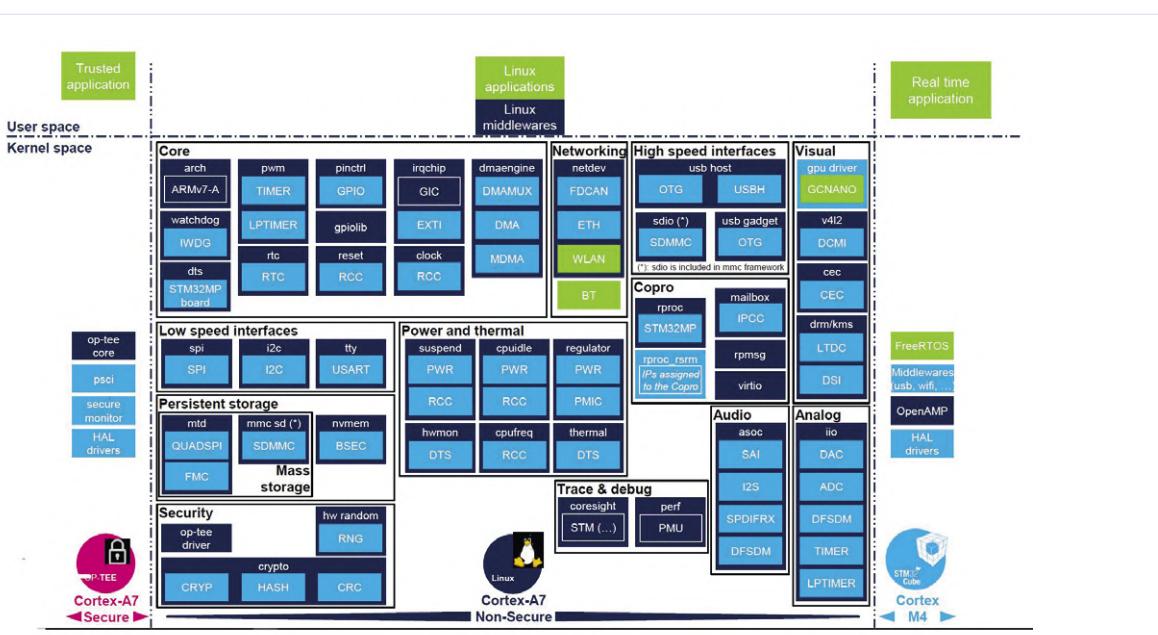


Figure 6. Les pilotes de «périphériques» dans les trois zones sous Linux dans la partie applicative du PMH. Les bibliothèques indiquées en bleu clair sont fournies par ST, celles en bleu foncé ont été développées/supportées par/avec la communauté (source : ST).

**Listage 1.** Fragment du programme de démo montrant la simplicité d'utilisation de la bibliothèque graphique GTK. On y reconnaît la structure de base de la barre d'infos de pages et une icône.

```
def create_page_icon(self):
    page_main = Gtk.HBox(False, 0)
    page_main.set_border_width(0)

    # create a grid of icon
    icon_grid = Gtk.Grid(column_homogeneous=True, row_homogeneous=True)
    icon_grid.set_column_spacing(20)
    icon_grid.set_row_spacing(20)

    # STM32MP1 Logo and info area
    logo_info_area = _load_image_Box(self, «%s/pictures/ST11249_Module_STM32MP1_alpha.png« % DEMO_
        PATH, «%s/pictures/ST13340_Info_white.png» % DEMO_PATH, self.board_name, -1, 160)
    rgba = Gdk.RGBA(0.31, 0.32, 0.31, 1.0)
    logo_info_area.override_background_color(0,rgba)

    # Button: Netdata icon
    eventBox_webser = _load_image_eventBox(self, «%s/pictures/netdata-icon-192x192.png« %
DEMO_PATH,
        «netdata», «perf monitor», -1, self.icon_size)
    eventBox_webser.connect(«button_release_event», self.wifi_hotspot_event)
    eventBox_webser.connect(«button_press_event», self.highlight_eventBox)

    ...

```

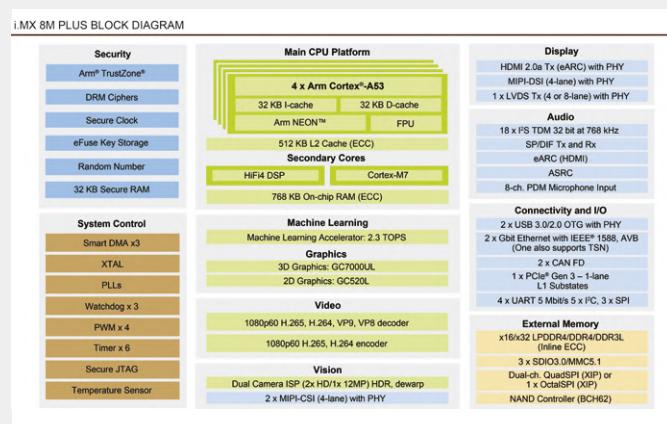
## EXEMPLES D'AUTRES PMH EMBARQUÉS

Les apparences sont trompeuses, le MP1 n'est pas tout seul sur le marché, qui a déjà proposé maints PMH embarqués. Il en existe d'innombrables, variant en configuration et en puissance au gré des applications.

Le monde de l'embarqué proche des consommateurs est fermé au sommet par les PMH habituellement utilisés dans les téléphones portables (si l'on excepte des applications particulières comme la conduite autonome). Un exemple courant est la série *Galaxy-S10* qui incorpore en Europe l'*Exynos 9820 Octacore* avec deux coeurs développés par *Samsung* (qui s'appellent M4, mais n'ont rien à voir avec ARM-Cortex), deux coeurs A75 et quatre coeurs A55.

À un niveau plus modeste, on trouve le *RT1170* de NXP. Il est composé d'un cœur M7, d'un cœur M4 et d'une GPU-2D. Ce n'est donc pas un processeur comme les autres, mais une MCU spéciale avec une mémoire Flash externe. Sa vitesse de 1 GHz (sic!) impressionne, ses périphériques et sa sécurité sont respectables.

Avec la famille Sitara-AM57x, TI se lance sur le marché haut de gamme. Les principales applications concernent le multimédia et le *Machine Learning* (ML). Dans sa configuration maximum, ce PMH possède deux coeurs A15, deux coprocesseurs DSP C66x, deux coeurs doubles M4, une GPU-3D double, un



accélérateur vidéo, etc. Avec tous ces auxiliaires, une résolution de 4K n'est pas hors de portée.

Le PMH présenté à l'expo CES2020, qui ressemble le plus au futur STM32MP2, est le *i.MX 8M Plus* de NXP (cf [diagramme](#)). En dehors de ses deux coeurs A53 et de son cœur M7, il possède deux unités graphiques (2D/3D) un accélérateur KNN (*k-Nearest Neighbor algorithm*), une double connexion de caméras, une TrustZone et d'autres éléments de sécurité.

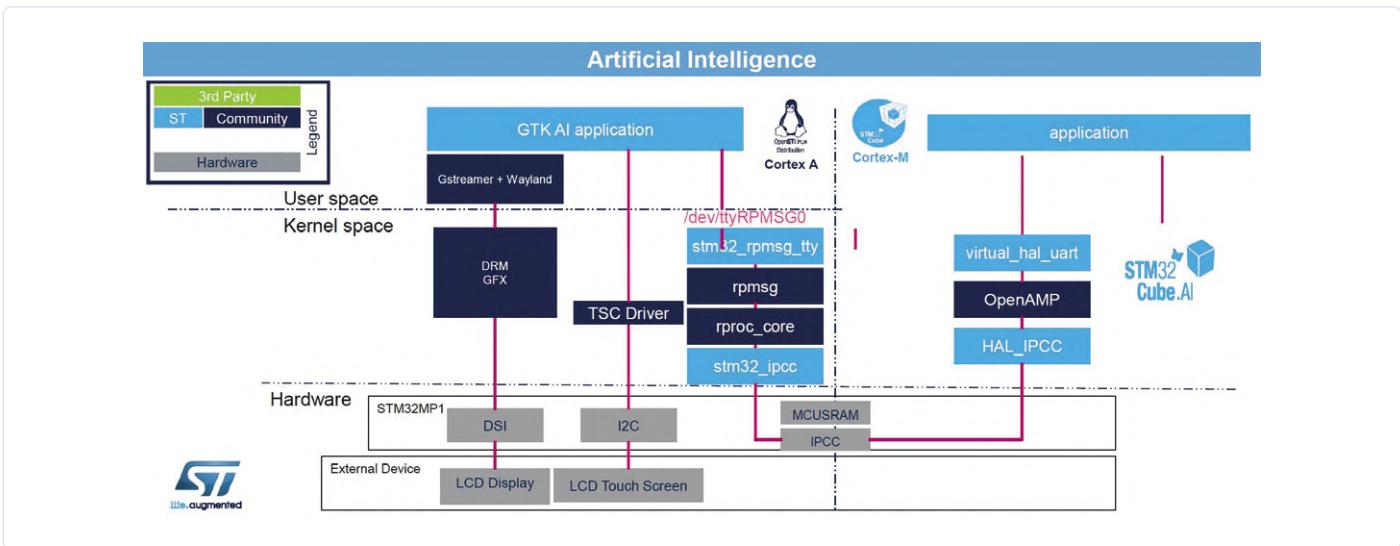


Figure 7. Le travail d'une équipe de rêve : l'application IA d'écriture manuscrite sur le M4 dialogue avec le RPMsg puis l'application graphique GTK sur les coeurs A7 et la GPU par l'intermédiaire de l'OpenAMP et de l'IPCC-HAL (source : ST).

Pour le transfert et l'exécution de programmes M4, on peut passer depuis la vue Linux par les sous-répertoires de `/sys/class/remoteproc/remoteproc0`.

L'exemple de la figure 7 montre un aspect possible d'un programme terminé qui participe aux deux mondes des coeurs du PMH. Ce programme KI est l'une des applications de la démo et reconnaît sur l'afficheur tactile des lettres et des chiffres tracés avec le doigt et exécute l'application éventuellement associée. Le réseau neuronal entraîné et porté par CubeAI réside dans le domaine M4, alors que toute l'interface graphique personne-machine s'exécute sur A7 ou l'unité graphique. Le déroulement des interactions, y compris avec l'interface IPCC (*Inter-Processor Communication Controller*) et la SRAM partagée par le renommé framework OpenAMP est bien observable. L'interface utilisateur sur l'afficheur peut être réalisée très rapidement avec la bibliothèque GTK (listage 1). Il existe bien entendu d'autres frameworks graphiques pour les fonctions les plus diverses, comme *GStreamer* ou *Wayland/Weston*, même *QT* peut être utilisé comme niveau intermédiaire.

Que vous soyez débutant, reconverti ou connaisseur de Cortex-M ou

de Linux : avec ce petit tour d'horizon du marché et de la documentation, vous venez de bénéficier d'une petite poussée dans le monde nouveau pour vous des processeurs multicœurs hétérogènes. Vous en êtes maintenant au point où nous pouvons vous abandonner sans mauvaise conscience : vous êtes sur la bonne voie ! ↗

(200072-04 VF Helmut Muller)



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

- **Pyboard D-series with STM32F722 and WiFi/BT**  
[www.elektor.fr/pyboard-d-series-with-stm32f722-and-wifi-bt](http://www.elektor.fr/pyboard-d-series-with-stm32f722-and-wifi-bt)
- **Livre Programming with STM32 Nucleo Boards**  
[www.elektor.fr/programming-with-stm32-nucleo-boards](http://www.elektor.fr/programming-with-stm32-nucleo-boards)
- **STM32 Nucleo L476RG Board**  
[www.elektor.fr/stm32-nucleo-l476rg-board](http://www.elektor.fr/stm32-nucleo-l476rg-board)

## LIENS

- [1] **page de produit de la famille MPU :**  
[www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32mp1-series.html](http://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32mp1-series.html)
- [2] **STM32MP1 - tutoriel en ligne :**  
[www.st.com/content/st\\_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-online-training/stm32mp1-online-training.html](http://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-online-training/stm32mp1-online-training.html)
- [3] **Kit Discovery DK2 avec STM32MP157C :** <https://bit.ly/37HXOF8>
- [4] **paquet STM32CubeMP1 :** <https://bit.ly/2UaBhwx>
- [5] **STM32CubeIDE :** [www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html](http://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html)
- [6] **STM32MP157 GPU Toolkit :** [www.st.com/en/development-tools/stm32mp157gputk.html](http://www.st.com/en/development-tools/stm32mp157gputk.html)
- [7] **Wiki/Development Zone avec instructions de téléchargement d'OS :** <https://wiki.st.com/stm32mpu>

# porte-PIC pour 16F18877 et autres gros PICs

Tam Hanna (Slovénie)

Le PIC 16F18877 n'est certainement pas le moins cher des composants, mais il a des atouts : architecture relativement complexe, grand nombre de périphériques. Ça ouvre des perspectives.

Pour travailler avec des systèmes embarqués, il est bien utile de se construire un module d'essai. Je l'ai fait pour des projets aussi bien simples que complexes. Quand vous êtes harassé par des problèmes de logiciel, il vaut mieux ne pas avoir à vous soucier des liaisons qui se baladent sur une carte d'essai. Les plaques à trous ne sont pas recommandées de toute manière sur des circuits rapides. Les parasites des lignes causent des problèmes avec les bus à grande vitesse, les régulateurs à découpage et les amplis de précision. Voici ce que je propose comme porte-PIC pour la mise au point de vos circuits (**fig. 1**).

Pour la construction, faites comme bon vous semble, puisque c'est à vous que l'outil devra servir. En vieux briscard que je suis, j'utilise du classique : PCB, support, fixations (**fig. 2**). Si vous avez besoin de mon témoignage en cas de procès, j'assume (<https://twitter.com/tamhanna>). Les PIC acceptent des tensions variées, mais tenons-nous en à 5 V par commodité. Rien ne s'oppose à faire une deuxième version sous 3,3 V. La majeure partie des lignes, c'est la connexion de programmation du PICKit : si vous regardez le PICKit, vous remarquerez le connecteur SIL à 6 broches à l'avant de l'appareil. Ce sont des broches spécifiques à Microchip, qui permettent à l'appareil de communiquer à des fins de programmation et de débogage.

Un aspect intéressant des circuits à microcontrôleurs consiste à rendre accessibles les broches des circuits intégrés pour les (re)programmer après assemblage : pour les petites séries, il est plus intéressant de programmer les cartes après leur fabrication. En outre, l'ICSP réduit les coûts des mises à jour de micrologiciel sur le terrain.

L'inconvénient est de simplifier ainsi la tâche des filous qui en veulent à votre code. Sachant qu'on trouve (en ex-Union soviétique m'a-t-on dit) des labos qui craquent vos PIC pour moins de 1 000 \$ la pièce, je trouve que le risque supplémentaire pour la sécurité ne fait pas le poids comparé au gain de commodité.

Pourquoi la résistance de 50 kΩ entre la broche MCLR et l'alimentation ? MCLR est actif au niveau bas qui force la r.a.z. du PIC. Avec cette résistance de forte valeur, nous forçons la broche au niveau haut — le programmeur n'aura aucun mal à déclencher une réinitialisation pendant la communication.

Pour les plates-formes où il y a beaucoup d'action, un support Textool à force d'insertion nulle (alias ZIF) est recommandé. On en trouve à bas prix sur aliexpress.com, à condition d'être patient (délai jusqu'à 1 mois). J'en prends toujours une de plus que ce dont j'ai besoin. 

200206-03

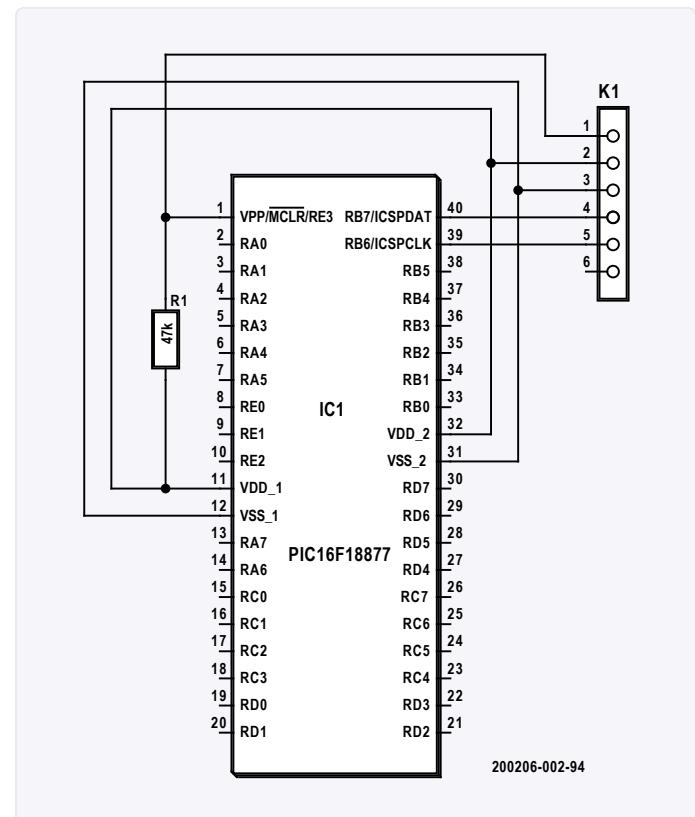


Figure 1. Un module rudimentaire mais solide pour expérimenter avec un PIC encombrant.

