

# Lancez-vous dans l'éclairage connecté



## Comment configurer votre propre réseau zigbee 3.0

Depuis de nombreuses années, la promesse d'un future où nos objets domestiques communiquent entre eux, est réitérée encore et encore. Pourtant, le consommateur attend toujours. Qui n'a pas déjà assisté à une démonstration ou visionné une vidéo d'une ampoule lumineuse intelligente contrôlée par un interrupteur sans fil, de surcroît reconfigurable comme par magie pour commander une autre ampoule située dans une autre pièce ? Mais combien y a-t-il de logements réellement équipés de cette technologie ?

**Clemens Valens** (Elektor Labs)

C'est vrai qu'il existe aujourd'hui dans le commerce, des kits connectés d'éclairage et de prises de courant. Cependant, du fait de la multitude des normes de réseaux et de communication, les appareils d'un fabricant sont en général incapables de dialoguer avec les autres. Qu'il s'agisse de technologies Bluetooth, Wi-Fi, ISM (industrie, scientifique, médical) ou Zigbee, l'incompatibilité règne, en dépit d'une promotion effrénée pour les applications de domotique. Il n'est donc pas étonnant que la démarche reste pour la plupart des consommateurs un « machin futuriste ». Outre le coût que cela représente. Un logement possède en moyenne 40 prises. Si l'on compte un prix de 22 € par ensemble pour un ensemble lampe/interrupteur communicant, équiper chaque prise revient au total à 880 €. Sacré budget pour remplacer un système câblé qui fonctionne déjà parfaitement ! Il y a pourtant de l'espoir. Au début de l'année 2017, le géant suédois de l'ameublement, Ikea, a lancé sa gamme Trådfri de

lampes et de variateurs d'intensité connectés (**Illustration 1**) qui serait, selon certaines informations, compatible avec la nouvelle norme zigbee 3.0<sup>(\*)</sup>. Nul doute que cette annonce va donner un énorme coup de pouce à la domotique.

### Du ZigBee au zigbee

Conçue en 1998 et standardisée pour la première fois en 2003, ZigBee est une technologie de réseau sans fil destinée aux réseaux personnels (PAN-Personal Area Network). Basse consommation et à faible débit, elle a été conçue pour les projets à échelle réduite comme la domotique et la collecte de données. Le terme ZigBee était il y a 10 ans sur toutes les lèvres, mais la technologie s'est progressivement retirée de la scène, pour devenir quasiment invisible. En réalité, elle n'avait pas disparu. Une fois débarrassée de ses majuscules « Z » et « B », elle a discrètement fait son chemin dans un



Illustration 1. Selon certains « sniffers » (analyseurs de paquets) fonctionnant avec les réseaux zigbee (voir la note de bas de page), les lampes connectées Trådfri d'Ikea sont compatibles zigbee 3.0 bien qu'elles appliquent officiellement les spécifications ZigBee Light Link (ZLL) et ZigBee Home Automation (ZHA).



Illustration 2. Le système d'éclairage sans fil personnel Philips Hue utilise le protocole ZLL.

certain nombre de produits. Et il y a de grandes chances que le kit lampe/variateur d'intensité à connexion sans fil que vous venez d'acheter dans votre magasin favori utilise la technologie zigbee. Très appréciées, les lampes connectées Philips Hue (**Illustration 2**) utilisent aussi cette technologie.

### Zigbee 3.0

L'un des inconvénients de zigbee tient au nombre de sous-protocoles créés au cours des dernières années pour répondre à des applications et des besoins particuliers. La technologie Zigbee 3.0 tente de répondre à cette situation en proposant la rétrocompatibilité avec Zigbee PRO, ZigBee Light Link (ZLL) 1.0 et Home Automation (ZHA) 1.2. Elle permet également la prise en compte des mises à niveau des micrologiciels OTA (over-the-air) et facilite l'intégration d'appareils dans le réseau (mise en service des nœuds). À titre d'exemple, la mise en service dite « Touchlink » s'effectue par communication sans contact (NFC).

### Une technologie pérenne

Zigbee est une façon de faire les choses, mais d'autres normes tentent également d'entrer dans la domotique et l'éclairage intelligent. Pour prendre deux exemples, les protocoles Bluetooth et Wi-Fi apportent aussi des réponses avec leurs variantes basse consommation. Tous équipés en Bluetooth et Wi-Fi, les smartphones et tablettes, et dans une moindre mesure les ordinateurs portables, constituent des télécommandes parfaites pour les systèmes d'éclairage connectés. Et s'il y a une chose que nous devrions avoir appris du passé, c'est qu'une nouvelle technologie peut émerger et être adoptée à tout moment, ce qui signifie qu'un système véritablement universel doit être une solution pérenne.

