

RAPPORT

PROJET 4A

05/03/2018

SYSTÈME DE GESTION INTELLIGENTE DE LA LUMIÈRE

HOME AUTOMATION SYSTEM

FOXILIGHT



VINCENT CANDAPPANE : ETUDIANT 4A INFOTRONIQUE (ILC)

THOMAS DHINNIN : ETUDIANT 4A INFOTRONIQUE (SE)

TUTEURS:

M. VINCENT THIVENT


|

M. MICHEL PAINDAVOINE



Activité réalisée : Conception d'un système de gestion intelligente de la lumière

Remerciements	2
Introduction	3
Matériels	4
Foxilight - Automatisation des objets connectés	6
1 - Choix de la technologie utilisée et API	6
2 - Node-RED (Node.js)	7
3 - Accès système (crypté)	8
4 - Une nette évolution du design	9
Première simulation d'interface via Web :	9
Version finale de l'interface via Node-RED :	10
5 - Dashboard du système	11
6 - Technologie RFID : Ouverture porte	12
7 - Contrôle de l'éclairage	14
8 - Sécurité via OpenCV et Python	15
Mode non sécurisé	16
Mode sécurisé	16
Mode streaming	17
9 - Intelligence Artificielle (deep learning)	18
10 - Reconnaissance vocale	20
11 - Parallélisme et virtualisation	20
12 - État de connexion à distance	20
Gradateur de lumière	21
1 - Explication du fonctionnement du relais	21
Explications circuit	21
Fonctionnement relais	22
2 - Explication de l'influence de la commande	23
Marketing	24
Conclusion	25
Bibliographie	25
Sites web consultés	25
Professionnels consultés	25
Lien du questionnaire	25
Annexes	26

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A


Remerciements

Nous souhaitons remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de l'ESIREM et en particulier nos tuteurs, **M. Michel PAINDAVOINE** ainsi que **M. Vincent THIVENT** pour nous avoir guidé tout au long de notre projet.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et l'aide qu'elles nous ont apportée durant ce projet :

Monsieur Guillaume Bidault, développeur informatique chez Odalid, pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de la période de Recherche & Développement, sachant répondre à la plupart de nos interrogations.

Monsieur Jesse Schiffler, Assistant Ingénieur au LAMIH à Valenciennes, pour l'aide qu'il nous a apportée sur la partie variation de lumière concernant le circuit en sortie de notre raspberry pour visualiser cet effet sur une ampoule ou LED.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A


Introduction

Au cours de nos séances de projet, nous avons décidé de concevoir un système tourné vers la domotique. En effet l'objectif de celui-ci sera de faire varier la luminosité de l'éclairage en fonction de l'activité de la personne. Bien entendu il sera en mesure d'allumer ou d'éteindre l'ampoule si une personne est présente ou non dans la pièce, mais pas seulement...

Par exemple si celle-ci est détectée debout, notre système comprendra que l'utilisateur est en train de se déplacer ou effectue une activité diverse, il adaptera donc la luminosité à un éclairage maximum. En revanche si celui-ci est détecté dans une position allongée, le système devra comprendre que l'utilisateur n'a pas besoin de la totalité de la luminosité disponible et va donc l'abaisser à un niveau inférieur. De plus l'utilisateur aura à sa disposition un mode sécurisé pour surveiller son habitation pendant son absence et un mode confort avec l'automatisation intelligente du système.


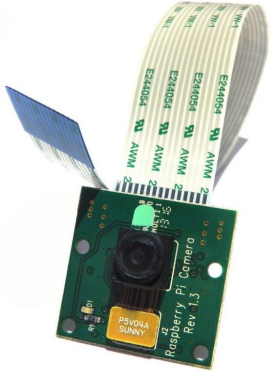
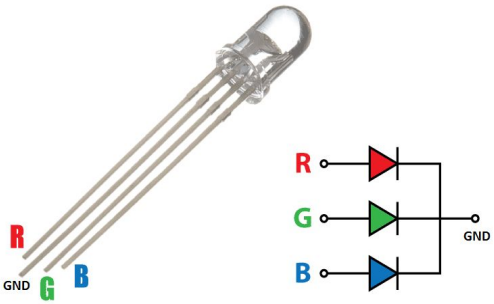

Pour réaliser ce concept, nous verrons tout d'abord notre interface web qui permettra de garantir à l'utilisateur un suivi des données collectées par nos capteurs, des décisions prises par le système et un contrôle manuel et vocal par-dessus celui-ci. Ensuite il faudra aussi s'occuper de la partie "Variation de luminosité" qui va nécessiter un montage en sortie de notre système pour contrôler le courant d'une ligne électrique via notre système.


Cependant avant d'expliquer ces 2 parties distinctes, nous allons voir en revue le matériel dont nous aurons besoin tout le long de notre projet.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A


Matériels

Ci-dessous la liste du matériel utilisé au cours de notre projet :

	<p><u><i>Raspberry pi3</i></u></p> <p>Celle-ci va permettre d'héberger notre interface de commande web ainsi que d'effectuer les traitements des différents capteurs de notre système (caméras, LED...). Cette carte représentera le cœur de notre système, car c'est elle qui va recevoir les données, décider et envoyer les commandes aux différentes entités.</p>
	<p><u><i>Raspberry pi Camera</i></u></p> <p>La caméra qui jouera le rôle de notre capteur pour la détection de la présence d'une personne ou non dans la pièce et sa position dans l'environnement. Il s'agit ici de la pièce phare de notre projet qui permettra à la fois confort et sécurité.</p>
	<p><u><i>Led RGB</i></u></p> <p>Pour émettre et surtout choisir les couleurs différentes souhaitées par l'utilisateur final, nous avons illustré les ampoules LED du marché à la diode RGB qui fonctionne sous le même principe, mais à puissance réduite.</p>
	<p><u><i>Lecteur RFID Odalid</i></u></p> <p>Le lecteur RFID est l'interface qui va permettre de lire l'information contenue dans la puce. Dans notre cas, il permettra l'activation de l'ouverture de la porte du domicile seulement si la carte est valide, sinon l'accès sera tout simplement refusé.</p>

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

	<p><u>Relais Statique 25A SSR</u></p> <p>Ce "bloc" va permettre le contrôle du courant délivré à notre ampoule par la raspberry en branchant la raspberry sur les bornes inférieures et le secteur ainsi que notre ampoule sur les bornes supérieures. Elle permettra le contrôle de tout composant 220V via de simples signaux de 5V maximum provenant de la raspberry pi 3.</p>
	<p><u>Led Dimmable</u></p> <p>Afin de pouvoir observer les variations d'intensité en fonction de la détection de notre caméra. Ainsi que d'économiser de l'énergie. Notre invention contribue à la préservation de l'environnement.</p>
	<p><u>Enceinte</u></p> <p>Pour entendre les sons d'activation ou messages d'erreurs de l'interface ou de l'intelligence artificielle.</p>
	<p><u>Micro</u></p> <p>Permetts l'interaction homme-machine avec l'intelligence artificielle Jarvis.</p>

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A


Foxilight - Automatisation des objets connectés

1 - Choix de la technologie utilisée et API

Pour plus de facilité dans la manipulation de nos diverses applications et commandes, nous avons décidé de mettre en place un serveur donnant accès à une interface interactive. Pour cela, une **veille technologique** a été mise en place avant la phase de développement. Il a donc fallu faire un choix à travers le test de différentes API, nos critères étaient basés sur la sécurité, l'extensibilité, le design, les technologies utilisées, les possibilités d'utilisation, la facilité d'utilisation et une interface pouvant contrôler de A à Z les actions demandées.

- 1) **Domoticz** : Domoticz est un logiciel open source de domotique gratuite fonctionnant sous Linux ou Windows. Il permet de gérer des modules de domotique : commande (éclairage, volet roulant, chauffage), capteurs (température, humidité), détecteurs (incendie, mouvement, ouverture), caméra IP, etc. L'interface est simple et non personnalisable, nous avons choisi de ne pas l'utiliser, car trop limités à leurs politiques d'utilisation.
- 2) **Project Things** : lancé par Mozilla, Project Things a pour but de bâtir un Internet des Objets décentralisé et axé sur la sécurité, la confidentialité ainsi que l'interopérabilité. Ce lancement rend les choses plus simples pour les possesseurs de Raspberry Pi qui souhaitent créer leur propre passerelle pour objets connectés. Malgré le fait que Project Things réponde à nos attentes de sécurité, le logiciel fait difficilement le lien avec d'autres API et codes source.
- 3) **Jeedom** : Jeedom est une application Self Hosted, elle est toute faite donc sécurisée et donc destinée directement au client possédant déjà les produits compatibles avec leurs politiques d'utilisation. Comme précédemment, l'application est directement destinée au client, mais n'est pas facilement extensible à d'autres technologies.
- 4) Autres cas étudiés, mais non implémentés : **SigFox, AWS IoT, ThingsSpeak, Kaa**
- 5) **Node-RED** : Application développée par IBM permettant le design des chaînes de traitement dans un environnement Web. Elle offre une plateforme permettant de tirer profit d'un parc d'objets connectés, passifs ou actifs. Celle-ci couvre la collecte des données émises, leur transport, la capacité à créer des flux de données et de traiter l'information reçue, mais aussi de déclencher des actions sur des capteurs actifs... Le fil conducteur de ces plateformes est de permettre la création rapide de nouvelles applications ou services.