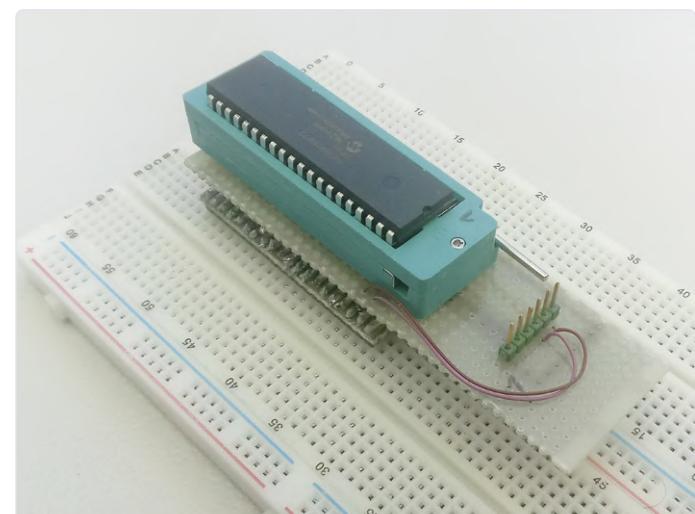


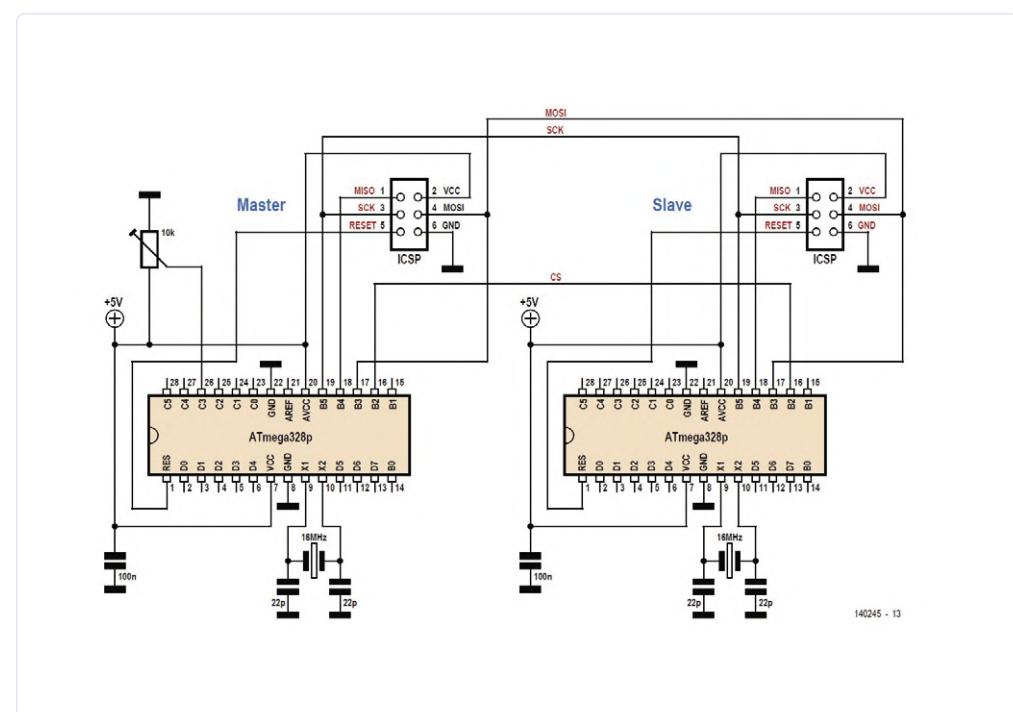
Figure 2. Grâce à ses broches situées en dessous, le module d'essai peut être embroché sur une plaque à trous.

# trafic entre µC par le bus SPI et l'ATmega328p

Burkhard Kainka (Allemagne)

Voici un aperçu de l'envoi de données par le bus SPI d'un microcontrôleur à un autre. À titre d'exemple, les données consistent en lectures sur 10 bits provenant d'un convertisseur A/N. Un (autre) avantage du SPI est la liberté de format des données : que vous envoyiez 8, 10, 12 ou 16 bits, la procédure reste la même. Si le seul objectif était de connecter deux µC l'un à l'autre, il serait plus facile d'utiliser une interface série asynchrone avec les lignes TXD et RXD. Le bus SPI, en revanche, est meilleur pour commander le matériel externe et communiquer avec lui. Notre objectif est ici d'illustrer le protocole de transmission.

Outre MOSI et MISO, le schéma montre qu'une 3<sup>e</sup> ligne est impliquée



## Listage 1 : maître SPI

```
'-----  
'UNO_spi2.BAS SPI Master  
'-----  
  
$regfile = "m328pdef.dat"  
$crystal = 16000000  
$baud = 9600  
Dim B As Bit  
Dim Dout As Word  
Dim N As Byte  
Dim I As Byte  
Sck Alias Portb.5  
Ddrb.5 = 1  
Mosi Alias Portb.3  
Ddrb.3 = 1  
Cs Alias Portb.2  
Ddrb.2 = 1  
Cs = 1  
Mosi = 0  
Sck = 0  
Config Adc = Single , Prescaler = 32 ,  
Reference = Avcc  
Start Adc
```

```
Cls  
Cursor Off  
Waitms 200  
Do  
    Dout = Getadc(3) 'Pot  
    Locate 1 , 1  
    Lcd Dout  
    Lcd " "  
    Cs = 0  
    Waitms 20  
    For N = 1 To 10  
        Mosi = Dout.9  
        Waitms 1  
        Sck = 1  
        Waitms 1  
        Sck = 0  
        Waitms 1  
        Shift Dout , Left  
    Next N  
    Cs = 1  
    Waitms 100  
Loop  
End
```

## Listage 2 : esclave SPI

```
'-----  
'UNO_spi3.BAS SPI Slave  
'-----  
  
$regfile = "m328pdef.dat"  
$crystal = 16000000  
$baud = 9600  
  
Dim Addr As Byte  
Dim B As Bit  
Dim Dout As Word  
Dim Din As Word  
Dim N As Byte  
Dim I As Byte  
  
S1 Alias Pinc.0  
Portc.0 = 1  
S2 Alias Pinc.1  
Portc.1 = 1  
Sck Alias Pinb.5  
Portb.5 = 1  
Mosi Alias Pinb.3  
Portb.3 = 1
```

```
Cs Alias Pinb.2  
Portb.2 = 1  
...  
Do  
    Do  
        Loop Until Cs = 0  
        Din = 0  
        For N = 1 To 10  
            Shift Din , Left  
            Do  
                Loop Until Sck = 1  
                Din = Din + Mosi  
            Do  
                Loop Until Sck = 0  
        Next N  
        Do  
            Loop Until Cs = 1  
            Locate 1 , 1  
            Lcd Din  
            Lcd " "  
            Print Din  
    Loop  
End
```

- dans ce cas la ligne de sélection de la puce /CS. La barre oblique (/) signifie que le signal sur cette ligne est actif au niveau bas. /CS permet de connecter plusieurs esclaves à un seul maître. Dans ce cas, ils partagent les lignes de données et d'horloge, mais chacun a sa propre ligne de sélection de puce. Lorsque cette ligne est basse, l'esclave correspondant sait qu'il est sélectionné. L'utilisation d'une ligne de sélection des puces présente un autre avantage. S'il y a un retard dans l'activation de l'esclave, il peut y avoir une certaine confusion sur les bits déjà transférés. Cependant, si l'esclave attend de voir un front descendant sur son entrée CS (transition du niveau haut vers le niveau bas), il sait que le transfert commence.

Et si une impulsion de bruit vient à se faufiler comme signal d'horloge, le reste des données pour ce transfert sont perdues, mais dès le prochain accès, tout rentre dans l'ordre.

L'ATmega328 illustré ici utilise également le bus SPI pour le téléchargement de programmes à partir d'un appareil de programmation externe. Les lignes suivantes sont donc disponibles sur le connecteur de programmation à six broches de la carte Arduino et sur un écran d'extension comme celui décrit à [1] (ICSP dans le schéma) :

- ligne d'horloge Serial Clock (SCK) sur B5 ;
- la ligne de données d'écriture Master Out Slave In (MOSI) sur B3 ;
- la ligne de données de lecture Master In Slave Out (MISO) sur B4.

Il n'y a pas de ligne de sélection de puce sur les connecteurs, mais la ligne de réinitialisation a le même effet car la programmation se fait avec la ligne de réinitialisation forcée au niveau bas. Nous voulons maintenant utiliser ces lignes exactement comme prévu. Cela a l'avantage de nous permettre d'utiliser l'unité SPI du µC, si celui-ci en possède une. Avec le SPI matériel, nous n'avons pas besoin d'utiliser un code

de programme pour mettre chaque bit individuellement sur la ligne de données comme dans les exemples précédents, et tout est beaucoup plus rapide. Cependant, il nous faut une ligne de sélection de puce, et dans ce cas, ce sera la ligne B2 à cette fin.

Le maître utilise la ligne MOSI comme sortie et distribue les signaux d'horloge et de sélection de puce comme indiqué dans le **listage 1**. Le processus est ralenti un peu par trois retards de 1 ms chacun qui permettent de distinguer les signaux sur l'oscilloscope. En outre, nous ne voulons pas compliquer les choses pour l'esclave. Vous pouvez tester les limites en réduisant progressivement ces retards jusqu'à ce qu'apparaissent des erreurs de transmission.

Les trois lignes sont des entrées pour l'esclave qui exécute le programme du **listage 2**. Il attend constamment des fronts de signal spécifiques sur les lignes /CS et SCK, puis lit un bit de la ligne MOSI. Comme tout ici est géré par le logiciel, le code doit attendre chaque front dans une boucle **Do**.

Cela prend un peu de temps, la transmission des données doit donc être plus lente qu'avec une SPI matérielle. Les données reçues sont affichées sur l'écran et sur l'émulateur de terminal.

Lorsque vous tournez l'ajustable sur la carte maîtresse, le changement est visible sur l'écran LCD de l'extension [1] et transmis avec les données provenant de l'esclave. ↗

200202-02

## LIEN

- [1] **My First Shield :-)** :  
[www.elektormagazine.com/140009](http://www.elektormagazine.com/140009)

# six nuances d'oscillateurs et la capa de Miller

Burkhard Kainka (Allemagne)

## Oscillateurs RC

Tout le monde connaît les siflements perçants produits par une sono mal réglée. Ce *larsen* résulte dans un circuit amplificateur du couplage acoustique entre haut-parleur et microphone. Le micro capte le signal amplifié par le HP et cette boucle de rétroaction donne un hurlement dont la fréquence varie selon les résonances locales. Pour mettre fin à cet accrochage, il faut soit éloigner les uns des autres micro et HP, soit réduire le gain.

En théorie, tout circuit ou système ayant une rétroaction suffisante peut osciller. Cette rétroaction peut être purement électronique, comme la réinjection d'une sortie dans une entrée. Dans ce cas, la condition nécessaire est la bonne relation de phase, présente dans un ampli à deux étages.

Le circuit de la **figure 1** ressemble à celui d'un multivibrateur, mais avec une rétroaction réglable. Un multivibrateur donne toujours des signaux carrés, mais le circuit illustré ici peut également produire des sinusoïdes ou d'autres formes d'ondes. La rétroaction est ajustable avec la commande de volume jusqu'au point où naît une faible oscillation, de forme généralement sinusoïdale.

Il est possible également de produire une oscillation avec un seul

transistor, même si celui-ci présente un déphasage de 180°. Le déphasage compensateur de 180° requis peut être obtenu en connectant plusieurs réseaux RC en série. L'oscillateur de déphasage (**fig. 2**) produit une sinusoïde à environ 800 kHz, idéale pour le code Morse ou comme signal de test pour vérifier un ampli audio.

Un transistor à effet de champ (FET) BS170 permet aussi d'obtenir un oscillateur à déphasage (**fig. 3**). Du fait des valeurs de résistance très élevées, il oscille à environ 10 Hz et ne consomme que 30 µA.

## Oscillateurs en anneau

Jusqu'ici, nos oscillateurs ont tous été construits avec des amplificateurs à un ou deux étages. Que se passerait-il avec trois étages à émetteur commun ? On s'attend à une réaction négative, puisque le déphasage global est de 180°. Pourtant ce circuit oscille (**fig. 4**). Sa fréquence d'oscillation augmente avec la tension d'alimentation et peut atteindre 1 MHz.

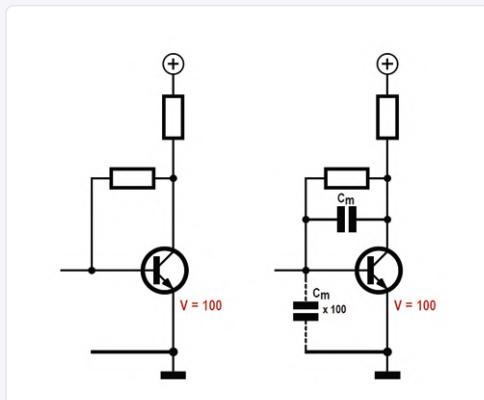
Pourquoi ? Nous sommes en présence d'amplificateurs à 3 étages avec contre-réaction négative et gain de tension très élevé. Cependant, chacun des étages, en plus de son gain, introduit aussi un petit retard. À une fréquence spécifique, la somme de ces trois retards entraîne un déphasage supplémentaire de 180°, de sorte qu'à cette fréquence, la rétroaction négative devient positive : le circuit oscille. Si un tel circuit,

## L'effet Miller, vous connaissez ?

Le gain de tension d'un étage d'amplification à émetteur commun est généralement d'environ 100. Ceci est vrai jusqu'à des fréquences assez élevées, mais parfois moins élevées que ce que vous escomptiez. La fréquence de gain unitaire du BC547 est d'environ 300 MHz (à cette fréquence le gain réel tombe à 1), mais la fréquence limite supérieure de ce circuit amplificateur est beaucoup plus basse, surtout si le circuit est conçu avec des valeurs de résistance assez élevées. C'est la faute aux capacités de jonction internes du transistor.

Même si elle n'est que d'environ 5 pF

avec un BC547, l'influence de cette capacité base-collecteur  $C_{bc}$  est particulièrement forte. Ceci est dû à l'effet Miller. La capacité de Miller  $C_m$  (c'est-à-dire  $C_{bc}$ ) entre entrée et sortie de l'amplificateur inverseur est chargée et déchargée de deux côtés. Par exemple, si la tension de base augmente de 1 mV, la tension du collecteur diminue simultanément de 100 mV. Cela signifie qu'il faut fournir une charge 100 fois plus forte. Comme s'il y avait à l'entrée un



condensateur avec une valeur égale à la capacité de Miller multipliée par le gain de tension, qui dans ce cas serait d'environ 500 pF. La combinaison de cette capacité et de la résistance interne de la source de signal connectée forme un filtre passe-bas qui réduit considérablement la limite supérieure de la bande passante de l'amplificateur.

Pour un amplificateur, cela signifie que si sa largeur de bande passante est importante, vous devez maintenir les résistances du circuit aussi faibles que possible. En outre, dans certains cas, il peut être intéressant de travailler avec un

gain de tension plus faible, par exemple en réduisant l'impédance de sortie. Une autre bonne option consiste à utiliser des transistors RF spéciaux avec une capacité de jonction beaucoup plus faible. La capacité de Miller nous permet donc de construire des oscillateurs sans condensateur pour en déterminer la fréquence, puisque c'est le transistor lui-même qui fournit l'indispensable capacité.

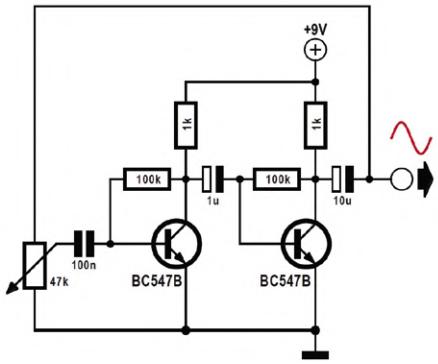


Figure 1. Oscillation causée par une rétroaction positive.

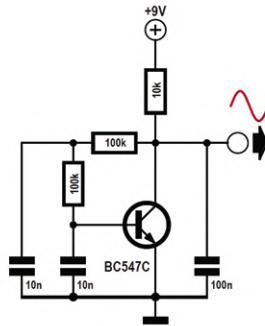


Figure 2. Oscillateur à déphasage.

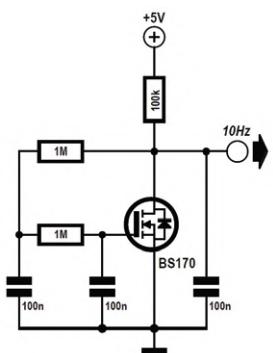


Figure 3. Oscillateur à déphasage avec FET.

plutôt que de servir comme oscillateur, doit amplifier des signaux très faibles, il faut impérativement éviter toute forme de rétroaction positive. Ce qui est délicat avec un gain aussi élevé, qui risque donc de causer des oscillations parasites.

Il est plus facile de construire un oscillateur à trois étages qu'un amplificateur à trois étages. Plus l'intensité moyenne du courant de collecteur est faible, plus l'impédance du circuit est forte – et les capacités internes des transistors ont un effet croissant quand l'impédance augmente. C'est pourquoi le retard est plus grand avec une tension d'alimentation plus faible, ce qui se traduit par une fréquence d'oscillation plus basse.