Une plateforme domotique durable doit prendre en compte différents protocoles de communication sans fil et pouvoir être reprogrammée chez le client pour pouvoir ajouter de nouveaux protocoles aux systèmes déjà installés. Une prise reliée à une plate-forme multiprotocoles peut aller bien au-delà de la seule variation d'intensité de l'éclairage. Elle peut également, par exemple, capturer et transmettre des données provenant de capteurs et jouer le rôle d'une balise lumineuse, en s'intégrant

dans l'Internet des objets (IdO). Cette plateforme doit donc être capable de faire fonctionner simultanément différents protocoles. Et bien entendu, tout ceci doit être fait à moindre coût et en consommant le moins d'énergie possible.

### L'éclairage connecté : du concret !

Une bonne approche pour commencer à expérimenter l'éclairage connecté consiste à obtenir des kits d'évaluation ou de démonstration auprès de fournisseurs de composants que la technologie zigbee intéresse. Dans cet article, nous avons utilisé une solution proposée par Silicon Labs, composée d'une passerelle zigbee basée sur un microcontrôleur Raspberry-Pi et un nœud zigbee comportant une LED sophistiquée. Il s'agit en fait d'une carte à LED avec commande, associée à un module radio construit autour du puissant SoC EFR32 Mighty Gecko ultra-basse consommation.

La passerelle est constituée d'un Raspberry Pi (RPI) 2 modèle B et d'une clé USB MeshConnect proposée par CEL. Silicon Labs livre tous les éléments nécessaires — RPi placé dans un



Illustration 3. La passerelle zigbee (réf. Silicon Labs RD-0001-0201) est basée sur un Raspberry Pi.

\* Voir <https://faire-ca-soi-meme.fr/test/2017/06/06/ikea-tradfri-zigbee-3-0-compatibilite-zigate/>



Illustration 4. Le module de référence de nœud d'éclairage communicant RD-0085-0401 proposé par Silicon Labs associe un module radio basé sur le SoC EFR32-Mighty-Gecko, programmable par l'utilisateur, et une LED sophistiquée.

boîtier, carte SD, clé Wi-Fi, clé MeshConnect, adaptateur secteur — dans un emballage de qualité portant la référence RD-0001-0201 (**Illustration 3**). Vous pouvez également acquérir la clé MeshConnect seule (réf. RD-0002-0201) dans le cas où vous préférez vous servir d'un ordinateur comme passerelle ou si vous disposez déjà d'un RPi.

Le nœud d'éclairage connecté est un module de référence et porte le numéro RD-0085-0401 (**Illustration 4**).

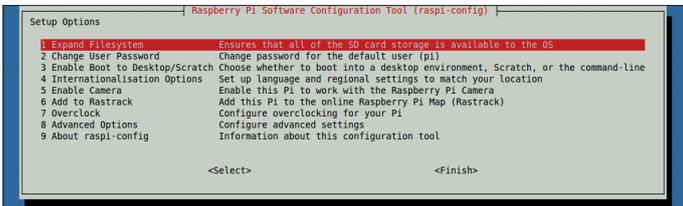


Illustration 5. Avant de pouvoir le mettre en fonctionnement, il est nécessaire de configurer le Raspberry Pi à l'aide de l'utilitaire raspi-config. Cet utilitaire permet également de modifier le mot de passe par défaut

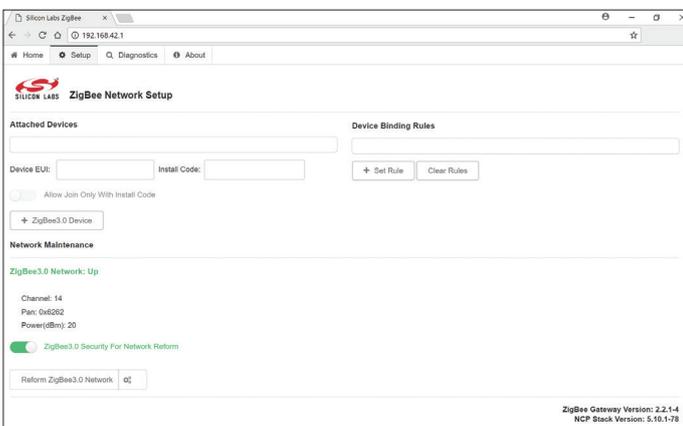


Illustration 6. Connexion à la passerelle zigbee. Tous les témoins sont verts, nous pouvons passer à l'étape suivante. Cliquez sur '+ ZigBee3.0 Device' pour ajouter des nœuds zigbee.

