

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABDERAHMAN MIRA

DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Réalisation d'un système de contrôle de l'énergie et de la sécurité des bâtiments

Auteur :

Mokhtari WALID
ABDELMOUNAIM
Haffaf MOURAD

Promoteurs :

Mr.Omar Maouloud
Mr.Ragab Nadim

3 juillet 2017

Table des matières

0.1	Introduction générale	7
1	État de l'art : Maison Intelligente	8
1.1	Introduction	9
1.2	Définition "Maison intelligente"	10
1.3	Gestion technique de bâtiment GTB	10
1.3.1	Définition	10
1.3.2	GTB individuelle	10
1.3.3	GTB partielle	10
1.3.4	GTB avec l'internet des objets	11
1.3.5	Architecture générale des GTB	11
1.4	Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments	12
1.4.1	Architecture générale d'un GTEB	13
1.4.2	Exemple d'application	16
1.5	Internet des objets	17
1.5.1	boucle de création de l'information	18
1.5.2	Type de capteur	20
2	Conception : Gestion Énergétique des bâtiments	22
2.1	Introduction	23
2.1.1	Définition de la régulation automatique	23
2.2	La plateforme Arduino	24
2.2.1	Présentation général d'Arduino	24
2.3	Les Capteurs	28
2.3.1	Capteur de lumière	28
2.3.2	Capteur de mouvement PIR	29
2.3.3	Capteur de température	31
2.3.4	Le capture De Gaz Monoxyde de carbone	31
2.4	Modélisation UML	33
2.4.1	Présentation générale d'UML	33
2.4.2	Diagramme d'état transition	34
2.4.3	Diagramme de séquence	37

2.4.4	Diagrammes d'état de transition (Gaz)	38
2.4.5	Le diagramme de séquence (Gaz)	40
2.5	Conclusion	42
3	Réalisation : Système de Gestion Énergétique des bâtiments	43
3.1	Introduction	44
3.2	Présentation de l'Espace de développement Intégré (IDE) Ar-	
	duino	44
3.2.1	Description de l'interface	44
3.2.2	Structure générale du programme	45
3.3	Présentation de Fritzing	49
3.4	Partie Tests	53
3.4.1	Montage et codage de la cellule photo-résistante	53
3.4.2	Montage et codage de capteur de gaz	57
3.4.3	Contrôler les servo-moteurs	58
3.5	rassemblement du système au complet	60
3.5.1	Description des fonctions développés	62
3.5.2	représentation graphique du déroulement de système	63
3.5.3	Conclusion	65

Table des figures

1.1	Architecture général d'un système de gestion de l'énergie dans les bâtiments	12
1.2	Différence entre les systèmes de gestion de l'énergie dans les bâtiments	13
1.3	Architecture général d'un système de Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments	14
1.4	Consommation annuelle d'énergie dans un bâtiment commercial [21]	16
1.5	Processus de la création de l'information déclenché par l'action [10]	18
2.1		23
2.2	Carte Arduino Uno	24
2.3	Schéma électronique de la carte Arduino	25
2.4	schéma simplifié du contenu type d'un micro-contrôleur	26
2.5	Capteur de lumière	28
2.6	Capteur de mouvement	30
2.7	Capteur de température	32
2.8	Capteur de gaz	33
2.9	Diagramme d'état de transition de la régulation de lumière	35
2.10	Diagramme de séquence Scénario lumière	38
2.11	Diagramme d'état de transition gaz	39
2.12	Diagramme de séquence contrôle fuites de gaz	41
3.1	présentation des éléments de l'Arduino software[25]	45
3.2	présentation terminal série [25]	46
3.3	Paramétrage du port de communication	47
3.4	Paramétrage type de la carte	48
3.5	Interface Platine d'essai	50
3.6	Interface Vus Schématique	51
3.7	Interface Circuit imprimé	52

3.8	Interface Développement- Téléversement-Communication . . .	52
3.9	Montage de la cellule photovoltaïque	54
3.10	Capture du monitor série	56
3.11	montage de capteur MQ7 avec la carte arduino	57
3.12	Montage de capteur de gaz/servo-moteur/arduino	59
3.13	Montage du système au complet	61
3.14	présence humaine + lumière ambiante suffisante	63
3.15	présence humaine + lumière ambiante insuffisante	63
3.16	aucune détection de gaz/fenêtre fermer	64
3.17	détection de gaz/ ouverture des fenêtres	65
3.18	Cycle de travail PWM	71

Liste des tableaux

2.1	Arduino Uno R3	27
2.2	table des descriptions des fonctions du capteur PIR	30

Remerciements

La matérialisation de ce travail n'est rendue possible que grâce au soutien et à la bonne volonté et certaines personnes à qui il nous est nécessaire de témoigner notre gratitude.

Toute notre reconnaissance et remerciement vont à M. Omar Maouloud ainsi que M. Nadim Ragab , qui ont accepté de nous encadrer, merci infiniment de nous avoir orienté, dirigé, conseillé et encouragé, veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

Comme nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

Un grand merci à nos amis et à nos collègues qui, par leurs relectures, leurs encouragements et leur soutien moral, nous ont permis de tenir bon dans les moments difficiles.

Enfin nos ultimes reconnaissances vont à nos parents. On voudrait leur témoigner ici toute notre gratitude pour leur aide et leur soutien indéfectible. Ce mémoire leur doit énormément et nous encore davantage.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail soit assurée de notre profonde reconnaissance.

0.1 Introduction générale

Réduire la consommation d'énergie est un des buts majeurs de l'humanité actuellement, En effet, cette consommation influe les économies des individus, des entreprises et des pays. De plus, les énergies fossiles, source de plus 85 %[9] de l'énergie mondiale, sont responsables de la majorité des problèmes d'environnement. La gestion d'énergie devient encore primordiale si on veut garder notre niveau de confort actuel, l'agence internationale de l'énergie estime qu'on 2040 les besoins en énergie vont augmenter de 56%[5] et que les énergies renouvelables ne vont contribuer qu'à 2% de l'énergie mondiale. Pour satisfaire les demandes en énergie en 2030 on a besoin d'ajouter l'équivalent de 6 fois la production de l'Arabie saoudite chose impossible a faire[14].