Un tel circuit doit son nom au fait d'être un anneau d'étages amplificateurs individuels. Le même effet est obtenu avec cinq, sept ou neuf étages, à condition que la rétroaction en courant continu soit

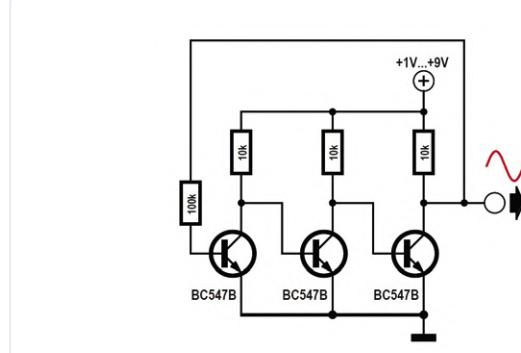


Figure 4. Oscillateur sans condensateurs... apparents.

négative. Avec un nombre pair d'étages, le résultat sera toujours une bascule statique.

Un oscillateur en anneau à trois étages fonctionne avec des valeurs de résistance très élevées et donc une très faible consommation. Avec trois résistances de collecteur 1 MΩ, l'oscillateur fonctionne sous seulement 0,5 V de tension d'alimentation et consomme moins d'1 µA. Une photodiode BPW34 éclairée par le soleil serait une mini-cellule solaire capable de fournir suffisamment d'énergie pour faire fonctionner l'oscillateur (**fig. 5**). Sa fréquence est d'environ 5 kHz. Plus la lumière est forte, plus la fréquence augmente, ce qui permet d'utiliser ce circuit comme capteur de lumière.

J'espère que vous vous demandez comment ce circuit sans condensateur peut osciller à seulement 5 kHz. N'est-ce pas étrange si l'on

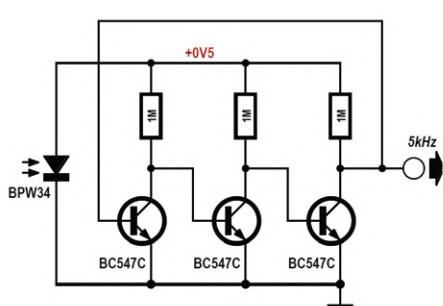


Figure 5. Oscillateur en anneau alimenté par une... (micro) cellule solaire.

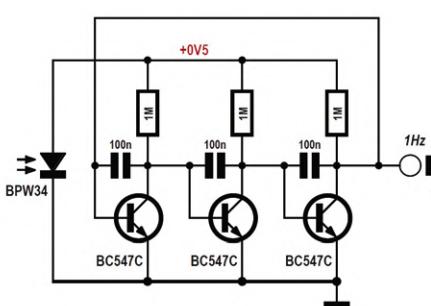


Figure 6. Oscillateur en anneau à basse fréquence avec consommation d'énergie réduite.

considère que la capacité interne d'un transistor n'est que de quelques picofarads ? La réponse à cette énigme, c'est l'effet Miller (voir encadré), qui fait que la capacité vue à l'entrée est le produit de la capacité collecteur-base et du gain de tension. Une fois que vous savez cela, vous pouvez facilement connecter des condensateurs supplémentaires entre les fils du collecteur et de la base pour obtenir de (très) basses fréquences (fig. 6).

Avec trois condensateurs de 100 nF, la fréquence de sortie est d'environ 1 Hz. ↗

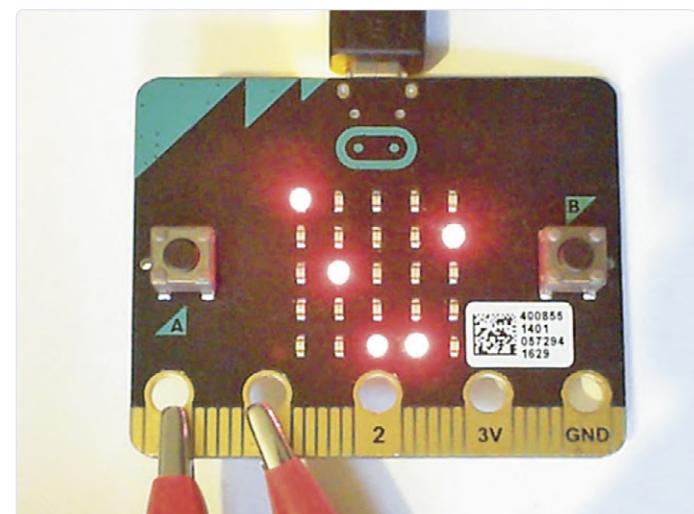
200205-02

# micro oscilloscope avec BBC micro:bit et affichage à LED

Burkhard Kainka (Allemagne)

Il vaut mieux un oscilloscope basique que pas d'oscillo du tout. Parfois, c'est même un atout majeur que d'avoir un très petit instrument, autonome et facile à manipuler. Ici, nous voyons les données de mesure reproduites sous forme graphique sur un afficheur de 5x5 LED (Liste 1). Même si vous êtes habitué à des instruments beaucoup plus raffinés, vous serez surpris par les résultats obtenus avec un aussi modeste appareil. C'est fou ce qui reste discernable sur un «oscilloscope» aussi simple.

Le mini-oscilloscope utilise le port 1 comme entrée analogique, et le port 0 comme sortie MLI (ou PWM). Avec une fréquence de répétition de 500 µs, celle du signal de sortie est de 2 kHz. Une connexion



## Listage 1. Oscilloscope BBC micro:bit 5 x 5 LED

```
//LED-Scope
#include <MicroBit.h>
MicroBit uBit;
int main()
{
    int y;
    uBit.init();
    uBit.io.P0.setAnalogValue(512);
    uBit.io.P0.setAnalogPeriodUs(500);
    uBit.display.enable();
    MicroBitImage image(5,5);
    while (1) {
        for(int x = 0; x < 5; x++){
            y = 4- (uBit.io.P1.getAnalogValue()/205);
            image.setPixelValue(x,y,255);
        }
        uBit.display.print(image);
        uBit.sleep(500);
        image.clear();
    }
}
```

directe à l'entrée de mesure, comme le montre la photo, révèle les limites du convertisseur A/N. Le te33mps d'échantillonnage est évidemment trop long pour afficher les fronts du signal PWM. La fréquence limite de cet oscilloscope rudimentaire se situe donc quelque part en dessous de 10 kHz. Pour un labo RF, ce serait une blague, mais pour bien des mesures et expériences simples, ainsi que pour apprendre à programmer le micro:bit, la sympathique *computerette* de la BBC, c'est probablement adéquat. ↗

200204-02



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

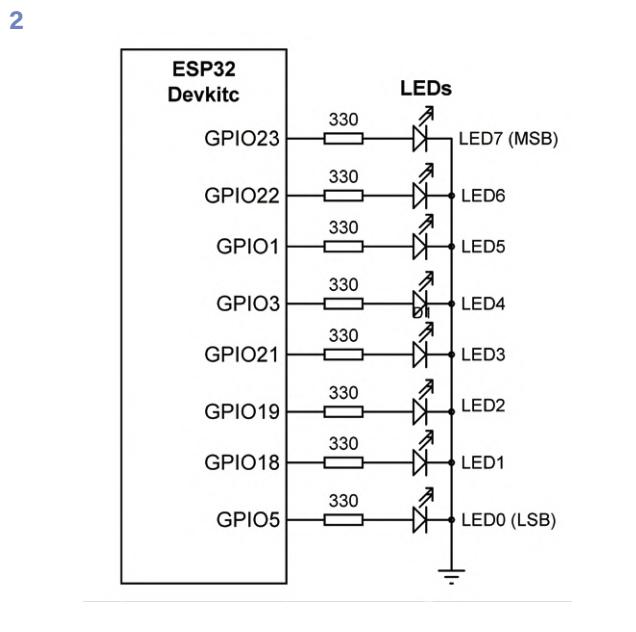
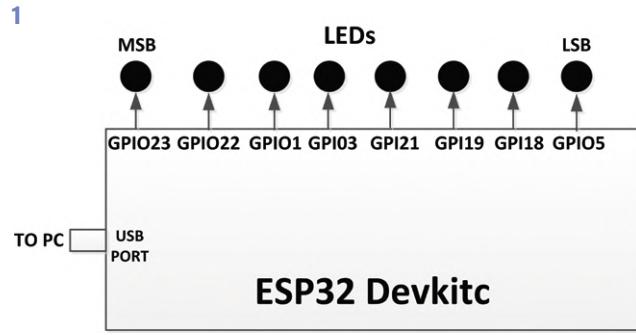
- **livre : BBC micro:bit (e-book)**  
[www.elektor.fr/bbc-micro-bit-e-book](http://www.elektor.fr/bbc-micro-bit-e-book)
- **JOY-iT BBC micro:bit Go Set**  
[www.elektor.fr/joy-it-bbc-micro-bit-go-set](http://www.elektor.fr/joy-it-bbc-micro-bit-go-set)
- **Bread:bit edge connector breakout board for BBC micro:bit**  
[www.elektor.fr/bread-bit-edge-connector-breakout-board-for-micro](http://www.elektor.fr/bread-bit-edge-connector-breakout-board-for-micro)

# chenillard *Knight Rider* avec l'ESP32

Dogan Ibrahim (Royaume-Uni)

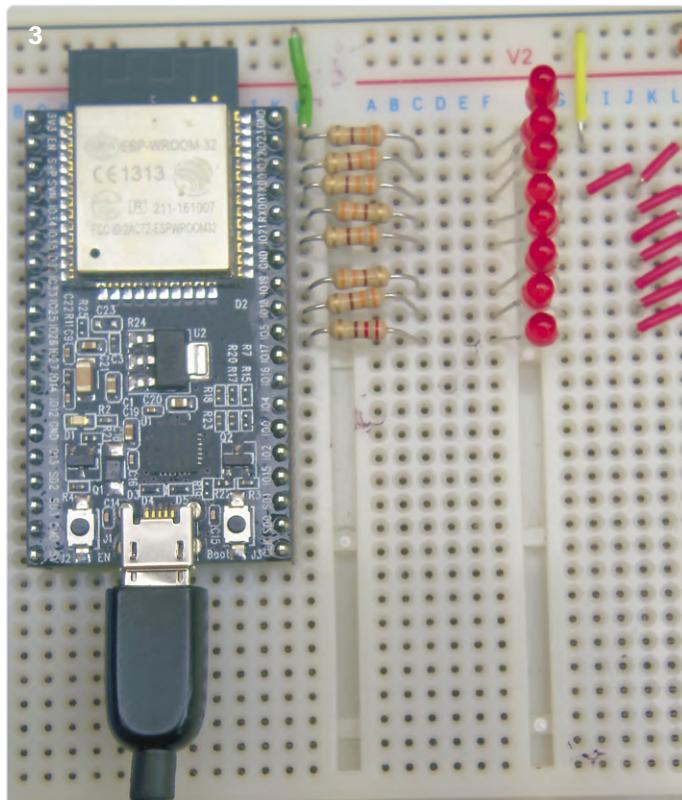
*Knight Rider* est une série TV, avec une voiture appelée KITT qui parle et se pilote toute seule. Beaucoup se souviennent de l'effet de va-et-vient lumineux sur la calandre de la voiture associé à un son du genre... *zoum zoum*. Dans le jargon, cet effet lumineux s'appelle un chenillard : des loupottes placées côté à côté s'allument une par une dans une direction, puis dans la direction inverse, et le mouvement se répète à l'infini. Dans ce petit projet, huit LED connectées à un ESP32 DevKitC simulent le va-et-vient du point lumineux sur le capot de KITT. La **fig. 1** donne le schéma de principe, la **fig. 2** le circuit. Les 8 LED sont connectées aux ports GPIO par des résistances de limitation de courant de  $330\ \Omega$ . C'est facile à construire sur une plaque d'essais (**fig. 3**).

Le programme est donné en PDL (*Project Description Language*) (**listage 1**) et dans sa mise en œuvre pratique très simple (**listage 2**). Au début, un tableau (*array*) de *LED* est créé pour y stocker les numéros de port des LED. Ensuite sont configurés en sorties les ports GPIO



## Listage 1. Knight Rider PDL

```
BEGIN
  Store LED port numbers in array LEDs
  Configure LED port pins as outputs
  DO FOREVER
    Do k From 0 to 8
      Turn ON LED at index LEDs[k]
      Wait 100 ms
      Turn OFF LED at index LEDs[k]
    ENDDO
    Do k From 6 to 0
      TURN ON LED at index LEDs[k]
      Wait 100 ms
      Turn OFF LED at index LEDs[k]
    ENDDO
  ENDDO
END
```



## LIEN

- [1] [téléchargement du programme :](http://www.elektormagazine.fr/200234-02)  
www.elektormagazine.fr/200234-02

## Listage 2. Code «Knight Rider» pour ESP32

```
*****  
* chenillard KNIGHT RIDER  
* =====  
*  
* 8 LED connectées à GPIO23, GPIO22, GPIO1, GPIO3,  
* GPIO21, GPIO19, GPIO18 et GPIO5 de l'ESP32  
DevKitC.  
* Le programme simule le va-et-vient du chenillard  
* de la voiture KITT dans la série TV Knight Rider.  
*  
* Program: KnightRider  
*  
*****  
int LEDs[] = {23, 22, 1, 3, 21, 19, 18, 5};  
unsigned char Count = 0;  
unsigned char del = 100;  
  
//  
// GPIO 23,22,1,3,21,19,18,5 sont des sorties  
//  
void setup()  
{  
    unsigned char i;  
    for(i=0; i < 8; i++)  
    {  
        pinMode(LEDs[i], OUTPUT);  
    }
```

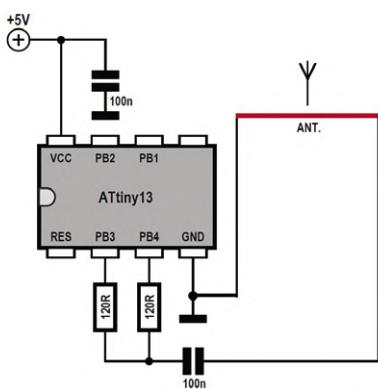
```
    }  
}  
  
//  
// les LED clignotent  
// comme celles de Knight Rider  
//  
void loop()  
{  
    for(int k = 0; k < 8; k++)  
    {  
        digitalWrite(LEDs[k], HIGH);  
        delay(del);  
        digitalWrite(LEDs[k], LOW);  
    }  
  
    for(int k = 6; k > 0; k--)  
    {  
        digitalWrite(LEDs[k], HIGH);  
        delay(del);  
        digitalWrite(LEDs[k], LOW);  
    }  
}
```

auxquels sont connectées les LED. Le programme comporte deux boucles **for**. Dans l'une, les LED sont allumées chacune pendant 100 ms dans l'ordre des bits du poids le plus fort au poids le plus faible. Dans l'autre, ces LED sont allumées pendant 100 ms dans l'ordre inverse. C'est ainsi qu'est obtenu l'effet de chenillard et de va-et-vient.

Le programme est téléchargeable [1]. Essayez de le modifier, par exemple en jouant sur la durée d'activité de chaque sortie (maintenant 100 ms). Amusez-vous à créer d'autres effets. ↗

200234-02

# ATtiny13 en générant de signaux MA pour GO/PO



Burkhard Kainka (Allemagne)

Quiconque conçoit, construit ou répare des radios aura l'usage d'un petit générateur de radiofréquences modulées en amplitude. Si la forme d'onde est la bonne, tout le spectre PO/GO sera couvert et il n'y a même pas lieu d'ajuster la fréquence. Cela fonctionne donc si la fréquence du générateur est suffisamment basse et riche en harmoniques. Le générateur de signaux MA ATtiny13 décrit ici produit de courtes impulsions à une fréquence de 70 kHz. Il en résulte de fortes harmoniques qui couvrent gaillardement tout le spectre radioélectrique en ondes longues (= LW) et moyennes (= MW). Ce train d'impulsions est brièvement interrompu à intervalles réguliers pour produire une (pseudo) modulation d'amplitude (MA) à environ 750 Hz. Une radio GO/PO peut donc recevoir ce signal de test à

### Listage 1 : générateur de signal MA GO/PO

```
'ATtiny13 AM Generator
$regfile = «attiny13.dat»
$crystal = 1200000
$hwstack = 8
$swstack = 4
$framesize = 4
Config Portb = Output
Dim N As Byte
Do
```

```
For N = 1 To 50      'émettre 70 kHz
  Portb = 255
  Portb = 0
Next N
For N = 1 To 50      'pseudo modulation à 750 Hz
  nop
  nop
Next N
Loop
End
```

70 kHz, 140 kHz, 210 kHz, etc. et le démoduler pour produire un son audible.

