



**Hes·SO** VALAIS  
WALLIS

Haute Ecole de Gestion & Tourisme  
Hochschule für Wirtschaft & Tourismus

 Filière Informatique de gestion  
Studiengang Wirtschaftsinformatik

TRAVAIL DE BACHELOR 2018

# PV2LIGHT@LENOX

Aout 2018

Etudiante : Helena Pereira

Professeur : David Wannier

Déposé le : 08 Aout 2018



HES-SO Valais Wallis - rue de la Plaine 2 - 3690  
+41 27 606 89 11 - [info@hevs.ch](mailto:info@hevs.ch) - [www.hevs.ch](http://www.hevs.ch)



PV2LIGHT@LENOX - Travail de Bachelor 2018  
Réalisé par Helena Pereira en collaboration avec David Wannier  
[Pereira-helena@outlook.com](mailto:Pereira-helena@outlook.com)

---

Source première image : <https://www.puntoverdechiari.it/media/page/puntoverdechiari-home-5523-it.jpg>

Source deuxième image : <http://iajcc.ir/files/2018/07/0014.jpg>

## Avant-propos

Dans le secteur de la construction, l'éclairage est connu pour avoir un rôle répercutant sur l'environnement et l'économie. L'éclairage représente 12% à 15% des consommations électriques en Suisse (suisse énergie, s.d.), (infomaison, 2018). Néanmoins, plus de 50% de cette consommation pourrait être économisée (ABATI, 2008). Depuis plusieurs années, les ménages sont équipés de moyens d'éclairage à haut rendement énergétique. On parle à ce moment-là de lampes LED. C'est le premier pas à faire si on souhaite optimiser sa consommation électrique. Mais nous pouvons faire bien plus comme démontre le projet PV2LIGHT.

TABLEAU 1 : EXEMPLE DE D'OPTIMISATION - COMPARAISON D'AMPOULES

Type d'ampoule	Incandescente	Halogène	Basse consommation (fluo-compacte)	LED
Puissance électrique (en W)	60	48	13	10
Puissance lumineuse (en lm)	720	630	1720	810
Rendement lumineux (lm/W)	12	13	55	81
Le rendement LED est ... fois supérieur	6,8	6,2	1,5	1

FIGURE 1 : RENDEMENT DES DIFFÉRENTS TYPES D'AMPOULES (INFOMAIISON, 2018)

Dans le parcours universitaire à la HES-SO Valais/Wallis dans la filière d'informatique de gestion, un travail de Bachelor doit être réalisé pour valider les 12 crédits *ETCS* restants. Ces crédits équivalent à environ 360 heures de travail dans le but de l'obtention du diplôme. C'est une formation de 4 ans en temps partiel qui a été suivie.

L'idée du projet a été soumise par l'élève, Helena Pereira, dans l'optique d'en faire un produit utile. Passionnée d'éclairage et d'énergies, sa première proposition a été la conception d'un programme de gestion d'éclairage intelligent de type domotique qui serait installé dans le showroom de son lieu de travail, l'entreprise Lamp Concept Sàrl. Par suite d'une discussion avec le responsable des propositions des travaux de Bachelor, Monsieur Jean-Pierre Rey et Monsieur David Wannier avec qui elle avait déjà discuté de cette idée, ils ont conclu qu'il existe déjà dans le marché de nombreuses solutions identiques. L'élève a dû alors, trouver la valeur ajoutée qui comblerait les besoins du projet.

---

## Résumé

Ce travail de Bachelor est le résultat de plusieurs mois d'analyses des domaines de l'éclairage, des composants informatiques matériels et logiciels, des bases de données, des langages de programmation, des méthodologies de travail et de divers protocoles de communication. Le tout pour donner naissance à un projet nommé *PV2LIGHT* et à son application LENOX. Ce projet consiste à donner la possibilité à des zones non éclairées d'avoir la chance de le devenir avec l'aide de l'énergie photovoltaïque et à une batterie de stockage. *PV2LIGHT* est la suite des projets *PV2EV* et *PV2Storage*. C'est avec l'application LENOX qu'il sera possible de piloter l'installation d'éclairage qui sera connectée à un réseau internet. De manière plus réelle, ce travail devrait permettre à des villages du Burkina Faso d'avoir une meilleure qualité de vie.

---

Mots clés

PV2LIGHT, PV2EV, PV2STORAGE, éclairage, DALI, modbus, .net, énergies

---

---

## Remerciements

Je souhaite remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu au cours de mon travail de Bachelor.

En particulier aux personnes suivantes :

Monsieur David Wannier, mon professeur et responsable de ce travail de Bachelor qui m'a accompagné tout au long de ce projet et fourni des informations précieuses au bon déroulement de ce dernier.

Le professeur Monsieur Alain Duc pour ses conseils techniques et sa disponibilité.

Monsieur Karim Bochatay collègue de travail et spécialiste en éclairage et Monsieur Raphael Varone directeur de l'entreprise d'éclairage dans laquelle je travaille, pour leurs bons conseils et soutien tout au long du travail.

Monsieur Romain Couderay, Informaticien de Gestion collaborateur depuis une décennie chez La Gestion Electronique, pour ses conseils précieux.

Un remerciement spécial, aux personnes qui ont pris le temps de relire ce rapport spécialement à Madame l'institutrice Philomène Pereira.

## Tables des matières

<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>III</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>III</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLES DES MATIÈRES.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>1</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>1</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS ET DEFINITIONS.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>2</b>
1.1. CONTEXTE DE L'ENTREPRISE ET DÉFINITION DU PROBLÈME.....	2
1.2. DESCRIPTION DE L'IMPORTANCE DU PROBLÈME.....	2
<b>2. ETAT DE L'ART.....</b>	<b>3</b>
2.1. OBJECTIFS.....	3
2.1.1. BUT ESSENTIEL.....	3
2.1.2. BESOINS ESSENTIELS.....	3
2.2. APPLICATION.....	4
2.2.1. BENCHMARK DU PROTOCOLE UTILISÉ POUR LE PILOTAGE.....	4
2.2.2. BENCHMARK DU MATÉRIEL PILOTABLE.....	5
2.2.3. CHOIX DU LANGAGE.....	6
2.3. SERVEUR.....	7
2.3.1. BENCHMARKING DU MICROORDINATEUR SERVEUR WEB.....	7
2.3.2. RASPBERRY PI ZERO W.....	8
2.3.3. RASPBERRY PI 3 MODEL B.....	8
2.3.4. WINDOWS 10 IoT CORE ET MICROSOFT AZURE.....	9
2.3.5. INTEL® COMPUTE STICK.....	9
2.3.5.1. SERVEUR DE BASE DE DONNÉES.....	10
<b>3. INSTALLATION ET MISE EN PLACE DU MODULE DE GESTION D'ÉCLAIRAGE.....</b>	<b>11</b>
3.1. TESTER LE PROTOCOLE MODBUS AVEC UN SIMULATEUR.....	11
3.4. CONFIGURATIONS DU MODULE DE GESTION D'ÉCLAIRAGE VIA L'APPLICATION INTESISBox MAPS.....	15
3.5. BASE DE REGISTRE DU MODULE DE PILOTAGE ET FONCTIONNEMENT DU PROTOCOLE MODBUS.....	19

<b>4. APPLICATION WEB.....</b>	<b>20</b>
4.1. ARCHITECTURE DE LA SOLUTION .....	20
4.2. APPLICATION WEB .....	22
4.2.1. MODÈLES .....	23
4.2.2. CONTRÔLEURS .....	23
4.2.3. VUES .....	24
4.2.4. PUBLIER/DÉPLOYER L'APPLICATION WEB ET SES BIBLIOTHÈQUES .....	25
4.3. BIBLIOTHÈQUE DE CLASSES MODBUS .....	27
4.3.1. LIGHTING .....	27
4.3.2. BATTERIE.....	28
4.3.3. LOGS .....	29
4.4. BASE DE DONNÉES .....	29
4.4.1. DIAGRAMME DE CLASSES .....	30
4.4.2. DÉPLOIEMENT DE LA BASE DE DONNÉES SUR LE SERVEUR SQL DU STICK .....	30
4.4.2.1. GÉNÉRATION DU SCRIPT SQL .....	30
4.4.2.2. IMPORT DU SCRIPT DANS LE SERVEUR DU STICK.....	32
<b>CAS D'UTILISATION .....</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>37</b>
<b>ANNEXE I LISTE DE PRIX POUR LES MODULES DE PILOTAGE .....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE II INSTALLATION GESTIONNAIRE DE SERVICES INTERNET (IIS) .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE III CRÉER UN SITE DANS IIS ET CONFIGURATIONS DU ROUTER .....</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE IV CAHIER DES CHARGES DU PROJET .....</b>	<b>44</b>
<b>ANNEXE V PRODUCTBACKLOG .....</b>	<b>44</b>
<b>ANNEXE VI GESTION DE PROJET .....</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXE VII SPRINTS ET BURNDOWN CHART .....</b>	<b>45</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>49</b>
<b>DÉCLARATION DE L'AUTEUR .....</b>	<b>52</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : EXEMPLE DE D'OPTIMISATION - COMPARAISON D'AMPOULES .....	III
TABEAU 2 : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES PROTOCOLES MODBUS ET ZIGBEE .....	4
TABEAU 3 : COMPARATIF ADFWEB (ADF WEB, S.D.) ET INTESISBOX (INTESISBox, 2018) .....	5
TABEAU 4 : LISTE DES PRODUITS ADFWEB (ADF WEB, S.D.) .....	6
TABEAU 5 : COMPARAISON DES FRAMWORK .NET .....	6
TABEAU 6 : TABLEAU COMPARATIF DES MICROORDINATEURS .....	7
TABEAU 7 : LISTE DES REGISTRES DU MODULE DE PILOTAGE .....	19
TABEAU 8 : TABLEAU CONVERSION LUX EN LUMENS POUR CALCUL DE L'ÉCLAIRAGE SELON LES NORMES SUISSES .....	35
TABEAU 9 : PRODUCTBACKLOG .....	44

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : RENDEMENT DES DIFFÉRENTS TYPES D'AMPOULES (INFOMAIISON, 2018) .....	III
FIGURE 2 : LOGO MODBUS, SOURCE (MODBUS, S.D.) .....	4
FIGURE 3 : LOGO ZIGBEE, SOURCE (ZIGBEE, S.D.) .....	4
FIGURE 4 : NUMÉROS D'ARTICLES DES PRODUITS INTESISBOX (INTESISBOX, S.D.) .....	6
FIGURE 5 : RASPBERRY PI3 (RASPBERRY PI, S.D.) .....	8
FIGURE 6 : INTEL COMPUTE STICK .....	9
FIGURE 7 : PORTS VIRTUELS POUR CONNEXION DE DEUX APPLICATIONS, SOURCE (ELTIMA, S.D.) .....	11
FIGURE 8 : CONFIGURATION DES PORTS VIRTUELS, IMAGE MODIFIÉE POUR LES BESOINS DU PROJET (ELTIMA, S.D.) .....	12
FIGURE 9 : CONFIGURATIONS DE LA BASE DE REGISTRE DU SIMULATEUR MODBUS.....	12
FIGURE 10 : MODULE INTESISBOX IBOX-MBS-DALI IBMBSDAL064 (64 BALLASTS, 1 CANAL) .....	13
FIGURE 11 : INTÉGRATION DU DALI DANS SYSTÈMES DE CONTRÔLE MODBUS TCP / MODBUS RTU.....	14
FIGURE 12 : SCHÉMA DE L'INTÉGRATION DE BALLASTS DALI DANS DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE BASÉS SUR MODBUS .....	14
FIGURE 13 : AUTRES REGISTRES DE LA BASE DE REGISTRE DE INTESISBOX.....	20
FIGURE 14 : CARTE DU CODE .....	21
FIGURE 15 : CLASSES MODBUS ET PROJET MVC .....	21
FIGURE 16 : DIAGRAMME DE COUCHES DE LA SOLUTION .....	22
FIGURE 17 : ARCHITECTURE MVC.....	22
FIGURE 18 : MODÈLES .....	23
FIGURE 19 : CONTRÔLEURS.....	23
FIGURE 20 : VUES .....	24
FIGURE 21 : PUBLIER APPLICATION AVEC MÉTHODE DE SYSTÈME DE FICHIERS .....	25



FIGURE 22 : CRÉATION DU ZIP DE L'APPLICATION .....	26
FIGURE 23 : BIBLIOTHÈQUES C# MODBUS .....	27
FIGURE 24 : CODE C# POUR VARIATION DALI EN MODE TCP .....	27
FIGURE 25 : CODE C# POUR LECTURE VALEUR DANS REGISTRE EN TCP .....	28
FIGURE 26 : CODE C# POUR LECTURE SOC DANS REGISTRE DE LA BATTERIE EN MODE RTU .....	28
FIGURE 27 : CODE C# POUR CALCUL DE KWH SELON SOC (STATE OF CHARGE EN %) .....	29
FIGURE 28 : DIAGRAMME DE CLASSES .....	30
FIGURE 29 : GÉNÉRER SCRIPT DE CRÉATION DE BASE DE DONNÉES DEPUIS SSMS .....	31
FIGURE 30 : PARAMÈTRES AVANCÉS DE LA GÉNÉRATION DU SCRIPT SQL .....	31
FIGURE 31 : TYPE DE DONNÉES À INSÉRER DANS LE SCRIPT .....	32
FIGURE 32 : CRÉER BASE DE DONNÉES .....	33
FIGURE 33 : EXÉCUTION DU SCRIPT SQL .....	33
FIGURE 34 : RAIL LED À DISPOSITION, SOURCE <a href="https://ledhouse.ee/tp/1452495987pilt1.jpg">HTTPS://LEDHOUSE.EE/TP/1452495987PILT1.JPG</a> .....	34
FIGURE 35 : ACTIVER OU DÉACTIVER DES FONCTIONNALITÉS WINDOWS .....	39
FIGURE 36 : ACTIVER IIS .....	39
FIGURE 37 : MODIFIER LA MISE EN VEILLE DU PC .....	40
FIGURE 38 : JAMAIS METTRE L'ORDINATEUR EN VEILLE .....	40
FIGURE 39 : AJOUTER UN SITE WEB .....	41
FIGURE 40 : PARAMÉTRAGE DU NOUVEAU SITE .....	42
FIGURE 41 : OUVRIR UNE PAGE WEB DEPUIS IIS .....	42
FIGURE 42 : REDIRECTION SUR LE PORT 80 .....	43
FIGURE 43 : VÉLOCITÉ .....	44

## LISTE DES ABREVIATIONS ET DEFINITIONS

PV2LIGHT	Photovoltaïque-to-Light
PV2EV	Photovoltaïque-to-electric vehicles
PV2STORAGE	Photovoltaïque-to-storage
ETCS	European Train Control System
RTU	Remote Terminal Unit
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
PC	Personal Computer
MBS	Modbus
IBOX	IntesisBox
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
kWh	Kilo Watt (fois les) heures
BALLAST	Lampe LED
SOLUTION	Projet Visual Studio contenant tous les éléments de l'application

## INTRODUCTION

L'idée de l'élève et son concept de pilotage d'éclairage intelligent a été associée au projet de recherche REPIC (REPIC Renewable Energy & Resource Efficiency Promotion in International Cooperation, 2018) au Burkina Faso. Ce projet de recherche a pour but d'installer des panneaux photovoltaïques sur des habitations dans des pays en voie de développement et ensuite emmagasiner l'énergie produite dans une batterie. Le plan a tout de suite intéressé l'élève principalement pour son but communautaire. Il reste plus qu'à utiliser cette énergie renouvelable qui est à disposition dans la batterie. C'est là que son projet est propice. L'application LENOX du projet *PV2LIGHT* pilotera des installations électriques avec l'énergie stockée dans la batterie Leclanché Apollion Cube installée sur place. Le projet *PV2LIGHT* sera ensuite utilisé par le projet de recherche REPIC qui l'adaptera aux besoins du terrain et fera des prévisions et des calculs (météorologiques par exemple) pour optimiser l'utilisation des ressources mises à disposition (panneaux photovoltaïques, batterie de stockage et matériel de gestion d'éclairage intelligent).

L'avantage de l'application LENOX est qu'elle permettra le pilotage intelligent et utilisera l'énergie renouvelable de la manière la plus utile et rentable. C'est pour cela que le matériel utilisé pour ce projet a été minutieusement analysé et choisi pour être installé dans une conjoncture d'un pays en voie de développement.

Le projet *PV2LIGHT* a été soutenu par des projets des deux années précédentes :

- PV2EV - Travail de Bachelor 2016 par Nicolas Faustino
- PV2STORAGE - Travail de Bachelor 2017 par Justine Mauris

*« Les sourires, c'est de l'énergie renouvelable, si tu n'as pas de pensées ensoleillées, tu vis dans le noir. » (Lethielleux, 2010)*

# 1. Problématique

## 1.1. Contexte de l'entreprise et définition du problème

Entreprise : HES-SO VALAIS - Projet de recherche REPIC (REPIC Renewable Energy & Resource Efficiency Promotion in International Cooperation, 2018) au Burkina Faso.