Comparé au transport et à l'industrie, le secteur des domestiques et tertiaires est celui qui consomme le plus d'énergie et qui présente d'énormes possibilités pour réduire l'usage de celle-là[24].

Afin de doter une infrastructure intelligente de la fonction de gestion automatique de l'énergie, on a besoin de capturer quand et où utiliser l'énergie d'en contrôler l'usage en fonction de cette information. C'est des solutions à base de capteurs-actionneurs. La gestion de l'énergie ne doit pas influencer le confort de l'utilisateur. En cas de domestique, l'utilisateur peut éteindre le système de contrôle d'énergie et par cela éliminer les chance de réduire sa consommation. En cas d'infrastructures d'entreprises où l'occupant a moins de contrôle, cela peut influencer sa productivité et induire des pertes à l'entreprise qui peuvent être supérieures au gain de la réduction d'énergie.

On est amené à concevoir et à réaliser un système de contrôle d'énergie qui est un ensemble de capteurs et actionneurs qui consiste à contrôler et rendre le système d'éclairage intelligent ; ce dernier doit avoir la possibilité de communique avec une application qui permettra aux utilisateurs d'introduire leur préférences et choisir entre le mode manuel et automatique ainsi que d'autres fonctionnalités, tout en assurant l'aspect sécurité.

Chapitre 1

État de l'art : Maison Intelligente

1.1 Introduction

Les premiers bâtiments construits par l'homme étaient des abris primitifs faits de pierre, de bâtons, de peau d'animal et d'autres matériaux naturels. Bien qu'ils ressemblent à peine à l'acier et au verre qui composent une ligne d'horizon de la ville moderne, ces premières structures avaient le même but, fournir un espace confortable à l'être humain. Les bâtiments d'aujourd'hui sont des concentrations complexes de structures, de systèmes et de technologies. Au fil du temps, chacun des composants à l'intérieur d'un bâtiment a été développé et amélioré pour permettant aux propriétaires d'immeubles modernes de choisir indépendamment les systèmes d'éclairage, de sécurité, de chauffage, de ventilation, de climatisation, et même un système de divertissement à domicile.

Les propriétaires d'immeubles d'aujourd'hui commencent à prendre conscience de l'impact de leur construction sur l'environnement mondial. Pour remédier à cela, il ne suffit pas qu'un bâtiment contienne simplement les systèmes qui procurent confort et sécurité, les bâtiments du futur doivent aussi relier les différentes pièces d'une manière intégrée, dynamique et fonctionnelle, tout en minimisant les coûts énergétiques et en atténuant l'impact environnemental.

Principalement, les bâtiments intelligents fournissent des services utiles qui rendent les occupants productifs (éclairage, confort thermique, qualité de l'air, sécurité physique, assainissement et bien d'autres ...). Pour atteindre cette vision, il faut ajouter de l'intelligence à plusieurs niveaux. Les bâtiments intelligents utilisent la technologie de l'information pour relier une variété de sous-systèmes, qui fonctionnent généralement indépendamment, de sorte que ces systèmes puissent partager des informations pour optimiser la performance totale du bâtiment. Les bâtiments intelligents fonctionnent même au-delà de leurs limites physiques. Ils sont connectés et répondent au réseau électrique intelligemment, ils interagissent avec les occupants du bâtiment pour leur donner de nouveaux niveaux de visibilité et d'information utile.

1.2 Définition "Maison intelligente"

Selon F-X.Jeuland[18] :

C'est une maison qui dispose de fonctionnalités susceptibles de simplifier la vie de ses habitants au quotidien, de réaliser des économies d'énergie et d'apporter un certain niveau de confort et de sécurité. Elle est ouverte aux évolutions futures par la nature même de ses infrastructures de câblage et par son ouverture au monde numérique

1.3 Gestion technique de bâtiment GTB

1.3.1 Définition

C'est un système qui permet le contrôle automatique des équipements dotés de micro-contrôleur avec une capacité de communication entre eux via des protocoles standard, un système de contrôle-commande centralise et une interface homme-machine permettant la réalisation du suivi de la consommation d'énergie et certaines fonctions d'optimisation pour la gestion de la ventilation, l'éclairage, la climatisation, le chauffage ...[15].

1.3.2 GTB individuelle

Consiste à automatiser des tâches individuelles comme le contrôle de l'éclairage ou un ascenseur sans prendre en compte des événements externe, les propriétaires doivent ensuite recueillir des données à partir de divers endroits.

Caractéristiques :

- Inter-connectivité limitée.
- Réduction de quelque l'intervention manuelle.
- Un minimum de prise de décision.
- Chaque solution GTB nécessite une infrastructure.
- Initiatives de durabilité individuelles.

1.3.3 GTB partielle

Consiste à combiner l'automatisation de quelques activités avec un objectif commun, tels que les systèmes de gestion de l'énergie. Par rapport à

GTB individuelle, ces systèmes sont plus intégrés, nécessitent moins d'intervention manuelle, et permettent une prise rapide de décisions.

Caractéristiques :

- Une inter-connectivité plus importante due à une intégration à l'interface frontale à travers des solutions logicielles spécialisées.
- Intervention manuelle encore plus basse dans la gestion des opérations.
- Prise de décision plus rapide grâce à une vue global.
- Amélioration des initiatives de durabilité avec une analyse minimale.

1.3.4 GTB avec l'internet des objets

Consiste à utiliser l'Internet des objets pour la création des données afin d'avoir une analyse plus approfondie et une prise de décision précise en temps réel.