Une boucle de fil métallique d'un diamètre d'environ 10 cm fera une antenne convenable dans laquelle se forme un champ magnétique alternatif couplé directement avec le bâton de ferrite du récepteur. Ce générateur rudimentaire permet également des mesures comparatives de

sensibilité en testant la distance à laquelle le signal émis pourra encore être capté. Un bon récepteur doit recevoir un signal clair jusqu'à 1,5 m de l'émetteur. ↗

200197-02

# dip-mètre minimalist

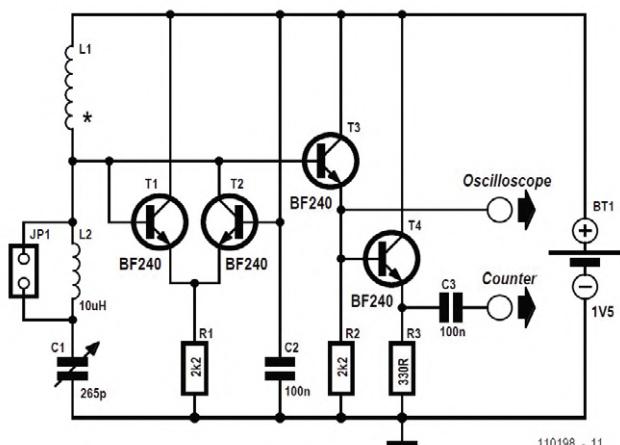
Burkhard Kainka (Allemagne)

Autrefois, le radioamateur dans sa cabane avait toujours un dip-mètre (ou grid-dip) à portée de main. Aujourd'hui, tout le monde peut se payer un oscillo, le pauvre vieux dip-mètre a perdu de son importance, au point de disparaître, sauf peut-être de la rubrique *Rétro-technique*. Dommage, car de nombreuses tâches apparemment complexes sont à la portée du dip-mètre. Avec ce circuit simple, tout électronicien intéressé pourra s'en construire un rapidement et facilement. La question est de savoir ce qu'on attend d'un dip-mètre ?

- Un affichage visuel de résonance ? Non, l'oscillo fait ça très bien.
- Une plage de fréquences étendue ? Pas nécessaire, y a des fréquencemètres pour ça.
- Un jeu de bobines ? Pas besoin, il suffit de déplacer un cavalier pour changer de plage (et on n'égare plus de bobines !).

La bobine de mesure L1 compte dix tours. Pour la confectionner, utilisez une pile AA comme gabarit. Elle couvrira la gamme de 6 MHz à 30 MHz. Avec le cavalier JP1 ouvert, une inductance fixe supplémentaire de 10 µH entre en circuit. La plage de mesure de la fréquence est alors d'environ 2,5 MHz à 10 MHz. Le commutateur pourra être remplacé par un cavalier.

Pour prendre des mesures, vous tenez un circuit résonnant près de la bobine du capteur. Réglez lentement C1, le condensateur variable, dans un lent mouvement de va-et-vient pour trouver la fréquence de résonance, à laquelle l'amplitude de l'oscillateur diminue un peu (c'est de là que vient le mot *dip* = baisse, en anglais). La fréquence peut



alors être lue directement sur l'oscilloscope.

Pour une mesure précise, vous pouvez connecter aussi votre fréquencemètre à la deuxième sortie. ↗

200199-02

# trottinette électrique bon marché

Que vaut une trottinette homologuée vendue 300 € par Lidl ?



Thomas Scherer (Allemagne)

Les habitants de nombreuses villes connaissent les plaisirs et les peines engendrés par les trottinettes électriques. Elles se louent ou s'achètent, c'est un moyen efficace de perdre rapidement beaucoup d'argent. Que dire des modèles bon marché ? Pour répondre à cette question, j'en ai acheté une dans la succursale d'un des grands distributeurs alimentaires en Allemagne.



Figure 1. J'ai profité de ma sortie matutinale pour faire aussi quelques courses alimentaires.

## Coup de guidon vers l'Europe

Les pays européens règlent chacun à manière la circulation des petites trottinettes électriques. Ces petits bolides font partie depuis longtemps du quotidien dans de nombreuses villes européennes, où les piétons se sont habitués à ce nouveau danger. En Allemagne, c'est nouveau. Leur homologation ne date que de 2019. Je gare la réglementation bureaucratique qui va avec dans **l'encadré sur les petits véhicules électriques**.

Et, comme il sied au pays dont la capitale ouvrira «bientôt» son aéroport BER dont le chantier s'éternise depuis 2007..., cette réglementation spéciale augmente le prix des trottinettes, car la production chinoise doit d'abord s'adapter aux exigences spécifiques du marché allemand. Le stade de l'homologation teutonique est désormais passé, de sorte que les deux grandes chaînes

de distribution allemandes Aldi et Lidl ont proposé peu avant Noël 2019 leurs premiers modèles : *Doc Green E-Scooter ESA 5000* chez Lidl fin novembre pour 299 €, suivi par Aldi à 279 €.

Informé grâce à l'internet, je savais que l'autonomie du modèle Aldi serait de l'ordre de la moitié seulement de celle du modèle Lidl, censé tenir rien moins que 22 km. J'avais eu vent aussi d'un modèle de Xiaomi [1], quasi identique, mais plus cher, le M365, non homologué en Germanie. En matière de téléphones tactiles, ce fabricant chinois a fait la preuve de son savoir-faire technique à bas prix. Lidl avait démenti tout lien entre les deux modèles, mais le jour du lancement j'ai pris ma place dans la queue devant la succursale Lidl de mon quartier dès potron-minet, bien avant sept heures ! Et je n'étais pas le seul avec mon grand chariot à provisions prêt à couper

J'ai eu l'occasion l'an dernier de circuler pour la première fois en voiture de location dans le centre-ville de Tel-Aviv. Autres pays, autres mœurs automobiles, je m'adapte volontiers aux habitudes de conduite locales. Je n'avais pas encore fait l'expérience d'une ville animée du Moyen-Orient, où non seulement les rues sont étroites et les places de parking rares, mais où les trottinettes ont envahi les derniers interstices d'un trafic déjà dense. À pied aussi on trébuche partout sur des engins de location abandonnés n'importe où. Je n'ai pas résisté à la tentation de m'y mettre aussi...



Figure 2. La trottinette électrique sortie du carton : il n'y a que le guidon à monter.

## PETITS VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Conditions d'utilisation sur la voie publique des petites trottinettes électriques en Allemagne depuis 2019 (interdites auparavant):

- › 20 km/h max.
- › sur les trottoirs
- › à partir de 14 ans
- › le port du casque n'est pas obligatoire
- › éclairage amovible
- › assurance obligatoire
- › homologation générale
- › deux freins indépendants
- › clignotant facultatif
- › sonnette à timbre clair obligatoire



Figure 3. Accessoires : chargeur, vis et clé Allen et documents.



Figure 4. La trottinette électrique assemblée en un tournemain.

dans les virages pour atteindre la travée où seraient exposés les quelques exemplaires tant convoités. À 7 h, nous étions plus d'une dizaine d'impétrants trottineurs. Des six cartons exposés, trois minutes plus tard, il n'en restait déjà plus un seul. Voici mon trophée (**fig. 1**).

### Premières impressions

De retour à la maison, j'ai aussitôt entrepris de déballer le colis dans mon labo d'électronique au sous-sol. Une fois débarrassé de la coque de transport en mousse, j'ai découvert ce que montre la **fig. 2** : la colonne de direction est rabattable, il restait à fixer le guidon avec quatre vis Allen. Le chargeur est fourni, le certificat d'homologation aussi (**fig. 3**). Ce dernier point est crucial, car sans ce certificat, vous n'avez aucune chance d'obtenir une assurance pour le véhicule. À peine cinq minutes après le déballage, j'avais devant moi la trottinette assemblée dans toute sa gloire telle qu'elle apparaît sur la **fig. 4**.

Avant de démarrer, il restait à comprendre où allumer l'appareil et ce que signifient les LED, etc. Selon le manuel, pour l'allumer il faut appuyer sur le bouton noir du guidon. L'afficheur à deux chiffres s'allume et indique aussitôt la vitesse avec une précision exemplaire : 00 km/h. Les LED indiquent le niveau de charge de la batterie. Sur la **fig. 5** le guidon est en position de conduite, mais il va falloir patienter maintenant : la batterie est déchargée, or les instructions sont formelles : il faut commencer par une première charge complète. La manette rouge à gauche est le frein (régénérateur) et la manette bleue à droite est un accélérateur. Les poignées du guidon sont fixes. En haut à droite, vous pouvez voir le levier du frein à disque (arrière).

Cinq heures plus tard, la batterie était

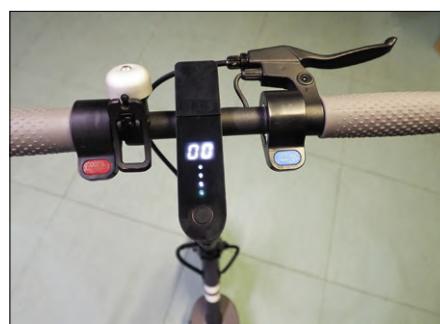


Figure 5. Guidon et tableau de bord allumé : la batterie est déchargée.



Figure 6. Soudure solide et mécanisme de pliage.

chargée et j'aurais pu procéder à un premier essai au grand air, mais j'ai commencé par faire le tour de la cave : ça roule, mais j'ai été frappé tout de suite par la puissance assez modeste. D'accord, on n'est encore qu'en mode éco pour des raisons de sécurité, mais je n'ai pas senti de poussée. Avant de sortir,

je me suis mis à inspecter la fabrication de la trottinette. Les soudures du cadre en aluminium sont soignées (**fig. 6**). Le verrouillage du guidon semble solide. La **fig. 7** montre la roue avant dont Lidl annonce qu'elle est équipée d'un pneu de 8,5 pouces en nid d'abeille. J'ai des

### PROPRIÉTÉS

- › Homologation routière
- › Rayon d'autonomie : environ 22km
- › Vitesse : max. 20 km/h
- › Moteur : puissance nominale de 350 W
- › Batterie Li-Ion de 36 V / 7,2 Ah (259 Wh)
- › Temps de charge : jusqu'à 7 h
- › Chargeur : 42 V / 1,5 A
- › Pneus increvables 8,5 pouces en nid d'abeille
- › Caoutchouc antidérapant sur le marchepied
- › 2 freins indépendants
- › Feu avant : 20 lux, réflecteurs blancs
- › Feu arrière : 10 lux (feu de stop), réflecteurs rouges
- › Côté : réflecteurs jaunes
- › Timbre sur le guidon
- › Béquille latérale
- › Affichage à LED de la vitesse et du niveau de charge



Figure 7. Roue avant avec moteur-moyeu et pneus en caoutchouc plein.



Figure 8. Roue arrière avec frein à disque et dispositif de blocage du guidon quand il est replié.

doutes, car cela me rappelle plutôt des pneus pleins ordinaires. En tout cas, il n'y a pas à craindre de crevaison. La **fig. 8** montre la roue arrière avec son disque de frein perforé surdimensionné et un éclairage arrière et un porte-plaque d'immatriculation. Le téton en caoutchouc gris sur le garde-boue reçoit le guidon quand il est replié. En dépit de son poids de 15 kg, il est possible de transporter la trottinette confortablement. Vous trouverez de plus amples informations dans les **Propriétés**.

### Sous le capot

Ce qui nous intéresse le plus ici est ce qui se trouve à l'intérieur de l'appareil, sous le capot que j'ai dévissé immédiatement. C'est facile, car sous l'engin il y a un couvercle en plastique épais (**fig. 9**) maintenu par 13 vis, et dont la **fig. 10** montre qu'il n'est muni que d'un modeste ruban de mousse pour

l'étanchéité. Sur eBay, pour le Xiaomi M365, on trouve heureusement pour pas cher des couvercles compatibles, mais en alu, de différentes couleurs. Mot-clé : «Bottom Battery Cover Xiaomi M365». Il existe d'ailleurs de nombreux accessoires appropriés (mot-clé : «M365»).

C'est la **fig. 11** qui nous montre la pièce la plus importante : la batterie, composée de cellules cylindriques (10s3p) et assez soignée d'aspect. Les informations données par le prospectus sont correctes. La batterie, vissée au cadre par le bas, pourra être remplacée facilement en cas de défaut. La deuxième pièce cruciale pour la satisfaction du client est l'électronique : la **fig. 12** montre qu'un deuxième boîtier en plastique transparent protège le circuit de l'humidité. On reconnaît les six MOSFET qui forment un pont triphasé. Il s'ensuit qu'il s'agit d'un moteur sans balais à régulation

électronique, gage d'efficacité et de robustesse. La **fig. 13** montre la prise de charge, protégée par un bouchon en caoutchouc. Remarquez au passage la belle soudure sur cette photo.

### Essai de conduite

Après avoir tout revisé, je suis enfin sorti dans la rue. Dans la vidéo [2], mon premier test de conduite encore timide. Au début, je n'ai pas quitté le mode éco, qui limite la vitesse à 15 km/h. Et ce n'est pas plus mal, surtout pour commencer !

Pour que la trottinette puisse accélérer, il faut la faire rouler en poussant du pied (ou dans une descente) jusqu'à dépasser les 2 km/h. C'est peu de chose, un tout petit coup de pouce en fait, qui a pour avantage considérable de réduire la consommation d'énergie. Sans cela, la sollicitation de la batterie est très forte au démarrage. Une fois parti, les 15 km/h ne m'ont pas semblé dangereux, malgré les petites roues. Mais il a bien fallu songer à s'arrêter et, comme chacun sait, pour cela il faut d'abord ralentir...

J'ai donc essayé le bouton rouge gauche, avec le frein à récupération d'énergie. Celui-ci a malheureusement un comportement plutôt « numérique ». Le freinage de la trottinette est brusque et fort. Comme je ne n'y attendais pas, j'ai failli faire la culbute. J'ai refait un essai avec cette fois le frein arrière. Là encore, le freinage ne m'a pas paru proportionnel à ma pression sur le levier. Le frein à disque est trop vigoureux à mon goût. S'il y avait eu un tapis de feuilles mortes sur la route, la trottinette patinait et c'était encore la culbute. Tout ceci n'est pas sans risques !

En mode éco, il n'y pratiquement aucune



Figure 9. Le dessous de caisse est en plastique et peut être dévissé.

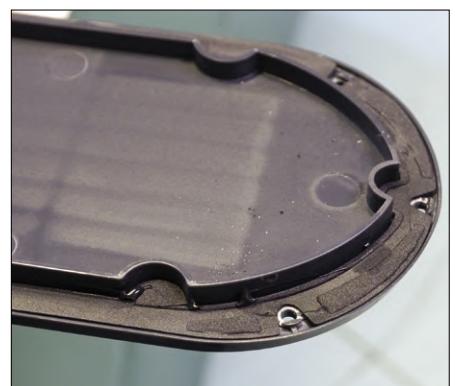


Figure 10. Couvercle dévissé avec joint en mousse.

accélération à proprement parler. Avec 350 W, je me serais attendu à une poussée sensible. Essayons donc le mode normal. Je m'arrête, je passe en mode normal en appuyant deux fois sur le bouton noir et c'est reparti. En dehors de la différence de vitesse de pointe entre les modes, je n'ai pas remarqué plus de poussée. La trottinette de Lidl roule à 20 km/h comme promis, cela devrait suffire.

## Conclusion

Mon impression d'ensemble est positive, la qualité du véhicule m'a surpris. Sa construction est soignée, il est bien fait. La batterie ne déçoit pas et on devrait pouvoir se fier aux 22 km d'autonomie — je précise que je ne l'ai pas fait, car je n'avais aucune envie de rentrer en poussant. L'électronique aussi fait bonne impression, l'éclairage est adéquat. Que l'on puisse fabriquer une telle trottinette pour ce prix ne laisse pas de m'étonner.

L'accélération m'a déçu. La puissance est censée être de 350 W. Réellement ? Je n'ai pas de véritable sensation de poussée électrique, sauf pour la récupération d'énergie. Ce qui nous amène au plus grand défaut : le manque de souplesse du freinage. Le frein à disque, encore neuf, perdra sans doute de sa vigueur avec le temps et le freinage devrait devenir potable, mais le frein à récupération m'a tout simplement paru mal conçu. Celui qui a conçu cela doit revoir sa copie.

Malgré ces freins auxquels il faut vraiment se faire, mon évaluation est globalement positive. Le rapport performance/prix est très bon. Je vous conseille de faire un essai avant d'acheter une telle trottinette électr(on)ique pour vous-même ou pour votre progéniture.

Un de mes amis adepte des véhicules électriques a voulu vérifier si cette trottinette tenait dans le trunk de son nouveau Tesla Model X. La **fig. 14** prouve que oui. Mon ami Martin veut pouvoir se promener en ville pendant que sa Tesla reste sagement à la borne de recharge. Il faut dire que Le prix de la trottinette est bien inférieur à celui d'un rétro de son bolide, lequel est 12,4 fois plus rapide et 885 fois plus puissant. ↴

191251-02



Figure 11. La batterie fait assez bonne impression.



Figure 12. Les six MOSFETs de l'électronique encapsulée.



Figure 13. Prise de charge sur le côté gauche de la trottinette.



Figure 14. Trottinette dans le coffre (à l'avant) d'une Tesla Model X (Photo : Martin Jepkens [3]).

## LIENS

- [1] **Xiaomi Scooter** : [www.mi.com/global/mi-electric-scooter](http://www.mi.com/global/mi-electric-scooter)
- [2] **mon premier essai sur route** : [www.youtube.com/watch?v=9UNWDpAYAoU](https://www.youtube.com/watch?v=9UNWDpAYAoU)
- [3] **Martin Jepkens** : [www.me-marl.de](http://www.me-marl.de)

# aide au stationnement en marche AR par ultrasons avec Arduino Uno

Dogan Ibrahim (Royaume-Uni)

Dans ce projet, le capteur ultrasonique de type KY-050 est utilisé avec un Arduino et un buzzer actif KY-012 pour nous aider à garer notre véhicule en marche arrière. À mesure que la distance entre le véhicule et les obstacles diminue, la fréquence des signaux d'avertissement augmente, informant le conducteur. Le but de ce petit projet est de montrer comment le module de capteur ultrasonique peut être utilisé dans un projet de mesure de distance.