La proposition de travail de Bachelor consiste à piloter un système d'éclairage efficace alimenté par une batterie qui stocke l'énergie produite par des panneaux photovoltaïques. Le but est d'électrifier une zone sous développée, comme le Burkina Faso dont le réseau électrique n'est pas présent. Cela avec des moyens écologiques et renouvelables.

Le projet *PV2LIGHT* avec son application web nommée LENOX permettra de donner continuité au travail de Bachelor *PV2Storage* réalisé en 2017 par un étudiant de la filière d'informatique de gestion. L'utilisation efficace de l'énergie stockée par la batterie permettra d'augmenter la qualité de vie des personnes habitant dans un pays peu électrifié.

L'application LENOX permettra de façonner l'utilisation de l'éclairage avec l'énergie à disposition. Les fonctionnalités de bases seront implémentées comme l'allumer/éteindre. Il sera aussi possible de varier l'intensité de l'éclairage selon l'énergie à disposition dans la batterie. De cette manière, nous pourrions garantir une certaine quantité d'éclairage pour une période donnée. Il sera aussi possible de visualiser l'état de la batterie et la consommation du réseau électrique.

## 1.2. Description de l'importance du problème

Le Burkina Faso est un pays parmi tant d'autres où le réseau électrique n'est pas développé comme dans un pays industrialisé. Cela nuit à la qualité de vie de la population. Grâce au projet REPIC, des panneaux photovoltaïques seront installés dans certaines zones. La batterie Leclanché Apollion Cube sera installée afin d'emmagasiner au maximum l'énergie récupérée par les panneaux photovoltaïques. Grâce au projet *PV2LIGHT*, nous allons pouvoir utiliser cette énergie de manière intelligente pour éclairer des zones voir même des quartiers complets. Il y avait la possibilité de, tout simplement, installer des luminaires voir des sources lumineuses pour éclairer les habitations. Mais ce projet va plus loin. Tout d'abord, les luminaires utilisés pour ce projet seront de technologie LED. Dont leur durée de vie est d'environ 30 000 heures et son rendement spectaculaire est six fois supérieur à la technologie précédente. L'éclairage intelligent consiste à analyser l'énergie stockée dans la batterie et de l'utiliser de la manière la plus efficace. Moins il y a d'énergie à disposition, moins l'intensité de l'éclairage sera disponible. Ainsi, nous garantissons un éclairage permanent mais à l'intensité variable et distribué de façon équilibrée.

## 2. Etat de l'art

### 2.1.Objectifs

#### 2.1.1. But essentiel

L'objectif de l'application web LENOX, est tout d'abord le pilotage et la visualisation du système d'éclairage qui est connecté en réseau. Ensuite, grâce à cette application, il sera possible de surveiller la consommation d'énergie et l'adapter aux besoins. Le but final de ce grand projet, est l'intelligence de ce système de gestion d'éclairage. L'objectif est que grâce à la collecte d'information de la batterie, il sera possible de faire des prédictions de consommation. Avec une API météorologique, nous pourrons voir et prédire la collecte d'énergie via les panneaux photovoltaïques en cas de manque de soleil et ainsi pouvoir prédire combien de kWh pourront être consommés pour une période de temps donnée. Ainsi, lors de faibles collectes d'énergie via les panneaux photovoltaïques, la quantité d'éclairage à disposition, sera réduite. Certaines lampes ne s'allumeront plus. Certaines zones auront une faible diffusion d'éclairage et ainsi nous pourrons offrir tout de même le confort d'avoir toujours de la lumière malgré les circonstances. Ce dernier objectif final sera réalisé par le projet REPIC et n'est pas inclut dans ce travail de Bachelor. Cependant, le projet PV2LIGHT donnera les outils nécessaires pour atteindre cette finalité.

#### 2.1.2. Besoins essentiels

Pour la réalisation de cette application il a fallu sélectionner plusieurs composants :

- Matériel
  - Appareil pilotable par un protocole de communication
  - Microordinateur dans lequel sera déployé l'application et la base de données
  - Lampe LED pour simulation
  - Diverses alimentations électriques
  - Câblages
- Logiciel
  - Protocole de communication de dialogue basé sur une architecture maître et esclaves
  - Logiciel de développement

- Langage de programmation
- Librairie pour communication avec le protocole de pilotage

## 2.2. Application

### 2.2.1. Benchmark du protocole utilisé pour le pilotage

Lors de la recherche du protocole à utiliser pour le pilotage du système d'éclairage, deux types sont ressortis comme standards et fiables. Ce sont le protocole Modbus par Modicon et ZigBee par la communauté industrielle ZigBee Alliance.



FIGURE 2 : LOGO MODBUS, SOURCE (MODBUS, S.D.)



FIGURE 3 : LOGO ZIGBEE, SOURCE (ZIGBEE, S.D.)

Pour comparer les deux protocoles, le tableau ci-dessous.

TABEAU 2 : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES PROTOCOLES MODBUS ET ZIGBEE

(REAL TIME AUTOMATION, S.D.) (PHONGCHIT, 2016) (RF WIRELESS WORLD, S.D.)

Modbus	
Avantages	Protocole industriel largement utilisé Publié ouvertement et libre de droits Flexible et sécurisé Simple et facile à mettre en œuvre Grande communauté Souvent utilisé pour la gestion d'éclairage
Inconvénients	Type de données limités Objets binaires volumineux pas pris en charge Alimentation supplémentaire requise pour l'appareil
ZigBee	
Avantages	Cryptage AES 128 bits pour des connexions de données sécurisées Maintenance et gestions des périphériques simplifiée Open source Sans fil
Inconvénients	Comme tous les systèmes sans fil, la communication basée sur zigbee est propice aux attaques de personnes non autorisées. La couverture est limitée donc uniquement pour les applications sans fil intérieures Besoin de connaissances pour faire fonctionner ce système. Remplacement par des appareils compatibles zigbee peut être onéreux

Le protocole Modbus a été sélectionné selon ces avantages et inconvénients dans la phase d'analyse avant-projet. De plus, les projets précédents (PV2EV et PV2Storage) ont été réalisés avec le protocole Modbus et le résultat était celui attendu. Pour ce projet, nous n'avons pas besoin d'un système wifi et uniquement l'éclairage sera pilotable. Modbus est un protocole de communication non propriétaire utilisé pour les réseaux d'automates programmables. Il opère à la couche 7 du modèle OSI c'est-à-dire au niveau applicatif. Modbus fonctionne en mode client/serveur ou maître/esclave. C'est-à-dire que seul le maître est actif et les esclaves sont passifs. Il est constitué de trames, dont le mode *RTU* (données en 8 bits) et le mode *ASCII* (données en 7 bits). Nous pouvons communiquer de deux façons, en *TCP/IP* (Ethernet port 502) et en *RTU* (RS232, RS422, RS485). Le protocole Modbus est aussi très réputé pour sa fiabilité. Il intègre le « Contrôle de Redondance Cyclique » qui est un code en natif de vérification d'erreurs. (Webdyn, s.d.)





### 2.2.2. Benchmark du matériel pilotable

Tout d'abord, pour qu'un système d'éclairage soit pilotable, les luminaires doivent être équipés d'un bus *DALI*. Ce dernier, permet la gestion optimale de l'éclairage par ce bus de ligne *DALI*. L'extinction, l'allumage et la variation de l'intensité de l'éclairage sont commandés par cette ligne. Pour piloter un tel système d'éclairage il faut un appareil (pièce maitresse de l'qui puisse communiquer en *DALI* et *MODBUS*. Après une analyse du marché, le module IntesisBox Modbus Server to DALI Gateway (*IBOX-MBS-DALI* art. IBMBSDAL0640000) a été choisi. C'est le produit le moins cher et le plus complet. Le fabricant est très réceptif et rapide concernant les demandes et le support technique. Le deuxième choix se serait posé sur le module de chez ADFWEB mais leur produit est bien moins complet et plus cher. Pour ce projet, avec la solution de ADFWEB il aurait fallu deux modules tandis que chez IntesisBox, nous avons un module qui nous permet de tout faire.

TABLEAU 3 : COMPARATIF ADFWEB (ADF WEB, S.D.) ET INTESISBOX (INTESISBOX, 2018)

ADF WEB		IntesisBox	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Réponses rapides et complètes	Alimentation 12v ou 24V nécessaire	Un seul module capable de se connecter via <i>RTU</i> et <i>TCP/IP</i>	Alimentation 24V nécessaire
Prix acceptable	Besoin d'un module maître + un module esclave	Prix acceptable	
Documentations complètes	Module <i>RTU</i> et <i>TCP/IP</i> différents	Documentations complètes	

TABLEAU 4 : LISTE DES PRODUITS ADFWEB (ADF WEB, S.D.)

Order Code	Price info	Details	Description	User manual	Operating Temperature
► DALI / Modbus RTU series					
HD67842-B2	<a href="#">Price</a>	<a href="#">View</a>	DALI / Modbus RTU Master - Converter (Housing type: B, Terminal Blocks Connectors )		-40° to +85°
HD67843-B2	<a href="#">Price</a>	<a href="#">View</a>	DALI / Modbus RTU Slave - Converter (Housing type: B, Terminal Blocks Connectors )		-40° to +85°
► DALI / Modbus TCP series					
HD67844-B2	<a href="#">Price</a>	<a href="#">View</a>	DALI / Modbus TCP Master - Converter (Housing type: B, Terminal Blocks Connectors )		-40° to +85°
HD67845-B2	<a href="#">Price</a>	<a href="#">View</a>	DALI / Modbus TCP Slave - Converter (Housing type: B, Terminal Blocks Connectors )		-40° to +85°

**ORDER CODE:**

- IBMBSDAL064xxx (64 ballasts, 1 channel)
- IBMBSDAL128xxx (128 ballasts, 2 channels)

FIGURE 4 : NUMÉROS D'ARTICLES DES PRODUITS INTESISBOX (INTESISBOX, S.D.)

**2.2.3. Choix du langage**

Le Framework **Microsoft .NET** est parfaitement adéquat à ce travail. Le langage de programmation **C#** a été appris pendant les cours dans la filière d'informatique de gestion. Ce langage de programmation a aussi été utilisé pour les projets PV2EV et PV2Storage. Comme le projet donne suite à ces deux derniers, il est intéressant d'utiliser le même format afin de pouvoir donner continuité au travail fait jusqu'à aujourd'hui.

- Logiciel de programmation utilisé : Visual Studio Entreprise 2017
- Type de projet : Application Web ASP.NET (.NET Framework)
- Framework : .NET Framework 4.6.1

TABLEAU 5 : COMPARAISON DES FRAMEWORK .NET

.NET CORE 2.0		.NET Framework 4.6.1	
<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Framework homogène, efficace et performante	Bibliothèque Modbus difficilement intégrable	Bibliothèque Modbus facilement intégrable	Serveur IIS
Package Modbus.Net.Core	Autorisations et rôles	Install-Package NModbus4	
Serveurs et Cloud	Nécessité d'utiliser des bibliothèques .NET tierces ou des packages NuGet non disponibles pour .NET Core	Connaissances de base	
	Aucune connaissance	Framework stable et efficace	



Pendant la phase d'analyse, et dans le but d'apprendre sur le nouveau framework .NET Core2.0, ce dernier avait été choisi. Il a été très difficile d'installer le framework Modbus natif tandis qu'avec le framework .NET Framework 4.6.1 il a été très facilement intégré au projet et il été rapidement possible de faire des tests.

Le langage PHP aurait pu être une solution aussi. Mais il aurait fallu installer des librairies externes à intégrer dans le projet PHP.

Le choix du cadre d'applications a été soutenu par Romain Couderay, Informaticien de Gestion chez La Gestion électronique SA qui a fait part de ses expériences et appuyé sur la décision de choisir le **.NET Framework 4.6.1** comme librairie pour le développement de l'application LENOX.

## 2.3. Serveur

### 2.3.1. Benchmarking du microordinateur serveur web

Ci-dessous, un tableau comparatif des ordinateurs miniatures actuels dans le marché :

TABLEAU 6 : TABLEAU COMPARATIF DES MICROORDINATEURS

	Intel Compute Stick	Raspberry Pi3 model B	Raspberry Pi Zero W
Prix en CHF	140 <sup>1</sup>	36.90 <sup>2</sup>	29 <sup>3</sup>
Processeur	Quad Core 1,83 GHz	Quad Core 1.4GHz	Single Core 1 Ghz
Windows	✓	✓	✓
Linux	✗	✓	✓
Android	✗	✗	✗
Ethernet	✗	✓	✗
USB	✓	✓	✓
Bluetooth	✓	✓	✗

<sup>1</sup> Source (digitec.ch, 2018)

<sup>2</sup> Source (Pi Shop, s.d.)

<sup>3</sup> Source (digitec.ch, 2018)

Un serveur web qui sera décrit plus bas dans la documentation sera installé sur un microordinateur dans lequel sera déployé l'application et sa base de données. Un des critères pour le choix du matériel pour ce projet est le coût de ce dernier. Étant donné que cette solution sera installée dans un pays en voie de développement le facteur prix est important.

Le tableau comparatif démontre que le Raspberry Pi 3 pourrait être la solution adaptée. D'une part, par son prix mais aussi car il a déjà tous les accessoires et composants nécessaires. Mais un facteur essentiel fera changer l'avis initial.

### 2.3.2. Raspberry Pi Zero W

Quant au Raspberry Pi Zero W, pour qu'il être fonctionnel pour ce projet, il faudrait acheter plusieurs composants en plus du microordinateur. Des coûts supplémentaires qui seraient à prendre en compte. À prévoir :

- Carte SD
- Kit d'alimentation
- Adaptateur Mini HDMI (Mini HDMI Type C mâle - Standard HDMI Type A femelle)
- Câble adaptateur OTG (Micro USB 2.0 type B mâle - USB 2.0 A femelle standard)
- Connecteur mâle 2x20 broches droit
- Connecteur mâle 2x20 broches coudé
- Connecteur femelle 2x20 Pin droit

### 2.3.3. Raspberry Pi 3 Model B

Le Microordinateur « Raspberry Pi 3 Model B » remplit à priori tous les critères pour accueillir une application web et sa base de données. Une application ASP.NET nécessite obligatoirement un Windows serveur IIS pour fonctionner. Pour ce faire, il faudrait installer Windows 10 IoT Core sur le Raspberry pour pouvoir avoir ce serveur web ainsi qu'un gestionnaire de base de données.



FIGURE 5 : RASPBERRY PI3 (RASPBERRY PI, S.D.)

### 2.3.4. Windows 10 IoT Core et Microsoft Azure

Microsoft a mis à disposition gratuitement une version de Windows 10 optimisées pour les périphériques plus petits avec ou sans écrans fonctionnant sur des éléments x86/x64.

La grande contrainte de l'utilisation du Raspberry Pi 3 avec Windows 10 IoT Core est qu'il faut avoir un compte Microsoft Azure pour avoir la possibilité d'héberger une application et une base de données. Les abonnements ne sont souhaités pour ce projet. En effet, nous voulons limiter les coûts et non créer des coûts récurrents. Il est préférable alors de partir sur le troisième choix.

### 2.3.5. Intel® Compute Stick

C'est le Microordinateur « INTEL Compute Stick STCK1A32WFC » qui sera finalement utilisé pour héberger l'application web ainsi que la base de données. Ce dernier remplit tous les prérequis. C'est un PC complet dans un format de clé. Il est doté de Quad-core 2.9. Intel® Atom™ processeur, 2 Go de mémoire vive et 32Go de stockage, un port USB 2.0, une carte wifi, une carte Bluetooth 4.0, un lecteur de carte microSD, un câble d'extension HDMI et un port microUSB pour son alimentation. Il est possible de brancher directement le Intel® Compute Stick sur un port HDMI standard sur un téléviseur ou moniteur. Pour que l'application ASP.NET fonctionne, elle doit être déployée sur un serveur IIS. L'installation du Gestionnaire de services Internet (IIS) est très simple et est expliquée dans *Annexe II Installation Gestionnaire de services Internet (IIS)*. C'est la version Windows 10 (version x86) qui est installée sur le mini PC. Cette version permet l'installation de Microsoft SQL Server 2014 (version x86).