Caractéristique :

- Communication plus ouverte au niveau des périphériques, stockage intégré et analyse de diverses informations sur les plateformes communes, aussi intervention du cloud.
- Le strict minimum de l'intervention manuelle.
- La prise de décision intelligente en tant que périphériques IP permettent de prendre des décisions ponctuelles automatisées et d'améliorer les connaissances.
- Tirer parti d'une seule infrastructure pour exploiter toutes les solutions GTB.

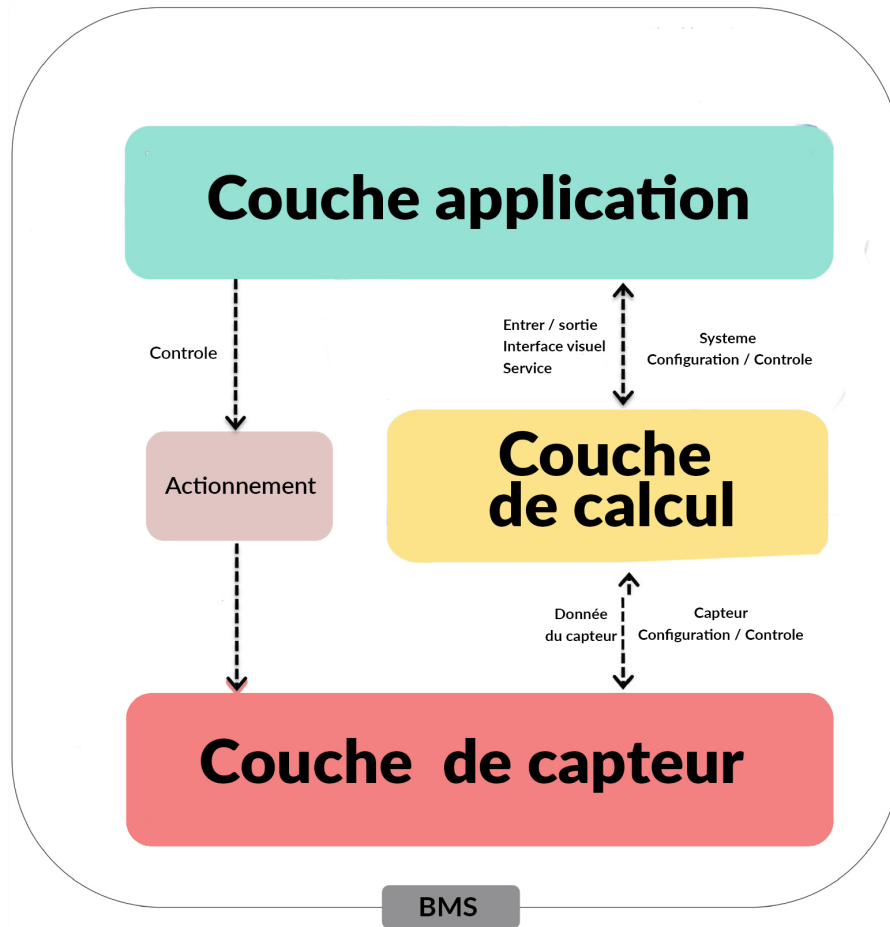
1.3.5 Architecture générale des GTB

Les réseaux de capteur ont permis au GTB de définir leurs grandes composantes. Une architecture générale pour un tel GTB est présentée à la Figure 1.3. Conceptuellement, il peut être devisé en trois éléments clés :

1. *Couche de capteur* : Le bâtiment est surveillé par un ensemble de capteurs qui collectent des données sur un besoin précis. Ces informations sont mises à la disposition de la couche de calcul pour le traitement et l'analyse des données.
2. *Couche de calcul* : Fournit des informations, le contrôle et des recommandations, générée grâce à des calculs algorithmiques et des analyses statistiques, afin d'informer la couche d'application de la bonne décision à prendre.
3. *Couche application* : Cette couche peut être classée en deux catégories : le contrôle des appareils et la fourniture de commentaire (infor-

mation) aux utilisateurs relative à un objectif bien déterminé.

FIGURE 1.1 – Architecture général d'un système de gestion de l'énergie dans les bâtiments

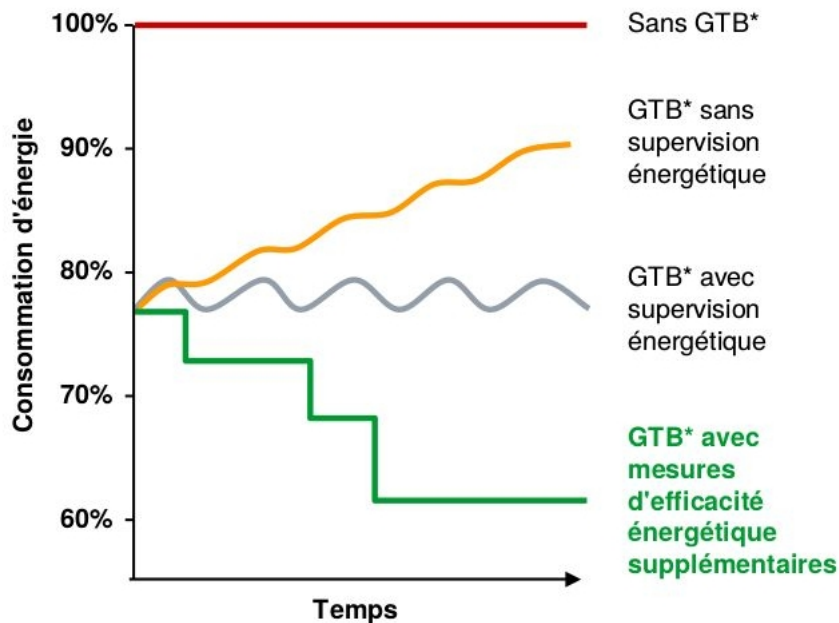


1.4 Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments

Le GTEB (Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments) est un des systèmes de gestion de bâtiment qui s'occupe de la surveillance de l'environnement et des événements basés sur RCSF (Réseaux de Capteurs Sans Fils) afin de récolter des informations détaillées de la consommation d'énergie des

bâtiments, dans le cas où le GTEB est plus sophistiqué avec une rétroaction activée, le système contrôle l'énergie en temps réel afin de minimiser la consommation Figure 1.2, Les GTEB font Partie intégrante des bâtiments dits intelligents [19].