Le KY-050 a 4 broches (fig. 1). Il utilise le matériel émetteur/récepteur ultrasonique de type HC-SR04, et présente les caractéristiques suivantes :

- tension de fonctionnement : 5 V
- courant de fonctionnement : 2 mA
- distance de détection : 2 à 450 cm
- signal de déclenchement : 10 µs TTL
- angle du capteur : <15 °

Les broches du KY-050 sont : **Vcc** : alimentation ; **Trig** : entrée de déclenchement ; **Echo** : sortie de l'écho ; **Gnd** : masse. Le fonctionnement séquentiel du capteur ultrasonique KY-050 est le suivant (fig. 2) :

- une impulsion de déclenchement de 10 µs est envoyée au module ;
- le module envoie à la cible un train d'ondes de 8 impulsions carrées de 40 kHz et met la broche **echo** au niveau haut ;
- le programme lance une temporisation ;
- le signal émis frappe la cible qui renvoie un écho au module ;



Figure 1. Module ultrasonique KY-050.

- lorsque l'écho atteint le module, sa broche **echo** passe au niveau bas ;
- la temporisation est arrêtée ;
- la durée du trajet de l'écho est calculée ; le résultat est proportionnel à la distance de la cible.

La distance à l'objet est calculée comme suit :

$$\text{Distance de l'objet (en m)} = \frac{(\text{durée du trajet de l'écho} \times \text{vitesse du son})}{2}$$

La vitesse du son est d'environ 340 m/s, soit 0,034 cm/µs. On aura donc :

$$\text{Distance de l'objet (en cm)} = \frac{(\text{durée du trajet de l'écho en } \mu\text{s}) \times 0,034}{2}$$

ou

$$\text{Distance de l'objet (en cm)} = (\text{durée du trajet de l'écho en } \mu\text{s}) \times 0,017$$

Par exemple, si la durée du signal d'écho est de 294 µs, la distance de l'objet est :

$$\text{Distance de l'objet (en cm)} = 294 \times 0,017 = 5 \text{ cm}$$

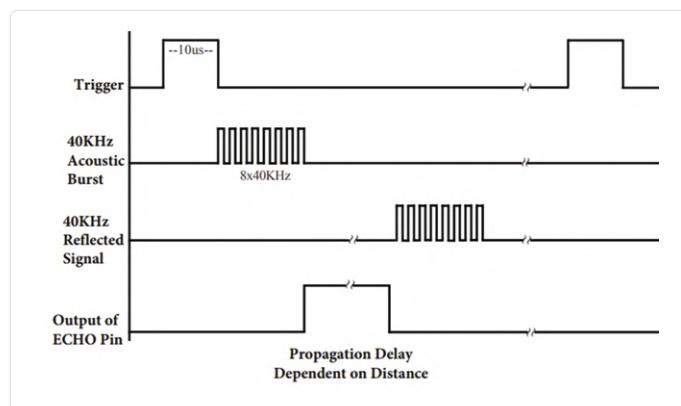


Figure 2. Fonctionnement du capteur ultrasonique.

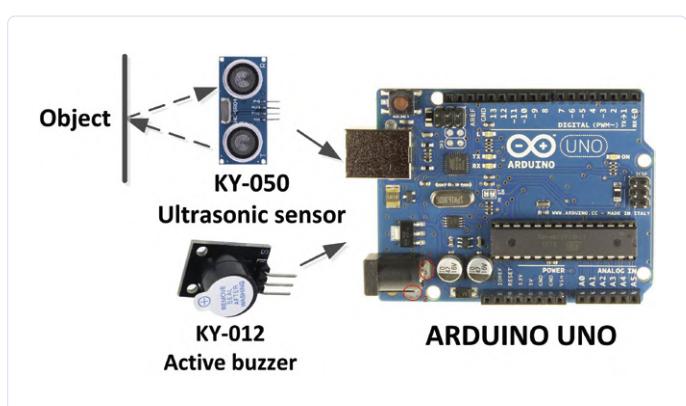


Figure 3. Synoptique du projet.

### Listage 1 : programme 'ultrasonique' pour Arduino

```
*****
 * Aide au stationnement en marche AR par ultrasons
 * =====
 ****
int trig = 2; // broche de déclenchement
int echo = 3; // broche d'écho
int buzzer = 4; // buzzer
int dely;

long tim;
float distance;

void setup ()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(trig, OUTPUT); // trig est une sortie
    pinMode(echo, INPUT); // echo est une entrée
    pinMode(buzzer, OUTPUT); // buzzer est une sortie
    digitalWrite(buzzer, LOW); // buzzer est éteint
}

void loop ()
{
    digitalWrite(trig, LOW); // trig = 0
    delayMicroseconds(5); // attendre 5 µs

    digitalWrite(trig, HIGH); // trig = 1
    // pendant 10 µs
    delayMicroseconds(10); // attendre 10 µs
    digitalWrite(trig, LOW); // trig = 0

    tim = pulseIn(echo, HIGH); // lire l'écho
    distance = tim * 0.034 / 2; // calculer la distance
    Serial.println(distance); // afficher la distance

    //
    // modifier la durée selon la distance
    // de l'objet
    //
    if(distance > 100)
        dely = 0;
    else if(distance > 70 && distance < 90)
        dely = 600;
    else if(distance > 50 && distance < 70)
        dely = 400;
    else if(distance > 30 && distance < 50)
        dely = 300;
    else if(distance > 10 && distance < 30)
        dely = 200;
    else if(distance < 10)
        dely = 10;

    if(distance < 100) // si moins d'1 m
    {
        digitalWrite(buzzer, HIGH); // buzzer en marche
        delay(dely); // attendre
        digitalWrite(buzzer, LOW); // buzzer éteint
        delay(dely); // attendre
    }
}
```

**La figure 3** donne une vue d'ensemble du projet et la **figure 4** le schéma de connexion. Les broches suivantes sont connectées entre le KY-050, le KY-012 et l'Arduino Uno :

broche Arduino Uno	broche KY-050	broche KY-012
2	trig	
3	echo	
4	S	
GND	GND	GND
+5V	Vcc	

Le buzzer actif KY-012 est directement connecté à la broche 4 d'un port Arduino Uno. Pour limiter l'intensité du courant on insère une résistance série de  $100\ \Omega$ , surtout si d'autres appareils devaient sous-tirer du courant à ce port.

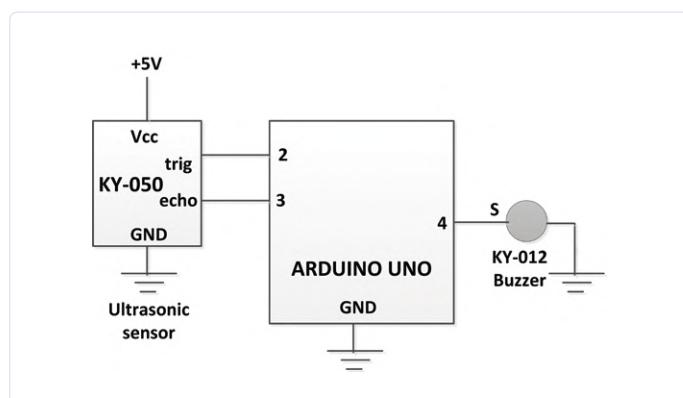


Figure 4. Schéma du projet.

Sur le **listage 1**, au début, on voit que les numéros de port 2, 3 et 4 sont attribués au déclenchement, à l'écho et au buzzer. Dans la routine de configuration, le buzzer est configuré comme une sortie et il est désactivé. De même, trig et echo sont configurés respectivement comme sortie et entrée. Dans la boucle principale du programme, une impulsion de déclenchement est envoyée et l'instruction `pulseIN` est utilisée pour lire le signal d'écho. La distance de l'objet est alors calculée en centimètres et stockée dans une variable appelée `distance`. La variable `dely` (*sic*) est réglée sur des valeurs différentes en fonction de la distance calculée. `dely` diminue au fur et à mesure que le capteur se rapproche de l'objet. Enfin, le buzzer est activé avec la durée fixée à la variable `dely`. Le résultat est d'augmenter la vitesse de répétition des impulsions sonores à mesure que le capteur se rapproche de l'objet. La distance est affichée sur le moniteur série. La **figure 5** montre le circuit assemblé. Idéal pour un dimanche après-midi !

200211-02

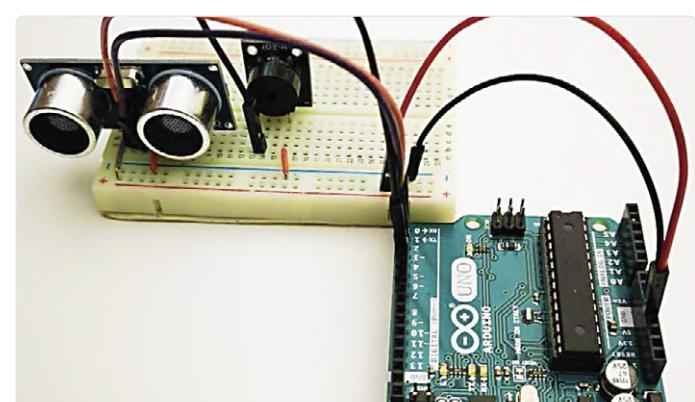


Figure 5. Assemblage sur plaque d'expérimentation.

# pédale de distorsion à ampli op et tubes



**Richard Honeycutt** (États-Unis)

Ce projet hybride combine circuits intégrés et tubes. Son auteur l'a conçu comme étude de cas décrite en détail dans son livre "*The State of Hollow State Audio - in the Second Decade of the 21<sup>st</sup> Century*", publié par Elektor. Les tubes 12EL6 utilisés ici sont du type à charge d'espace à basse tension dont il est longuement question dans le livre. Le circuit intégré de la **fig. 1** est un ampli op OP27. Le LTC6090 utilisé initialement s'est révélé difficile à obtenir en quantités expérimentales. Comme la résistance d'entrée de l'étage à ampli op doit être d'environ  $1\text{ M}\Omega$ , il faut que le courant de polarisation, le courant de décalage et la tension de décalage de l'ampli op soient tous très faibles. Son bruit aussi doit être très faible. L'OP27 répond à ces exigences et il est disponible en petites quantités. Le LTC6090 offre des plages de tension d'entrée et de sortie rail à rail, alors que pour une charge de  $2\text{ k}\Omega$  ou plus, l'OP27 a une plage typique de  $1,5\text{ V}$  (max.  $3,5\text{ V}$ ) entre tension de sortie max. et rail d'alimentation. Cela impose un changement dans notre façon d'utiliser l'ampli op pour régler la polarisation de la grille de commande V1. Il

existe d'autres amplis op à faible courant de polarisation et sortie rail-rail, mais je n'en ai pas trouvé de disponibles en petites quantités. L'OP27 a donc été sélectionné et, pour l'utiliser, nous avons besoin d'une tension de sortie continue au repos d'au moins  $3,5\text{ V}$  de plus que l'alimentation négative (qui est de  $0\text{ V}$  continu dans cette configuration à alimentation unique). Nous devons également prévoir environ  $1\text{ V}$  pour l'oscillation de la tension de sortie afin d'éviter un écrêtage dans l'étage de l'ampli op. Ensuite, il faut que la polarisation de la grille de commande V1 soit réglable d'environ  $0$  à  $-0,2\text{ V}$ . Bien sûr, avec une seule alimentation, nous ne pouvons pas produire de tension négative, nous devrons donc rendre la cathode quelque peu positive. Dans le circuit original, deux diodes en série entre cathode et masse portaient la cathode à environ  $1,2\text{ V}$  au-dessus de la masse. Ainsi, une tension de grille de commande de  $1\text{ V}$  nous donne une polarisation équivalente de  $-0,2\text{ V}$ . Mais nous ne parviendrons pas à faire descendre aussi bas la sortie au repos de l'OP27. Comme la chute de tension directe d'une diode à semi-conducteurs n'est pas bien définie ( $0,6\text{ V}$  est une valeur approximative), j'ai découvert qu'en utilisant une seule diode entre cathode et masse de V1, et en faisant passer la plage de réglage de l'entrée non-inverseuse de l'ampli op de  $0,387\text{ V}$  à  $5,6\text{ V}$ , je pouvais obtenir la plage de polarisation de grille de commande souhaitée. Sachant que la résistance d'entrée du suiveur de cathode chargerait l'étage V1, j'ai examiné la forme d'onde de sortie de V1. J'ai découvert qu'elle nécessitait un signal plus fort que celui que produirait un transducteur de guitare normal pour créer la distorsion que je voulais, j'ai donc augmenté le gain de l'ampli op en portant la valeur de la résistance de rétroaction R4 à  $10\text{ M}\Omega$ . J'ai ensuite vérifié que l'ampli op ne commence pas à écrêter avant que la triode ne soit déjà en écrêtage dur, afin que notre circuit fournisse bien *un son de lampe*. Dans le circuit à ampli op résultant, R1, R2, R3 et D4 fixent la plage de réglage requise, tandis que D5 agit comme un décaleur de niveau de

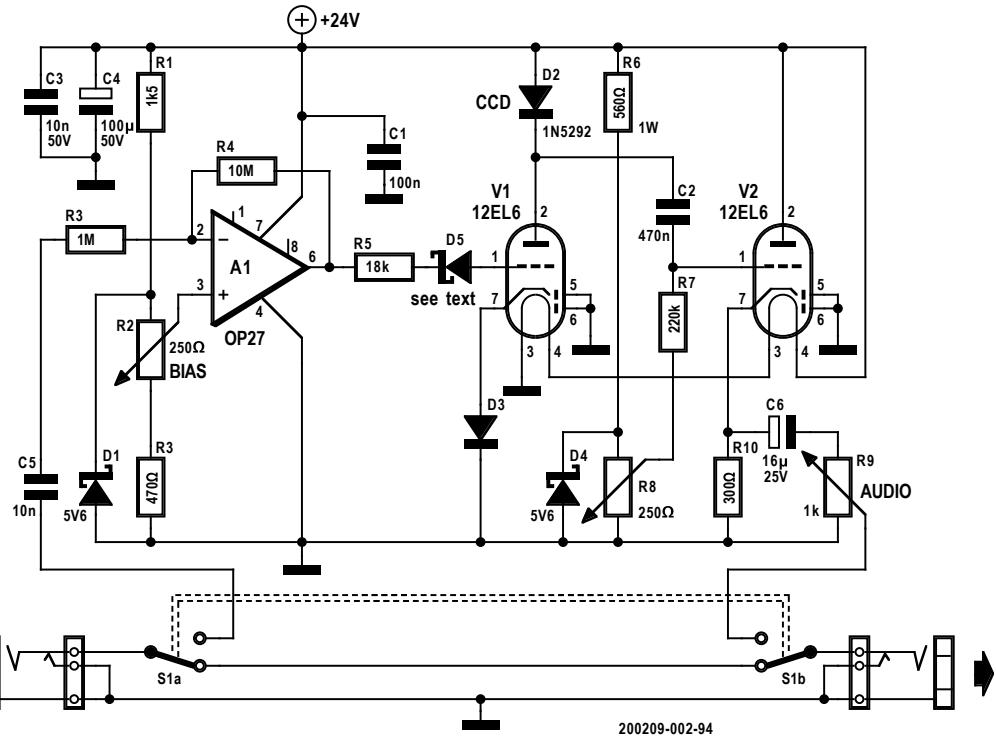


Figure 1. Pédale de distorsion hybride à tube et circuit intégré.

3,1 V pour ramener l'intensité du courant continu dans la plage convenable pour une polarisation adéquate du réseau. J'ai utilisé une diode Zener, mais pour obtenir le décalage de niveau approprié au faible courant fourni par la triode, j'ai dû en utiliser une spécifiée à 4,5 V afin d'obtenir un décalage de niveau de 3,1 V. J'aurais pu utiliser un potentiomètre pour faire ce réglage, mais cela aurait également affecté le niveau de courant alternatif, ce que je ne voulais pas.

En utilisant une CCD de type 1N5292 (diode à courant constant : 0,62 mA) en position D2 et un B+ 24 V, nous obtenons la ligne de charge indiquée à la **figure 2** (notez que j'ai ajouté une courbe caractéristique approximative de la plaque pour une polarisation du réseau de contrôle de -0,1 V). Vous pouvez voir sur la figure que la triode 12EL6 sera essentiellement coupée à une tension de grille de contrôle de -0,2 V. Le graphique indique une coupure proche d'une tension de grille de commande de -0,17 V, mais si nous avions réellement tracé les performances de la triode dans cette plage, il y aurait une certaine courbure de la ligne de charge car la CCD ne pourrait plus fournir la totalité des 0,62 mA à des valeurs de polarisation de grille de commande de plus en plus négatives. Avec cette disposition, le graphique nous indique que le changement de tension de plaque de -0,17 V à 0 V nous donne un changement de tension de plaque de 11,5 V – un gain de tension de 68 (en réalité, les mathématiques nous indiquent que le gain est égal au  $\mu$  de 55 ; l'écart provient de l'imprécision du graphique près de la coupure).

Retour au circuit : la pédale permet de passer de la distorsion au son direct. À la sortie, le potentiomètre R9 règle le niveau de la sortie de distorsion, de sorte que, dans le mélange de sortie, la proportion de distorsion peut être dosée à volonté par le musicien.