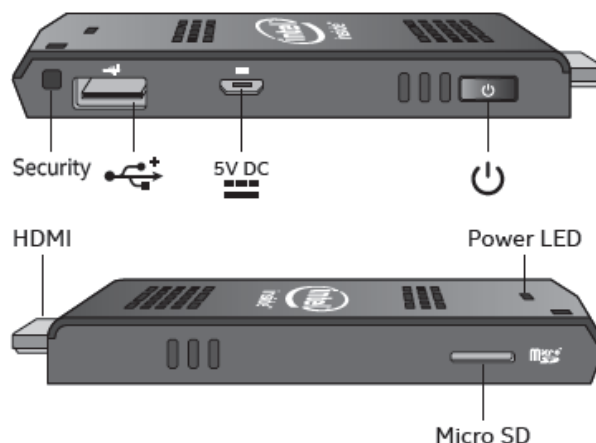


FIGURE 6 : INTEL COMPUTE STICK

SOURCE <https://www.intel.fr/content/www/fr/fr/support/articles/000005885/mini-pcs/intel-compute-sticks.html>

### 2.3.5.1. Serveur de base de données

Etant donné que le PC est une version x86, il faut un serveur SQL qui soit compatible. La version sélectionnée c'est Microsoft® SQL Server® 2014 Express. Il faut installer les packages en Anglais autrement cela ne fonctionne pas. Voici le lien pour le téléchargement : <https://www.microsoft.com/en-US/download/details.aspx?id=42299>

Il faut installer :

- Express 32BIT\SQLEXPRESS\_x86\_ENU.exe
- LocalDB 32BIT\SqlLocalDB.msi
- MgmtStudio 32BIT\SQLManagementStudio\_x86\_ENU.exe

Suivre le point 4.4 29*Base de données* pour le déploiement de la base de données sur le PC hébergeur.

### 3. Installation et mise en place du module de gestion d'éclairage

Une lampe LED de 20W/M (profil aluminium avec un strip led d'environ 30cm) sera installée sur le prototype de pilotage. C'est-à-dire une seule lampe (ballast) sur 64 possibles sera installé.

#### 3.1. Tester le protocole Modbus avec un simulateur

Avant de recevoir le module de IntesisBox, il a été possible de tester le protocole Modbus avec un logiciel qui remplace la base de registre du module. Pour le faire, il a fallu créer des câbles virtuels qui ont connecté l'application A (COM2) avec le PLC simulateur B (COM3) qui remplace le module.

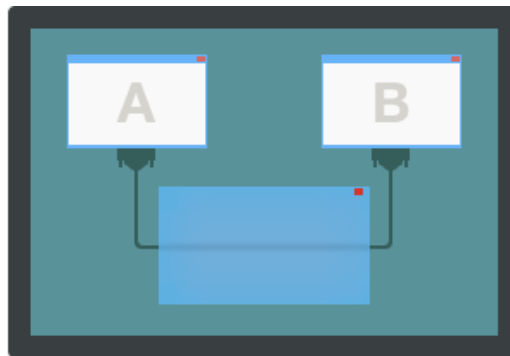


FIGURE 7 : PORTS VIRTUELS POUR CONNEXION DE DEUX APPLICATIONS, SOURCE (ELTIMA, S.D.)

Afin de pouvoir tester les commandes envoyées sur le simulateur il a fallu utiliser deux logiciels :

- **Virtual Serial Port Driver** utilisé pour créer le câble virtuel entre l'application et l'équipement d'éclairage (simulateur).
- **Modbus PLC Simulator** qui a été utilisé pour faire office de table de registre du module de pilotage. Au niveau du développement, le code créé permettra de tester la connexion à la table de registre et ainsi tester la lecture et l'écriture. Ensuite, dès que le matériel de IntesisBox sera disponible, il suffira de faire les câblages et éventuellement adapter les paramètres de connexion tels que l'adresse IP du module pour une connexion Ethernet.

Pour créer les ports il faut sélectionner un *First port* et un *Second port* et cliquer sur « Add pair ». Ainsi, une liaison virtuelle entre ces deux ports se crée et il est possible de simuler le module de pilotage.

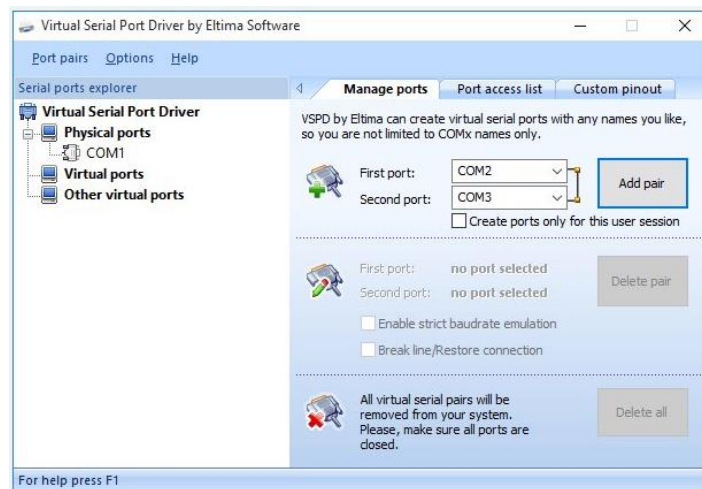


FIGURE 8 : CONFIGURATION DES PORTS VIRTUELS, IMAGE MODIFIÉE POUR LES BESOINS DU PROJET (ELTIMA, S.D.)

Le paramétrage à faire du côté du simulateur est le suivant :

- 1) Sélectionner le type de port : MODBUS RS-232 pour une connexion RTU et MODBUS TCP/IP pour une connexion Ethernet.
- 2) Cliquer sur l'icône de paramétrage de ports
- 3) Sélectionner le port COM3 (port créé précédemment avec le logiciel Virtual Serial Port Driver)
- 4) Cliquer sur « OK » et le simulateur est prêt à être testé.

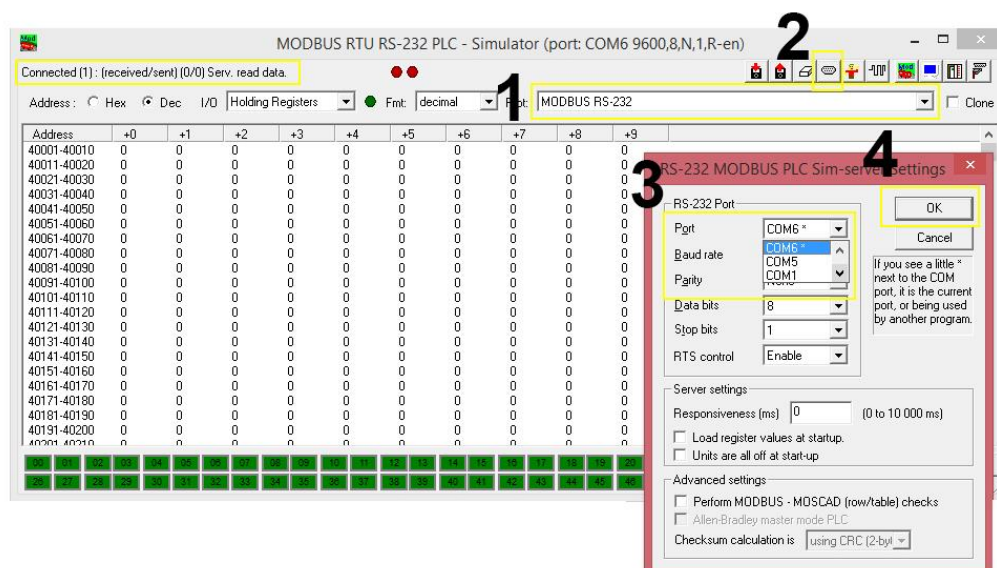


FIGURE 9 : CONFIGURATIONS DE LA BASE DE REGISTRE DU SIMULATEUR MODBUS

### 3.2. Caractéristiques techniques

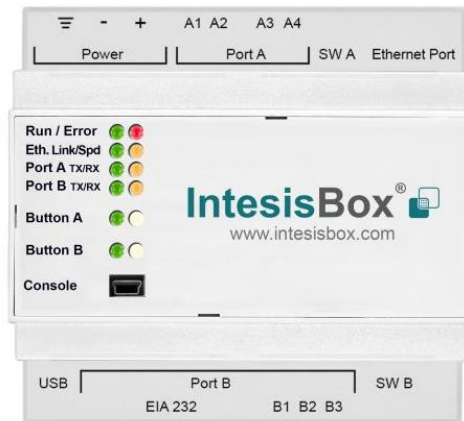


FIGURE 10 : MODULE INTESISBOX IBOX-MBS-DALI IBMBSDAL064 (64 BALLASTS, 1 CANAL)

SOURCE (INTESISBOX, 2018)

Le module de IntesisBox choisi permet les configurations suivantes (source IntesisBox, 2018):

- Gestion des conversions entre Modbus (*RTU* et *TCP*) et DALI ballasts
- Gère Modbus *TCP* et Modbus *RTU* simultanément
- Se connecte à 5 clients Modbus *TCP* simultanés
- Support multi-maître DALI
- Balayage de ligne DALI (détection de ballast) et mise en service
- Configuration via un port *IP* ou USB (Console)
- Enregistrement de données via un port USB externe
- Indicateurs LED de la couverture avant pour faciliter le contrôle état de la communication sur les ports Ethernet et série
- Comprend des mises à jour automatiques pour les deux : IntesisBox MAPS et le firmware de la passerelle

### 3.3.Câblage du module de gestion d'éclairage via Modbus

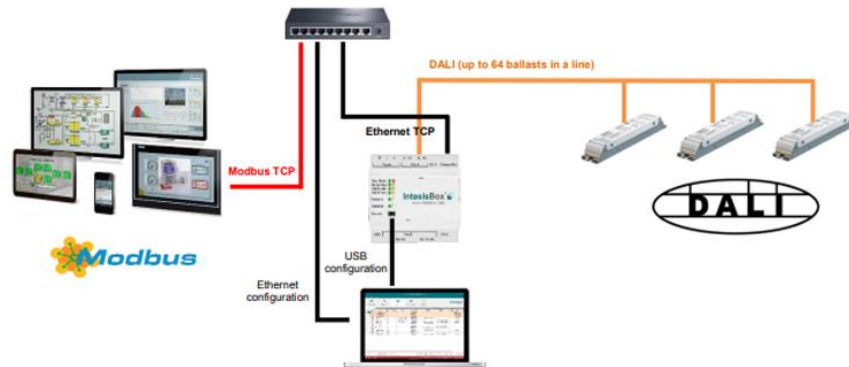


FIGURE 11 : INTÉGRATION DU DALI DANS SYSTÈMES DE CONTRÔLE MODBUS TCP / MODBUS RTU  
SOURCE MODIFIÉE (INTESISBOX, 2018)

Afin de pouvoir utiliser ce module nous devons faire les câblages suivants :

- Alimenter le module IntesisBox sur le port **Power**
  - o Convertisseur 240V-24V 20W
- Raccorder la lampe LED sur les ports Port A, A3 (rouge) et A4 (noir)
- Raccorder le câble RJ45 sur le LAN du router utilisé et sur le module IntesisBox sur le Etherneth Port
- Pour télécharger les paramètres de configuration sur module, il faut raccorder un câble USB sur l'ordinateur et sur le module IntesisBox sur le port **Console** (cette étape n'est effectuée que lors du paramétrage initial du module. Ensuite, dès que les paramètres (mode de connexion et autres configurations) sont téléchargés sur le module IntesisBox ce câble peut être retiré.

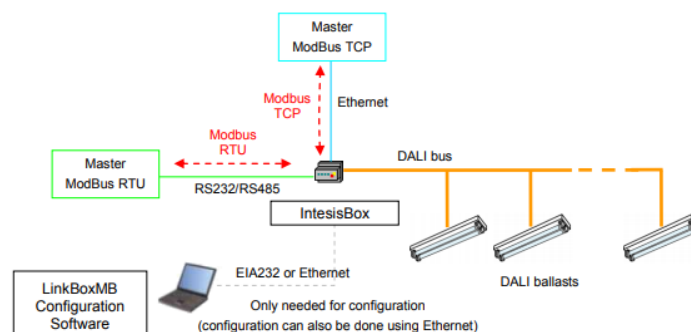


FIGURE 12 : SCHÉMA DE L'INTÉGRATION DE BALLASTS DALI DANS DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE BASÉS SUR MODBUS  
(INTESISBOX, S.D.)

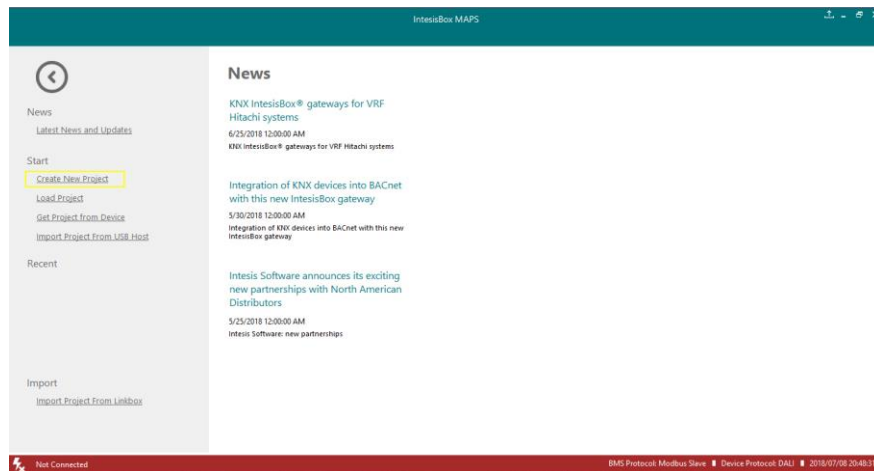


### 3.4. Configurations du module de gestion d'éclairage via l'application IntesisBox MAPS

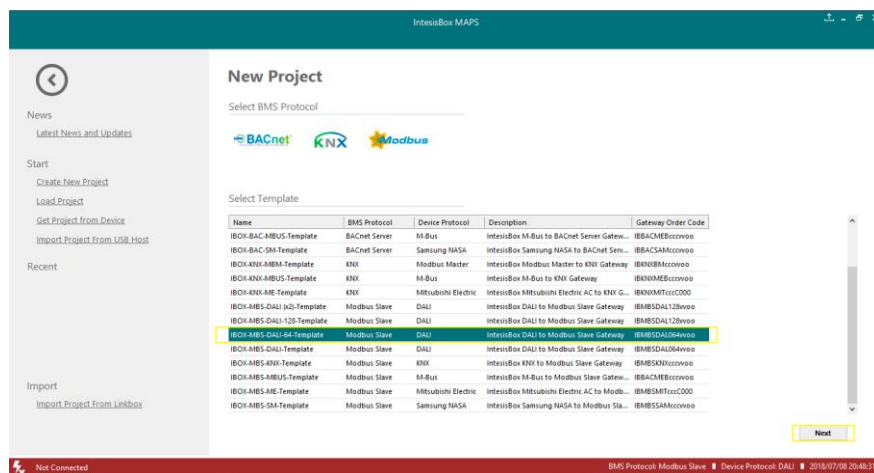
1. Lorsque le câblage a été effectué, il faut premièrement télécharger sur l'ordinateur l'application IntesisBox MAPS via ce lien :

[https://www.intesisbox.com/intesis/software/intesisbox\\_maps\\_installer.exe](https://www.intesisbox.com/intesis/software/intesisbox_maps_installer.exe)

2. Créer un nouveau projet via « Create New Project »



3. Sélectionner le Template « IBOX-MBS-DALI-64-TEMPLATE » et cliquer sur « Next »



4. Sélectionner l'onglet « Configuration », « General » et éditer les champs comme suit. Attention, il faut choisir une adresse IP libre dans le réseau.

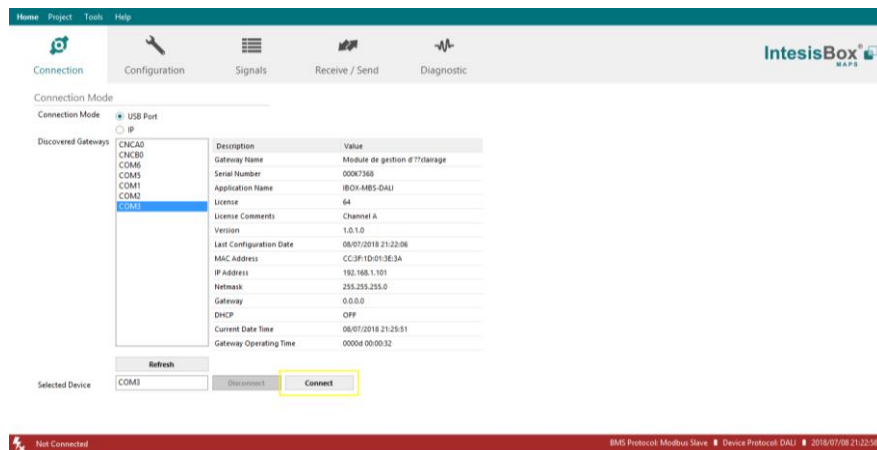
The screenshot shows the 'Configuration' tab in the IntesisBox MAPS software. Under the 'General' section, the 'Modbus Slave' configuration is visible. The 'General Configuration' section includes fields for 'Gateway Name' (IBOX-MBS-DALI) and 'Project Description' (IntesisBox DALI to Modbus Slave Gateway). The 'Connection' section includes a checkbox for 'Enable DHCP' (unchecked), and fields for 'IP Address' (172.22.22.51), 'Netmask' (255.255.255.0), 'Default Gateway' (empty), and 'Password' (pv2light).