FIGURE 1.2 – Différence entre les systèmes de gestion de l'énergie dans les bâtiments

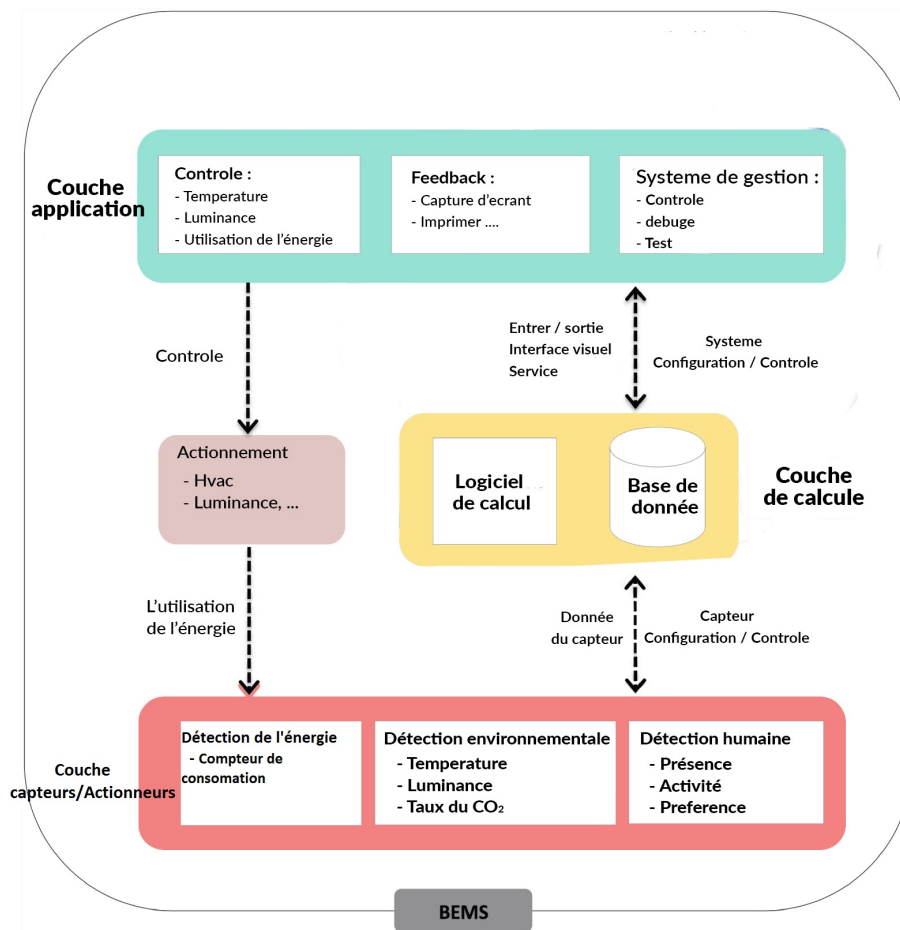


1.4.1 Architecture générale d'un GTEB

Ces systèmes adoptent généralement une architecture à trois niveaux : un réseau de capteur qui retourne la consommation d'énergie, le comportement des occupants et les conditions environnementales ; Un serveur central qui contrôle les appareils électriques dans un bâtiment. La première couche fournit des informations au serveur de contrôle. Ce dernier effectue le calcul sur les informations reçues des capteurs ainsi que des informations obtenues à partir d'autres sources, telles que les conditions météorologiques/prévisions utilisant Internet. Les données sont ensuite exploitées par des algorithmes intelligents pour contrôler l'énergie en éteignant les appareils électriques, en

éteignant les lumières, en réduisant les paramètres CVC et ainsi de suite.[19].

FIGURE 1.3 – Architecture général d'un système de Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments



Couche de capteur

La couche de capteur est une configuration de niveau physique comportant un ensemble de capteurs déployés à l'intérieur d'un bâtiment qui mesurent périodiquement des phénomènes pertinents et envoi des données vers la couche de calcul pour une analyse et un stockage ultérieurs. Ce composant peut être conçu avec trois sous-composants :

- *Détection de l'énergie* : consiste à déployer des compteurs intelligents (capteurs) qui surveillent la consommation de l'énergie dans un bâtiment.

- *Détection environnementale* : c'est un ensemble de capteurs qui recueillent des informations sur les facteurs environnementaux prédominants tels que le niveau de luminance, la température, l'humidité, le niveau de dioxyde de carbone, etc.
- *Détection humaine* : consiste à déployer des capteurs pour la détection de la présence, et une élaboration de modèles de comportement pour un environnement donné.

Couche de calcul

La fonction de la couche de calcul est d'analyser toutes les informations fournis par la couche de capteur. Elle comprend deux composantes :

- *Logiciel de calcul* : permet de faire l'analyse des données reçu par la couche de capteur et définir une solution adoptée en se basant sur des raisonnements logiques, l'exploration des données et ainsi de suite, tout en étant pilotés par les besoins de la couche application.
- *Base de donnée* : sauvegarde toutes les données, y compris en temps réel afin de faire une analyse plus tard, par exemple, les comparaisons d'utilisation de l'énergie, l'historique des calculs et l'appariement de modèles.