Nous avons donc choisi Node-RED, car elle répondait à nos besoins, consommant peu de ressources, capable de fonctionner sur une **Raspberry Pi** elle nous permet très rapidement de concevoir et déployer des scénarios d'automatisation dans sa maison.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

2 - Node-RED (Node.js)

Pourquoi avoir choisi la technologie Node-RED et pas une autre ?

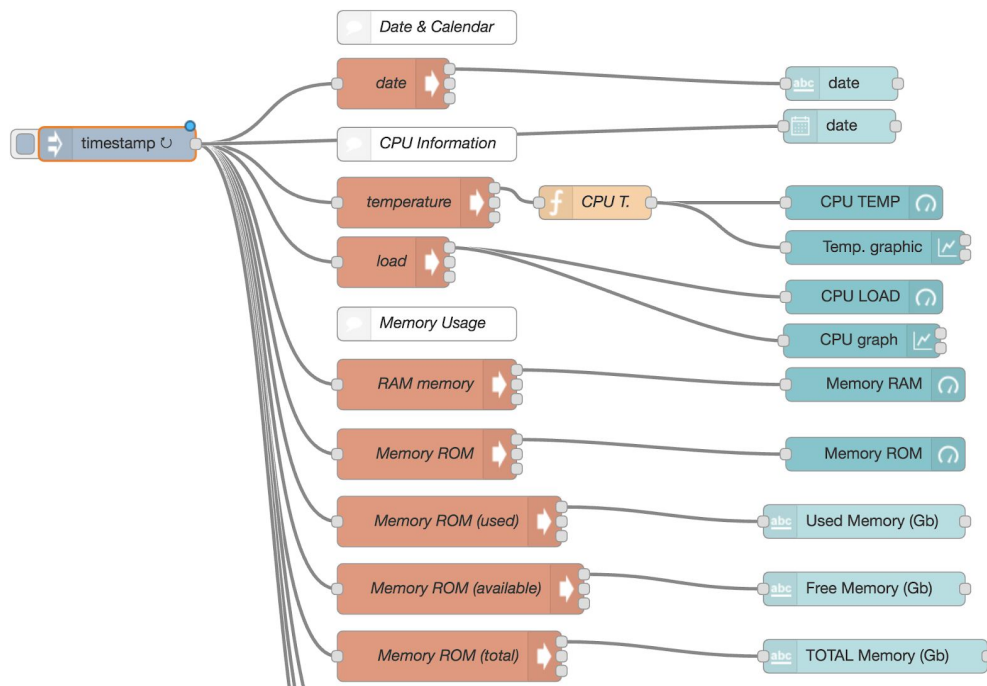
Les objets connectés envahissent progressivement notre paysage, à titre personnel, mais aussi professionnel. Le coût unitaire de capteurs connectés permet de prototyper et de construire des systèmes pouvant être assez rapidement complexes. C'est pourquoi l'utilisation de la technologie Node-Red d'IBM va nous permettre d'avancer simplifier certaines tâches.

Node-Red est un serveur Web consommant peu de ressources, capable de fonctionner sur une **Raspberry Pi** qui permet très rapidement de concevoir et déployer des scénarios d'automatisation dans sa maison.


Il permet en quelques clics de créer des scénarios plus puissants que toutes les box domotiques du marché. Toutes les fonctions et les connecteurs mis à disposition de l'outil sont adaptables facilement, il est aussi possible de créer ses propres modules.

Grâce à celle-ci nous pourrions utiliser des blocs de codes existants pour contrôler certaines parties (les boutons, des graphiques, des compteurs, les thèmes...), mais également de pouvoir insérer nos propres codes dans certains blocs pour gérer des applications plus complexes.

De manière structurée, Node-Red se présente sous la forme d'arborescence permettant différentes actions en étant reliée à son entité.

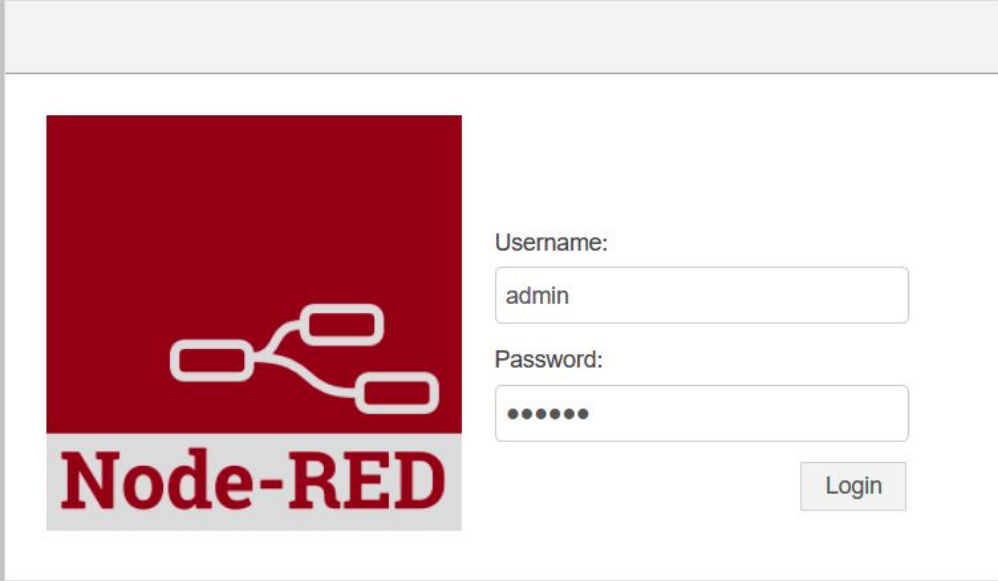


Mise en place d'une arborescence sur les informations système Rpi via Node-RED

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

3 - Accès système (crypté)

Pour pouvoir accéder à l'interface de contrôle, nous avons mis en place une phase de connexion afin de garantir qu'uniquement l'utilisateur puisse gérer les différentes commandes et éviter les intrusions dans notre système :



The image shows a web-based authentication interface for Node-RED. On the left is a red square logo with a white network diagram and the text 'Node-RED' in white. To the right of the logo are two input fields: 'Username:' with the value 'admin' and 'Password:' with masked characters. A 'Login' button is positioned to the right of the password field.

Interface d'authentification

Bien entendu, dans la société où nous évoluons, les failles système sont de plus en plus fréquentes, le mot de passe n'est donc pas directement inscrit en dur dans le système, le tout est crypté afin d'assurer un maximum de sécurité.

```
adminAuth: {
  type: "credentials",
  users: [{
    username: "admin",
    password: "$2a$08$zZWtXTja0fB1pzD4sHcMyOCMyz2Z6dNbM6t18sJogENOMcxwV9DN.",
    permissions: "*"
  }]
}
```

Cryptage du mot de passe via Node-RED

4 - Une nette évolution du design

Première simulation d'interface **via Web** :


Il s'agit ici d'une première version de l'interface codée en dur pour test du matériel physique et le contrôle des GPIOs, les fonctions sous cette version sont bien évidemment limitées :