Pour commencer, vous devez disposer, au strict minimum, d'une passerelle et d'un nœud. Vous pouvez bien entendu étendre votre installation en ajoutant, par exemple, un commutateur-variateur lumineux tactile capacitif (RD-0039-0201), ou en raccordant d'autres points lumineux.

### Installation du kit

Il s'agit d'abord de configurer la passerelle et c'est à vous d'installer les logiciels nécessaires. L'avantage c'est que vous disposerez dès le départ de la version la plus récente, même si c'est au prix d'une intervention supplémentaire. Pour ce faire, la procédure est indiquée ci-après et s'applique aussi à ceux qui ont acheté ou remis en service leur propre RPi. À noter que la clé Wi-Fi est superflue si vous utilisez un RPi 3.

L'installation d'une passerelle zigbee sur un ordinateur utilisant le système d'exploitation Ubuntu 16.04 (lui-même ou sur une machine virtuelle) est décrite dans la note d'application UG129 (voir [1]).

### Préparer la carte SD pour le Raspberry Pi

1. Sur votre ordinateur, téléchargez le système d'exploitation officiel Raspbian [http://downloads.raspberrypi.org/raspbian\\_lite/images/raspbian\\_lite-2016-05-31/2016-05-27-raspbian-jessie-lite.zip](http://downloads.raspberrypi.org/raspbian_lite/images/raspbian_lite-2016-05-31/2016-05-27-raspbian-jessie-lite.zip). Pour des raisons liées à des problèmes de pilote, il est essentiel d'utiliser la version 2016-05-27, et non la toute dernière.
2. Insérez la carte SD dans l'ordinateur ;
3. Comme le recommande la Fondation Raspberry Pi, utilisez Etcher (<https://etcher.io/>) pour installer l'image sur la carte SD ;
4. Retirez la carte SD de l'ordinateur de manière sécurisée ;

### Préparer le Raspberry Pi

5. Installez dans le RPi la carte SD préparée ;
6. Connectez le port Ethernet RPi à un routeur réseau à l'aide d'un câble Ethernet ;
7. Connectez la clé CEL MeshConnect sur un port USB du RPi ;
8. Connectez la clé Wi-Fi sur un autre port USB du RPi ;
9. Facultativement : raccordez un clavier et un moniteur sur le RPi. Cette étape n'est pas obligatoire pour les actions qui suivent ;
10. Mettez le RPi sous-tension.

### Finaliser l'installation du logiciel

11. Identifiez l'adresse IP du RPi sur le réseau (par exemple, en consultant la liste des appareils connectés du routeur) ;
12. Avec PuTTY ou tout autre outil similaire accessible sur votre ordinateur, ouvrez une session SSH à l'adresse IP de votre RPi. Si vous avez raccordé un clavier et un moniteur au RPi, les données ci-après seront saisies avec l'interface de ligne de commande (CLI) du RPi. Dans le cas contraire, la saisie sera effectuée sur l'ordinateur dans le client SSH ;
13. Connectez-vous avec le nom d'utilisateur 'pi' et le mot de passe 'raspberrypi' ;
14. Entrez la commande 'sudo raspi-config' (suivie de la touche <Entrée>, bien entendu...)

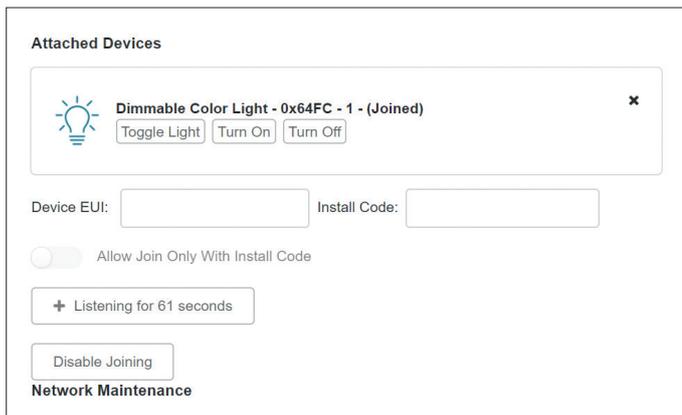


Illustration 7. Le nœud d'éclairage connecté RD-0085-0401 a été ajouté au réseau zigbee 3.0.