5. Sélectionner l'onglet « Modbus Slave » et sélectionner le type de connexion TCP  
 Pour ce projet, il n'est pas nécessaire de modifier les paramètres de l'onglet « DALI »

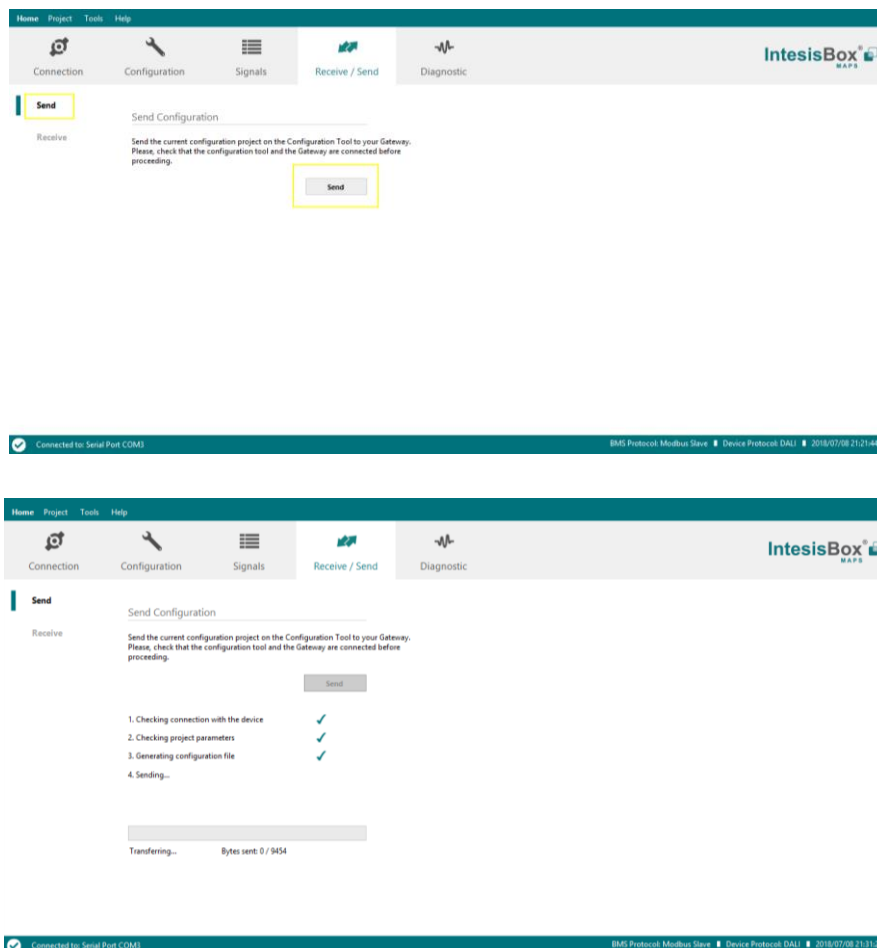
The screenshot shows the 'Configuration' tab in the IntesisBox MAPS software. Under the 'General' section, the 'Modbus Slave' configuration is visible. The 'Modbus Configuration' section includes a dropdown for 'Type' (set to TCP), a dropdown for 'Byte Order 32 bits registers' (set to Big Endian), and radio buttons for 'Notification on MB Write' (set to Always). The 'TCP Configuration' section includes a 'Port' field (set to 502) and a 'Keep Alive' field (set to 10). The 'DALI' section is visible but not selected.

6. Enregistrer le projet .ibmaps sur l'ordinateur via CTRL+S
7. Sélectionner l'onglet « Connection » choisir le port USB dans lequel est connecté le module IntesisBox, dans ce cas, c'est le port COM3 qui est utilisé.
8. Sélectionner ensuite « Connect ».

n.b. Pour ce projet, plusieurs paramètres ont été testés. C'est pourquoi, les valeurs ne sont pas les mêmes que la copie d'écran ci-dessous. Il ne faut pas prendre en compte ces informations.



## 9. Sélectionner l'onglet « Receive / Send » et cliquer sur « Send »



### Configuration

the current configuration project on the Configuration Tool to your Gateway.  
 check that the configuration tool and the Gateway are connected before  
 ending.

Download complete.

OK

Les paramètres sont à présents configurés dans le module IntesisBox.

- Il faut ensuite aller sur l'onglet « Connection » et se déconnecter. Retirer le câble qui est connecté à l'ordinateur et sélectionner le mode de connexion IP. Finalement, sélectionnez dans « Discovered Gateways » « IBOX-MBS-DALI », insérer le mot de passe et cliquer sur « Connect ».

Home Project Tools Help

Connection Configuration \* Signals Receive / Send Diagnostic

IntesisBox<sup>®</sup> MAPS

Connection Mode

Connection Mode ☐ USB Port ☒ IP

Discovered Gateways

Description	Value
Gateway Name	IBOX-MBS-DALI
Serial Number	000K7368
Application Name	IBOX-MBS-DALI
License	64
License Comments	Channel A
Version	1.0.1.0
Last Configuration Date	08/07/2018 21:39:51
MAC Address	CC:3F:1D:01:3E:3A
IP Address	172.22.22.51
Netmask	255.255.255.0
Gateway	0.0.0.0
DHCP	OFF
Current Date Time	08/07/2018 21:43:31
Gateway Operating Time	0000d 00:00:26

Refresh

Selected Device: 172.22.22.51 Disconnect Connect Pwd: \*\*\*\*\*

Not Connected BMS Protocol: Modbus Slave Device Protocol: DALI 2018/07/08 21:40:51

- Sélectionner l'onglet « Diagnostic » dans lequel il est déjà possible de piloter l'éclairage dans le réseau en modifiant les valeurs de la base de registres.

### 3.5. Base de registre du module de pilotage et fonctionnement du protocole Modbus

La base de registre du module de pilotage contient toutes les commandes possibles sur l'éclairage connecté. Elle va contenir des informations essentielles telles que l'allumage/extinction et la variation de l'intensité de l'éclairage.

Ci-dessous, les registres pertinents pour ce projet. Ces informations sont fournies par le fabricant. Ces registres concernent le « Broadcast » c'est-à-dire l'ensemble de l'éclairage connecté dans la ligne DALI avec les mêmes paramètres.

TABLEAU 7 : LISTE DES REGISTRES DU MODULE DE PILOTAGE

Registre	Description	R/W	Valeurs possibles
6800	Broadcast Arc Power Level [0 to 100 %]	R/W	0 to 100 %
6801	Broadcast Arc Power Off / On [0-Off; 1-100 %]	R/W	0-Off ; 1-100 %
6802	Broadcast Step Down / Up [0-Step Down, 1-Step Up]	R/W	0-Step Down, 1-Step Up
6803	Broadcast Recall Min Level [1-Recall Min Level]	W	1-Recall Min Level
6804	Broadcast Recall Max Level [1-Recall Max Level]	W	1-Recall Max Level
6805	Broadcast Go to Scene [0 to 15]	R/W	0 to 15
6806	Broadcast Store Current Level as Scene [0 to 15]	R/W	0 to 15
6807	Broadcast Clear/Remove Scene [0 to 15]	R/W	0 to 15
6808	Broadcast Set Fade Time [0 to 15]	R/W	0 to 15
6809	Broadcast Set Fade Rate [1 to 15]	R/W	1 to 15
6810	Broadcast Set Min Level [0 to 100 %]	R/W	0 to 100 %
6811	Broadcast Set Max Level [0 to 100 %]	R/W	0 to 100 %
6812	Broadcast Set Power-on Level Time [0 to 100 %]	R/W	0 to 100 %
6813	Broadcast Set System-failure Level [0 to 100 %]	R/W	0 to 100 %

À savoir que la base de registres est bien plus grande. Celle-ci-dessus, continent uniquement les registres pour le Broadcast. Dans le cas où on souhaitera additionner plus de lampes et les piloter indépendamment ou gérer des groupes, il faudrait faire un calcul afin de trouver le registre adéquat :

**Broadcast**      **REGISTRE = 7000 x channel + SIGNAL NUMBER**

**Luminaire**      **REGISTRE = 7000 x CANAL + (100 x BALLAST) + NUMERO DE SIGNAL**

**Groupes**      **REGISTRE = 7000 x channel + (20 x GROUP) + SIGNAL NUMBER**

- Canal = Toujours 0 car le module choisi a une seule ligne DALI qui est le 0
- Ballast = 0..63 position du luminaire dans le réseau (configuré dans MAPS)
- Group = 0..15 pour accéder à un groupe de luminaire (configuré dans MAPS)
- Numéro de signal = 0..93 numéro du paramètre (par exemple, le paramètre 4 de l'image ci-dessous concerne le Registre « Update All ECG Status »)

Modbus Address <small>First Address is 0</small>	Ballast / Device type			Read/ Write	Register/signal name	Possible values
	FL	EML	LED			
7000 x channel + (100 x sa) + 4	x	x	x	R/W	Update All ECG Status	0-Update Finished, 1-Trigger Update
7000 x channel + (100 x sa) + 5	x	x	x	R	Ballast Status	b7-PwrCycle, b6-MissShAdd, b5-ResetSt, b4-FadeRun, b3-BallLimErr, b2-LampPwrOn, b1-LampFail, b0-BallFail

FIGURE 13 : AUTRES REGISTRES DE LA BASE DE REGISTRE DE INTESISBOX

Pour plus d'informations concernant les registrar voir l'User manual du fournisseur :  
[https://www.intesisbox.com/intesis/product/media/intesisbox\\_ibox-mbs-dali\\_user\\_manual\\_en.pdf?v=2.1](https://www.intesisbox.com/intesis/product/media/intesisbox_ibox-mbs-dali_user_manual_en.pdf?v=2.1)

## 4. Application web

### 4.1. Architecture de la solution

Pour créer l'application web LENOX il a fallu créer un projet **Application Web ASP.NET (.NET Framework 4.6.1)**. Concernant la bibliothèque NMODBUS4, ci-dessous un lien démontrant comment l'installer dans le projet.

<https://github.com/NModbus4/NModbus4>

Le modèle MVC permet de créer des applications à l'aide de l'architecture Mode-View-Controller. ASP.NET MVC, comprend beaucoup de fonctionnalités permettant un développement rapide et évolutif.

Avec la carte du code ci-dessous, nous pouvons voir graphiquement comment interagissent les éléments de la solution. Tout à gauche, l'application ASP.NET et à sa droite les librairies importantes.

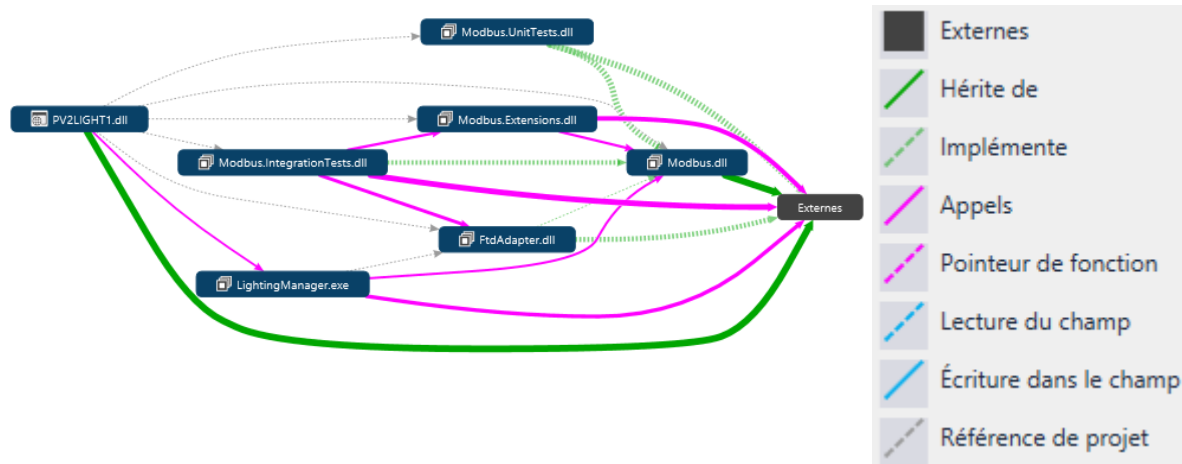


FIGURE 14 : CARTE DU CODE

Lorsqu'on regarde plus précisément les deux éléments essentiels de la solution on peut plus facilement comprendre son fonctionnement. Ce sont les contrôleurs qui font des appels aux méthodes des classes Modbus. La bibliothèque **MODBUS** au centre de la solution, communique directement avec le groupe de classe LightingManager qui contient les classes nécessaires pour le pilotage de la batterie et de l'éclairage mais contient aussi une classe pour les logs. « Externes » correspond à toutes les autres classes et bibliothèques externes de la solution.

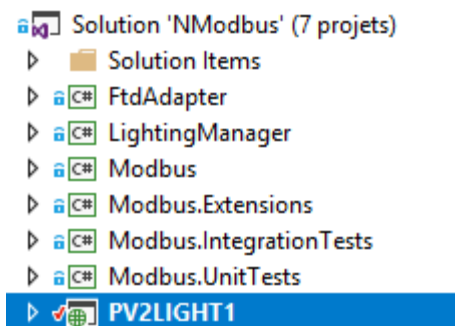


FIGURE 15 : CLASSES MODBUS ET PROJET MVC

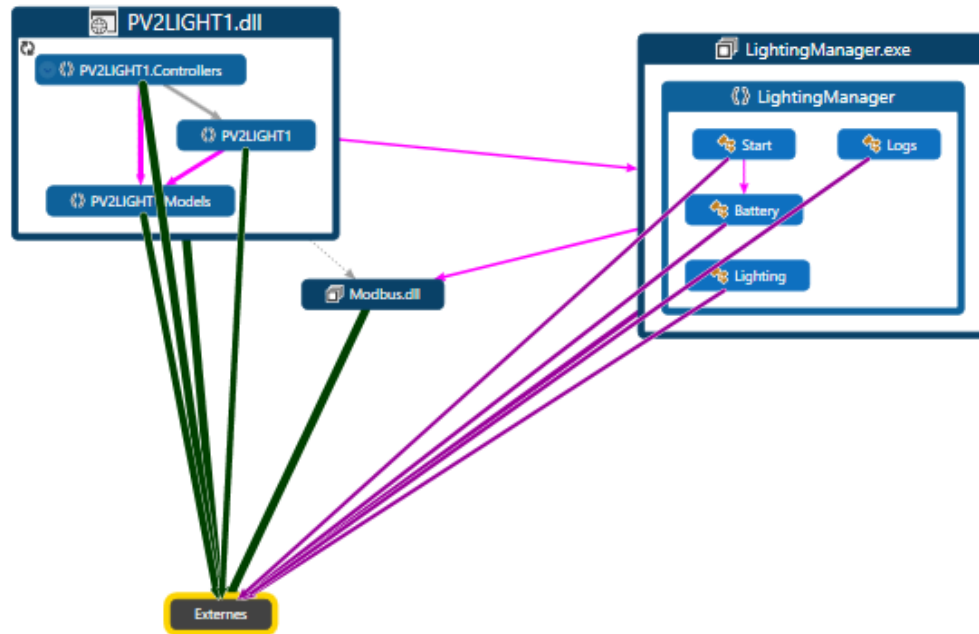


FIGURE 16 : DIAGRAMME DE COUCHES DE LA SOLUTION

## 4.2. Application Web

Le projet PV2LIGHT1 est un projet qui suit l'architecture Model-View-Controller. Grâce à cette architecture, la séparation des responsabilités au sein d'une application est limpide.

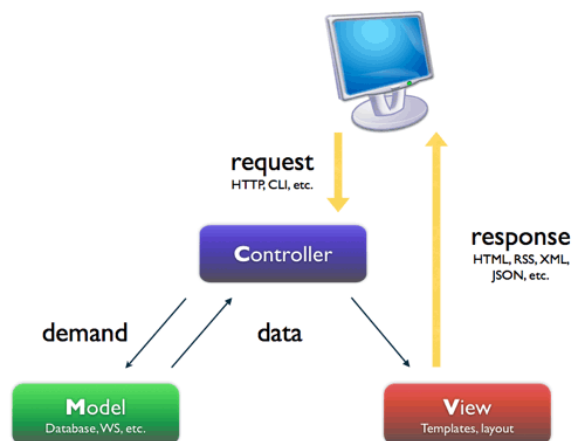


FIGURE 17 : ARCHITECTURE MVC

SOURCE [HTTP://PROF.BPESQUET.FR/IMAGES/CONTENT/MVC\\_SYMFONY2.PNG](http://prof.bpesquet.fr/images/content/mvc_symfony2.png)



Le modèle contient la logique métier d'une architecture MVC. Il s'occupe aussi de l'accès et toute la logique autour de ces dernières. Pour ce projet, le modèle contient la logique ainsi que les données de connexion et d'inscription.