Couche application

La couche d'application comporte deux fonctionnalités :

- *Le retour d'information (feedback)* le rôle de cette fonction est de fournir aux habitants et à toute autre partie intéressée des informations concernant la consommation d'énergie. De tels systèmes peuvent présenter des informations d'utilisation d'énergie en temps réel ainsi que l'historique de cette dernière. Ces informations seront visualisées via des périphériques mobiles ou des portails Web, et cela peut être adaptée aux besoins et aux préférences des utilisateurs finaux.
- *Contrôle d'énergie* : dispositifs et appareils pour piloter des systèmes de gestion d'énergie dans le bâtiment conformément aux politiques et aux préférences prédéfinies par les consommateurs. Les préférences peuvent être définies en utilisant des interfaces utilisateur intuitives ; De même la commande peut être exercée via une gamme d'affichages numériques.

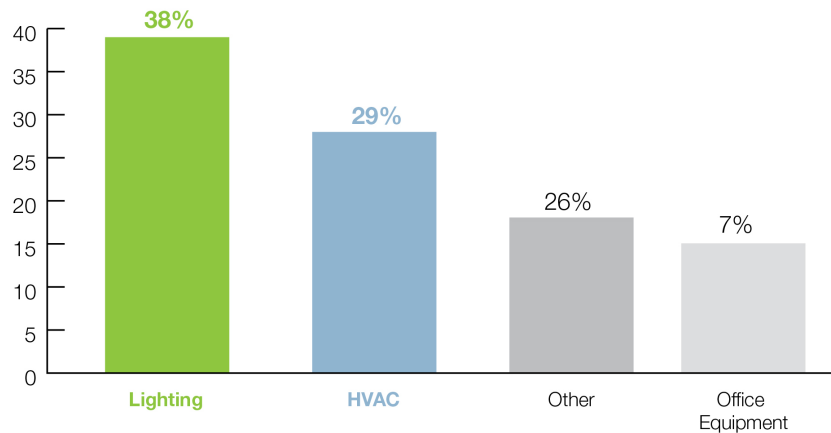
Les techniques d'intelligence computationnelle peuvent être exploitées pour permettre un comportement autonome.

Dans chacune des deux catégories, une interface et un composant de contrôle est nécessaire pour la gestion minimum du GTB.

1.4.2 Exemple d'application

Comme le montre la Figure 1.4 la majorité de la consommation de l'énergie est principalement partagée entre l'éclairage et le CVC

FIGURE 1.4 – Consommation annuelle d'énergie dans un bâtiment commercial [21]



Éclairage

Afin d'optimiser la consommation d'énergie, un contrôle d'éclairage constant, est introduit. L'objectif est de fournir une intensité d'éclairage constante de 500 Lux sur les surfaces de travail. Le capteur de luminosité mesure l'intensité lumineuse actuelle à cet effet. En utilisant cette valeur et la différence à l'intensité lumineuse requise, le contrôleur de lumière calcule un réglage de luminosité pour les actionneurs. Entre 28% et 66% de l'énergie électrique utilisée pour l'éclairage peut être économisée avec cette méthode de contrôle, selon la saison, la météo et l'emplacement du bâtiment. Enfin, il est possible de détecter le niveau d'occupation de la pièce à l'aide d'un capteur de présence et de mettre en œuvre un système de commande d'éclairage dépendant de l'occupation. Si la pièce n'est pas occupée, l'éclairage peut être coupé automatiquement si quelqu'un a omis de l'éteindre manuellement. La commande automatique dépendante de la présence peut économiser 13% de l'énergie destinée à l'éclairage [4].

CVC

Environ un tiers de toutes les unités de CVC commerciales sont trop conséquentes pour les espaces qu'elles occupent, ce qui entraîne souvent une

consommation excessifs d'énergie qui se traduit par une grande perte financière d'un bâtiment.

Une mauvaise gestion de l'énergie implique une répercutions sur les honoraires des locataires ou une augmentation des coûts pour les produits et services, ce qui rend les entreprises moins compétitives - en particulier lorsque cet argent pourrait être investis dans la recherche, le développement...

grâce à de nombreux types de capteurs et un système de GTEB, le CVC n'est plus un système surdimensionné, mais un système de «taille-droite» qui ajuste ses paramètres par rapport aux taux d'occupation, la température, la qualité de l'air à intérieur, l'humidité, consignes de confort..., pour une utilisation plus efficace de l'énergie tout en réduisant les coûts opérationnels, qui peuvent être réaffectées à d'autres domaines [3].

Contrôle stores

Le contrôle des stores, des fenêtres et des volets offre du confort tout en réduisant la consommation d'énergie. les fenêtres peuvent être programmées pour s'ouvrir automatiquement si le niveau de dioxyde de carbone dépasse un certain seuil ou si la qualité de l'air chute, Tandis que le refroidissement nocturne peut naturellement réduire la température interne du bâtiment. Les stores peuvent être ouverts et fermés grâce à un bouton ou programmés pour s'adapter automatiquement afin d'optimiser la lumière naturelle ou de réduire l'éblouissement.

1.5 Internet des objets

IDO (Internet des objets) est un concept qui représente l'expansion du réseau Internet à des objets ou des lieux du monde physique, autrement dit, c'est un ensemble de technologies et d'application qui équipent des objets (exemple : capteur) et des emplacements qui communiquent entre eux pour donner leur état, leurs positions ou d'autres attributs [11], afin de générer toutes sortes d'informations utiles dans la prise de décision faite par des dispositifs ou des individus (personnes) dits intelligents.

