

# guirlande de Noël solaire

Laurent Labbe (France)

Si vous possédez l'une des nombreuses guirlandes décoratives à LED alimentées par piles et que vous souhaitez quelque chose de plus « intelligent » et de plus écologique, vous trouverez ce qu'il vous faut dans cet article. Il s'agit d'un circuit intelligent, basé sur un microcontrôleur, capable de recharger sa propre batterie Li-Po avec une cellule photovoltaïque et se mettre en marche automatiquement à la tombée de la nuit, avec de nombreux effets lumineux attrayants pour votre balcon !

Ces dernières années, à chaque Noël, nous avons décoré notre balcon d'une simple guirlande peu coûteuse fabriquée en Chine, alimentée par deux simples piles AA et comportant 20 LED. Chaque année, j'ai pensé à l'agrandir, à la rendre plus amusante et sans avoir besoin des deux piles alcalines. Finalement, grâce à mon fils, Louis, qui s'est occupé de la partie mécanique, j'ai finalisé ce projet. Pour moi, le projet aurait consisté à remplacer les deux piles par un boîtier factice, avec deux cylindres pour les simuler ; un pour une batterie au lithium et un pour l'électronique, comme le montre la **figure 1**.

De plus, pour éviter de la recharger, je prévoyais d'installer un petit panneau solaire d'alimentation (**figure 2**) qui, en plus de charger simplement la batterie, aurait également détecté les états de jour et de nuit, de sorte que l'appareil aurait pu rester en état de charge pendant la journée, et clignoter durant la nuit.



## Matériel

Pour le clignotement, (voir **figure 3**), j'ai choisi un microcontrôleur 12LF1572 à 8 broches de Microchip pilotant un transistor NPN 2N2222. Cet interrupteur court-circuite les cathodes du réseau de LED en série à la masse pour réaliser les effets de clignotement. Un bouton poussoir permet à l'utilisateur de sélectionner le mode de clignotement souhaité parmi ceux disponibles, y compris une option de clignotement aléatoire.

La sortie du panneau solaire (5 V, d'une taille de 65×35 mm) est connectée à un circuit diviseur constitué d'une résistance fixe R3 et d'une résistance variable, R1, dont la borne est connectée à l'entrée AN du convertisseur A/N du microcontrôleur (voir **figure 3**). Pour charger la batterie, j'ai adopté une solution simple, mais peu *orthodoxe* : une diode Schottky directement connectée à la cellule. Traditionnellement, dans de tels cas, un circuit intégré régulateur de tension avec un contrôle de 4,2 V aurait été nécessaire pour éviter de dépasser la tension de charge maximale de la batterie LiPo, mais ici, à cause du faible courant généré par la cellule solaire, le risque d'endommager le circuit ou la batterie est faible, et le niveau d'efficacité global est suffisamment élevé pour cette application.

Pour détecter le jour et la nuit, la tension de sortie du panneau solaire est surveillée par un canal d'entrée AN du microcontrôleur sur la broche 6. Le but de la résistance en série avec le trimmer est de protéger le µC contre des tensions supérieures à 4,2 V qui pourraient provenir de la cellule solaire.

La diode est connectée directement à la batterie et se



Figure 1. Boîtier imprimé en 3D pour les composants électroniques et la cellule LiPo.

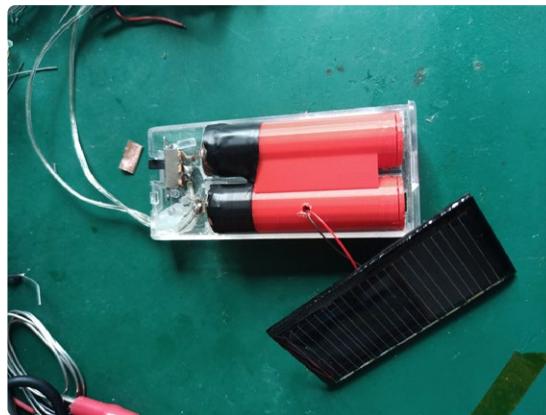


Figure 2. Petit panneau solaire pour charger la cellule LiPo pendant la journée.

situe avant l'interrupteur. Cela permet d'éviter toute tension élevée de la cellule solaire vers le  $\mu$ C en cas de fort ensoleillement et d'ouverture de l'interrupteur d'alimentation. Dans ce cas, la cellule solaire pourrait délivrer plus de 5 V, ce qui est la valeur maximale supportée par le microcontrôleur. J'ai programmé ce dernier est en utilisant le débogueur PICkit 3 de Microchip et un connecteur approprié.