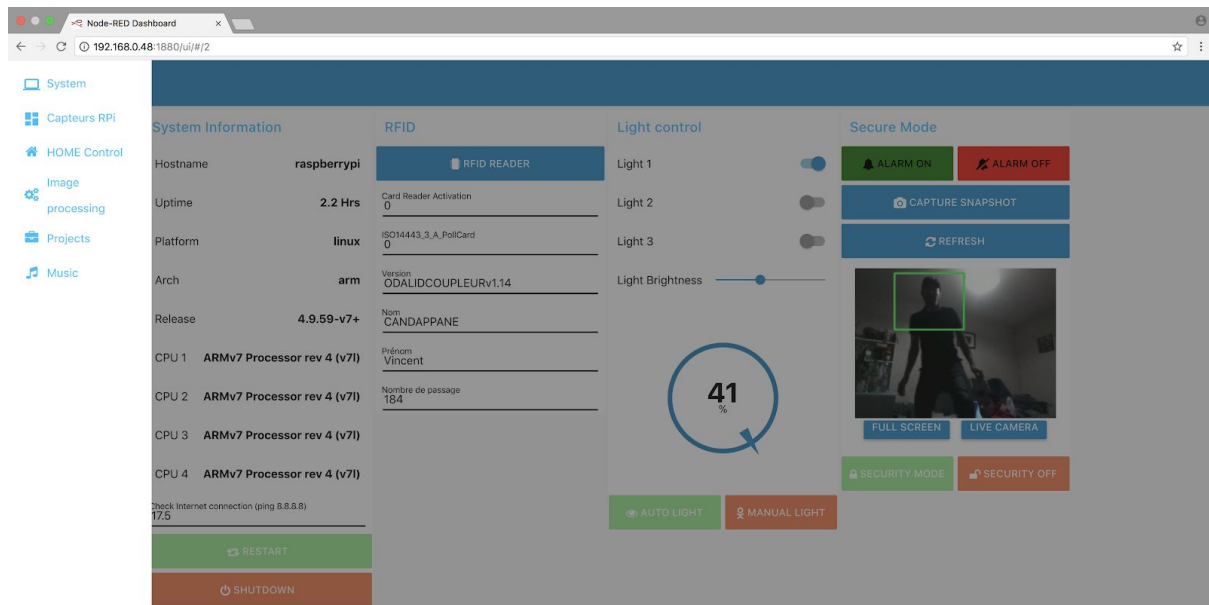
Les fonctions disponibles de l'interface sont les suivantes, derrière chaque bouton un fichier python .py est exécuté :

- ON/OFF	→ Allumer/Eteindre LED 5V
- Dimming Light	→ Lumière tamisée
- PWM	→ Lumière qui varie sa luminosité
- Stroboscope	→ Lampe fournissant des éclairs à intervalles réguliers

Pour réaliser cela, il a fallu installer un serveur apache2, MySQL, HTML5, CSS3 et PHP7.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

Version finale de l'interface **via Node-RED** :



Les différentes fonctionnalités interactives de notre application sont listées sous différents onglets de manière à faciliter son utilisation chez l'utilisateur potentiel :

1. **Information système** : informations détaillées sur la RAM et le CPU. Cet onglet permet de tracer sur le long terme les éventuels problèmes ou dysfonctionnements.
2. **Capteurs Raspberry Pi** : tracer en temps réel la température en temps réel de la RPi, des états de la mémoire (GPU, RAM, ROM) et des processeurs. Des graphiques sont placés de manière à visualiser les données suivant le temps.
3. **HOME Control** : Il s'agit ici de l'onglet qui va permettre un contrôle total de votre domicile que ce soit pour le contrôle de lumière, de l'alarme, de l'ouverture de porte via RFID, de la caméra et du mode automatique.
4. **Image Processing** : Ici une analyse image via un réseau de neurones que l'on détaillera plus bas participera à l'aide les personnes à acuité visuelle fortement réduite.
5. **Secure Mode** : Ce mode permet de garder votre domicile sous surveillance, il suffit de l'activer pour pouvoir détecter une éventuelle intrusion non désirée.
6. **Musique** : Un accès illimité à une playlist favorite hébergé par Spotify*.

Pour permettre à l'utilisateur de savoir si les requêtes ont été accordées ou non, une interaction avec le système a été mise en place. Pour ce faire, des bandes sonores ont été ajoutées. Par exemple :

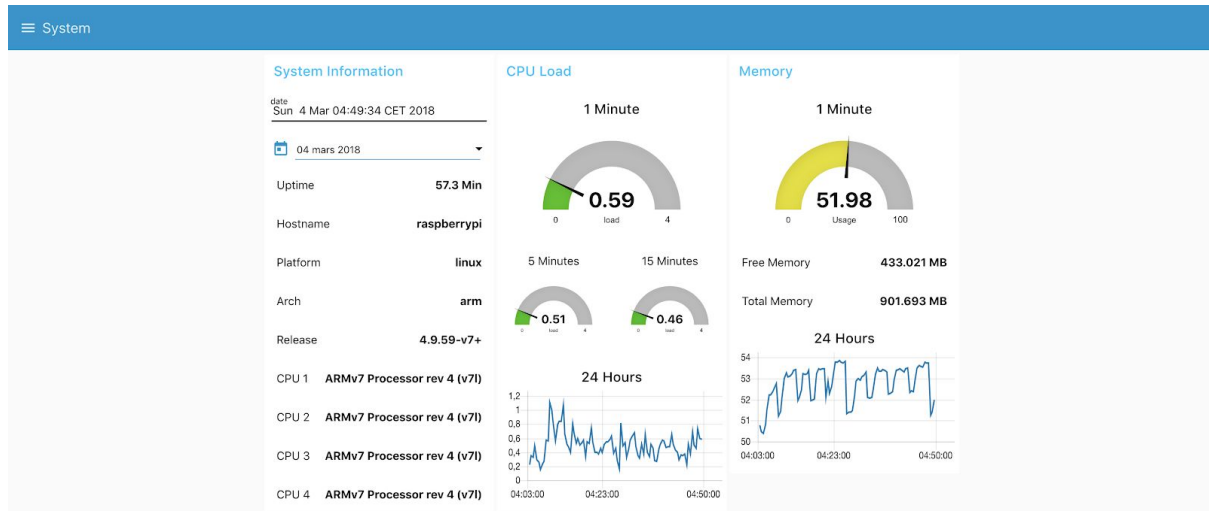
- ❖ Déclenchement de l'alarme
- ❖ Son lorsque le système est occupé
- ❖ Bruitage FX lors du clique sur un bouton
- ❖ Les sons sont spécifiques à chaque évènement
- ❖ Si l'utilisateur est autorisé ou non à entrer, un message audio sera déclenché
- ❖ Interaction avec l'intelligence artificielle

*requiert un abonnement Spotify valide.

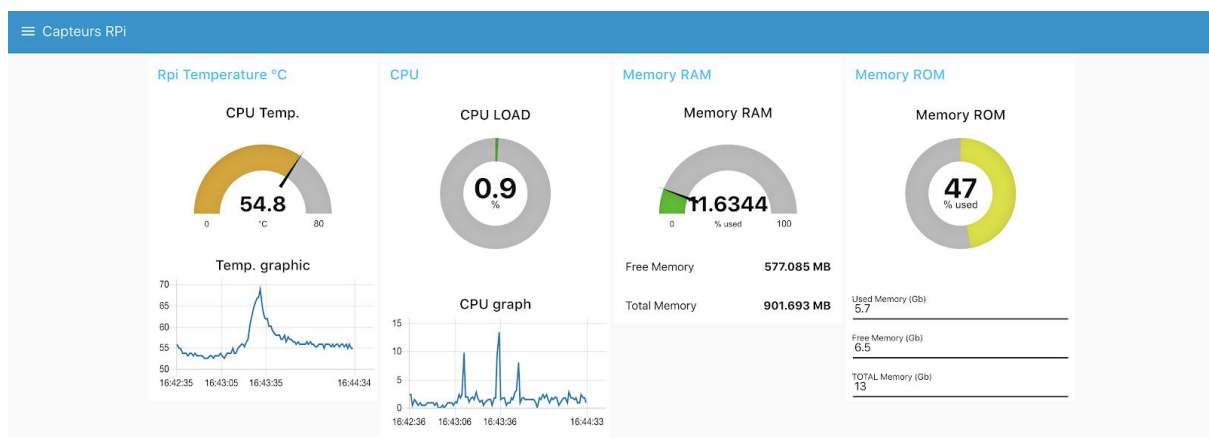
5 - Dashboard du système

Le dashboard du système s'agit de l'ensemble de l'affichage des informations hardware et d'utilisation des différents éléments de la carte. Elle est divisée en 2 parties :

- Un dashboard détaillé(1) retraçant toutes les informations depuis le démarrage de la RPi
- Un dashboard en temps réel(2) de tous les capteurs de la RPi sera affiché en temps réel.



Dashboard(1) sur l'onglet 'System'




Dashboard(2) sur l'onglet 'Capteurs RPi'

Comme vu précédemment dans notre partie matérielle, nous utiliserons comme coeur du système une raspberry pi 3, celle-ci est dotée au préalable de différents capteurs et d'indicateurs tels que :

- ❖ Capteur de température de la carte
- ❖ Récupération des données d'utilisation des différents mémoires et processeurs
- ❖ L'OS et l'architecture ainsi que les versions
- ❖ Le nombre de coeurs et leurs caractéristiques.

Remarque : Voir détail plus précis en annexe sur le processeur et les mémoires.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

6 - Technologie RFID : Ouverture porte

Nous avons cherché à intégrer une partie RFID à notre système, celle-ci servira notamment à permettre l'accès à la maison si la personne munie d'une carte est reconnue par le système. Mais comment cela fonctionne-t-il ?