Sélectionnez l'option 1 'Expand Filesystem', attendez que l'opération soit terminée, puis réamorcer le RPi (**Illustration 5**) ;

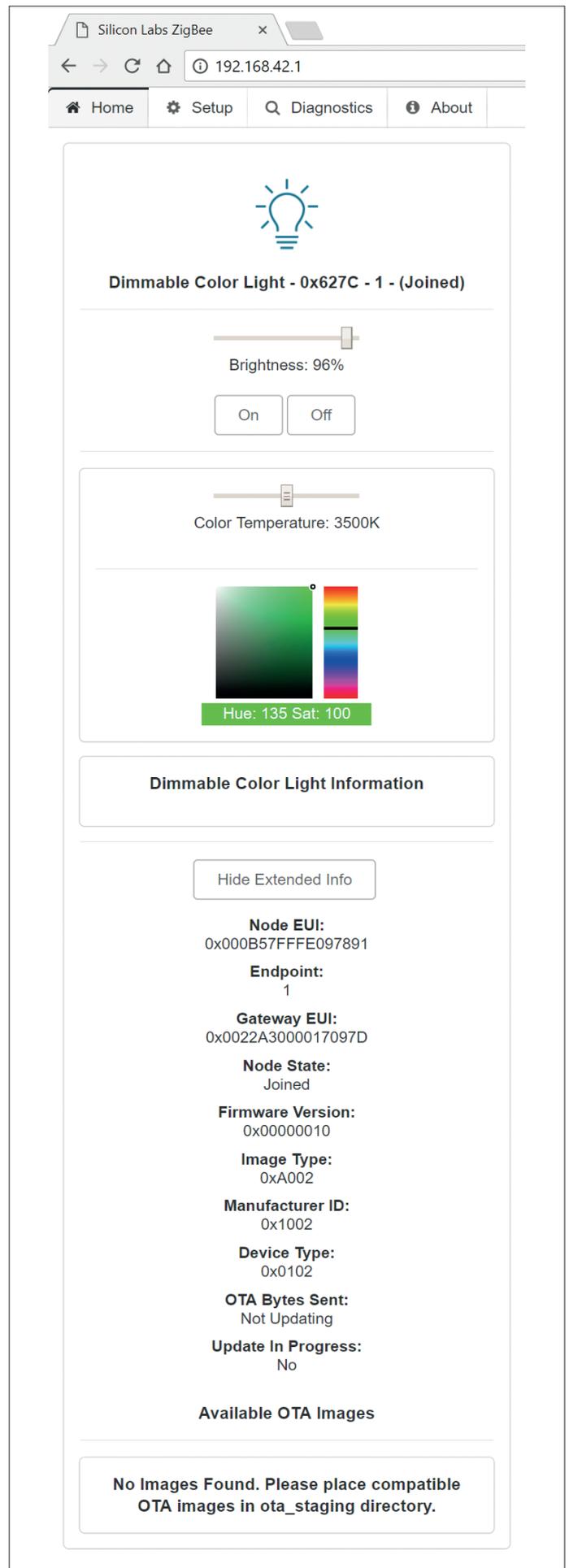
15. Connectez-vous de nouveau avec votre client SSH (par exemple, PuTTY), puis exécutez la liste de commandes suivante (attention aux coquilles, et chaque commande doit être suivie d'une action sur la touche <Entrée>) :
  - `sudo chmod 666 /etc/apt/sources.list`
  - `sudo echo deb http://devtools.silabs.com/solutions/apt/jessie/main >> /etc/apt/sources.list`
  - `sudo apt-key adv --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv-keys 90CE4F77`
  - `sudo apt-get update`
  - `sudo apt-get install silabs-zigbee-gateway`
  - `sudo apt-get install silabs-networking`
  - `sudo reboot`

### Vous y êtes presque...

À ce stade, le Raspberry Pi devrait fonctionner comme un point d'accès Wi-Fi et être visible de votre ordinateur :