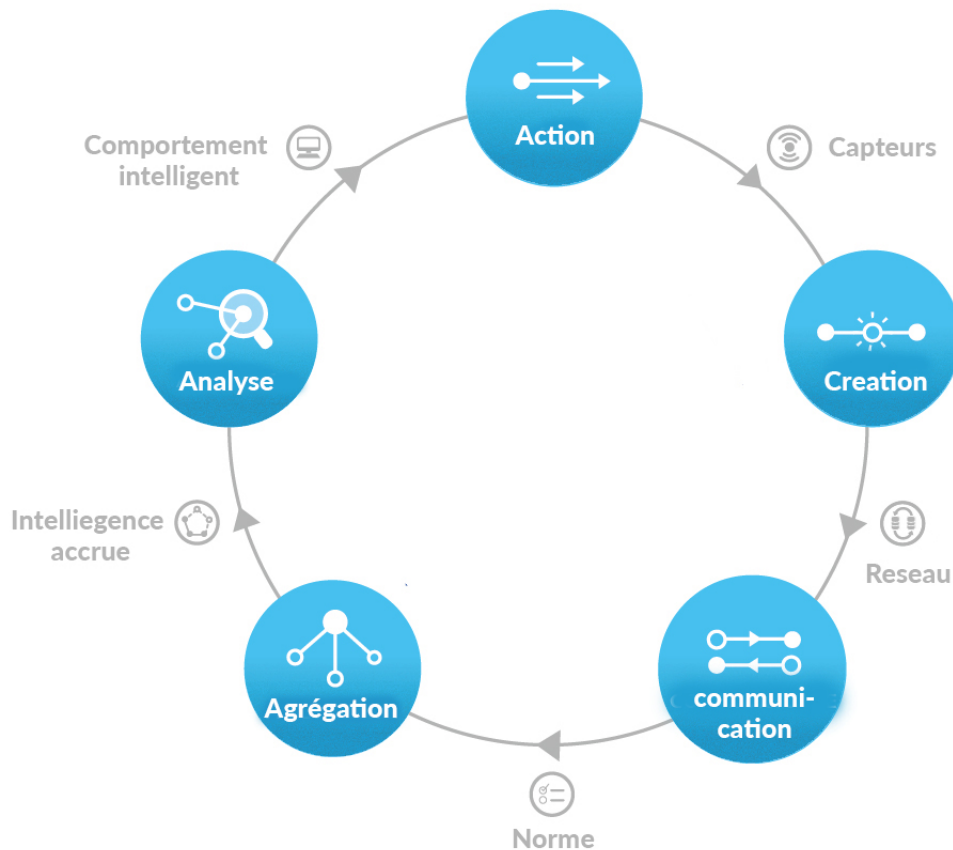
Techniquement, l'IDO est une extension du système de nomination internet de sort où il est possible d'identifier des éléments virtuels (URL de sites web par exemple) et des éléments physiques (comme un objet dans un entrepôt)[20]. Mais l'identification est directe grâce à l'utilisation d'un sys-

tème d'identification électronique (puces RFID, micro-contrôleur, etc.) Sans avoir besoin de saisir manuellement le code de l'objet. Le réseau s'étend jusqu'à lui afin de créer une forme de passerelle entre le monde physique et virtuel tout cela a été permis grâce aux nombres importants d'adresses fournies par la pile protocolaire IPV6.

1.5.1 boucle de création de l'information

Le processus suivi et les technologies utilisé pour la création des données est décrit par la figure 1.5.

FIGURE 1.5 – Processus de la création de l'information déclenché par l'action [10]



Processus de création de information

On peut distinguer 5 étapes majeures dans notre boucle :

- **La création** : c'est l'utilisation des capteurs pour la création des données à propos d'un changement d'état ou d'un événement.
- **La communication** : c'est l'acheminement des données d'une place à une autre via l'utilisation d'un réseau.
- **L'agrégation** : c'est la collecte des données créées à des moments différents ou à partir de différentes sources. Par exemple : une collecte d'informations à partir de plusieurs GTB dans un bâtiment pour être rassemblée dans les plateformes communes.
- **L'analyse** : le discernement du modèle ou de la relation entre les événements qui conduit à la prédiction et à la prescription d'une action.
- **L'action** : C'est l'initialisation, le maintien, le changement d'état ou un événement physique.

Technologies utilisées

- **Capteur** : Un dispositif électronique qui produit des données électriques, optiques ou numériques provenant d'un état physique ou événement. Les données produites par les capteurs sont ensuite transformées par voie électronique, par un autre dispositif, en information (sortie) qui est utile dans la prise de décision fait par des dispositifs ou des individus (personnes) "intelligentes" [16].
Par exemple : envoie un signal de la température dans un poulailler.
- **Réseau** : c'est un mécanisme de communication basée sur un signal électrique. par exemple : communication de plusieurs partir d'un GTB entre eux afin de générer un nouvel ensemble de données.
- **Norme** : c'est des standards de communication utilisée par des périphériques pour permettre le traitement et l'interopérabilité de donner, par exemple : l'ensemble de normes concernant les réseaux sans fil local "IEEE 802.11".
- **Intelligence accrue** : c'est les outils d'analyse qui améliore la capacité de description, de prédiction et l'exploitation des relations entre les événements. autrement dit, c'est un logiciel qui apprend et peut remplacer les êtres humains dans quelque situation. par exemple : le regroupement des informations peut être analysé par différent outil pour la prédiction ou la prescription des action dans un bâtiment.
- **Comportement intelligent** : c'est des technique et technologie qui permet l'amélioration des capacités cognitives de la machine (par : exemple la prise de décision et le jugement) et l'amélioration d'exé-

cution ou l'actionnement (exemple : plus de force, de vitesse et de précision). Par exemple : cela permet au GTB de prendre des décisions intelligentes cas du GTB sophistiqué.