Dans un premier temps le lecteur doit être initialisé à l'allumage de la raspberry, une fois cette initialisation effectuée l'utilisateur va pouvoir poser sa carte sur le lecteur et déclenché la lecture de la carte directement via l'interface (voir ci-dessous). Après le déclenchement les différentes informations ci-dessous sont lues à travers la carte :


- ❖ Activation de la lecture de carte
- ❖ Vérification si la carte est valide
- ❖ Version du lecteur
- ❖ Nom
- ❖ Prénom
- ❖ Nombre de passage

Si les informations de la carte sont reconnues, alors une pin de sortie s'enclenche pendant 10s (temps durant lequel la porte reste ouverte), un message de bienvenue s'enclenche ('Welcome Home') et par défaut les lumières du salon s'allument automatiquement. Cependant si la carte n'est pas reconnue re en ne se passe, un message d'erreurs enclenchera, une voix masculine énonçant ('Access denied').

RFID	RFID
<div>RFID READER</div> <div>Card Reader Activation</div> <div>0</div> <hr/> <div>ISO14443_3_A_PollCard</div> <div>0</div> <hr/> <div>Version</div> <div>ODALIDCOUPLEURv1.14</div> <hr/> <div>Nom</div> <div>CANDAPPANE</div> <hr/> <div>Prénom</div> <div>Vincent</div> <hr/> <div>Nombre de passage</div> <div>119</div> <hr/>	<div>RFID READER</div> <div>Card Reader Activation</div> <div>-1001</div> <hr/> <div>ISO14443_3_A_PollCard</div> <div>-1049</div> <hr/> <div>Version</div> <div></div> <hr/> <div>Nom</div> <div></div> <hr/> <div>Prénom</div> <div></div> <hr/> <div>Nombre de passage</div> <div></div> <hr/>

Carte lue correctement

Carte non reconnue

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

Afin de déterminer si la bonne carte est bien posée sur le lecteur, nous avons ajouté un voyant changeant de couleur via la méthode **LEDBUZZER(ReaderName *Name, uint8_t LEDBuzzer)** :

- En rouge, si une mauvaise carte est placée (comme la carte Mobigo de DIVIA)
- En vert, s'il s'agit de la carte sans contact Mifare CLASSIC préconfigurée



Lecteur RFID inactive (rouge) et active (vert)

● Définition des conditions d'accès pour le secteur 2 :

Nous utiliserons le secteur 2 pour stocker l'identité du propriétaire de la carte.


Sector	Block	Data
2	11	Clé A + Access Bit + Clé B
	10	Nom
	9	Prenom
	8	"Identité"

● Clé A = A0 A1 A2 A3 A4 A5

● Clé B = B0 B1 B2 B3 B4 B5

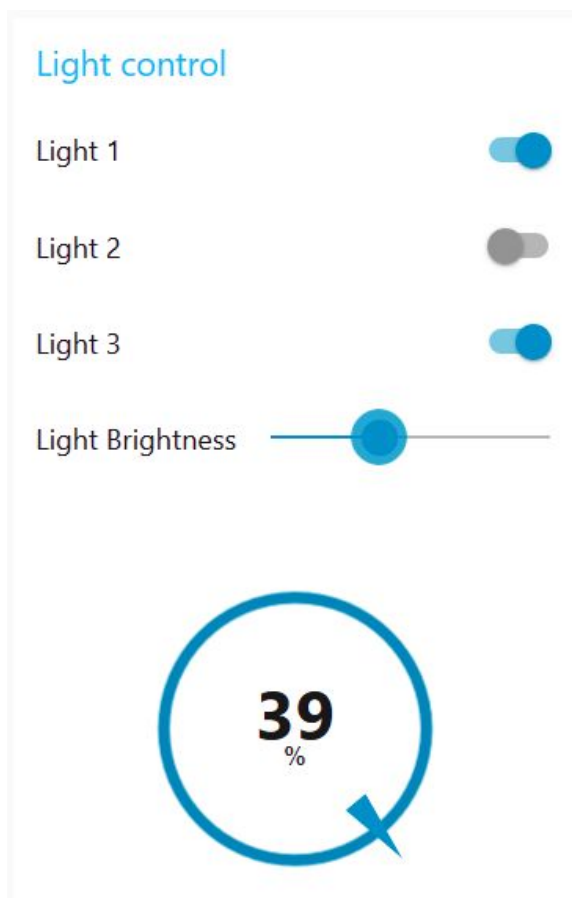
Les nombres de clés sont importants dans la mesure d'avoir un accès à différentes opérations de mémoire ou d'authentification de la carte. Une clé peut avoir tous les droits d'accès ou plusieurs clés peuvent être utilisées pour un droit d'accès en particulier. Voici les 4 accès :

<i>Lecture</i> <i>Decrement</i>	<i>Moins sensible</i> <i>KEY A</i>
<i>Écriture</i> <i>Incrément</i>	<i>Plus sensible</i> <i>KEY B</i>

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

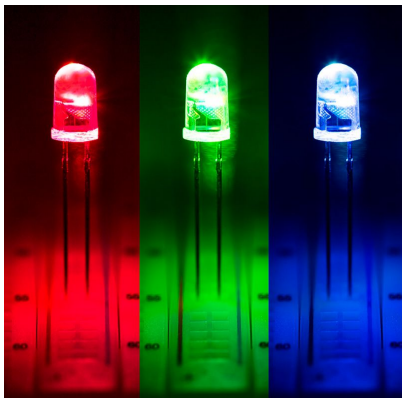

7 - Contrôle de l'éclairage


Pour cette interface nous avons décidé d'introduire 3 interrupteurs pour allumer ou éteindre indépendamment la LED Bleu, Rouge et Verte de notre LED RGB. Un ascenseur horizontal a également été placé ainsi qu'un indicateur en % pour faire varier la luminosité :



Interface de gestion de l'éclairage des LEDs

Remarque : Nous comprendrons plus tard comment cela se traduit au niveau physique.

Simulation de contrôle de la LED RGB	Simulation du paramétrage de luminosité
	

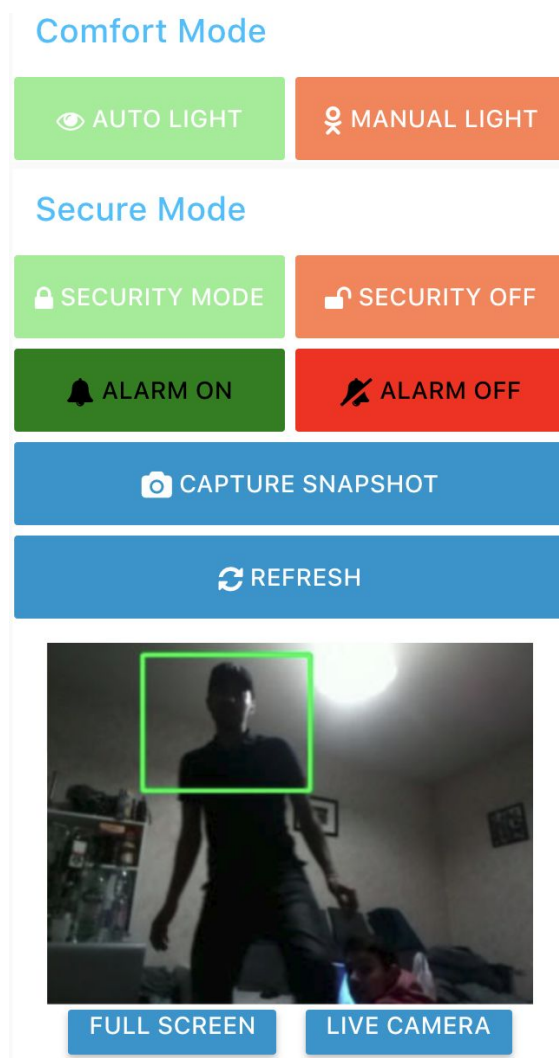
	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

8 - Sécurité via OpenCV et Python


OpenCV (pour Open Computer Vision) est une bibliothèque graphique libre, initialement développée par **Intel**, spécialisée dans le traitement d'images en temps réel. Nous avons donc pu mettre en place un processus **détection→action** de la manière suivante : L'analyse d'image est gérée via la bibliothèque graphique libre OpenCV et ainsi les prises de décision via le langage de programmation orientée objet python. Nous avons choisi le langage Python, car elle favorise la programmation impérative structurée, fonctionnel et de plus elle est toute à fait compatible à l'architecture Raspberry Pi.

Tout d'abord nous allons voir l'interface graphique permettant la gestion de la caméra et de la sécurité dans son ensemble, il est composé des éléments suivants :

- ❖ Activation / Désactivation manuelle de l'alarme
- ❖ Un bouton de capture
- ❖ Un bouton de rafraîchissement de l'image
- ❖ L'image ainsi que 2 boutons pour avoir le flux vidéo en temps réel et/ou mettre l'image en plein écran.



Visualisation de l'interface Caméra

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

Mode non sécurisé

Dans ce mode non sécurisé dit de confort, l'éclairage de votre domicile devient intelligent. L'éclairage intervient naturellement à la présence humaine et s'éteint après une durée définie si elle ne perçoit aucune forme humaine. Mais ce n'est pas tous...