La vue est la partie visible pour l'utilisateur. Elle s'occupe des interactions avec l'utilisateur.

Les contrôleurs sont des modules qui gèrent la dynamique de la structure. Ils permettent de traiter les requêtes de l'utilisateur en modifiant les vues. Le Contrôleur questionne le model et se sert des informations envoyées par ce dernier pour modifier les vues pour l'utilisateur.

#### 4.2.1. Modèles

Les trois classes du dossier **Models** permettent la gestion de connexion et d'enregistrement sur l'application LENOX.

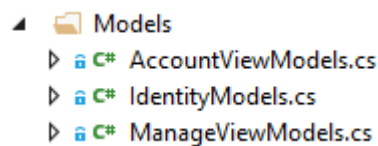


FIGURE 18 : MODÈLES

#### 4.2.2. Contrôleurs

Le **AccountController** permet d'afficher les vues en fonction des actions de l'utilisateur concernant son compte.

Le **DashboardController**, permet la communication entre les vues des pages du Dashboard et les librairies modbus.

Le **HomeController** permet d'afficher l'index, la page À propos et la page de contact.

Le **ManageController** permet d'afficher les pages de gestion de compte utilisateur comme la page de modification de mot de passe par exemple.

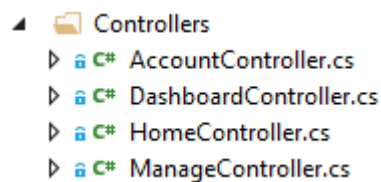


FIGURE 19 : CONTRÔLEURS

### 4.2.3. Vues

Les vues sont organisées dans différents dossiers qui correspondent au nom du contrôleur avec lequel elles communiquent.

#### Account et Manage

Contient les vues des pages concernant l'utilisateur comme les pages d'enregistrement et login et les pages dérivées.

#### Dashboard

La page **Dashboard-Index** affiche une vue globale du projet *PV2LIGHT*. Nous pouvons visualiser la consommation d'éclairage dans son ensemble, lire les informations de la batterie ainsi que les panneaux photovoltaïques. Dans cette même page, il est possible de faire une simulation pour connaître la capacité de la batterie à alimenter un système d'éclairage. Il faut uniquement saisir la puissance de l'éclairage en W ainsi que son intensité (grâce au bus DALI, il est possible de varier l'intensité de l'éclairage comme expliqué dans le paragraphe 2. Etat de l'art). L'application LENOX va calculer les KWH restants en fonction de ce qui reste dans la batterie, de la puissance de l'éclairage et de l'intensité saisie de cette dernière (0 à 100%). Cette partie, est le cœur du projet *PV2LIGHT*.

#### Shared

Le dossier Shared contient les gabarits des pages.

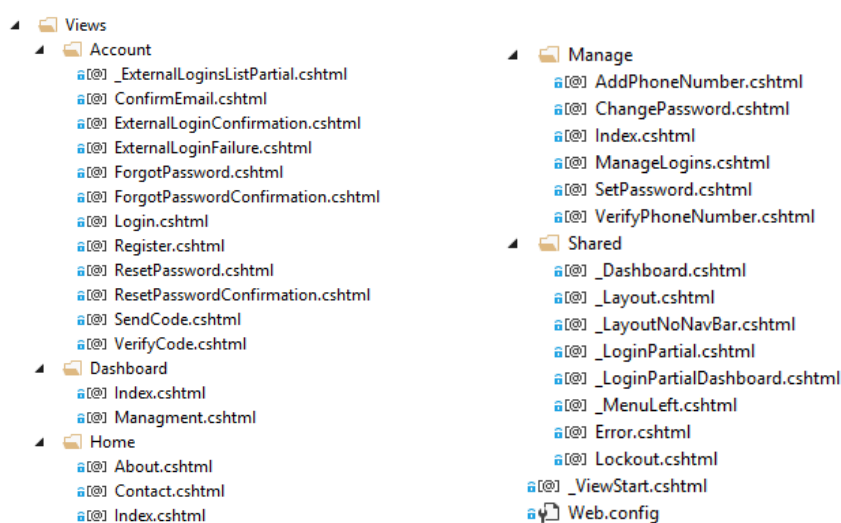


FIGURE 20 : VUES

#### 4.2.4. Publier/déployer l'application web et ses bibliothèques

Pour déployer l'intégralité de la solution Visual Studio, il faut suivre ces quelques étapes.

1. Tout d'abord dans le PC de développement, ouvrir la solution, ouvrir le projet « PV2LIGHT1 » et éditer le fichier racine web.config et modifier comme suit :

```
<connectionStrings>
```

```
<add name="DefaultConnection" connectionString="Data Source=DESKTOP-3RQG6QL\SQLEXPRESS;Initial Catalog=PV2LIGHT;Integrated Security=False; User Id=pv2light; Password=1234; MultipleActiveResultSets=True" providerName="System.Data.SqlClient" />
```

```
</connectionStrings>
```

2. Enregistrer les modifications, sélectionner le projet « PV2LIGHT1 », clic droit « Publier... ».
3. Sélectionner la méthode de publication « Système de fichiers » et sélectionner un emplacement pour le fichier zip compilé. Cliquer sur « Suivant ».

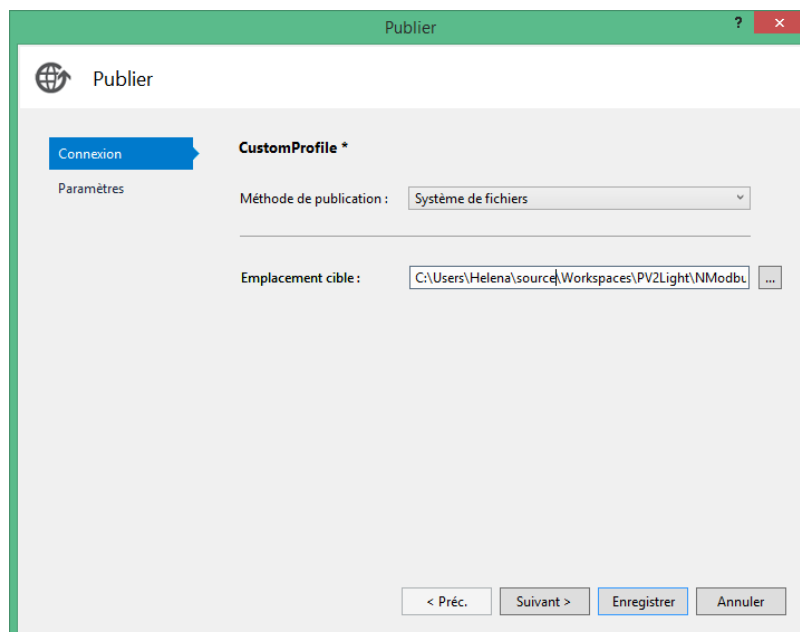


FIGURE 21 : PUBLIER APPLICATION AVEC MÉTHODE DE SYSTÈME DE FICHIERS

4. Sélectionner la configuration « Release » et « Enregistrer »

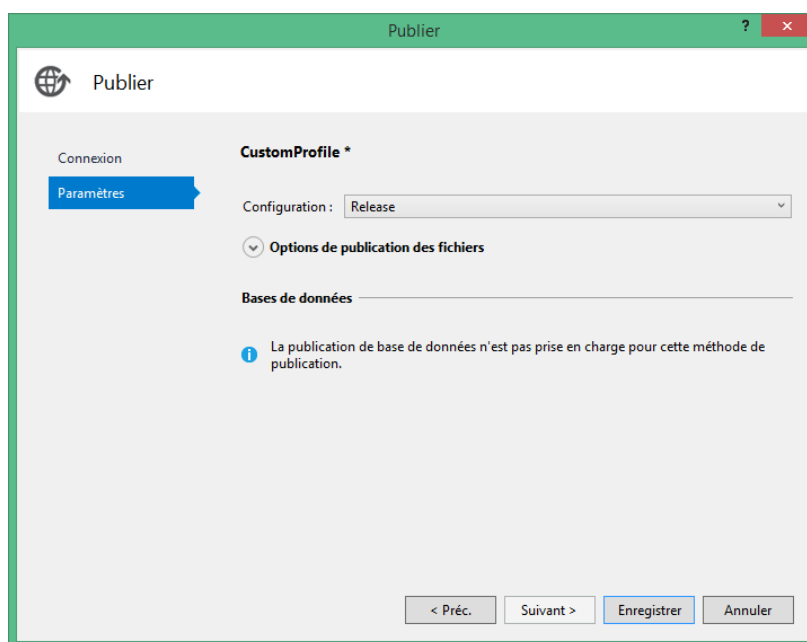


FIGURE 22 : CRÉATION DU ZIP DE L'APPLICATION

Du côté du Stick, prendre le fichier zip et suivre le point *Annexe III Créer un site dans IIS et configurations du router.*

### 4.3. Bibliothèque de classes Modbus

Comme expliqué plus haut, la solution a été divisée en deux. D'un côté les librairies d'accès au module de pilotage de l'éclairage, la bibliothèque de classes modbus et d'un autre côté l'application web. Dans **LightingManager**, les méthodes concernant la batterie, l'éclairage et les logs ont été séparées pour une meilleure structuration du code.

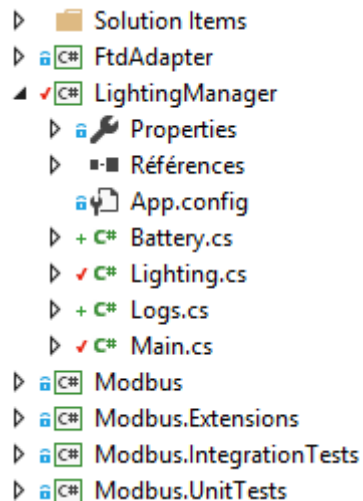


FIGURE 23 : BIBLIOTHÈQUES C# MODBUS

#### 4.3.1. Lighting

Cette classe permet le pilotage du système d'éclairage DALI. La classe contient deux méthodes :

- **VariationDALI** qui permet d'écrire dans la base de registre sous l'adresse 6800 l'intensité de l'éclairage émise de 0 à 100%. Cette méthode permet aussi d'allumer et éteindre le système d'éclairage en place.

```
static string ip = "192.168.0.30";

1 référence | Helena Pereira, il y a 3 jours | 1 auteur, 1 modification | 0 exceptions
public static void VariationDALI(int steps)
{
    ushort step = (ushort)steps;
    using (TcpClient client = new TcpClient(ip, 502))
    {
        ModbusIpMaster master = ModbusIpMaster.CreateIp(client);

        ushort startAddress = 6800;
        master.WriteSingleRegister(startAddress, step);
    }
}
```

FIGURE 24 : CODE C# POUR VARIATION DALI EN MODE TCP

- **ReadRegister** qui permet de lire un registre et dans ce cas l'état de l'éclairage.

```
//Read x register
1 référence | Helena Pereira, il y a 3 jours | 1 auteur, 1 modification | 0 exceptions
public static int ReadRegister(int register)
{
    using (TcpClient client = new TcpClient(ip, 502))
    {
        ModbusIpMaster master = ModbusIpMaster.CreateIp(client);

        ushort startAddress = (ushort)register;
        ushort numInputs = 1;
        ushort[] inputs = master.ReadHoldingRegisters(startAddress, numInputs);

        for (int i = 0; i < numInputs; i++)
            Console.WriteLine("Input {0}={1}", startAddress + i, inputs[i]);

        return inputs[0];
    }
}
```

FIGURE 25 : CODE C# POUR LECTURE VALEUR DANS REGISTRE EN TCP

#### 4.3.2. Batterie

Concernant cette classe, il existe deux méthodes à disposition :

- **ReadBatterySOC** qui permet de lire l'état (state of charge) de la batterie Apollion Cube en pourcent. Etant donné que la batterie n'est pas à disposition, le PLC Simulateur (décrit plus haut dans le point 3.1) a été utilisé pour la remplacer. Le code utilisé dans cette méthode est prêt pour accueillir la batterie. Il faudra uniquement changer le port et le type de connexion (RTU ou Ethernet selon volonté).

```
2 références | Helena Pereira, il y a 4 jours | 1 auteur, 1 modification | 0 exceptions
public static int ReadBatterySOC()
{
    using (SerialPort port = new SerialPort("COM1"))
    {
        // configure serial port
        port.BaudRate = 9600;
        port.DataBits = 8;
        port.Parity = Parity.None;
        port.StopBits = StopBits.One;
        port.Open();
        // create modbus master
        IModbusSerialMaster master = ModbusSerialMaster.CreateRtu(port);

        byte slaveId = 1;
        //0x0303 Battery SOC (state of charge)
        ushort startAddress = 303;
        ushort numRegisters = 1;

        // read five registers
        ushort[] registers = master.ReadHoldingRegisters(slaveId, startAddress, numRegisters);

        for (int i = 0; i < numRegisters; i++)
            Console.WriteLine("Register {0}={1}", startAddress + i, registers[i]);

        return registers[0];
        port.Close();
    }
}
```

FIGURE 26 : CODE C# POUR LECTURE SOC DANS REGISTRE DE LA BATTERIE EN MODE RTU

- **CalculKWH** qui permet de calculer les kWh disponibles dans la batterie.

```
1 référence | Helena Pereira, il y a 3 jours | 1 auteur, 1 modification | 0 exceptions  
public static double CalculKWH(double soc)  
{  
    //la batterie a une capacité de 5000KW  
    double totalKWH = 5000;  
    //resultat en wh selon soc en %  
    double actuel = totalKWH * soc / 100;  
    return actuel;  
}
```

FIGURE 27 : CODE C# POUR CALCUL DE KWH SELON SOC (STATE OF CHARGE EN %)

#### 4.3.3. Logs

Cette classe, contient la méthode **LogConsumption** qui permet d'écrire sur un fichier texte la date, la commande (registre) ainsi que la valeur attribuée à cette dernière. Avec ce fichier, nous pourrions envisager un graphique montrant les habitudes de consommation et d'utilisation du système d'éclairage afin d'améliorer continuellement le système offert.

#### 4.4. Base de données

Pour ce projet, la base de données contient uniquement les informations concernant les utilisateurs de l'application.

#### 4.4.1. Diagramme de classes

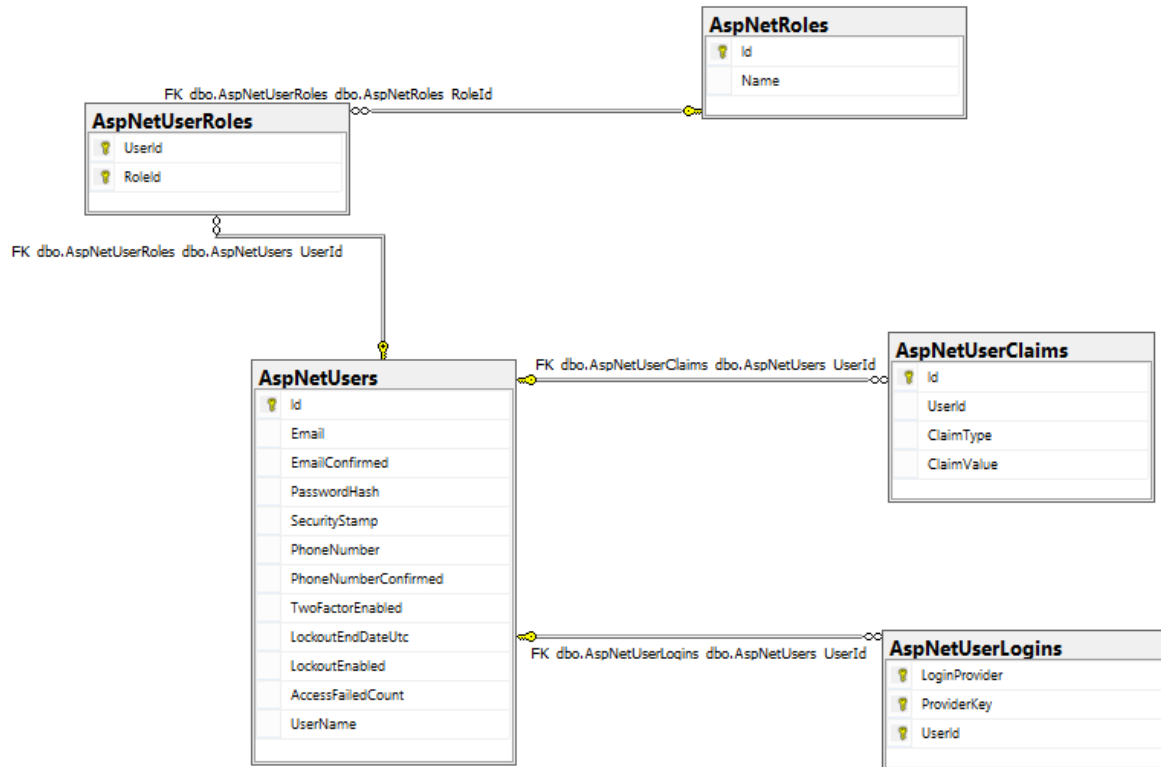


FIGURE 28 : DIAGRAMME DE CLASSES

#### 4.4.2. Déploiement de la base de données sur le serveur SQL du Stick

##### 4.4.2.1. Génération du script SQL

Pour déployer correctement la base de données sur le serveur SQL du Stick, il faut générer un script contenant la structure et les données de la base de données sur la machine de développement.