1.5.2 Type de capteur

Généralement, les capteurs sont classés en deux catégories, les capteurs actifs et les capteurs passive, les capteurs active, c'est les capteurs qui émettent de l'énergie, comme par exemple un radar, une unité de radar émet un signal qui rebondit sur un objet physique afin d'être détecté" par le système de radar. Par contre les capteurs passifs reçoivent de l'énergie par exemple : une caméra qui reçoit des signaux lumineux et afin de les capturer sur un périphérique de stockage. Voici quelque exemple de capteurs fréquemment utilisé dans le secteur des maison intelligente :

- **Capteur de lumière** : Permet de détecte la présence de la lumière dans un environnement donnée.
- **Capteur présence** : Permet la détection de la présence des personne ou des animaux dans un endroit même si il ne son pas en mouvement.
- **Capteur de mouvement** : Permet la détection de la présence des personnes dans un endroit que s'il son en mouvement, s'il arrête de bouger le capteur ne génère plus se signale.
- **Capteur de température** : Deux types de capteur existe, le premier permet de mesurer la température au contact d'un objet physique et le deuxième sans contact, par exemple : mesure de la température dans un endroit.

Conclusion

La Gestion Technique et Énergétique des Bâtiments a été identifiée comme un axe technologique de développement dans les années 80, sans que l'on ait réellement atteint les objectifs initiaux.

La Domotique s'ouvre aujourd'hui encore plus largement vers la définition d'un habitat économe et respectueux de l'environnement.

De nombreux travaux de démonstration ont été réalisés dans le monde pour illustrer les technologies disponibles. Nous avons présenté, dans ce chapitre, l'essentiel de ce qui a été fait et décrit les principales avancées montrant que le problème est plus un problème de conception qu'un problème de disponibilité des technologies pour certifier, sécuriser et assurer la pérennité des systèmes face à la diversité des services émergents.

L'opérationnalité de ce concept est démontrée et notre objectif est d'en faire la base d'une structure générale d'un habitat, confortable, sûr et surtout l'axe le plus important de cette recherche d'être non seulement automatisé et fournir un niveau de confort élevé mais aussi le système doit être économe en énergie.

Chapitre 2

Conception : Gestion Énergétique des bâtiments

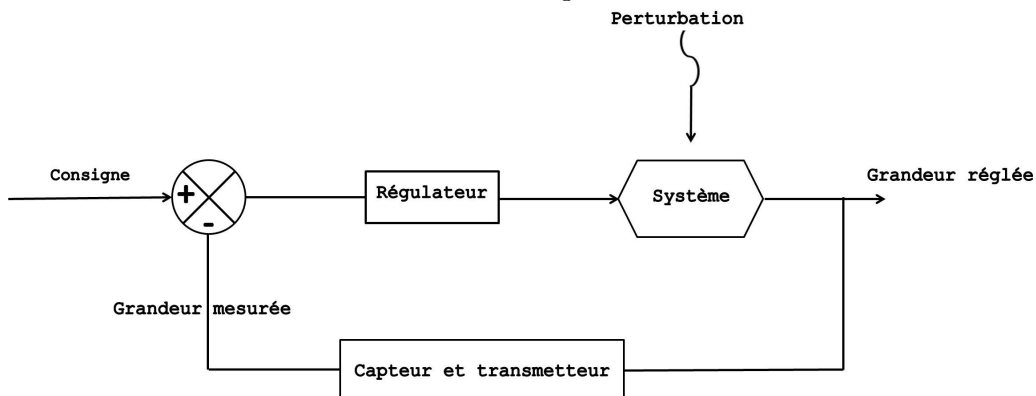
2.1 Introduction

Dans ce chapitre on va essayer de présenter, la conception électronique et informatique de notre système ; Pour réaliser un système de gestion d'énergie des bâtiments il est nécessaire d'établir une conception de chacun de ces acteurs et les représenter graphiquement pour bien connaître les différentes interactions entre ces derniers.

2.1.1 Définition de la régulation automatique

La régulation est l'action de régler automatiquement une grandeur de telle sorte que celle-ci garde constamment sa valeur ou reste proche de la valeur désirée, quelles que soient les perturbations qui peuvent subvenir. Pour notre cas on désire réguler le courant électrique qui alimente les lampes de lumière cette régulation est calculé selon des valeurs retournées par d'autre capteurs. On veut créer un système de gestion de l'énergie électrique efficace et avec une perte de l'énergie qui tend vers le zéro. La formulation graphique du problème est schématisée dans la figure.

FIGURE 2.1 –
Feedback contrôle de la régulation automatique



Pour la conception d'un tel système, nous nous sommes intéressés à la carte Arduino. ‘

2.2 La plateforme Arduino

De nos jours la plateforme Arduino est devenue un outil de grande utilité dans le domaine de la domotique et tant d'autres domaines.

2.2.1 Présentation général d'Arduino

Le système Arduino est une carte électronique basée autour d'un micro-contrôleur et de composants minimum pour réaliser des fonctions plus ou moins évoluées à bas coût. Elle possède une interface USB pour la programmer.

FIGURE 2.2 – Carte Arduino Uno

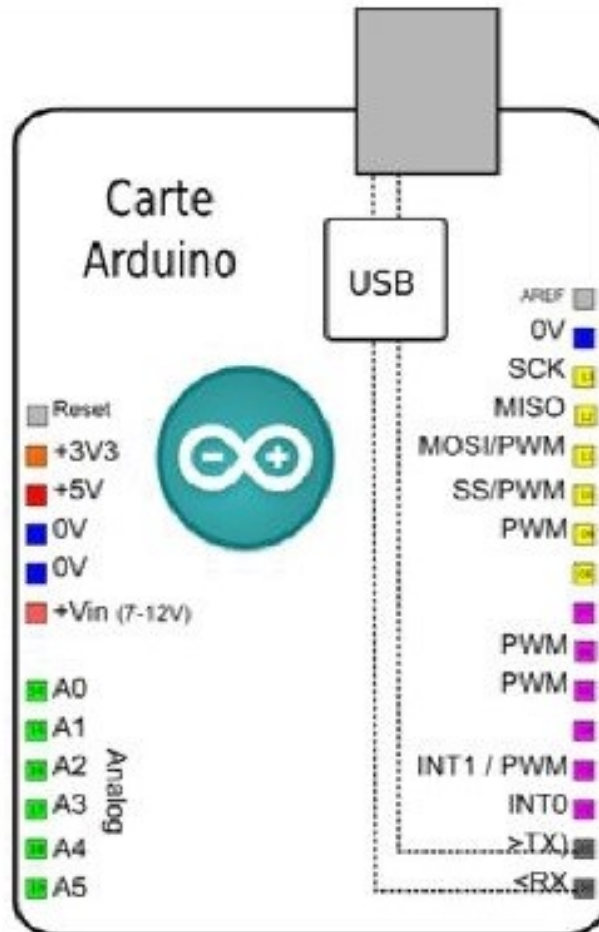


C'est une plateforme open-source qui est basée sur une simple carte à micro-contrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à micro-contrôleur.