16. Connectez-vous au réseau Wi-Fi 'Silicon Labs xxxx', 'xxxx' étant un nombre hexadécimal à quatre chiffres ;
17. Insérez l'adresse IP 192.168.42.1 dans un navigateur (**Illustration 6**) ;
18. Si vous voyez la mention (de couleur verte) 'ZigBee 3.0 Network: Up', passez à la section 'Run the Gateway' ;
19. Connectez-vous avec PuTTY ou un autre client SSH à l'adresse IP 192.168.42.1, puis connectez-vous sur le Raspberry Pi comme précédemment (voir les étapes 12 et 13). Exécutez ensuite les commandes suivantes. Vérifiez que la clé MeshConnect est connectée au RPi. Vérifiez également que le port série (`/dev/ttyUSB0` dans la commande ci-après) correspond à la clé :
  - `sudo service siliconlabsgateway stop`
  - `cd /opt/siliconlabs/zigbeegateway/`
  - `sudo python tools/ncp-updater/ncp.py scan`
  - `sudo python tools/ncp-updater/ncp.py flash -p /dev/ttyUSB0 -f firmware/ncp-uart/em3588/*.ebl`
  - `sudo reboot`

Illustration 8. Commande de la LED du nœud d'éclairage connecté à l'aide d'un smartphone, d'une tablette ou d'un PC. Le message « No Images Found » tout en bas se réfère aux images de microprogramme qui doivent être placées dans un dossier spécial afin que le dispositif puisse être programmé over-the-air (OTA).



## Lancez la passerelle

Le moment est venu de construire le réseau d'éclairage connecté en lui ajoutant des nœuds :

20. Connectez un ordinateur, un smartphone ou une tablette à la passerelle, comme décrit ci-dessus (étapes 17 et 18) ;
21. Connectez le nœud zigbee EFR32MG RD-0085-0401 à une source d'alimentation USB ;
22. Positionnez le commutateur 'Select' à droite (ce qui permet d'activer la LED d'état du réseau) ;
23. Positionnez le commutateur VDD Off/On à droite ;
24. Positionnez le commutateur LVL Lo/H à droite ;
25. Dans le navigateur, cliquez/appuyez sur le bouton '+ ZigBee3.0 Device'. La phase de scan dure 120 secondes, mais il est possible d'étendre cette durée en cliquant sur le bouton '+ scan for xx seconds' (**Illustration 6**) ;
26. Sur le nœud zigbee RD-0085-0401, appuyez sur S1 10 fois rapidement pour accéder au "join mode". La carte devrait maintenant afficher la mention 'Dimmable Color Light - 0XXXXX - 1 - (Joined)', XXXX contenant un nombre hexadécimal à quatre chiffres.

## Et maintenant ?

Vous y êtes. Vous disposez maintenant d'un réseau zigbee fonctionnel, prêt pour vos expérimentations. À ce stade, vous pouvez choisir différentes directions. Personnaliser la passerelle est une chose, concevoir vos propres nœuds en est une autre. Quelle que soit votre décision, sachez que l'avenir de l'éclairage communicant est aujourd'hui en partie entre vos mains. ◀

(160585)

## Arrêt de la passerelle

Il n'est pas recommandé d'éteindre un Raspberry Pi en se contentant de couper son alimentation. Il fonctionne comme tous les autres ordinateurs modernes qui utilisent un système d'exploitation complexe. Il doit donc être arrêté de manière appropriée pour éviter d'endommager les fichiers qu'il contient. Malheureusement, le RPi ne dispose d'aucun bouton de démarrage et d'arrêt. Cependant, vous pouvez l'arrêter à partir d'un terminal (directement ou au moyen d'un client SSH) à l'aide de la commande :

```
sudo poweroff
```

Patientez jusqu'à ce que la LED de couleur verte ne clignote plus (la LED de couleur rouge reste allumée), puis débranchez l'alimentation.

## En savoir plus

- [1] Tout ce que vous souhaitez connaître de la passerelle, ses options, ses capacités et ses possibilités figure dans le document 'UG129: Zigbee Gateway Reference Design User's Guide (RD-0001-0201, RD-0002-0201)'.
- [2] Pour en savoir plus sur le nœud Zigbee, consultez le document 'UG252: ZigBee Lighting Reference Design Demo Board Kit User's Guide (RD-0085-0401, RD-0035-0601)'. Il est également possible de télécharger les schémas et d'autres fichiers de conception.



**CHEZ MOUSER**

- 634-RD-0001-0201: Passerelle Silicon Labs Zigbee/Wi-Fi
- 634-RD-0085-0401: Kit d'éclairage Silicon Labs Zigbee