1. Ouvrir Microsoft SQL Server Management Studio (SSMS) et clic droit sur la base de données -> Tasks -> Generate scripts...



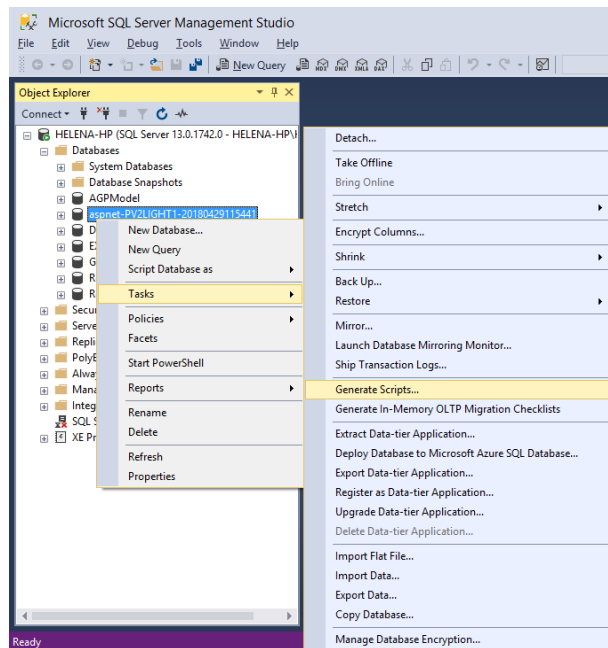


FIGURE 29 : GÉNÉRER SCRIPT DE CRÉATION DE BASE DE DONNÉES DEPUIS SSMS

2. Sur le wizard sélectionner « Next » et sélectionner « Select specific database objects » et sélectionner toutes les tables et « Next »
3. Sur la page « Set Scripting Options » cliquer sur le bouton « Advanced ».

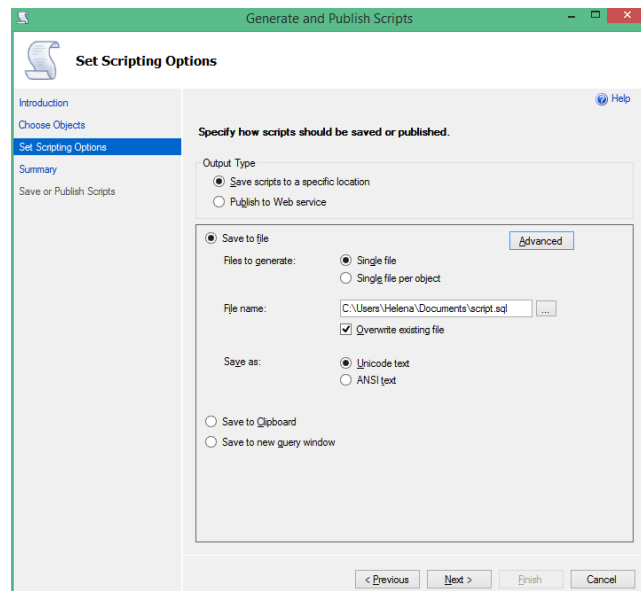


FIGURE 30 : PARAMÈTRES AVANCÉS DE LA GÉNÉRATION DU SCRIPT SQL

4. Sélectionner « Schema and data » dans « Types of data to script » cliquer sur « OK » et cliquer sur « Finish »

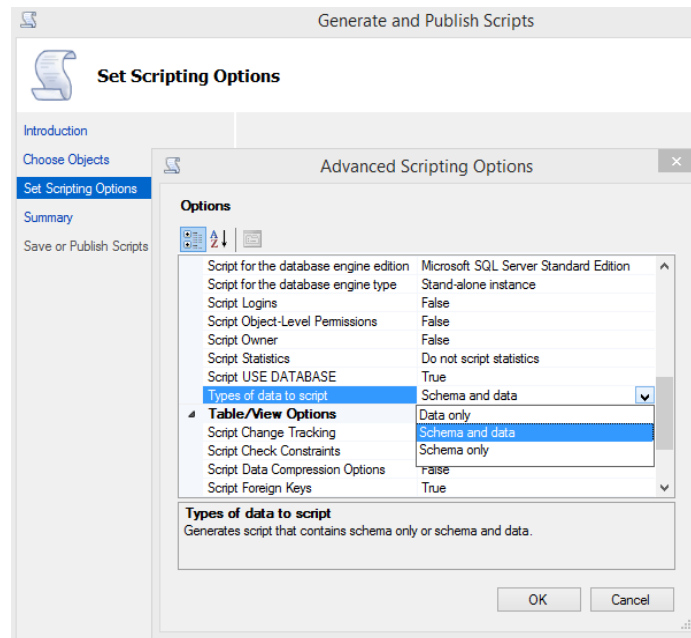


FIGURE 31 : TYPE DE DONNÉES À INSÉRER DANS LE SCRIPT

Le script SQL est maintenant prêt à être importer dans le serveur SQL du PC miniature.

#### 4.4.2.2. Import du script dans le serveur du Stick

1. Sur le Stick, ouvrir SSMS 2014. Clic droit sur « Databases » et « New Database... »
2. Insérer un « Database name » et « OK »

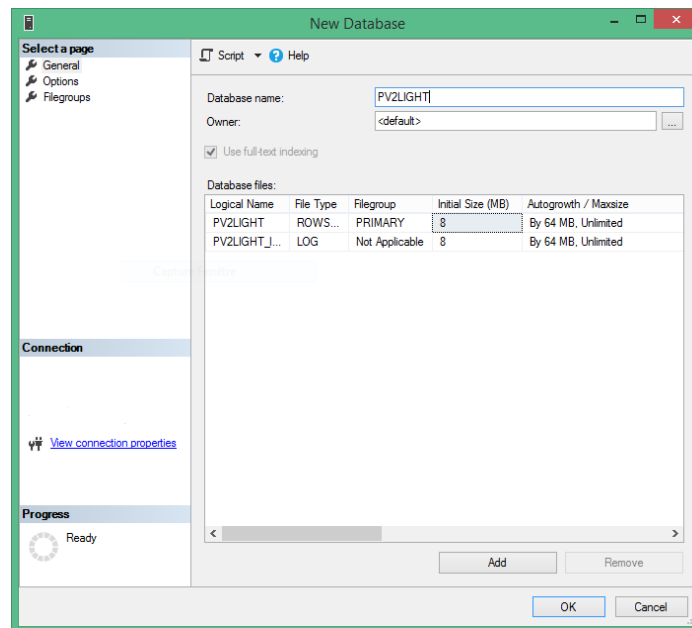


FIGURE 32 : CRÉER BASE DE DONNÉES

3. « File » -> « New » -> « Query with current connexion ». Il est très important de s'assurer qu'on se situe bien dans la base de données qu'on vient de créer « PV2LIGHT ».
4. Coller le script, supprimer les deux premières lignes et exécuter le tout. La base de données est prête à être employée.

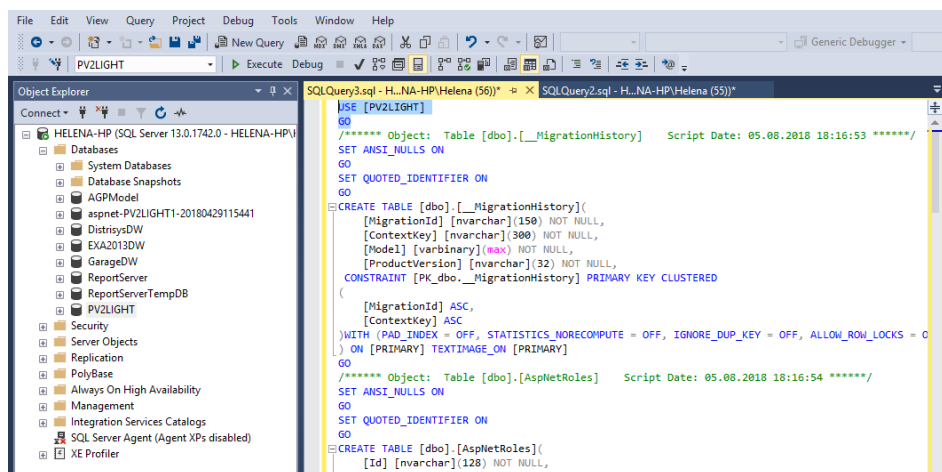


FIGURE 33 : EXÉCUTION DU SCRIPT SQL

## Cas d'utilisation

Pour montrer la capacité de ce système voici un exemple concret. Nous prenons en exemple un quartier de 10 maisons à éclairer avec la configuration suivante par maison :

Luminaire à disposition -> Profil en aluminium LED 20W/M de 1M00<sup>4</sup>



FIGURE 34 : RAIL LED À DISPOSITION, SOURCE [HTTPS://LEDHOUSE.EE/TP/1452495987PILT1.JPG](https://ledhouse.ee/tp/1452495987pilt1.jpg)

Disposition des luminaires dans une maison :

- 2 luminaires à disposition dans la cuisine
- 2 luminaires à disposition dans le salon
- 1 luminaire à disposition pour chaque chambre (3 chambres)
- 1 luminaire à disposition dans la salle de bain

---

<sup>4</sup> À titre indicatif : prix 80CHF/M

Au total, pour éclairer une maison, nous avons 8x20W ce qui donne 160WH de consommation. Si la batterie est à 100% c'est qu'elle a chargé complètement. Nous avons alors 5000WH disponibles. Admettons aussi, que l'intensité de l'éclairage est à 100% (aucune variation ni diminution de l'intensité). Nous devons éclairer un village de 10 maisons, toutes avec cette même configuration, c'est-à-dire 1600WH de consommation. Avec ces paramètres, nous aurions 03H07 de temps d'éclairage à disposition.

$$\text{Calcul} = 5000/1600 = 3.125\text{H}$$

$$3.125\text{H} = 3\text{h } 7\text{ minutes } 30\text{ secondes}$$

Si nous analysons un peu plus l'éclairage qui sera installé sur place, nous pouvons voir si cette installation suit les normes Suisses d'éclairage. Pour qu'un éclairage soit optimal, il faut prendre en compte deux mesure : les lux<sup>5</sup> et les lumens<sup>6</sup>. Le luminaire du prototype consomme 20W pour une puissance de rayonnement de 1450 lumens. Afin de calculer si l'éclairage est suffisant, nous avons besoin d'avoir les dimensions des pièces de la maison.

Pour rendre cette analyse plus proche de la réalité, les dimensions moyennes des surfaces ont été relevées du projet « BURKINA FASO - LE PROGRAMME 1 232 LOGEMENTS À BASSINKO - Les maisons sociales CALYXIA F2A 1 PENTE » de CGE IMMOBILIER, s.d..

Ci-dessous, l'éclairage lumineux nécessaire (lux) selon disano illuminazione et LAMP.ES, fabricants de luminaires reconnus. Les lux nécessaires correspondent aux normes. Avec les lux et les dimensions, nous pouvons calculer les lumens nécessaires par pièce. Les lumens produits, correspondent aux lumens produits par les profils LED 20W.

TABLEAU 8 : TABLEAU CONVERSION LUX EN LUMENS POUR CALCUL DE L'ÉCLAIRAGE SELON LES NORMES SUISSES

Pièce	Dimension moyenne	Lux nécessaires	Lumens nécessaires	Lumens produits
Cuisine	8.5m <sup>2</sup>	500	4250	2900
Salon	20m <sup>2</sup>	200	4000	2900
Chambres	12.75m <sup>2</sup>	100	1275	1450
Salle de bain	2.5m <sup>2</sup>	200	500	1450

Calcul pour avoir les lumens nécessaire => dimension moyenne x lux nécessaires

<sup>5</sup> **Eclairement lumineux (lux)** : Flux lumineux sur une surface définie, par exemple sur la surface d'une table. Dans la norme EN 12464 (Eclairage des lieux de travail dans les espaces intérieurs), des éclairagements lumineux moyens (valeurs de maintenance) sont énumérés pour les différentes tâches visuelles. (Gasser Stefan)

<sup>6</sup> **Flux lumineux (lumen)** : Puissance de rayonnement d'une source lumineuse, évaluée avec la sensibilité de l'œil humain à des températures de couleur définies. (Gasser Stefan)

Avec ce tableau, nous pouvons voir, que la cuisine et le salon, n'auraient pas un éclairage optimal (selon les normes suisses d'éclairage). Dans la cuisine, il y a 2x 20W qui correspond à 2x1450 lumens (ces informations sont données par les fabricants du luminaire). Il faudrait installer un profil LED 20W en plus pour que les lumens produits correspondent aux lumens nécessaires et ainsi avoir un éclairage optimal.

En revanche, nous pouvons voir que dans les chambres et la salle de bain nous pouvons baisser l'intensité d'éclairage car elle dépasse les lumens nécessaires. De cette manière, nous pourrions augmenter les nombres d'heures d'éclairage étant donné que nous baissons la consommation.

Pour terminer le cas d'utilisation, au Burkina Faso, nous n'aurons jamais besoin d'autant d'éclairage que nous avons en suisse. Cette comparaison a servi à démontrer qu'avec une installation réfléchie nous pouvons avoir des résultats très impressionnants. Pour l'instant, les quartiers visés par ce projet, ne contiennent aucun éclairage ni d'électrification. Grâce au projet *PV2LIGHT* nous pouvons garantir au minimum 3 heures d'éclairage par maison dans un quartier de 10 maisons. Ce qui est déjà extraordinaire pour la conjoncture actuelle de ces villages. Le nombre d'heures pourront augmenter avec la variation de l'intensité de l'éclairage et sa gestion. Ce qu'il faut souligner aussi c'est que à aucun moment toutes les maisons du quartier auront l'intégralité de l'éclairage enclenché au même temps.

## CONCLUSION

Les objectifs fixés pour ce projet sont atteints. En effet, le prototype de l'installation du module de pilotage et tous ses composants matériels ainsi que l'application LENOX sont totalement fonctionnels. Ce projet pourra donner suite au projet REPIC et pourra être utilisé pour l'objectif principal qui est l'électrification de zones où le réseau électrique n'est pas ou quasiment pas développé. Cela grâce aux panneaux photovoltaïques qui seront installés et à la batterie qui emmagasinera l'énergie qui sera ensuite distribuée dans le réseau électrique.

Le protocole Modbus a été rapidement intégré à la solution ASP.NET. C'est un protocole industriel facile de compréhension, fiable, nettement utilisé dans le domaine de l'éclairage avec une grande communauté. Le Intel Compute Stick est parfaitement apte à héberger et gérer l'application web ainsi que sa base de données. Windows et son architecture permettent très facilement le déploiement dans ses infrastructures qui sont très fiables et toujours en constantes améliorations.

Le module de pilotage d'éclairage de IntesisBox est la solution idéale pour ce projet. Habituellement, les fournisseurs d'appareils de type domotique ou autres, ajoutent un dispositif à chaque appareil qui devra être commandé (p.ex. : un frigo-> un dispositif, un store -> un autre dispositif etc), comme la solution proposée par ADFWEB. Avec notre solution, nous avons un seul appareil qui pilote toutes les lampes. Le module IBOX permet de créer des groupes ou des zones, de piloter toute l'installation ou alors une ou plusieurs lampes en particulier.

L'application LENOX a été conçue sur une architecture évolutive et souple qui permettra aux prochains développeurs de s'y identifier rapidement et d'adapter les modifications nécessaires selon les besoins de la suite du projet.