## Logiciel

Le logiciel est écrit en C, sous MikroC Pro, et est disponible ici [1]. Après l'initialisation des variables, des paramètres et des registres, une boucle de configuration démarre. Si, dans cette boucle, le bouton poussoir est maintenu à la mise sous tension, l'utilisateur peut modifier le nombre d'heures pendant lesquelles la guirlande fonctionne la nuit. Un clignotement correspond à une heure, deux clignotements correspondent à deux heures, et ainsi de suite, jusqu'à un maximum de douze heures. La valeur par défaut est de six heures. Lorsque vous relâchez le bouton, la minuterie est réglée sur cette valeur. Toutefois, cette valeur n'est pas sauvegardée et vous devrez la régler à nouveau à chaque fois que vous allumerez l'appareil. Cet aspect du fonctionnement du logiciel devrait en effet être amélioré.

Après cette étape, on passe à la boucle infinie. Elle vérifie d'abord l'état du bouton-poussoir. Chaque pression permet de changer le mode de clignotement. Les modes sont :

- Mode aléatoire entre 300 ms (off) et 1500 ms (on), changeant à chaque cycle avec la fonction `srand()`.
- 200 ms on, 1000 ms off
- 800 ms on, 1000 ms off
- 500 ms on, 500 ms off
- 300 ms on, 300 ms off, 300 ms on, 1000 ms off

À la fin de chaque cycle, il y a un délai d'attente de 2 000 ms.

La boucle n'activera le mode que si la tension délivrée par le panneau solaire est de 0 V. Si le panneau est exposé à lumière, aucun mode ne sera activé et par conséquent, la boucle se contentera d'attendre 2 s à chaque fois.

Tous les longs délais sont définis avec la fonction

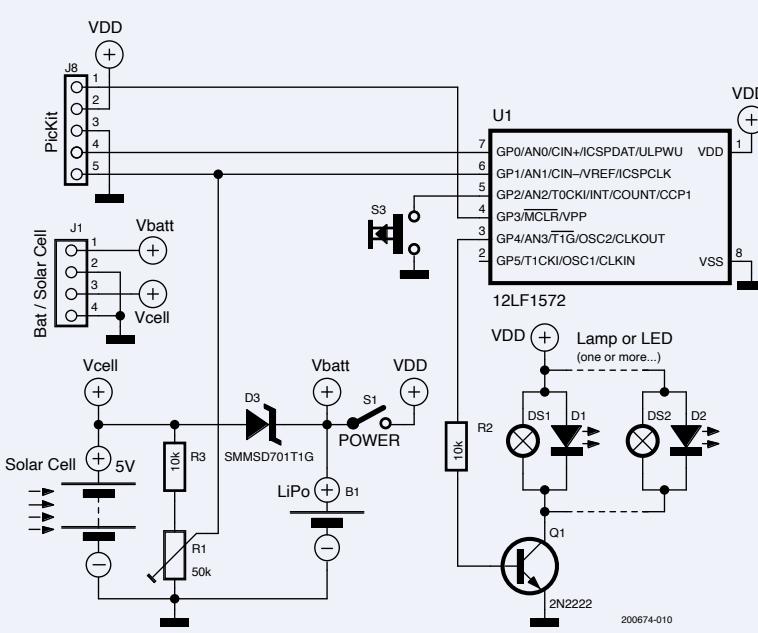


Figure 3. Schéma de circuit simple pour ce projet.

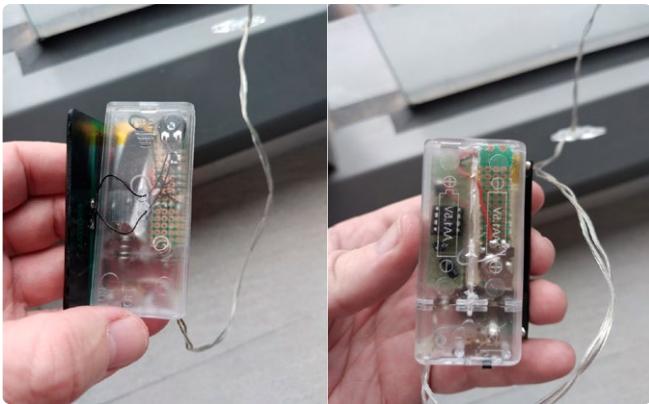


Figure 4. Premier prototype fonctionnel (face avant à gauche et face arrière à droite).

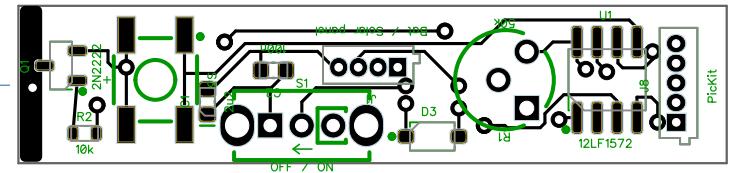


Figure 5. La disposition du circuit imprimé simple face à la taille d'une pile AA.

tempo()). Cette fonction utilise la fonction `sleep()` et le watchdog, réglée sur 2000 ms. C'est la meilleure solution pour économiser de l'énergie.