Les filaments de V1 et V2 sont en série puisque l'alimentation est de 24 V<sub>cc</sub>. Pour éviter les bourdonnements et autres effets indésirables sur le signal envoyé à l'ampli de la guitare, une tension d'alimentation de +24 V propre, régulée et correctement découplée est indispensable. Pour cela, un régulateur à trois broches LM7824 fera l'affaire. ▶

200209-02

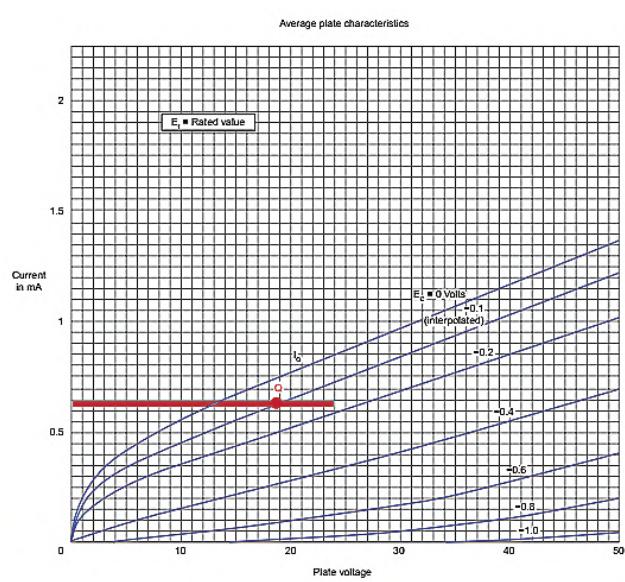


Figure 2. Ligne de charge d'un tube 12EL6 utilisant un B+ 24 V, avec une diode à courant constant (CCD) de 0,62 mA au lieu d'une résistance à plaque.



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

► Livre : **The State of Hollow State Audio**  
[www.elektor.fr/the-state-of-hollow-state-audio](http://www.elektor.fr/the-state-of-hollow-state-audio)

► E-Book: **The State of Hollow State Audio**  
[www.elektor.fr/the-state-of-hollow-state-audio-e-book](http://www.elektor.fr/the-state-of-hollow-state-audio-e-book)

# L'établi de l'électricien : l'essentiel

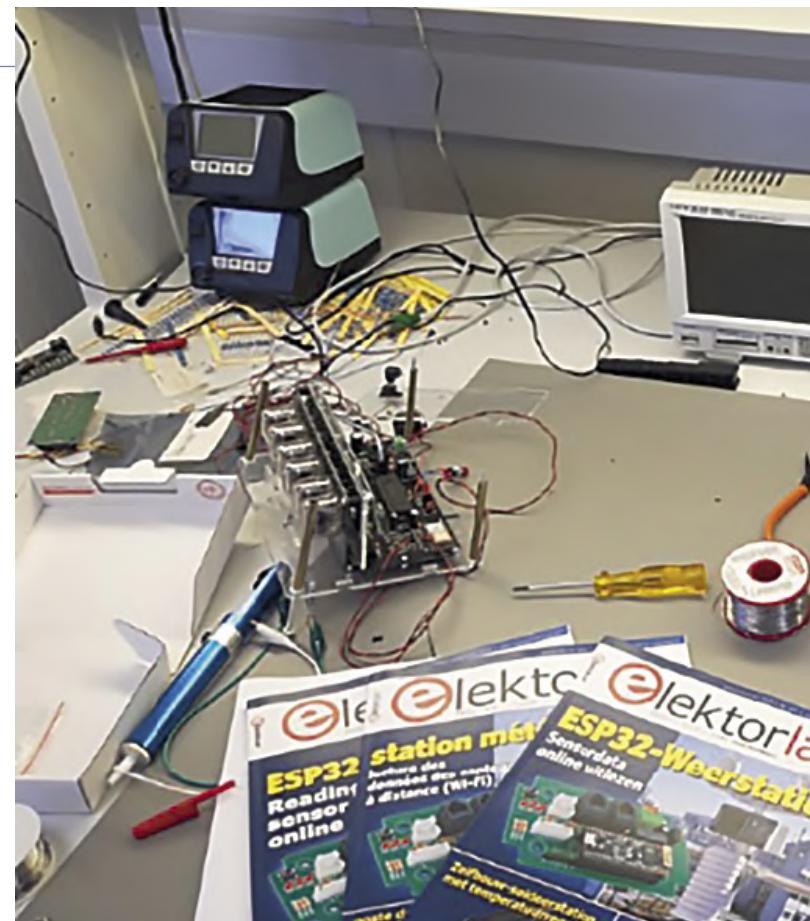
Que vous soyez bricoleur ingénieux ou ingénieur bricoleux, il vous faut votre espace de travail, suffisamment bien équipé pour concevoir et tester vos projets dans de bonnes conditions. Nous vous proposons ici conseils et recommandations pour un outillage de base abordable, le matériel de test, l'éclairage, les sources d'énergie, le prototypage et l'organisation générale.

## Mobilier et éclairage

Les yeux d'abord. Un espace de qualité nécessite un plan de travail solide, de couleur claire de préférence pour améliorer les conditions d'éclairage par une réflexion modérée mais efficace et un meilleur contraste pour localiser et reconnaître rapidement composants et outils.



Figure 1. Toolcraft propose une loupe à LED comme 3<sup>e</sup> main.



Le dos ensuite. Il vous faut un siège pivotant de qualité, réglable en hauteur, pour rendre encore plus confortables vos longues séances assises consacrées à l'étude, à la soudure, au test, etc.

Il faut beaucoup de lumière. Pour que votre main ne projette pas d'ombre sur le travail, il faut une bonne lampe à LED placée à gauche au-dessus de votre établi si vous êtes droitier, et à droite pour les gauchers.

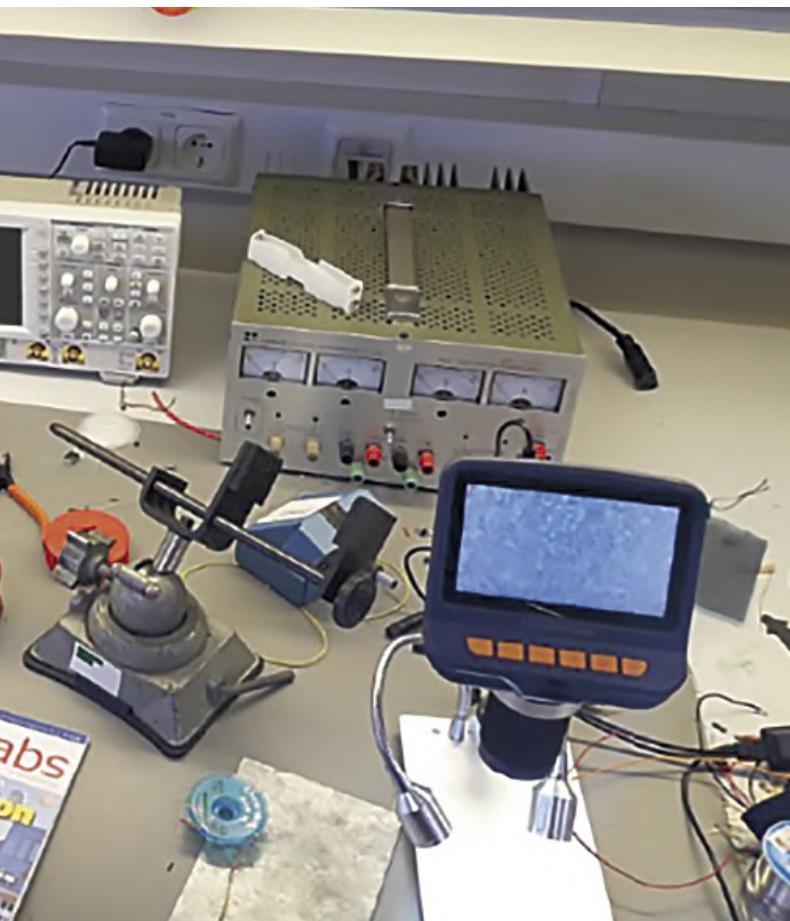
Les composants ont beaucoup rapiécé, et votre vue a peut-être baissé. Une loupe à LED (**fig. 1**) n'est pas un luxe. Elle combine un excellent éclairage à LED et un fort grossissement, ce qui tient lieu de troisième main.

## Organisation du poste

La disposition de votre espace de travail doit correspondre à votre nature. Avec une disposition ergonomique et des rangements pratiques, les tâches seront moins stressantes, plus efficaces et plus satisfaisantes.

Les enchevêtrages de câbles et de fils sont généralement peu propices au bon travail. Ce problème est facile à résoudre avec de simples bobines faites maison avec des matériaux de récupération. Voici d'autres astuces simples de classement pour améliorer votre organisation à peu de frais :

- pots de confiture dûment étiquetés pour les pièces de rechange, les attaches, les vis, etc.
- adoptez un code de couleur pour les différentes familles de composants.
- jeux d'outils assortis [1]. Ceux d'iFixit (**fig. 2**) par exemple, qui joignent qualité et ergonomie, dans des pochettes fort pratiques.



## Équipement de test et de mesure

En matière d'appareils de mesure, rien ne remplace la qualité qui est synonyme de précision. Voici quelques conseils et astuces pour démarrer :

➤ **Multimètre** : Un bon multimètre est l'appareil de base, pour la continuité, la résistance, la capacité et le courant (jusque dans la gamme des micro-ampères). Pour être sûr de sa conformité, choisissez un multimètre de marque connue, telle que PeakTech, Siglent, Fluke, Voltcraft, etc. Elektor propose une gamme variée de multimètres de qualité [2].

➤ **Alimentation** : Il vous en faut au moins une, de préférence à sortie variable. Et comme on n'a jamais trop de puissance, il n'est pas illogique d'avoir trois ou quatre exemplaires différents.

➤ **Générateur de signaux** : il vous faut un générateur pour produire les ondes de base, notamment triangulaires, sinusoïdales et carrées.

➤ **Oscilloscope** : par les informations visuelles irremplaçables qu'il donne, c'est l'outil dont l'acquisition marque généralement le tournant le plus spectaculaire dans la vie de l'électronicien. Tous ne sont pas encombrants et lourds, certains sont même très légers et modernes comme le SmartScope USB [3] (**fig. 3**).

## Les outils du métier

L'outil fait le métier comme le métier fait l'outil. On ne fait de travail de qualité qu'avec des outils de qualité. Voici quelques recommandations :

➤ **Soudure** : L'outil fondamental est la station de soudage. Que ce soit pour des réparations ou pour la construction de nouveaux circuits, un équipement de qualité est primordial. Inutile cependant de dépenser des centaines d'euros, dès lors que vous avez un appareil à température variable, d'une marque qui a fait ses preuves, et pas trop encombrant sur votre établi. Le Weller WT 1014 [4] n'est pas bon marché, mais c'est une excellente solution globale de qualité. Pour le dessoudage, n'oubliez ni un bon aspirateur de soudure ni



Figure 2. Trousse d'outils iFixit.



Figure 3. Oscilloscope USB SmartScope.

un robuste sous-main pour éviter de massacrer la surface de votre plan de travail !

- **Ventilateur** : un extracteur de fumées n'est pas indispensable, mais un simple ventilateur de bureau fera l'affaire. En plus, il rafraîchira l'air en été.
- **Pinces coupantes et pinces latérales** : Il faut au moins une pince coupante de côté, précise et de bonne qualité, tout comme deux pinces plates, l'une courte, l'autre longue. Lindstrom en propose d'excellentes.
- **Colle** : La colle chaude en pistolet est fort utile, par exemple pour immobiliser des composants ou des fils, pour isoler et pour l'assemblage en général.
- **Dénudeurs** : Les pinces coupantes peuvent servir à dénuder, mais un bon dénudeur de fils seront n'est pas un luxe.
- **Pied à coulisse numérique** : L'électronicien aurait tort de se priver d'un pied à coulisse numérique, outil beaucoup plus pratique et plus précis que la règle. Cela dit, ayez toujours votre règle métallique à portée de main !
- **Couteau** : Une bonne lame ou un scalpel sont indispensables pour retravailler des pistes sur vos PCB.
- **Jeu de tournevis** : Pour démonter et remonter vos appareils, il vous faut des jeux complets de tournevis de précision, à fente, Phillips, Torx et Allen. De bons outils facilitent la fluidité des gestes et réduisent le stress.

Commencez toujours par les composants de base, remplacez vos outils quand ils sont usés. Si votre budget est serré ou que vous manquez de place, dressez une liste et établissez des priorités. Commencez par les indispensables.

### CPTS : accessoires pas si accessoires

- **Plaque d'essai sans soudure** : autrefois décriée pour ses mauvais contacts, elle est de nouveau très répandue pour tester rapidement les circuits sans les souder.
- **Circuit imprimé d'essai** : le circuit imprimé à bandes ou à pastilles (Veroboard) est très pratiques pour les prototypes soudés.
- **Composants passe-partout** : Il faut toujours avoir sous la main un assortiment de résistances, de condensateurs, de bobines, de diodes, de transistors et de LED.
- **Fil de soudure à l'étain** : évitez les gros diamètres. Une bonne soudure fine (0,5 mm) 60/40 couvre la plupart de vos besoins.
- **Aérosol givrant** : Impératif pour déceler les soudures sèches dans vos circuits. Très utile aussi pour dégripper vis et écrous récalcitrants.

➤ **Air comprimé non ionisé** : Idéal pour le nettoyage, il permet d'éviter l'accumulation d'électricité statique associée aux autres méthodes de nettoyage.

- **Solvants de nettoyage** : Ayez toujours un flacon d'alcool isopropylique et éventuellement d'alcool méthylique (toxique !) à portée de main. Leur usage est multiple : décapant, dissolvant, dégraissant.
- **Colle** : Bâtons de colle pour votre pistolet, résine époxy et Loctite pour bloquer vis et autres fixations.
- **Fils** : Il faut des fils de différentes longueurs munis de pinces crocodiles et/ou de fiches bananes.
- **Trousse de premier secours** : Ça peut toujours servir.

### Concevoir, construire et vendre de l'électronique

Un espace de travail bien aménagé pour pratiquer l'électronique à la maison contribuera à l'obtention de meilleurs résultats. Pour s'équiper, il ne faut pas forcément dépenser des fortunes. Les suggestions ci-dessus vous feront gagner du temps et économiser de l'argent. Vous ne disposerez peut-être pas tout de suite de l'établi dont vous rêviez, mais ces quelques idées de base sur ce dont vous avez besoin doivent vous permettre de vous doter des ressources fondamentales pour démarrer.

La mission d'Elektor est d'aider les électroniciens à concevoir, construire et vendre leur électronique. Ouvrez un compte gratuit sur Elektor Labs [5] afin de partager vos projets réalisés chez vous dans votre espace de travail récemment rénové et de collaborer en ligne avec des concepteurs du monde entier.

Montrez-nous aussi votre espace de travail en suivant ci-dessous le lien [6] pour nous envoyer détails et photos de votre installation !

◀ 200231-02



### LIENS

- [1] **jeu d'outils** : [www.elektor.fr/tools/production/toolkits/](http://www.elektor.fr/tools/production/toolkits/)
- [2] **multimètres** : [www.elektor.fr/tools/measurement/multimeters/](http://www.elektor.fr/tools/measurement/multimeters/)
- [3] **SmartScope** : [www.elektor.com/smartscope-usb-oscilloscope](http://www.elektor.com/smartscope-usb-oscilloscope)
- [4] **Weller WT-1014** : [www.elektormagazine.fr/news/banc-d-essai-station-de-soudage-weller-wt-1014](http://www.elektormagazine.fr/news/banc-d-essai-station-de-soudage-weller-wt-1014)
- [5] **site Elektor Labs** : [www.elektormagazine.com/labs](http://www.elektormagazine.com/labs)
- [6] **formulaire « Mon espace de travail »** : <https://bit.ly/2TnJtZa>

# Hexadoku

## casse-tête pour elektorniciens

La dernière page de votre magazine propose toujours une grille de sudoku particulière. Éteignez le fer à souder, oubliez les écrans, rangez les pinces et les fils. Faites travailler votre matière grise d'une autre façon : attrapez un crayon pour remplir la grille d'hexadoku.

N'oubliez pas d'envoyer votre réponse pour tenter de gagner un bon d'achat.

Une grille hexadoku est composée de chiffres du système hexadécimal, de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de telle façon que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) n'apparaissent **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases (délimités par un filet gras).

Certains chiffres, déjà placés dans la grille, en définissent la situation de départ.

Pour participer, inutile de nous envoyer toute la grille, il suffit de nous donner **la série de chiffres** sur fond grisé.



### Participez et gagnez !

Nous tirons au sort cinq des réponses internationales correctes reçues dans les délais ; leurs auteurs recevront chacun un bon d'achat Elektor d'une valeur de 50 €. À vos crayons !

### Où envoyer votre réponse ?

Envoyez votre réponse (les chiffres sur fond grisé) avec vos coordonnées par courriel, avant le **4 août 2020** à l'adresse [hexadoku@elektor.fr](mailto:hexadoku@elektor.fr)

### Les gagnants

La solution de la grille du numéro de mai/juin 2020 est **638CB**.

Les cinq bons Elektor d'une valeur de **50 €** vont à Morris Beavers (États-Unis) | Ralf Kloos (Allemagne) | Joseph Reding (Luxembourg) | Ola Sandin (Suède) | Isolde Tietz (Australie)

Bravo à tous les participants et félicitations aux gagnants !