Ce projet pourra améliorer considérablement la vie des personnes qui en ont besoin. C'est pour cela qu'il a été élaboré avec enthousiasme et responsabilité dans l'espoir de le voir en installé sur le terrain. Pour terminer, les améliorations qui pourront être envisagées :

- Amélioration continue du design de l'application et la rendre responsive
- Mise en place d'une structure d'éclairage par zones et par groupes afin de piloter plus facilement les installations.
- Mise en place de minuteries (extinction de certaines zones la nuit par exemple)
- Implémentation d'un système de data-mining avec les prévisions météorologiques pour prévoir la quantité d'éclairage disponible pour une période donnée

## Annexe I Liste de prix pour les modules de pilotage

### Prix pour produits ADFWEB

20 % de rabais sur la liste des prix pour une vente directe.

Gateway DALI / Modbus :

- 159.20 Euro /Piece for HD67842-B2 - ( DALI / Modbus Master )
- 159.20 Euro /Piece for HD67843-B2 - ( DALI / Modbus Slave )

Gateway DALI / Modbus *TCP* :

199.20 Euro /Piece for HD67844-B2 - ( DALI / Modbus *TCP* Master )

199,20 Euro /Piece for HD67845-B2 - ( DALI / Modbus *TCP* Slave )

Frais de port 25,00 Euro

### Prix pour module de IntesisBox

*IBOX-MBS-DALI* (V6) IntesisBox Modbus Server to DALI Gateway, 64 DALI ballasts (1 DALI channel)

279,20 EUR (prix spécial pour école) Ref: IBMBSDAL0640000

45,00 EUR frais de port



## Annexe II Installation Gestionnaire de services Internet (IIS)

Tutoriel pour l'installation du serveur d'application web dans le Intel Compute Stick.

1. Aller dans programmes et fonctionnalités de Windows et sélectionner sur le menu de gauche « Activer ou désactiver des fonctionnalités Windows ».

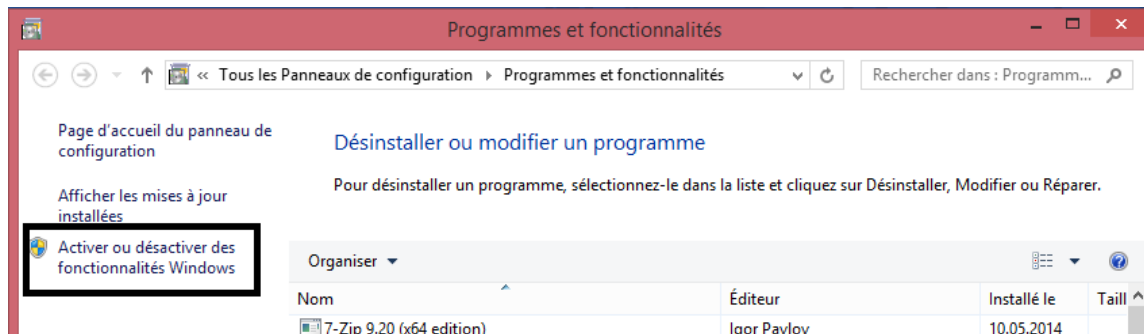


FIGURE 35 : ACTIVER OU DÉACTIVER DES FONCTIONNALITÉS WINDOWS

2. Sélectionner « Internet Information Services » et OK pour démarrer l'installation.

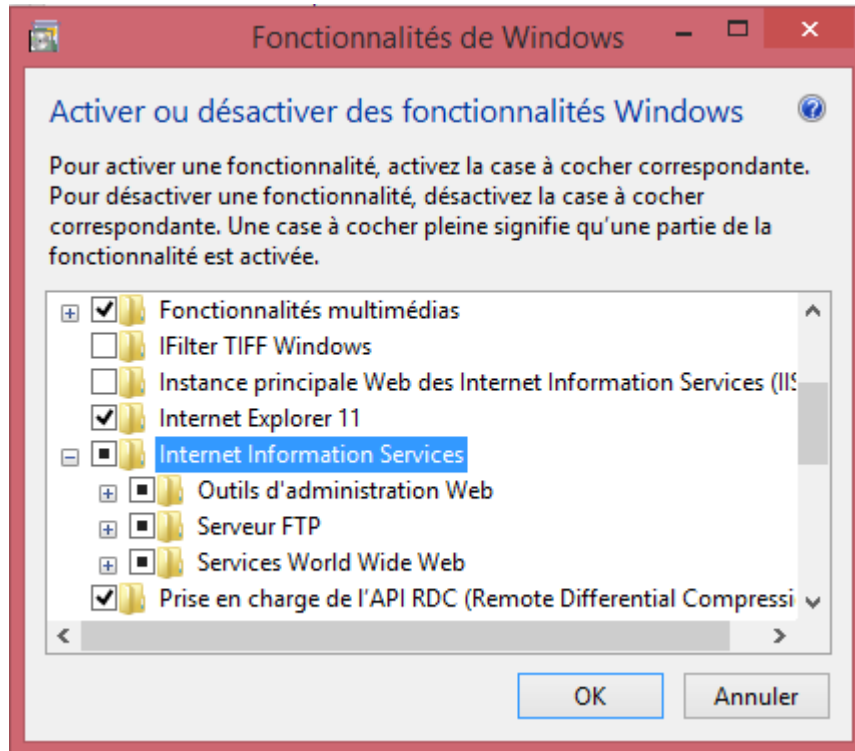


FIGURE 36 : ACTIVER IIS

3. Si nous voulons que le serveur ne s'arrête jamais, il faut désactiver la mise en veille de l'ordinateur. Pour le faire il suffit d'aller sur « Options d'alimentation »

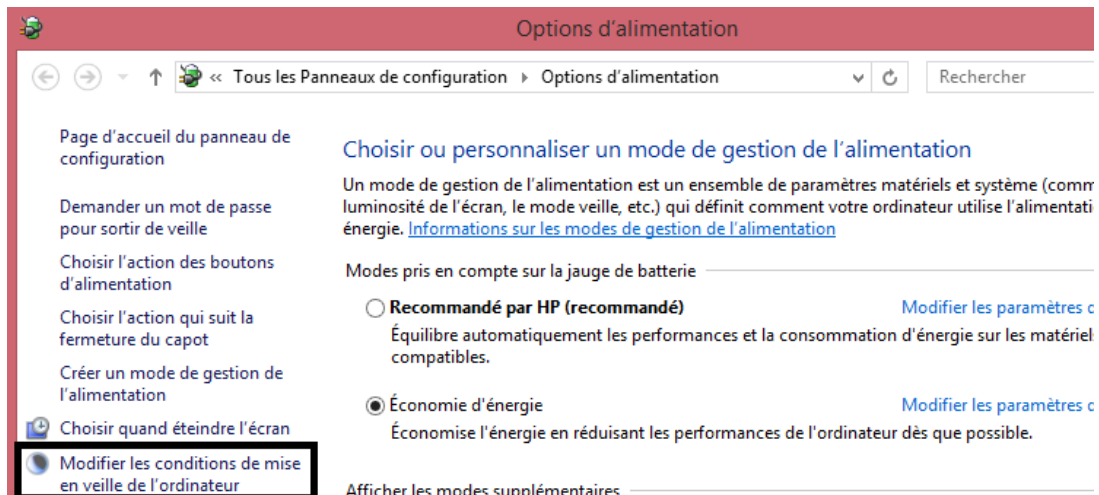


FIGURE 37 : MODIFIER LA MISE EN VEILLE DU PC

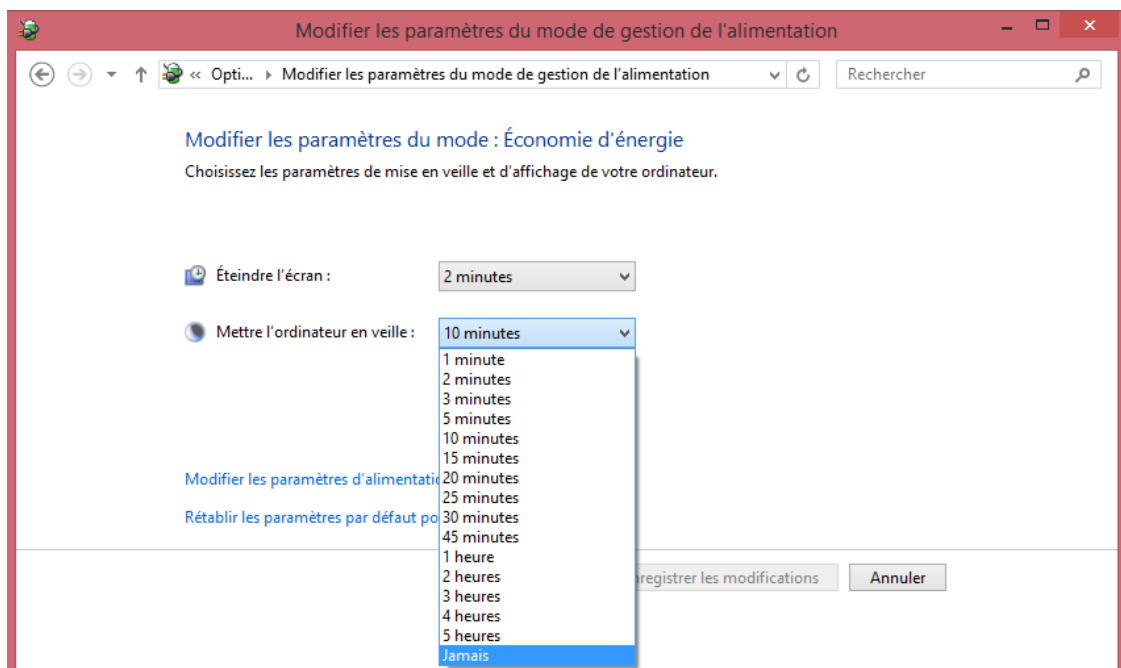


FIGURE 38 : JAMAIS METTRE L'ORDINATEUR EN VEILLE

Le serveur est maintenant prêt à recevoir l'application LENOX.

## Annexe III Créer un site dans IIS et configurations du router

1. Afin de faire fonctionner l'application LENOX sur le serveur IIS de l'Intel Compute Stick, nous devons publier la solution Visual Studio et ensuite récupérer le zip créer et l'extraire dans le mini PC à l'emplacement suivant : c:\inetpub\wwwroot\Nom du dossier parent
2. Ensuite, il faut créer un site dans IIS, clic droit sur « Site » et sélectionner « Ajouter un site Web... »

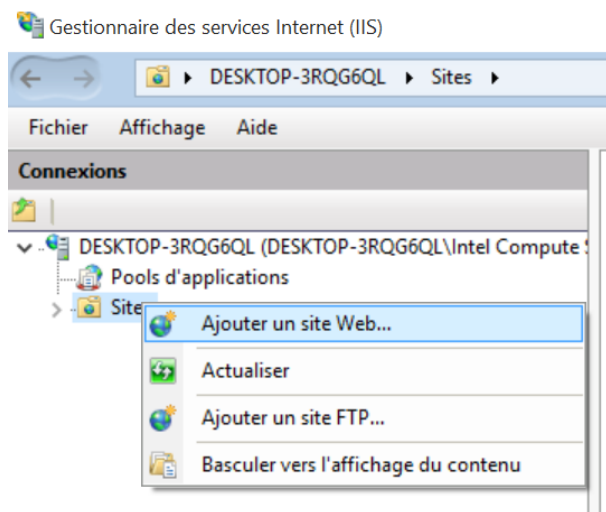


FIGURE 39 : AJOUTER UN SITE WEB

3. Paramétrer le site de la manière suivante :

Attention à bien sélectionner le chemin contenant le site asp.net (c:\inetpub\wwwroot\Nom du dossier parent)

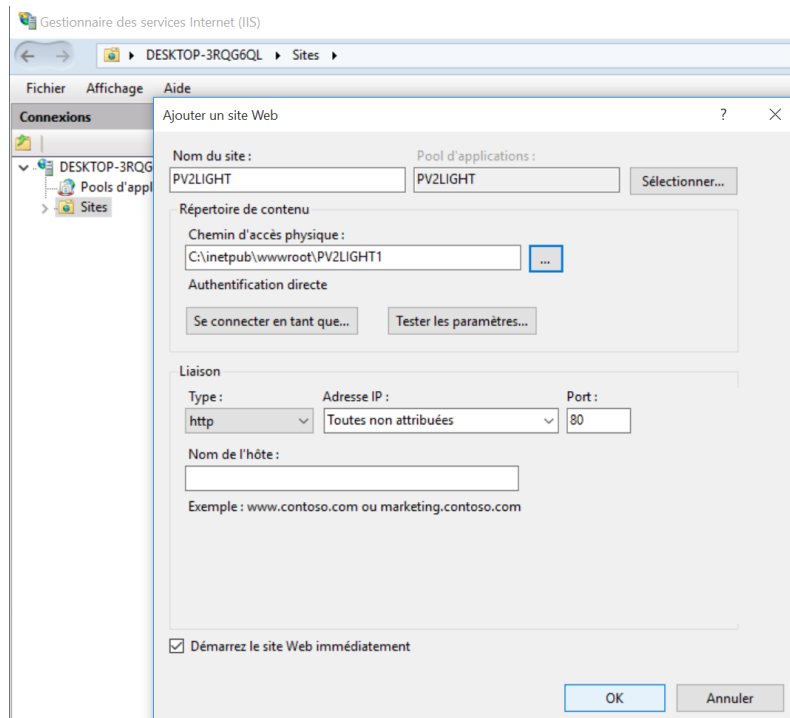


FIGURE 40 : PARAMÉTRAGE DU NOUVEAU SITE

#### 4. Il est maintenant possible d'ouvrir une page de l'application LENOX

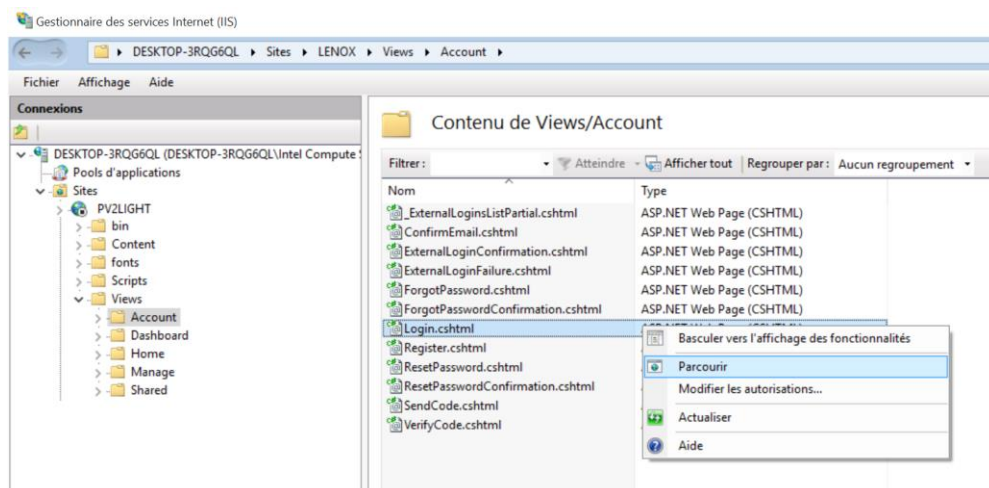


FIGURE 41 : OUVRIR UNE PAGE WEB DEPUIS IIS

## Configuration du router

Pour que le site web soit disponible dans le réseau, il faut récupérer l'adresse IP du serveur et faire une redirection sur le port 80.

### 1. Aller dans la configuration du router

- Adresse du router : 192.168.0.1
- Nom d'utilisateur : admin
- Mot de passe : (vide)

### 2. Aller sur l'onglet « Advanced ». Sur le menu de gauche choisir « Port Forwarding » et remplir comme suit :

Product Page : DIR-809 Hardware Version : A3 Firmware Version : V1.0.0

**D-Link**

DIR-809 // SETUP **ADVANCED** TOOLS STATUS SUPPORT

VIRTUAL SERVER

**PORT FORWARDING**

The Advanced Port Forwarding option allows you to define port range on your router for redirection to an internal LAN IP Address and Private LAN port if required. This feature is useful for hosting online service such as FTP or Web Servers.

Save Settings Don't Save Settings

**24--PORT FORWARDING**

Remaining number of rules that can be created : 23

	Name	Port	Traffic Type
<input checked="" type="checkbox"/>	PV2LIGHT	80 ~ 80	TCP
<input type="checkbox"/>		80 ~ 80	TCP
<input type="checkbox"/>		80 ~ 80	TCP

FIGURE 42 : REDIRECTION SUR LE PORT 80

Attention à bien enregistrer. L'application LENOX est disponible à présent sur l'adresse 192.168.0.100

## Annexe IV Cahier des charges du projet

Ci-dessous, la liste des objectifs à remplir pour ce travail de Bachelor :

- 1) Analyse et recherche des possibilités de pilotage par modbus
- 2) Choix de la technologie à utiliser ainsi que son apprentissage.
- 3) Implémentation de la technologie.