Nous avons implémenté le code python de sorte à détecter le mouvement humain via les modèles préentraînés :

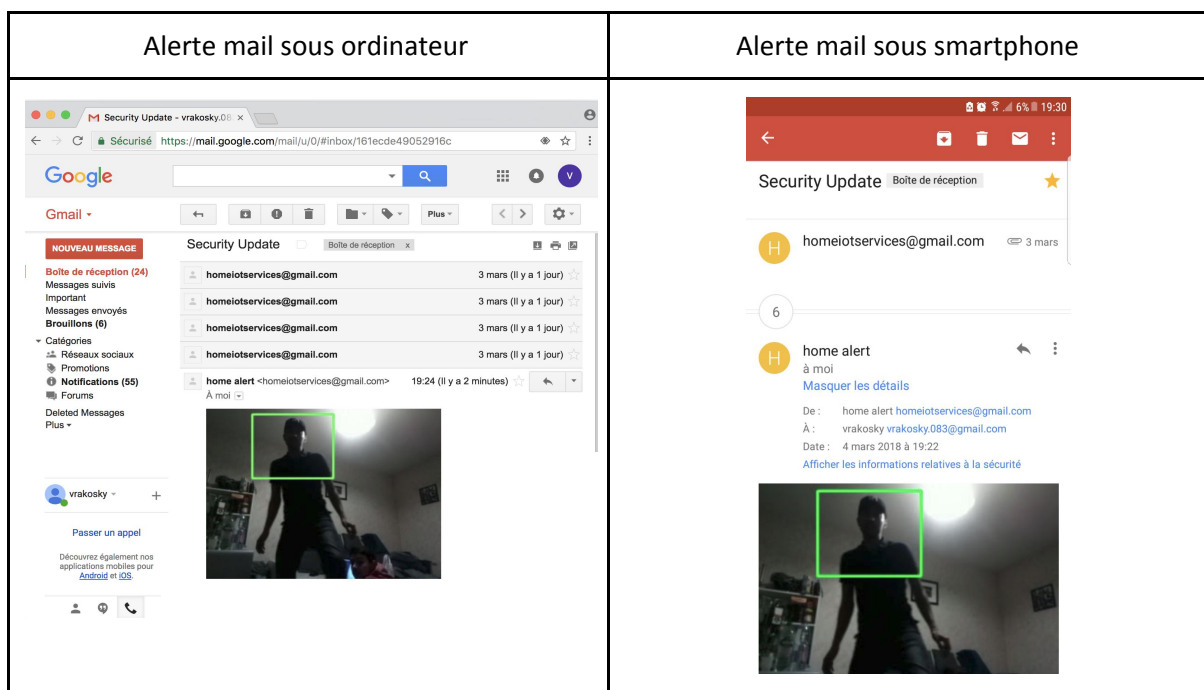
- de la partie supérieure d'un humain(torse et visage)
- de sa partie intégrale.


Dans le cas où la partie intégrale d'au moins un humain est détectée, la luminosité sera à son maximum. Dans le cas où la partie supérieure(torse et visage) d'au moins un humain est détectée, la luminosité sera tamisée. Suivant les paramètres de l'interface, la luminosité sera ajustable et programmable.

Mode sécurisé

Dans ce mode sécurisé, l'éclairage est éteint de base, cependant elle n'est pas censée réaliser les actions citées précédemment. Elle réagira différemment. Le mode sécurisé s'active généralement si l'utilisateur souhaite quitter son domicile, tout en gardant une trace et historique des passages non désirés dans une pièce adéquate de celui-ci. À la détection d'une personne, deux actions ont été mises en place :

- 1) La lumière s'active en **mode Stroboscopie** afin d'effrayer la personne suspecte non désirée à entrer dans la demeure.
- 2) Une photo est immédiatement envoyée dans la **boite mail** de l'utilisateur depuis une autre boite mail automatisée afin de pouvoir l'alerter le plus vite possible. Les captures de photo sont séparées tous les 600ms lors de la détection d'un obstacle humain.



	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

Mode streaming

Une fois une des deux modes activé, la visualisation sera toujours active en mode streaming sur un serveur spécifié afin de pouvoir capter le flux vidéo à distance de manière sécurisée.

Home Security System

 Maison de Vincent

Capture saved successfully.

11 Square Marcel Bussy, 21000 Dijon

 Dijon

 ESIREM 4A




CAPTURE SNAPSHOT

Un script vérificateur en python est lancé en permanence :

```
[pi@raspberrypi:~/Smart-Security-Camera $ source ~/.profile
[pi@raspberrypi:~/Smart-Security-Camera $ workon cv
[(cv) pi@raspberrypi:~/Smart-Security-Camera $ python main.py
* Running on http://0.0.0.0:5000/ (Press CTRL+C to quit)
192.168.0.25 - - [14/Feb/2018 22:48:55] "GET / HTTP/1.1" 200 -
192.168.0.25 - - [14/Feb/2018 22:48:55] "GET /video_feed HTTP/1.1" 200 -
□
```

Le mode sécurisé est censé être activé soit par l'interface Web, soit par carte RFID servant de clé à l'entrée de la porte de la maison. Bien sûr le lecteur RFID sera lié au système qui contrôlera l'activation ou non de la sécurité.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

9 - Intelligence Artificielle (deep learning)

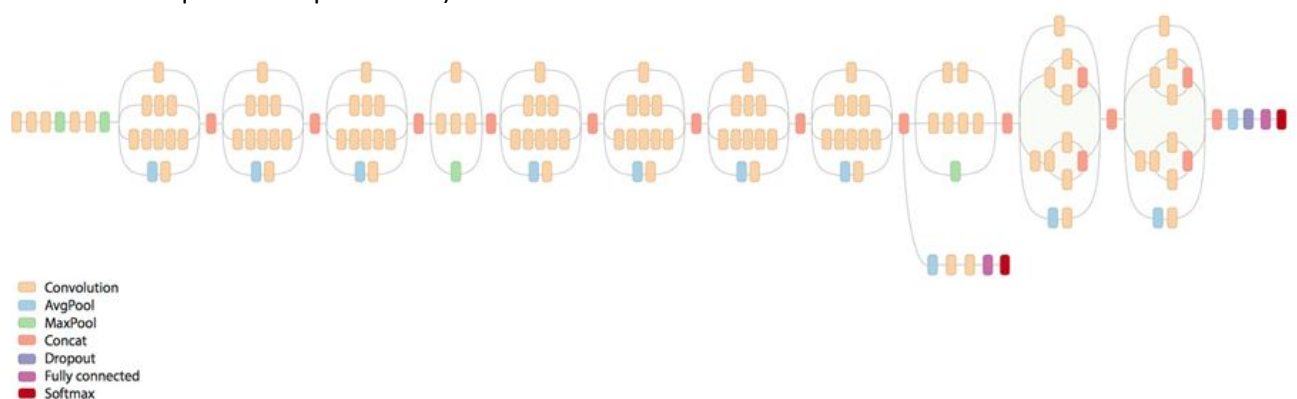
En supplément nous avons également tenu à mettre en place une intelligence artificielle qui serait capable de reconnaître les objets sur une photo prise à un instant 't' par l'utilisateur. Contrairement au superordinateur, la Raspberry Pi n'a pas cette capacité à entraîner un réseau de neurones lambda, sa mémoire RAM et son processeur ont des ressources très limitées.

Plusieurs réseaux de neurones préentraînés existent, suivant l'année certaines ont été mise en place : **LeNet-5**(1998), **AlexNet**(2012), **ZFNet**(2013), **GoogLeNet**(2014), **VGGNet**(2014).


Year	CNN	Developed by	Place	Top-5 error rate	No. of parameters
1998	LeNet(8)	Yann LeCun et al			60 thousand
2012	AlexNet(7)	Alex Krizhevsky, Geoffrey Hinton, Ilya Sutskever	1st	15.3%	60 million
2013	ZFNet()	Matthew Zeiler and Rob Fergus	1st	14.8%	
2014	GoogLeNet(19)	Google	1st	6.67%	4 million
2014	VGG Net(16)	Simonyan, Zisserman	2nd	7.3%	138 million
2015	<u>ResNet</u> (152)	Kaiming He	1st	3.6%	

Liste des meilleurs réseaux de neurones préentraînés en fonction de l'année


L'un des plus petits réseaux de neurones convolutionnels utilisés pour la classification d'image est le réseau GoogLeNet avec une taille de seulement ~25-50 Mo (selon la version de l'architecture qui a été implémentée).