6	D	A		3	5	C	E		2	8	1
F		5	4	C		A	2	6		3	
4	1									A	0
3	B	8	F	0			5	6	7	D	4
0		1			3	E		8			2
	6										4
5	3	4	6	8	B	2		0	7	9	
		7	9		A	0		4	B		
		C	1	E	D	8	3				
3		D	4			E	1			6	
			6	0	F	4					
E		8	F		6	C				0	
D	2	A	0	7		C	9		8	3	E
	B								2		
9	8	E	C		0	A		5	F		
5	F	3		6	4		1	0		C	

9	B	C	E	6	5	1	4	0	7	F	2	3	A	D	8
4	D	8	F	A	7	E	0	9	B	1	3	5	C	6	2
0	A	3	5	F	2	9	D	8	C	4	6	1	7	E	B
1	7	2	6	3	8	C	B	D	5	E	A	9	F	4	0
2	3	A	C	1	9	8	F	7	6	5	0	4	D	B	E
B	4	5	9	D	A	2	E	1	3	8	C	6	0	7	F
D	0	E	7	B	3	4	6	2	A	9	F	8	1	C	5
F	1	6	8	0	C	5	7	4	D	B	E	A	9	2	3
C	5	9	0	4	6	B	8	A	E	7	D	2	3	F	1
A	2	D	3	7	1	F	C	6	4	0	8	B	E	5	9
E	6	1	4	9	D	A	3	B	F	2	5	7	8	0	C
7	8	F	B	5	E	0	2	C	9	3	1	D	4	A	6
3	9	0	2	C	F	7	A	5	8	D	B	E	6	1	4
5	C	7	A	E	B	3	9	F	1	6	4	0	2	8	D
6	F	4	1	8	0	D	5	E	2	A	9	C	B	3	7
8	E	B	D	2	4	6	1	3	0	C	7	F	5	9	A

Tout recours est exclu, de même que le sont, de ce jeu, les personnels d'Elektor International Media et leur famille. Un seul gagnant par foyer.

# e-choppe Elektor

## des produits et des prix surprenants

L'e-choppe Elektor a évolué. D'abord simple commerce de proximité pour nos productions (livres, magazines, kits et modules), c'est désormais une boutique en ligne bien rodée qui propose des produits surprenants à des

prix très étudiés. Ce sont les produits que nous aimons et testons nous-mêmes. Si vous avez une suggestion, n'hésitez pas : [sale@elektor.com](mailto:sale@elektor.com).  
Seule exigence :  
**jamais cher, toujours surprenant !**

Notre  
sélection de  
nouveautés :



**Elektor Raspberry Pi Electronics Kit**  
(offre groupée RPi + kit + livre en anglais)

Prix : 129,95 €

**Prix (membres) : 116,96 €**

🛒 [www.elektor.fr/19187](http://www.elektor.fr/19187)



**Picade : borne d'arcade rétro pour RPi (écran 25 cm)**

Prix : 259,00 €

**Prix (membres) : 233,10 €**

🛒 [www.elektor.fr/19275](http://www.elektor.fr/19275)

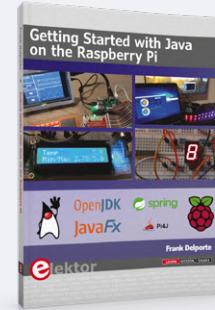


## Module caméra de qualité pour Raspberry Pi

Prix : 59,95 €

**Prix (membres) : 53,95 €**

[www.elektor.fr/19279](http://www.elektor.fr/19279)



## Getting Started with Java on the Raspberry Pi (livre en anglais)

Prix : 34,95 €

**Prix (membres) : 31,46 €**

[www.elektor.fr/19292](http://www.elektor.fr/19292)



## Qoitech Otii Arc Alim + wattmètre + acquisition de données

Prix : 639,00 €

**Prix (membres) : 575,10 €**

[www.elektor.fr/19270](http://www.elektor.fr/19270)



## Ringo – Kit pédagogique de téléphone portable à monter soi-même

Prix : 144,95 €

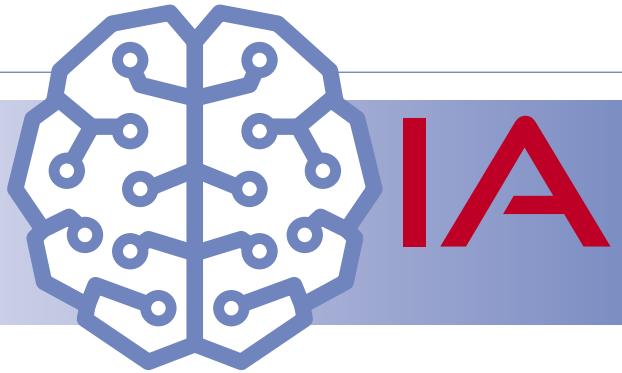
**Prix (membres) : 130,46 €**

[www.elektor.fr/19269](http://www.elektor.fr/19269)

# intelligence artificielle

## pour débutants (2)

### Réseaux de neurones avec Linux et Python



Walter Trojan (Allemagne)

Le premier article de cette petite série [1] présentait le matériel Maixduino et montrait comment le programmer en C++ avec l'IDE Arduino. La puissance du processeur a été démontrée par un modèle d'IA pour la reconnaissance d'objets. Cet article portera sur le fonctionnement de l'intelligence artificielle dans l'apprentissage (ap)profond(i). Si vous voulez vous frotter à l'IA, Linux et Python sont essentiels. Pour que ça reste un parcours de santé, il suffit de choisir les outils appropriés.

N'espérez pas atteindre la maîtrise de l'apprentissage approfondi à la lecture de cet article. J'ai moi-même étudié quelques livres et suivi nombre de tutoriels puis fait de nombreuses tentatives de programmation et il me reste beaucoup à apprendre. Je voudrais au moins vous donner un aperçu des structures et des méthodes utilisées pour équiper d'une intelligence spécialisée un programme universellement applicable sous la forme d'un réseau neuronal (NN).

#### Constitution d'un réseau neuronal

Un réseau neuronal (que nous désignerons NN dans la suite de cet article) est constitué de plusieurs couches qui ont chacune plusieurs nœuds. On se représente les nœuds d'une couche (**fig. 1**) disposés verticalement. Théoriquement, le nombre de nœuds par couche et le nombre de couches dans le réseau peuvent être quelconques. L'architecture est déterminée par la tâche

concernée et la taille dépend bien sûr aussi des ressources de la plateforme informatique utilisée. Un exemple : si le NN doit classer des objets qui lui sont transmis sous forme d'images, la première couche prend en charge les données pour résoudre la tâche et fournit un nombre correspondant de nœuds d'entrée pour l'acquisition. Si une image à faible résolution ne comporte que  $28 * 28$  pixels, il faudra donc 784 nœuds pour un affichage en valeurs de gris. Pour l'acquisition d'images en couleur, ce serait le triple. Lors de l'acquisition d'une image, chaque nœud d'entrée reçoit la valeur de gris de « son » pixel.

Le résultat de l'analyse des images est présenté dans la couche de sortie, qui comporte un nœud distinct pour chaque résultat. Si le NN reconnaît 1000 objets, cette couche aura le même nombre de nœuds de sortie. Chaque nœud présente une probabilité comprise entre 0 et 1,0 et indique ainsi le degré de fiabilité du résultat trouvé par le NN. Exemple : lorsque le résultat est *chat domestique*, le nœud associé pourrait avoir une valeur de 0,85 et le nœud *tigre* une valeur de 0,1. Le degré de fiabilité des autres nœuds serait encore plus explicite et le résultat serait clair.

Au cours de l'apprentissage automatique, l'analyse proprement dite est assurée par des couches cachées. Selon la tâche, un nombre quelconque de couches cachées peut être utilisé ; en pratique, il y a facile-

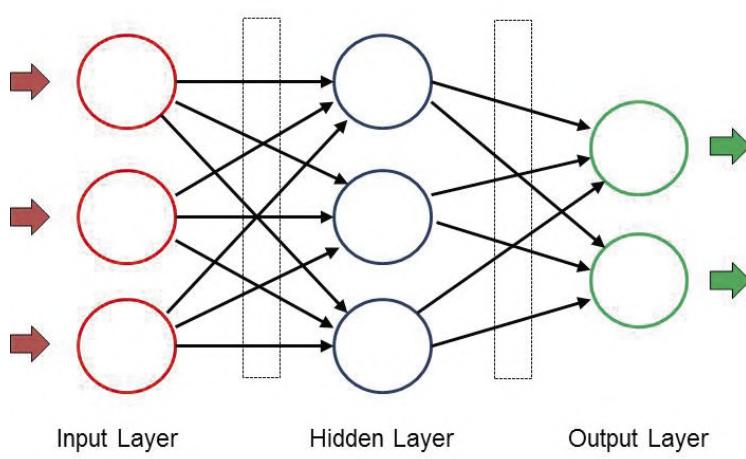


Figure 1. Structure d'un réseau neuronal.

ment 100 à 200 de ces couches en fonction. L'architecture présentée ci-dessus n'est pas la seule, on trouve aussi des structures plus complexes avec rétroaction entre couches ou des filtres intermédiaires pour affiner la précision. Le nombre de noeuds dans chaque couche cachée est également arbitraire. Dans l'exemple mentionné pour la détection d'objets, trois couches cachées de 200 noeuds chacune pourraient déjà fournir des résultats potables.

Dans le cerveau humain, l'intelligence naît du couplage de neurones par l'intermédiaire des synapses ; les noeuds du NN sont interconnectés eux aussi. Chaque noeud d'une couche est connecté à tous les noeuds des couches suivantes. Chaque connexion (représentée par une flèche dans l'image) contient une valeur appelée **poids**. Ces poids entre couches sont stockés dans des matrices. Ce qui explique la préférence de l'apprentissage automatique pour les langages de programmation qui facilitent les opérations matricielles rapides.

Comment un NN obtient-il les résultats souhaités ? Chaque noeud reçoit ses signaux d'entrée de tous les noeuds de la couche située devant lui, marquée  $x$  sur la **figure 2**. Ces valeurs sont multipliées par les valeurs de poids  $w$  et additionnées, de sorte que l'entrée du réseau (*net* en anglais)  $net = x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + X_3 \cdot w_3 \dots$

La valeur calculée de *net* est maintenant multipliée par une fonction d'activation et envoyée à la sortie (et donc à tous les noeuds de la couche suivante). Une valeur de seuil, spécifique au noeud, détermine également son **activation**.

Les fonctions d'activation illustrées par la **figure 3** sont attribuées aux couches et garantissent que les valeurs de sortie restent dans la plage souhaitée. Par exemple, la fonction Relu supprime toutes les valeurs négatives tandis que Sigmoid les limite entre 0 et 1. Grâce à ces précautions, les NN fonctionnent dans une plage numérique définie et ne peuvent pas être dominés par des «valeurs aberrantes».

## Formation

Ainsi, après l'enregistrement des données d'entrée, NN effectue de nombreux calculs dans chaque couche et présente les résultats à la sortie. Ce processus est appelé **inférence**. Vous vous demandez comment il peut être question d'intelligence dans tout cela... Comme chez un enfant, par l'instruction et la formation. Pour un NN sans instruction, les **poids** sont généralement des nombres aléatoires dans la plage de -1 à +1, le réseau

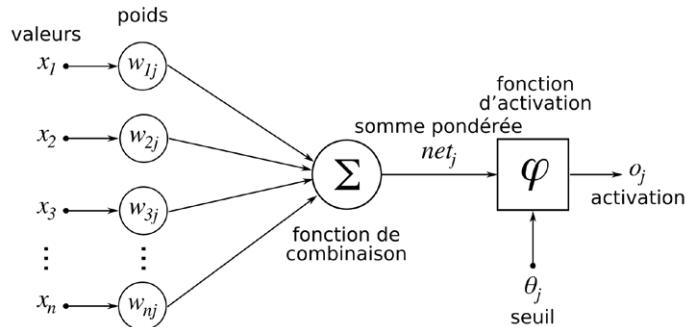


Figure 2. Calculs à l'intérieur d'un noeud  
(source : [https://commons.wikimedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network](https://commons.wikimedia.org/wiki/Artificial_neural_network)).

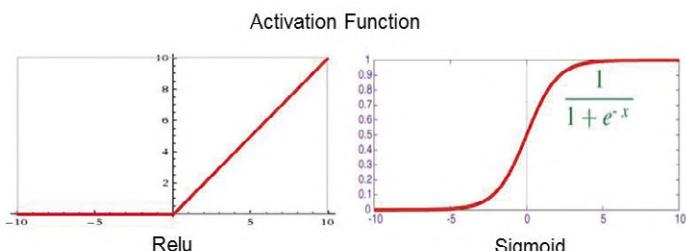


Figure 3 Fonctions d'activation fréquemment utilisées.

est ignorant et ne fournit donc que des résultats aléatoires. Pour le former, les données et les valeurs cibles de sortie connues sont transmises au réseau. Après calcul avec ces valeurs, le résultat est comparé au point de consigne et la différence documentée par une fonction de perte. Suit maintenant le processus d'apprentissage, également appelé **rétro-propagation**. À partir de la dernière couche, les poids sont ajustés par petits pas afin de réduire la perte au minimum. Après de nombreux cycles d'entraînement, souvent des millions, avec différentes données d'entrée, tous les poids finissent par avoir les valeurs appropriées à la tâche ; notre NN studieux peut maintenant analyser de nouvelles données qui lui sont inconnues.

Une architecture bien adaptée au traitement de l'image et du son est le **réseau neuronal convolutif**, reconnu par Maixduino. Dans un tel CNN (*Convolutional Neural Network*), les neurones sont (au moins dans certaines couches) disposés en deux dimensions, ce qui correspond bien aux données d'entrée bidimensionnelles comme celles d'une image. Par rapport au réseau de la figure 1, où l'activité d'un neurone dépend de tous les neurones de la couche précédente (via différents facteurs de pondération), la dépendance dans le cas du CNN est simplifiée et

localement limitée. Ici, l'activité d'un neurone ne dépend que des valeurs de (par exemple) 3 x 3 neurones situés dans la couche située devant lui – les facteurs de pondération sont les mêmes dans ce cas. Un tel réseau reconnaît particulièrement bien les petites structures telles que les lignes, les courbes, les points et motifs similaires. C'est aux couches suivantes qu'il appartient de reconnaître des détails plus complexes et finalement des visages entiers.

En termes de programmation, un NN est comparable à un tableau : un arrangement de cellules avec des instructions de calcul prédéfinies, qui pendant l'exécution accède avec les poids à des matrices multidimensionnelles. Lors de la classification de nouvelles données d'entrée, toutes les couches de l'entrée à la sortie sont parcourues et les sorties reflètent le degré de probabilité du résultat attribué au noeud. Les NN bien entraînés peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 0,9. Pendant l'entraînement, après l'interférence, la rétro-propagation a lieu, en sens inverse, de la sortie vers l'entrée pour ajuster les poids.

Tout ceci reste un peu compliqué au début, j'en conviens, mais on verra que pour la mise en œuvre il existe de nombreux outils et bibliothèques que je présenterai dans le prochain article.

## Linux et Python

Dès le premier article de cette petite série, j'ai laissé entendre que pour aborder l'IA, il faudrait fournir un effort. Le meilleur endroit du monde pour s'y mettre est la plateforme Linux, où la plupart des outils sont gratuits et de bonne qualité. Linux offre le même confort que Windows, mais il est conditionné différemment, généralement mieux. Ma préférence va à Ubuntu, également disponible en version LTS (*Long Term Support*) supportée au moins 4 ans. Les autres dérivés de Linux comme Debian, Mint etc. sont tout aussi utilisables, le choix est une question de goût. Linux peut être installé sur une machine virtuelle en plus de Windows, vous n'avez donc pas besoin d'un ordinateur supplémentaire.

Et pourquoi Python ? Surtout si c'est un langage de programmation interprété, donc potentiellement lent diront certains. Je trouve cet inconvénient largement compensé par de nombreux avantages : tout d'abord, Python se passe d'accolades, points-virgules et autres fioritures. C'est l'indentation des lignes qui structure les blocs. Il offre de puissantes structures de données telles que listes, tuples, ensembles et dictionnaires ; de plus, Python dispose du calcul matriciel intégré. Les autres avantages majeurs sont les infrastructures et bibliothèques d'intelligence artificielle disponibles, qui, grâce à leur grande modularité, peuvent être intégrées totalement ou partiellement. Écrites en C++, elles offrent donc les performances requises. Quelques instructions suffiront pour installer tout cela sans difficultés.

Pour vous lancer, installez le Linux de votre choix, ainsi que *pip3* et Python 3. Vous trouverez sur la toile les instructions idoines.

## Maixduino parle MicroPython

Pour permettre à Python de fonctionner sur des systèmes moins riches en mémoire, il existe la version *MicroPython* allégée, qui peut être installée sur des plateformes comme Maixduino, ESP32 et d'autres. Outre son solide jeu de commandes, MicroPython offre 55 modules supplémentaires pour de nombreuses fonctions pour les mathématiques et pour le système. Pour y ajouter de nouvelles versions ou des modèles d'IA, il vous faudra l'outil *Kflash*.

### Installation de Kflash sous Linux :

- Téléchargez la version 1.5.3 ou supérieure [2] compressée *kflash\_gui\_v1.5.3\_linux.tar.xz*

- Transférez-la vers un dossier de votre choix
- Décompressez avec la commande `tar xvf kflash_gui_v1.5.3_linux.tar.xz`
- Passez au dossier nouvellement créé / *kflash\_gui\_v1.5.2\_linux/kflash\_gui*
- Commencez par `./kflash_gui` (en cas de problèmes de démarrage, cochez dans les propriétés de ce fichier la case *Exécuter comme programme*).

L'interface graphique de Kflash (**Fig. 4**) est ainsi lancée et le micrologiciel ou les modèles d'IA peuvent maintenant être chargés dans Maixduino.