## Annexe V Productbacklog

L'outil choisi pour la gestion de projet est le l'application Team Foundation Server (TFS) qui est un système de gestion de développement collaboratif.

TABLEAU 9 : PRODUCTBACKLOG

N° US	En tant que ...	je veux ...	afin de ...	Story points	Sprint
1	utilisateur	créer un compte	pouvoir piloter mon éclairage	3	1
2	utilisateur	logger sur PVtoLight,	pouvoir piloter un système d'éclairage	3	1
3	utilisateur	visualiser l'état de l'éclairage en place avec le simulateur	tester le protocole modbus	8	2
4	utilisateur	me connecter en TCP à l'équipement de l'éclairage	piloter l'éclairage	13	3
5	utilisateur	accéder à la page d'Index	comprendre le concept de l'application	2	3
6	utilisateur	visualiser l'état de la batterie	voir combien de batterie il reste	13	4
7	utilisateur	éteindre une lampe	de couper l'éclairage	2	4
8	utilisateur	allumer une lampe	avoir de la lumière	2	4
8	système	capable de calculer et prédire l'éclairage disponible en fonction de la capacité de la batterie	pouvoir utiliser ce qui reste	5	4
9	utilisateur	récupérer mon mot de passe oublié	pouvoir me connecter à nouveau à l'application	2	
10	utilisateur	créer des zones	de faire des scènes	13	
11	utilisateur	supprimer des zones	ne plus avoir de scènes	5	
12	utilisateur	créer des groupes	avoir différents types d'éclairage	3	
13	utilisateur	supprimer des groupes	ne plus avoir de différents types d'éclairage	1	

Les user stories qui n'ont pas de sprint n'ont pas été traitées dans la durée de ce projet. Il faudrait deux sprints supplémentaires pour les finaliser selon la vélocité et le temps à disposition.

Vélocité moyenne 14.25

Story points à effectuer 24

Il faudrait prévoir 2 sprints de 12 story points

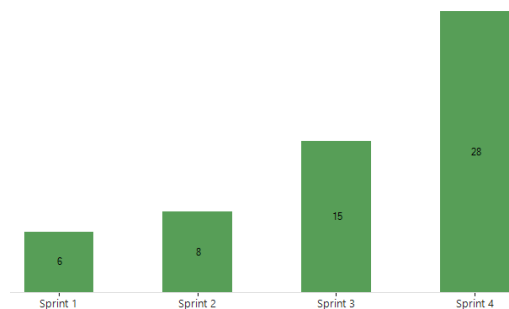


FIGURE 43 : VÉLOCITÉ

## Annexe VI Gestion de projet

Concernant la gestion de projet, c'est le Scrum, une méthodologie Agile qui a été adoptée. La méthodologie Scrum est un cadre de travail permettant de mener de manière agile la gestion d'un projet. Puisque cette méthodologie a été conçue pour une équipe de travail de plusieurs personnes, certaines étapes ont été supprimées, comme par exemple le Daily meeting. Cette méthodologie a été enseignée et expérimentée lors des cours et les travaux de groupe au sein de la formation d'Informatique de Gestion à la HES-SO Valais/Wallis. Cela a accentué la volonté de suivre cette procédure connue afin de se consacrer principalement sur la réalisation de ce travail.

Le Scrum donne la possibilité à un projet d'évoluer en fonction du temps et des facteurs qui peuvent influencer ce dernier. C'est par itérations de temps que ce projet a procédé. Il a eu une durée de vie de 4 sprints qui ont été définis dans *Annexe VII Sprint et Burndown Chart*.

Plusieurs rendez-vous ont été planifiés avec Monsieur David Wannier. Ci-dessous, les procès-verbaux de chaque séance.

## Annexe VII Sprints et Burndown Chart

Les sprints ont été divisés de cette façon :

Sprint 0: 19.02.2018 - 31.03.2018

Sprint 1: 02.03.2018 - 30.04.2018

Sprint 2: 01.05.2018 - 31.05.2018

Sprint 3: 01.06.2018 - 29.06.2018

Sprint 4: 02.07.2018 - 08.08.2018

### Sprint 0

L'étape *Etat de l'art* de ce rapport a été principalement réfléchi dans le sprint 0. C'est à ce moment-là qu'on s'est posé les premières questions sur les choix et possibilités technologiques. L'analyse fait partie d'un très grand morceau de ce projet. En effet, trouver une solution ou un équipement qui correspond précisément au cahier des charges et qui soit compatible avec le restant du matériel a été une phase plutôt complexe car il a fallu tout étudier sur le produit du marché pour arriver à la solution proposée.

## Sprint 1

Le premier sprint a servi à créer l'application LENOX sur Visual Studio 2017. Ci-dessous quelques étapes qui ont occupé ce sprint :

- Apprentissage du Framework Core 2 qui sera ensuite abandonné et remplacé par le Framework 4.6.1.
- Création de la page Login et Enregistrement
- Enregistrement des données dans la base de données
- Gestion des autorisations
- Implémentation d'un template bootstrap et modification de celui-ci
- Structuration du site en pages
- Redirection des pages
- Rédaction de la documentation

## Sprint 2

Dans le Sprint 2, la tâche principale était de pouvoir se connecter à un simulateur modbus en attendant l'arrivée de l'appareil de IntesisBox. Pour cette partie, voici quelques-unes des tâches accomplies :

- Abandon du projet .Net Core 2 car il a difficulté la communication avec le protocole modbus et les autorisations et création d'un projet ASP.NET Framework 4.6.1 qui lui le permet plus facilement.
- Création d'un nouveau login et enregistrement
- Gestion des autorisations
- Gestion des routes
- Adaptation du template bootstrap
- Apprentissage du fonctionnement du PLC Simulator
- Apprentissage du programme pour la création des ports virtuels



- Écrire et lire un registre du simulateur
- Rédaction de la documentation

### Sprint 3

Dans ce sprint, il a été possible d'enlever le simulateur et le remplacement par le module de pilotage d'éclairage choisi. Des connexion RTU et TCP ont vu le jour. Pour arriver à cela, voici quelques tâches réalisées :

- Apprentissage du logiciel MAPS du fournisseur du module de pilotage
- Paramétrage du module via MAPS
- Connection en RTU et en TCP/IP possible à la suite de plusieurs heures de recherche et conférence avec le support technique de chez IntensisBox ainsi que des rencontres avec Jérémie Vianin assistant de recherche chez EasiLab
- Création des pages (Index Dashboard Managment Contact...) et leur mise en page
- On s'est rendu compte qu'il ne serait pas possible d'utiliser le Raspberry
- Apprentissage sur le Intel Compute Stick
- Rédaction de la documentation

### Sprint 4

Le dernier sprint a servi à travailler la finalité de l'application. Beaucoup d'heures ont été accordées à la page de Dashboard et les réflexions se sont portées sur comment montrer graphiquement l'utilité et le pourquoi d'une telle installation. C'est dans ce sprint que l'application et la base de données ont été déployés sur le serveur ainsi que la finalisation de la documentation. Voici quelques tâches :

- Créer simulation pour la batterie
- Mettre le code source sur TFS
- Créer des logs
- Dashboard à améliorer
- Définir le calcul de la consommation d'éclairage avec la batterie

- Déployer le tout sur le serveur
- Finaliser documentation et poster

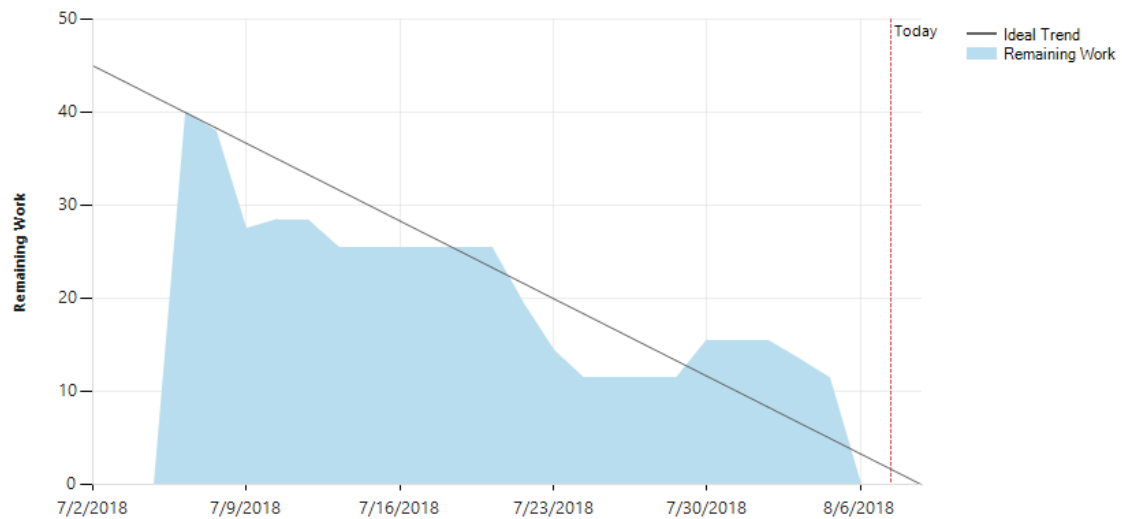


FIGURE 44 : BURNDOWN CHART SPRINT 4

## RÉFÉRENCES

- ABATI, P. (2008, Décembre 5). *Protocole DALI*. Récupéré sur sitelec: <https://sitelec.org/cours/abati/dali/dali.htm>
- ADF WEB. (s.d.). *DALI\_Modbus*. Récupéré sur adfweb: [https://www.adfweb.com/home/products/DALI\\_Modbus.asp?frompg=nav3\\_24](https://www.adfweb.com/home/products/DALI_Modbus.asp?frompg=nav3_24)
- Bpesquet. (s.d.). *modele-mvc*. Récupéré sur prof.bpesquet: <http://prof.bpesquet.fr/cours/modele-mvc/>
- CGE IMMOBILIER. (s.d.). *les-maisons-sociales.17*. Récupéré sur cgeimmobilier: <http://www.cgeimmobilier.com/site/fr/les-maisons-sociales.17.html>
- Diemer, A. (s.d.). La technologie au cœur du développement durable : mythe ou réalité ? *innovations*, 73-94.
- digitec.ch. (2018, Juillet 6). *intel-compute-stick-sterling-city-intel-atom-x5-z8300-x5-z8300-2go-ssd-pc-5717147*. Récupéré sur digitec: <https://www.digitec.ch/fr/s1/product/intel-compute-stick-sterling-city-intel-atom-x5-z8300-x5-z8300-2go-ssd-pc-5717147>
- digitec.ch. (2018, Juillet 6). *raspberrypi-zero-w-bcm2835-cartes-de-developpement-kits-7727258*. Récupéré sur digitec: <https://www.digitec.ch/fr/s1/product/raspberrypi-zero-w-bcm2835-cartes-de-developpement-kits-7727258>
- Eltima Software. (s.d.). Récupéré sur eltima: <https://www.eltima.com>
- Eltima. (s.d.). *Virtual Serial Port Driver*. Récupéré sur eltima: [https://www.eltima.com/products/vspdxp/?gclid=CjwKCAjwj4zaBRABEiwA0xwsPyW2ymwKR44hwWlQQTyamkZG1t2h94Pn20\\_-4BsauLxORTXKTGPftRoCwfsQAvD\\_BwE](https://www.eltima.com/products/vspdxp/?gclid=CjwKCAjwj4zaBRABEiwA0xwsPyW2ymwKR44hwWlQQTyamkZG1t2h94Pn20_-4BsauLxORTXKTGPftRoCwfsQAvD_BwE)
- Gasser Stefan, T. D. (2013). *L'éclairage intérieur - Efficacité énergétique de l'éclairage*. Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau.
- Github. (s.d.). *NModbus4*. Récupéré sur github: <https://github.com/NModbus4/NModbus4>
- greenologic. (s.d.). *protocols*. Récupéré sur greenologic: <http://www.greenologic.co.uk/protocols>
- infomaison. (2018, Juin 13). *Economiser de l'énergie pour l'éclairage et la lumière : 7 conseils*. Récupéré sur hausinfo: <https://www.hausinfo.ch/fr/home/batiment/energie/conseils-economies/eclairage.html>

IntesisBox. (2018). *dali-modbus-server-ibox-mbs-dali/gateway*. Récupéré sur intesisbox: [https://www.intesisbox.com/intesis/product/media/intesisbox\\_ibox-mbs-dali\\_datasheet\\_en.pdf?v=2.1](https://www.intesisbox.com/intesis/product/media/intesisbox_ibox-mbs-dali_datasheet_en.pdf?v=2.1)

IntesisBox. (s.d.). *Products*. Récupéré sur IntesisBox: <https://www.intesisbox.com/>

Lethielleux, M. (2010). D'où je suis, je vois la lune.

Maxime Tremblay. (s.d.). *le-pc-stick-une-forte-tendance-mais-pour-qui-et-pourquoi*. Récupéré sur maxime-tremblay: <https://maxime-tremblay.com/2015/06/27/le-pc-stick-une-forte-tendance-mais-pour-qui-et-pourquoi/>

MESTAAUTOMATION. (s.d.). *Modbus with C#: libraries, code, utilities and examples*. Récupéré sur mesta-automation: <https://www.mesta-automation.com/modbus-with-c-sharp-libraries-examples/>

Microsoft. (2018, 01 18). *windows-iot-core*. Récupéré sur docs.microsoft: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/iot-core/windows-iot-core>

Modbus. (s.d.). *modbus*. Récupéré sur modbus: <http://modbus.org/>

MSPoweruser. (2017, Février 3). *microsoft-details-net-language-strategy*. Récupéré sur mspoweruser: <https://mspoweruser.com/microsoft-details-net-language-strategy/>

NETCRAFT. (2018). *January 2018 Web Server Survey*. Récupéré sur news.netcraft: <https://news.netcraft.com/archives/2018/01/19/january-2018-web-server-survey.html>

Phongchit, N. (2016, Juillet 21). *What is the difference between BACnet, Modbus and LonWorks?* Récupéré sur setra: <https://www.setra.com/blog/what-is-the-difference-between-bacnet-modbus-and-lonworks>

Pi Shop. (2018, Juillet 6). *raspberrypi-3*. Récupéré sur pi-shop: <https://www.pi-shop.ch/raspberrypi-pi-3>

Raspberry Pi. (s.d.). *raspberrypi-3-model-b*. Récupéré sur raspberrypi: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberrypi-3-model-b>

Raspberry Pi. (s.d.). *raspbian*. Récupéré sur raspberrypi: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

Raspbian France. (2018, Avril 9). *installer-serveur-web-raspbian-lamp*. Récupéré sur raspbian-france: <https://raspbian-france.fr/installer-serveur-web-raspbian-lamp/>

Real Time Automation. (s.d.). *Basics of Modbus RTU*. Récupéré sur rtaautomation: <https://www.rtaautomation.com/industrial-library/industrial-networking-university/basics-of-modbus-rtu/what-are-the-drawbacks-to-modbus-rtu/>

REPIC Renewable Energy & Resource Efficiency Promotion in International Cooperation. (2018). HES-SO - Burkina Faso. *Microgrid autonome optimisé à Bigtogo*. Waldweg 8, CH-1717 St. Ursen: Secrétariat Plate-forme REPIC.

RF Wireless World. (s.d.). *Advantages of Zigbee | Disadvantages of Zigbee*. Récupéré sur rfwireless-world: <http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-zigbee.html>

Sitelec. (s.d.). *Protocole DALI*. Récupéré sur sitelec: <https://sitelec.org/cours/abati/dali/dali.htm>

suisse énergie. (s.d.). *Eclairage*. Récupéré sur suisseenergie: <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/eclairage>

Webdyn. (s.d.). *avantages-protocole-modbus-rtu-tcp*. Récupéré sur webdyn: <https://www.webdyn.com/avantages-protocole-modbus-rtu-tcp/>

Wikipédia. (s.d.). *Modèle-vue-contrôleur*. Récupéré sur fr.wikipedia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le-vue-contr%C3%B4leur>

ZigBee. (s.d.). *zigbee-for-developers*. Récupéré sur zigbee: <http://www.zigbee.org>

---

## DÉCLARATION DE L'AUTEUR

*Je déclare, par ce document, que j'ai effectué le travail de Bachelor ci-annexé seul, sans autre aide que celles dûment signalées dans les références, et que je n'ai utilisé que les sources expressément mentionnées. Je ne donnerai aucune copie de ce rapport à un tiers sans l'autorisation conjointe du RF et du professeur chargé du suivi du travail de Bachelor, y compris au partenaire de recherche appliquée avec lequel j'ai collaboré, à l'exception des personnes qui m'ont fourni les principales informations nécessaires à la rédaction de ce travail et que je cite ci-après : Professeur David Wannier.*