Architecture du réseau GoogLeNet

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

De ce fait, pour notre système nous emprunterons le modèle détenu par Google (GoogLeNet) qui a entraîné son IA à la reconnaissance de divers objets dont voici ci-dessous le test fait par nos soins :

Image à analyser : Salon de coiffure	Exécution du code python
	<pre> vrakosky ~ pi@raspberrypi: ~/pi-deep-learning — ssh pi@192.168.0.48 — 80x20 (cv) pi@raspberrypi:~/pi-deep-learning \$ source ~/.profile; workon cv; cd /home/ pi@raspberrypi:~/pi-deep-learning \$ python /home/pi/pi-deep-learning/pi_deep_learning.py --prot otxt /home/pi/pi-deep-learning/models/bvlc_googlenet.prototxt --model /home/pi/p i-deep-learning/models/bvlc_googlenet.caffemodel --labels /home/pi/pi-deep-learn ing/synset_words.txt --image /home/pi/pi-deep-learning/images/barbershop.png ln: failed to create symbolic link '/dev/ttyS1': File exists [INFO] loading model... [INFO] classification took 1.0058 seconds 1. barbershop, probability: 78.055% 2. barber chair, probability: 21.94% 3. rocking chair, probability: 0.0034663% 4. restaurant, probability: 0.00037250% 5. hair spray, probability: 0.00014715% (cv) pi@raspberrypi:~/pi-deep-learning \$ </pre>

En procédant de la manière précédente, il a été possible d'utiliser la Raspberry Pi, la bibliothèque graphique OpenCV et les réseaux de neurones d'apprentissage profond préentraînés pour classer n'importe quelles images d'entrée. Il suffit maintenant d'implémenter cela dans notre interface Node-RED :

PROFESSOR NODE-RED

Artificial Intelligence

FULL SCREEN

LIVE CAMERA

DEEP LEARNING

DISPLAY DEEP LEARNING ANALYSIS

Object 1
1.laptop, probability : 95.338%

Object 2
2.screen, probability: 72.109%

Object 3
3.water bottle, probability: 60.989%


Object 4
4.monitor, probability: 41.659%

Object 1
5.microware, probability:15.3118%

Test IA pour la reconnaissance d'objet

Sur l'exemple ci-dessous nous constatons que l'IA a détecté un ordinateur portable à hauteur de 95%, un écran à environ 72% de chance, un microonde en haut à droite à hauteur de 15%, et enfin une bouteille d'eau à environ 60% de probabilité. Tous ces éléments sont bien présents sur notre image, pourtant certaines erreurs peuvent exister notamment comme on peut le voir un moniteur de bureau a été trouvé alors qu'il n'y en a pas.

Cette IA pourrait permettre aux personnes non voyantes notamment d'être informées des différents objets qui les entourent rien qu'en demandant au système par une simple phrase, par exemple "Foxilight - Que vois-tu ?"

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

10 - Reconnaissance vocale

Jarvis est un assistant vocal ultraléger et multilingue. Imaginé pour la domotique, il peut tourner sur des systèmes peu gourmands en énergie (ex.: Raspberry Pi). Très facile à utiliser, il nous laisse le choix du moteur de reconnaissance et de synthèse vocale et les installe pour vous. Il est extrêmement personnalisable, notamment via l'ajout de plug-ins. Jarvis peut utiliser une base de données Internet afin de pouvoir reconnaître la plupart des mots courants utilisés à travers le monde, elle propose un certain nombre de STT pour la reconnaissance des commandes (ex.: Allume le bar).

Cependant pour des soucis de sécurité, nous n'avions pas privilégié la solution précédente, mais attribué chaque action à chacune de nos propres voix entraînées au préalable. Son fonctionnement technique consiste à réaliser la transformée de Fourier d'une voix entraînée au préalable. Elle comparera ensuite celle-ci à la transformée de Fourier de la voix captée lors de la mise sous tension de l'application. Si les voix correspondent, l'action adéquate sera réalisée sinon la voix de Jarvis indiquera que la commande énoncée n'a pas été comprise. Pour appeler l'assistant vocal, il suffit d'énoncer le mot 'foxilight'.

11 - Parallélisme et virtualisation

Les processus du projet IOT sont parfois amenés à tourner en même temps, pour remédier à cela, il a fallu procéder à l'activation ou la désactivation de différents bash en parallèle. Afin de pouvoir améliorer les performances processus à exécuter, nous avons attribué des priorités et des ressources utilisables prédéfinies de la RPi à chacun des différents processus exécutés.

De plus, nous avons eu recours à la virtualisation via l'installation des packages : *virtualenv* et *virtualenvwrapper*. Il faut savoir qu'un environnement virtuel est un outil spécial utilisé pour maintenir les dépendances requises par différents projets dans des endroits séparés en créant des environnements Python isolés et indépendants pour chacun d'entre eux. En bref, il résout le problème des dépendances entre projets : "Projet X dépend de la version 1.x de python, mais le projet Y a besoin de la version 4.x". C'est pourquoi nous avons choisi pour chaque projet de virtualiser le système afin de se focaliser sur le projet adéquat sans mettre en péril un autre et de maintenir les dépendances requises par différents projets.

12 - État de connexion à distance

La connexion se fait automatiquement à distance avec les points d'accès (identifiant et mot de passe) à Node-RED, cependant en cas de connexion médiocre ou nulle, il se peut que votre périphérique soit déconnecté du système. Dans ce cas un message '**Connection lost**' sera affiché à l'écran.



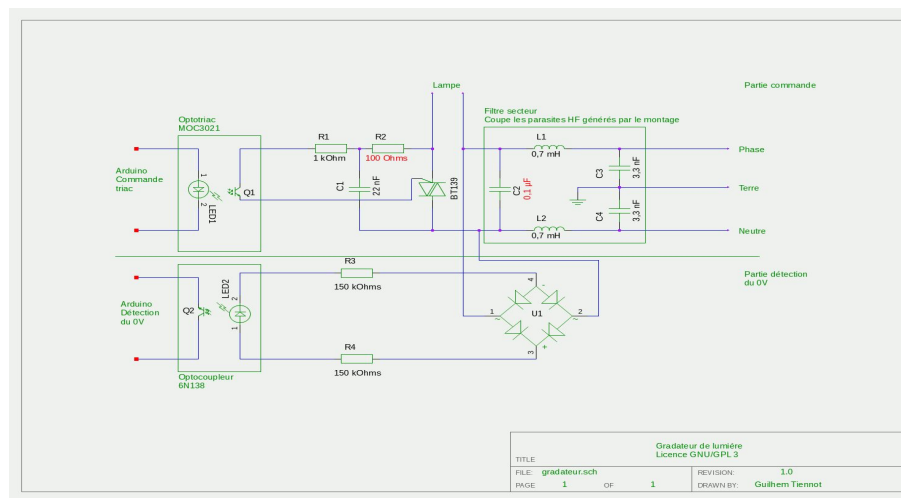
Gradateur de lumière

Pour faire varier l'éclairage de notre ampoule ou LED, nous allons utiliser la technologie PWM de la raspberry qui va permettre de jouer sur la fréquence des impulsions en sortie afin de commander à l'aide du relais statique SSR-25 DA le courant traversant la lampe par la suite.

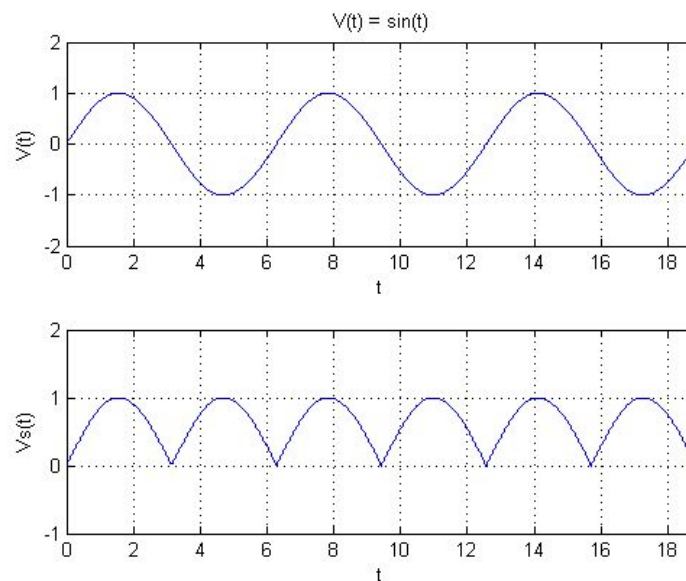
1 - Explication du fonctionnement du relais


Explications circuit

Avant d'expliquer l'utilisation du relais, nous allons comprendre comment il fonctionne à l'aide d'un circuit mélangeant électronique et électronique de puissance :



Commençons par la partie basse de notre circuit celle-ci va permettre d'adapter le courant au 0V de la raspberry, car, celui venant de notre prise de courant est alternatif ce qui signifie qu'une composante négative du courant est présente à certain moment et périodiquement. Pour pallier à ce moment nous utiliserons un pont de Graetz qui se chargera du redressement du courant voir le changement ci-dessous:



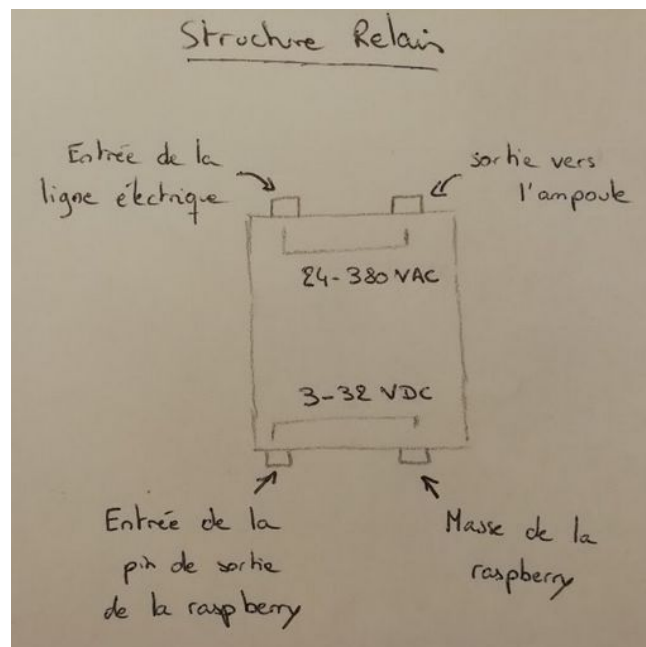
	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

On peut remarquer 2 résistances de 150 kOhms qui relient notre **pont de Graetz** et **l'optocoupleur**, celles-ci vont le protéger ainsi que la raspberry du secteur qui n'a pas la même tension de fonctionnement. L'optocoupleur quant à lui isole la raspberry et le circuit ci-dessus tout en transmettant le signal électrique d'une partie à l'autre.

Concernant la partie supérieure, on peut apercevoir **l'optotriac** qui va comme l'optocoupleur isolé et transmettre le signal à la partie circuit. Ce signal transmis va être envoyé dans la gâchette du triac, la gâchette permet de faire passer le courant ou non dans les 2 sens selon si elle est mise à l'état haut ou non. Les résistances et le condensateur vont protéger le triac. Et enfin toute la partie droite de la lampe constitue un filtre permettant de couper, "filtrer" les hautes fréquences générées par le montage.

Fonctionnement relais


On rappelle la structure du relais ci-dessous:



Structure relais

Sur la partie basse de celui-ci correspond à l'entrée de commande de notre Raspberry qui va pouvoir réduire ou augmenter le niveau moyen du courant alors que la partie haute va permettre de transmettre le changement de niveau du courant dans la ligne avant d'arriver à notre ampoule ou LED.

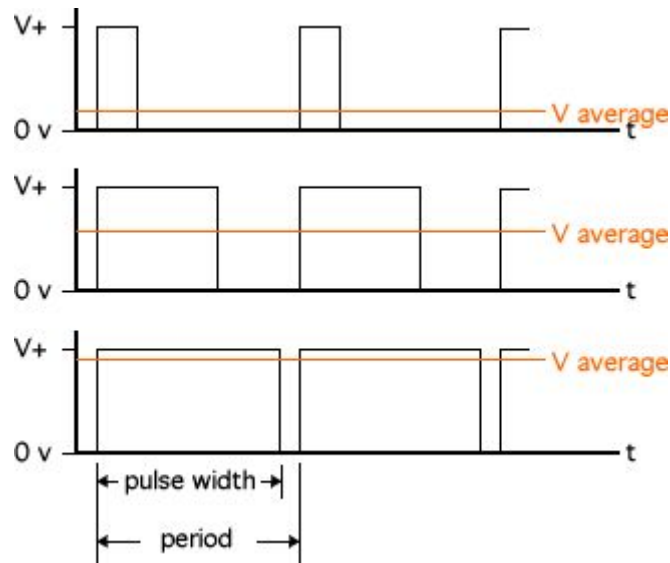
Remarque : La plupart des ampoules pouvant fonctionner sur une prise de courant traditionnelle, nous pouvons utiliser une tension alternative en sortie.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

2 - Explication de l'influence de la commande

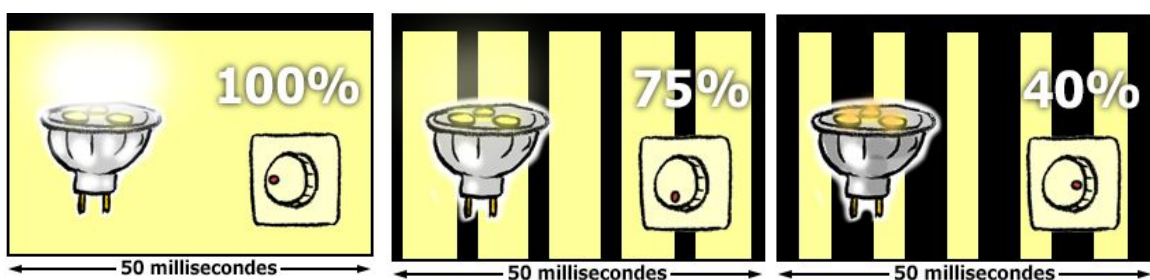
Rappelons que nous utilisons les sorties PWM de notre raspberry, mais quelle est la particularité de ces sorties par rapport aux autres ?

L'intérêt de ce type de sortie est de pouvoir moduler la fréquence et la largeur des impulsions du signal envoyé à notre relais. Celui-ci va donc pouvoir délivrer un courant moyen variable choisi par l'utilisateur en fonction de la fréquence sélectionnée :




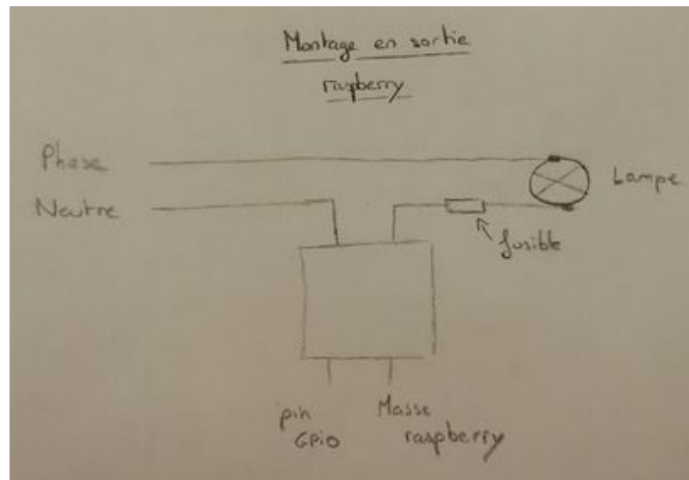
Exemple fonctionnement PWM pour faire varier une tension moyenne sur un signal créneau

Ce changement de niveau moyen du courant impliquera une intensité plus ou moins importante de notre ampoule :



Différentes variations de luminosité possibles

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A



Montage en sortie de chaque pin faisant agir une LED de la Raspberry relié au secteur


On remarque la présence d'un fusible entre le relais et l'ampoule, celui-ci permet de protéger cette dernière pendant les tests pour ne pas la griller. Cependant pour quelle face son travail il est impératif de le dimensionner à l'inférieur par rapport à la l'ampoule, c'est-à-dire qu'il faut que son seuil de courant maximum soit inférieure à celui pouvant traverser l'ampoule pour provoquer une ouverture du circuit électrique qui protégera l'ampoule, car le courant ne pourra pas l'atteindre.

Marketing

Cette partie aura pour objectif de nous interroger par rapport aux besoins de nos potentiels futurs clients. En effet comme vu précédemment nous pouvons constater que notre système regroupe 2 principales fonctionnalités qui sont la gestion de l'éclairage intelligente et la sécurité de l'habitation. Afin de connaître et déterminer notre éventuel positionnement client si nous décidions d'industrialiser notre prototype, nous avons créé un questionnaire regroupant les questions suivantes :

- ❖ Notre projet vous paraît-il innovant selon vous ?
 - Pour savoir si notre idée plaît et semble innovante d'un oeil extérieur
- ❖ Seriez-vous prêt à passer votre éclairage au 100% Leds si notre produit vous séduit ?
 - Pour savoir si nous pourrions nous baser sur la technologie LED pour notre système sans risquer de gêner le client
- ❖ Quelle fonctionnalité vous intéresse le plus parmi celles proposées ?
 - Pour déterminer sur quel axe, nous pourrions nous positionner en priorité

Les résultats de cette enquête seront présentés dans notre soutenance le 05/03/2018.