### Implémentation

Après avoir réalisé le premier prototype fonctionnel, dont les deux faces sont représentées respectivement sur les **figures 4a et 4b**, mon fils a créé le boîtier factice pour les deux piles AA avec Tinkercad [2], déjà représenté sur la figure 1. Du côté de la connexion positive, nous mettons la batterie lithium-polymère, de n'importe quelle taille et capacité qui s'adapterait à l'intérieur. La borne positive de la batterie est connectée au fil positif du contact de la guirlande d'origine et, avec un autre fil, au circuit imprimé, dont la disposition est représentée sur la **figure 5**. La borne négative de la batterie est connectée directement au circuit imprimé. Le collecteur du transistor 2N2222 est connecté au fil négatif de la guirlande d'origine (vous pouvez utiliser n'importe quel autre transistor de commutation NPN).

Il est possible d'installer le circuit imprimé dans la deuxième cavité du boîtier factice, avec des fils reliés à la batterie et au panneau solaire (deuxième connecteur).

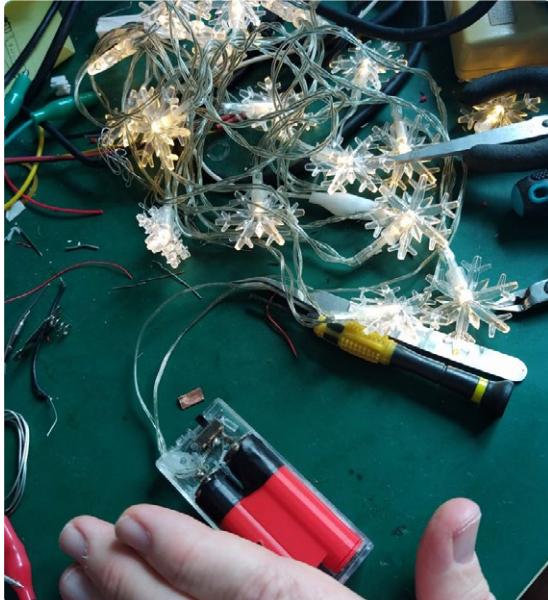


Figure 6. Le projet terminé : la guirlande est allumée.

Pour la connexion au contact original de la guirlande, j'ai utilisé un morceau de film de cuivre collé sur la pile factice. Le résultat final de mon travail laborieux est visible dans la **figure 6**, avec la guirlande de LED joliment éclairée par ma carte. ↗

200674-04

### Questions ou commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



### À propos de l'auteur

Laurent est âgé de 60 ans, vit en Asie depuis plus de 20 ans et est passionné d'électronique depuis l'âge de 10 ans. Il lisait de nombreux magazines, dont Elektor depuis 1978. Laurent a commencé à expérimenter les microcontrôleurs dans les années 1980, la famille 8051 et, plus récemment, la famille PIC et ESP32 (à chaque fois qu'une connexion réseau est nécessaire). Il a construit de nombreux amplificateurs, à l'état solide (Elektor) et à tubes (300B SE), ainsi que des systèmes de haut-parleurs et des CNA. Il travaille dans l'industrie de la téléphonie mobile depuis plus de 30 ans (matériel, logiciel, exploitation, qualité) pour une société française.



### Produits

- **Bert van Dam, PIC Microcontrollers (E-book d'Elektor)**  
[www.elektor.com/18093](http://www.elektor.com/18093)
- **Seeed Studio Solar Panel for Outdoor Environments**  
[www.elektor.com/19131](http://www.elektor.com/19131)
- **Diamex LED Player M**  
[www.elektor.com/19911](http://www.elektor.com/19911)

### LIENS

- [1] Circuit imprimé et programme pour ce projet : <https://elektormagazine.fr/labs/solar-power-christmas-garland>
- [2] Site web de Tinkercad Autodesk: <https://tinkercad.com>



Chaque semaine passée sans s'abonner à la lettre d'information d'Elektor est une semaine de plusieurs articles et projets électroniques que vous ratez ! Pourquoi attendre plus longtemps ? Rester informé, être créatif et gagner des prix - Abonnez-vous maintenant pour en faire partie !

[www.elektor.fr/ezine](http://www.elektor.fr/ezine)



## À quoi pouvez-vous vous attendre ?

### Éditorial

Chaque vendredi, vous recevrez les meilleurs articles et projets de la semaine. Nous couvrons les projets basés sur les MCU, l'IdO, la programmation, l'IA, et plus encore !

### E-choppe

Ne manquez pas les promotions sur l'e-choppe Elektor. Tous les mardis et dimanches (et occasionnellement les jeudis), nous avons une offre spéciale pour vous.

### Envoi des partenaires

Vous souhaitez rester informé des activités en cours dans le secteur ? Alors ce courriel vous donnera les meilleures informations. Non régulier, mais toujours le mercredi.