### Installation d'un micrologiciel sur Maixduino

Même si Maixduino est livré équipé de MicroPython, il est recommandé d'en télécharger la dernière version. Au moment de rédiger cet article (mai 2020), le micrologiciel est v0.5.0 [3]. Choisissez *maixpy\_v0.5.0\_8\_g9c3b97f* ou supérieur et dans l'image suivante choisissez la variante *maixpy\_v0.5.0\_8\_g9c3b97f\_minimum\_with\_ide\_support.bin* ou supérieur, un fichier d'environ 700 Ko qui contient également le support pour l'IDE MaixPy.

Installez rapidement le nouveau micrologiciel avec Kflash. Après avoir réglé la *carte*, le *port*, le *débit en bauds* et le *mode de vitesse* (**fig. 5**), cliquez sur *Télécharger* pour lancer le téléchargement. Après cela, vous pouvez déjà exécuter sur le Maixduino via le port */dev/ttUSB0* les premières commandes Python avec un émulateur de terminal (p. ex. Putty). Voici un petit exemple avec des commandes de tableau (*array*) :

```
>>> # invite Python
>>> import array as arr # importer le module Array
>>> a = arr.array('i',[1,2,3]) # créer un tableau a d'entiers
>>> b = arr.array('i',[1,1,1]) # créer un tableau b d'entiers
>>> c = sum(a + b) # additionner les valeurs du tableau
>>> print(a,b,c) # et les afficher
array('i', [1, 2, 3]) array('i', [1, 1, 1]) 9 # affichage
>>>
```

Grâce aux bibliothèques comme *numpy* (sous Linux) ou *umatlib*, d'autres fonctions intéressantes sont disponibles.

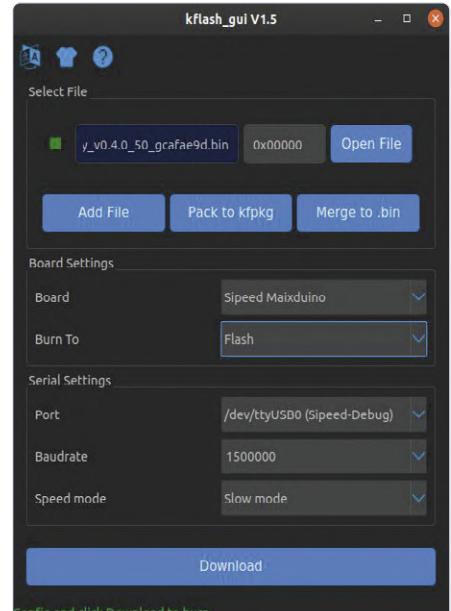


Figure 4. Interface graphique de Kflash.

### Installation de l'IDE MaixPy

La programmation est confortable grâce à l'environnement de développement MaixPy. Les programmes Python peuvent être écrits et testés puis chargés et exécutés sur Maixduino. En outre, il existe des outils d'analyse d'images (**fig. 5**). L'installation se déroule comme suit :

- Téléchargez la version *maixpy-ide-linux-x86\_64-0.2.4-installer-archive.7z* ou supérieure [4]
- Transférez-la vers un dossier de votre choix
- Décompressez-la avec la commande `tar maixpy-ide-linux-x86_64-0.2.4-instal-`

### ler-archive.7z

- Passez au nouveau dossier *maixpy-ide-linux-x86\_64-0.2.4-installer-archive* et

saisissez les commandes suivantes :

```
./setup.sh
./bin/maixpyide.sh
```

L'IDE démarre. Pour les démarques ultérieurs, seule la dernière commande sera nécessaire. À présent, tous les outils de mise en œuvre des modèles d'IA sont en place. Voyons si nous parvenons à reconnaître des visages.

### Qu'est-ce qu'elle a...

On utilise un modèle d'IA formé pour la reconnaissance des visages, qui a déjà analysé les caractéristiques de plusieurs milliers de visages, et dont les poids des NN utilisés sont ajustés en conséquence. Le modèle est disponible [5] sous le nom *face\_model\_at\_0x300000.kfpkg*. La base du développement est l'infrastructure d'intelligence artificielle Yolo2 (*You Only Look Once*), qui divise les éléments de l'image en plusieurs zones, les analyse séparément et atteint ainsi des taux de reconnaissance élevés (je reparlerai des infrastructures d'IA plus tard dans cette série). Le modèle d'IA pour le processeur est emballé au format *kfpkg* et doit être flashé à l'adresse 0x300000 dans le Maixduino. Cette opération est possible aussi avec Kflash ; il suffit de trouver le fichier en utilisant *Open File* et de le charger sur la carte avec les paramètres adéquats (fig. 4).

Avec l'IDE MaixPy, la manipulation du script Python est confortable. Il facilite l'écriture et la mise au point des programmes et leur transfert vers Maixduino. L'interface comporte trois fenêtres (fig. 5) :

- **Éditeur**, en haut à gauche, pour la saisie de programmes avec affichage de la syntaxe.
- **Console**, en bas, pour l'affichage de la sortie du programme.
- **Analyse**, à droite, avec la division spectrale des images en rouge, vert et bleu.

Parmi les boutons et options de menu disponibles, deux sont importants. Le trombone permet de se connecter (vert) ou de se déconnecter (rouge) au port *ttyUSB0* de Maixduino. Le triangle vert en dessous lance le script ; ce bouton se transforme en un point rouge avec un «x» et sert à arrêter le programme. Pour essayer, j'ai imprimé deux visages connus (Albert Einstein et Rudi Völler) choisis au hasard et les ai épingle au mur. On m'a dit que ces deux visages présentaient une certaine ressemblance, mais je ne la vois pas. Ces visages ont immédiatement été reconnus

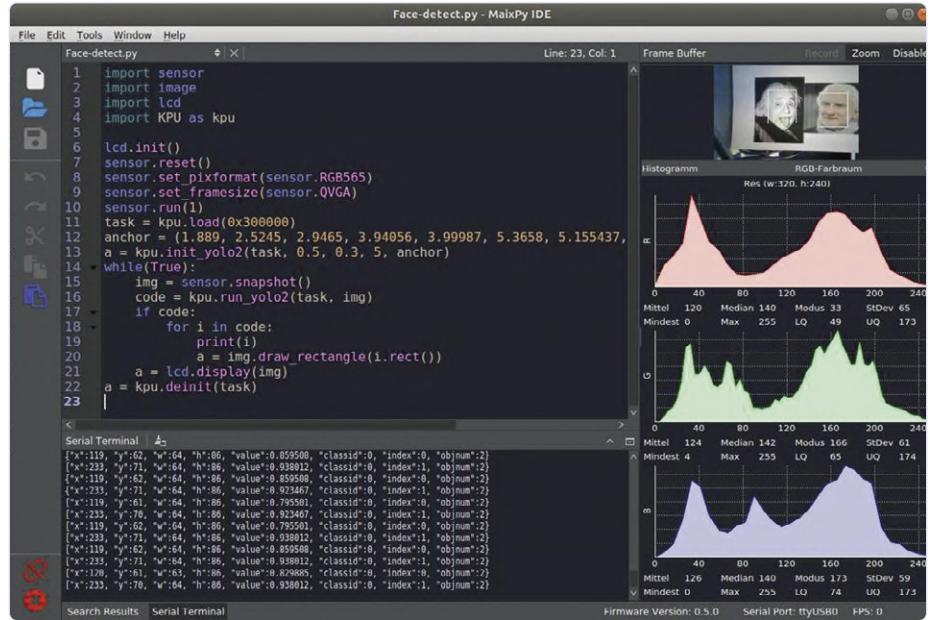


Figure 5. Interface de l'IDE MaixPy.

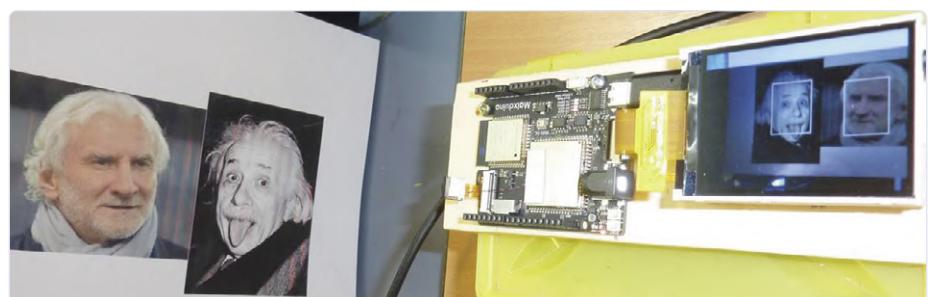


Figure 6. Mon dispositif de test pour la reconnaissance des visages.

comme tels et marqués par un cadre. Veillez à respecter le format paysage, sinon le taux de reconnaissance diminue sensiblement.

Le programme *Face-detect.py* se trouve dans le dossier de téléchargement sur le site d'Elektor [6]. Sa brièveté témoigne de l'excellence des bibliothèques utilisées. Pour commencer, les bibliothèques nécessaires pour l'appareil photo, l'écran LCD et la KPU sont intégrées et initialisées. Ensuite, le NN est chargé dans la KPU à partir de l'adresse 0x300000. Lorsque le modèle d'IA est initialisé par la commande *kpu.init\_yolo2*, des constantes supplémentaires sont transférées pour le réglage de la précision et de l'optimisation. Puis la classification des images a lieu dans une *boucle* sans fin, une image est prise et envoyée au NN. Si des visages ont été détectés, la variable *i* reçoit pour chaque visage les coordonnées et la taille d'un cadre

marqueur, superposé ensuite à l'image. Puis apparaissent l'image (sur l'écran LCD) et les données de marquage (sur la console). Pour plus de détails sur les commandes de la KPU, voir le lien [7].

Dans l'IDE MaixPy, l'image est également affichée dans le coin supérieur droit et son histogramme des couleurs en dessous. Si vous ne voulez pas ces informations, désactivez la fenêtre de droite.

Pour faciliter les manipulations, j'ai monté le tout sur une plaque (fig. 6) et orienté la caméra pour faciliter la capture de visages réels, d'images imprimées ou de contenus d'écran pour les analyser.

La fig. 7 montre ce que ça donne sur l'écran LCD. Aucune similitude entre ces deux visages n'a été signalée.

Voyons ce que cache ce modèle Yolo2 ? Le réseau neuronal comporte 24 couches de



Figure 7. Voici ce que ça donne sur l'écran LCD de Maixduino.

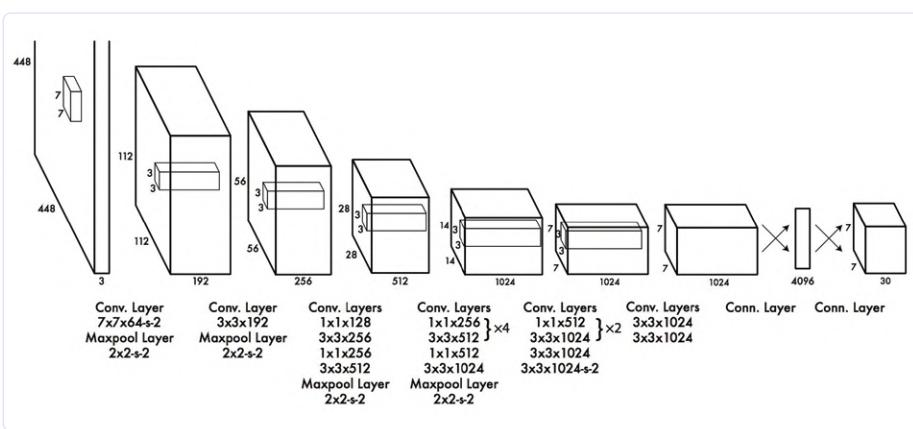


Figure 8. Architecture de réseau pour la reconnaissance des visages (source : <https://bit.ly/3cK3DUR>).

convolution et deux couches de sortie entièrement connectées (**fig. 8**). Entre les deux, certaines couches de *maxpools* (les *pools* [8] sont des neurones de mise en commun) sont interposées comme filtres pour éliminer de la complexité et pour atténuer la tendance à la « mémorisation ». On constate que la fréquente utilisation de la taille de fenêtre de 3x3 pour la reconnaissance des détails. C'est exactement ce que permet le matériel de la KPU, qui garantit que le Maixduino est très efficace pour de telles tâches.

D'autres structures NN connues comptent jusqu'à plusieurs centaines de couches, sont dotées de régressions ou d'autres fonctions complémentaires. Les limites de la créativité dans ce domaine ne sont qu'une question de puissance de calcul, donc de budget.

### ... ma gueule ?

Le matériel puissant et l'environnement logiciel disponible avec Maixduino montre à quel point c'est l'outil idéal pour faire ses premiers pas dans l'Intelligence Artificielle. Sa faible consommation permet l'utilisation sur des appareils mobiles de réseaux neuronaux déjà formés. Je montrerai dans le prochain épisode comment développer, former et exécuter votre propre réseau de neurones. L'interface avec le développeur sera l'infrastructure d'intelligence artificielle Keras, appelé à raison le Lego® de l'IA. Nous verrons aussi comment programmer l'ESP32, p. ex. pour l'acquisition de valeurs analogiques.

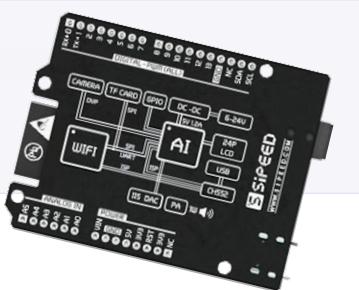
**Votre curiosité sera le moteur de vos progrès** pour lesquels vous seront bénéfiques certaines lectures complémentaires. [8][9]

200023-B-02



@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

➤ **Sipeed MAix BiT Kit for RISC-V AI+IoT**  
[www.elektor.fr/sipeed-maix-bit-kit-for-risc-v-ai-iot](http://www.elektor.fr/sipeed-maix-bit-kit-for-risc-v-ai-iot)



## LIENS

- [1] **intelligence artificielle pour débutants (1)**, Elektor mai/juin 2020, p.12 :  
[www.elektrormagazine.fr/magazine/elektor-148/58637](http://www.elektrormagazine.fr/magazine/elektor-148/58637)
- [2] **Kflash** : [https://github.com/sipeed/kflash\\_gui/releases](https://github.com/sipeed/kflash_gui/releases)
- [3] **micrologiciel Maixduino** : <http://dl.sipeed.com/MAIX/MaixPy/release/master/>
- [4] **IDE MaixPy** : [http://dl.sipeed.com/MAIX/MaixPy/ide/\\_/v0.2.4/maixpy-ide-linux-x86\\_64-0.2.4-installer-archive.7z](http://dl.sipeed.com/MAIX/MaixPy/ide/_/v0.2.4/maixpy-ide-linux-x86_64-0.2.4-installer-archive.7z)
- [5] **modèles d'IA** : <http://dl.sipeed.com/MAIX/MaixPy/model>
- [6] **logiciel** : [www.elektrormagazine.fr/200023-B-02](http://www.elektrormagazine.fr/200023-B-02)
- [7] **commandes KPU** : <https://maixpy.sipeed.com/en/libs/Maix/kpu.html>
- [8] **réseau neuronal convolutif** : [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_neuronal\\_convolutif#Couche\\_de\\_pooling\\_\(POOL\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_neuronal_convolutif#Couche_de_pooling_(POOL))
- [9] **neurone formel** : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Neurone\\_formel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Neurone_formel)

# ABONNEZ-VOUS ET RECEVEZ

**TOUS LES 2 MOIS, LES DERNIÈRES NOUVELLES DU RASPBERRY PI ET LES MEILLEURS PROJETS !**



## Vos avantages :

- Prix au numéro réduit
- Chaque numéro directement dans votre boîte aux lettres
- Tous les numéros disponibles sous forme numérique (PDF)
- Découverte de chaque nouveau numéro avant sa sortie en kiosque

SEULEMENT  
**54,95 €**  
PAR AN  
(6 NUMÉROS)



ABONNEZ VOUS : [WWW.MAGPI.FR](http://WWW.MAGPI.FR)



**electronica**  
**fast forward**  
the startup platform

powered by elektor

Gagnez jusqu'à

**75 000 €**

de plan marketing  
d'Elektor et un stand au  
salon **electronica**

# COMPETE TO **LAUNCH** YOUR STARTUP AT **ELECTRONICA** **2020**

Votre start-up est-elle prête pour l'avenir ?  
Alors le moment est venu pour votre  
entreprise de présenter ses solutions sur le  
marché mondial !

**PARTICIPEZ MAINTENANT !**  
**C'EST RAPIDE ET FACILE.**

Sur le site [elektormagazine.fr/fastforward](http://elektormagazine.fr/fastforward) vous pourrez  
lire les conditions de participation et soumettre votre  
candidature. Bonne chance !

## LES AVANTAGES DES FINALISTES :

- **Premier prix = 75 000 €** de plan marketing d'Elektor, plus un stand sur electronica 2022
- **deuxième prix = 50 000 €** de plan marketing d'Elektor
- **troisième prix = 25 000 €** de plan marketing d'Elektor
- **un stand (5 m<sup>2</sup>) exclusif et très avantageux**  
(seulement 1 905 € !) sur electronica 2020
- **visibilité accrue avant, pendant et après le salon**  
electronica 2020 (du 10 au 13 nov. 2020)



Sign up  
here

electronica Fast Forward is brought to you by



**electronica**



[elektormagazine.fr/fastforward](http://elektormagazine.fr/fastforward)