	Gestion Intelligente de l'éclairage domestique à l'attention de M.Paindavoine & M.Thivent	05/ 03 /2018
		Projet 4A

Conclusion

Les objets connectés envahissent progressivement notre paysage, à titre personnel, mais aussi professionnel. Le coût unitaire de capteurs connectés permet à tous et à chacun de prototyper et de construire des systèmes pouvant être assez rapidement complexes. Les informations collectées peuvent assez rapidement devenir importantes. Mais souvent leur traitement, et donc leur valorisation, reste un problème épineux. De même, la création de valeur par l'interprétation de signaux et le déclenchement d'actions dérivées peut se révéler être une tâche assez complexe à mettre en oeuvre. C'est pourquoi nous nous sommes lancé dans l'aventure de l'Internet des Objets. En liant la gestion intelligente de l'éclairage domestique à la sécurisation et à l'automatisation intelligente, nous sommes parvenues à notre but.

Ce projet nous aura permis d'apprendre à manipuler divers outils tels que Node-red pour simplifier la compréhension en schématique de notre système et pour déclencher diverses actions à partir de nano-ordinateur tel que la Raspberry, ou encore le langage python pour décrire les différentes commandes. Mais aussi d'apprendre à utiliser une raspberry ainsi que divers accessoires (caméra, leds). Bien entendu, le projet n'aboutit pas à sa fin, d'éventuelles mises à jour sont à venir.

Bibliographie

Sites web consultés

<https://www.energie-environnement.ch/maison/eclairage-et-piles/ampoules-et-lampes/1417>
<https://www.geek.org/node-red-la-solution-domotique-du-geek-056.html>
<https://www.objetconnecte.net/innovation-domotique-2017-3003/>
<http://blog.ippon.fr/2017/03/28/node-red-liot-a-portee-de-tous/>
<https://blog.octo.com/cap-sur-les-plates-formes-iot-partie-2/>
<http://www.tiennotblog.fr/tutoriels/webgrdateur.php>
https://www.w3schools.com/cssref/css_colors.asp

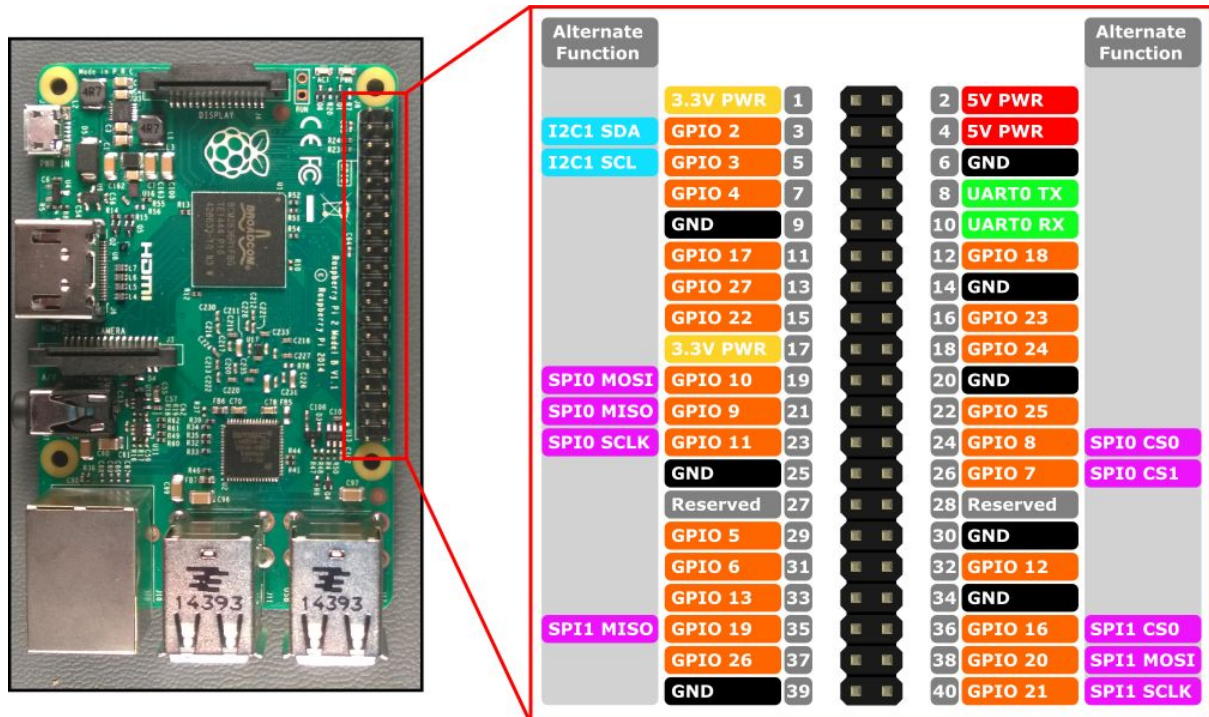
Professionnels consultés

- Monsieur Jesse Schiffler, assistant-ingénieur en électronique au Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines (LAMIH) à Valenciennes.

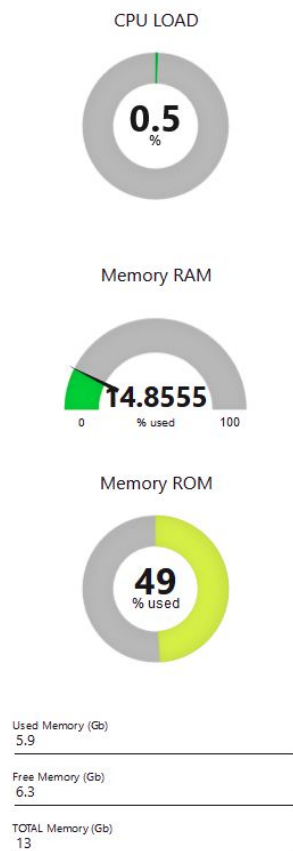
Lien du questionnaire

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc3DEdP96Oz7UA_-FUECYh7Xn1-SPqaMT1fWMDQnn1u7aMgg/viewform?usp=sf_link

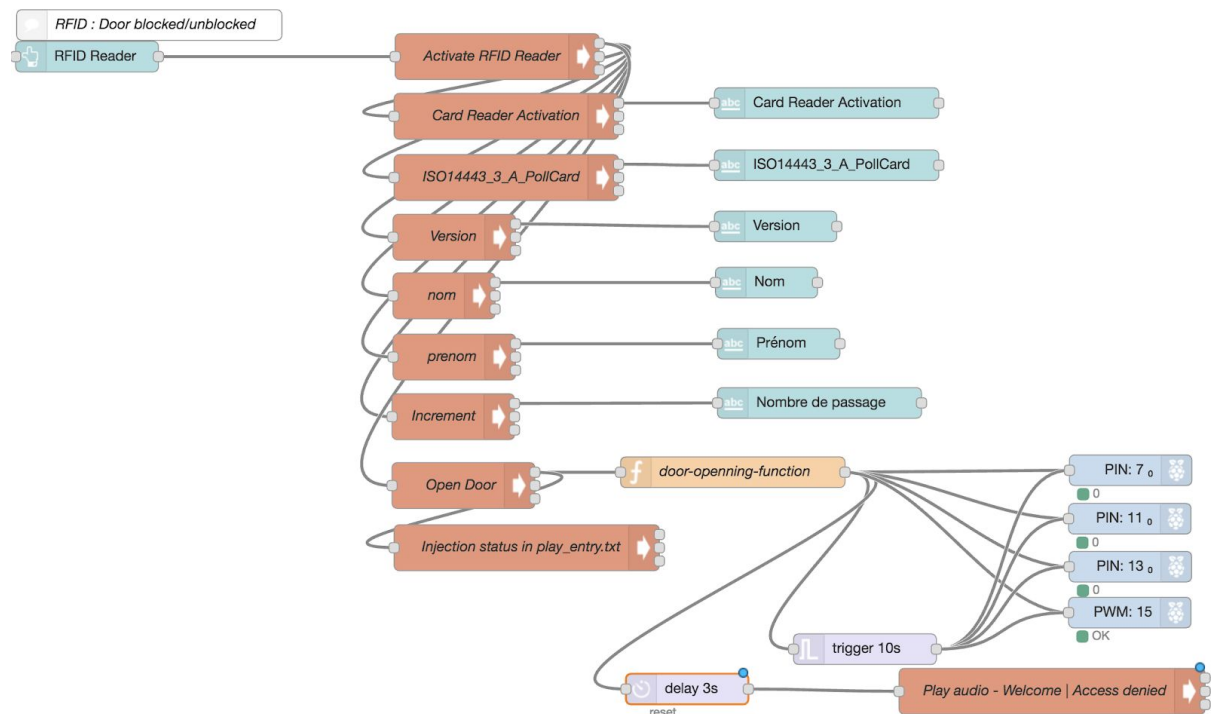
Annexes



Sorties utilisées de notre prototype



Détails graphiques sur l'utilisation du CPU et des mémoires



Architecture pour lecteur RFID sous Node-RED