Arduino peut être utilisé pour développer des applications matérielles industrielles légères ou des objets interactifs (création artistiques par exemple), et peut recevoir en entrées une très grande variété de capteurs. Arduino peut aussi contrôler une grande variété d'actionneurs (lumières, moteurs ou toutes autres sorties matériels). Les projets Arduino peuvent être autonomes, ou communiquer avec des logiciels sur un ordinateur (Flash, Processing ou Max MSP). Les cartes électroniques peuvent être fabriquées manuellement ou bien être achetées pré-assemblées ; le logiciel de développement open-source est téléchargeable gratuitement.

Le schéma électronique de la carte est présenté de la figure 2.3

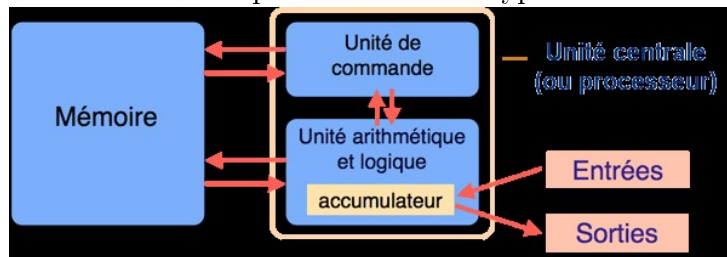
FIGURE 2.3 – Schéma électronique de la carte Arduino



Les micro-contrôleurs

Un micro-contrôleur est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires (mémoire morte pour le programme, mémoire vive pour les données), unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties. Les micro-contrôleurs se caractérisent par un plus haut degré d'intégration, une plus faible consommation électrique (quelques milliwatts en fonctionnement, quelques na-no watts en veille), une vitesse de fonctionnement plus faible (quelques mégahertz à quelques centaines de mégahertz) et un coût réduit par rapport aux microprocesseurs polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

FIGURE 2.4 – schéma simplifié du contenu type d'un micro-contrôleur



Caractéristique de la carte ARDUINO UNO

TABLE 2.1 – Arduino Uno R3

Microcontrôleur	Atmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA, 200mA pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	32 KB (Atmega328)
Mémoire Programme Flash	32 KB (Atmega328)
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (Atmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (Atmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

2.3 Les Capteurs

2.3.1 Capteur de lumière

Description

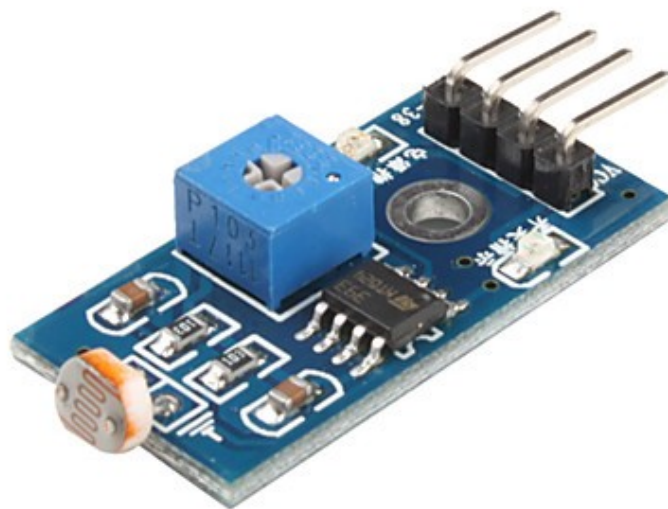
Module basé sur une résistance variable avec la lumière et un amplificateur LM393. Le module possède une sortie digitale et une sortie analogique. La sensibilité est réglable via un potentiomètre (pour la sortie digitale). Le module se raccorde sur une entrée digitale ou analogique d'une carte Arduino ou compatible [8].

Fonctionnement

- sortie digitale : la sortie passe à l'état bas lorsque le module reçoit suffisamment de lumière (seuil réglable via potentiomètre). - sortie analogique : la sortie est inversement proportionnelle à la quantité de lumière reçue.

- **Alimentation** : 3,3 à 12 Vcc.
- **Sorties** : Vcc, Gnd, D0 et A0.
- **Dimensions** : 38 x 14 x 8 mm.

FIGURE 2.5 – Capteur de lumière



2.3.2 Capteur de mouvement PIR

Les capteurs PIR, pour Passive Infrared Sensor (capteur infrarouge passif) permettent de détecter la présence d'humains mobiles dans le champ du capteur ; Ils sont utilisés dans divers systèmes de sécurité et détecteurs de mouvements. On en trouve à bas coût, et ils sont très simples à utiliser. Cet article servira dans notre cas pour évaluer l'état des lieux (occupé ou libre) pour déclencher des calculs et des actions par la suite. Ces capteurs n'émettent rien (d'où le passif dans le nom), mais au contraire captent les rayonnements infrarouges émis les êtres vivants à sang chaud passant dans le champ de détection du capteur. Pour élargir la zone de détection, ceux-ci sont souvent recouverts d'une lentille dite de Fresnel. Des composants électroniques divers traitent la sortie brute du capteur en lui-même et permettent d'obtenir une sortie numérique en fonction du mouvement détecté. Ce module se raccorde sur une entrée digitale du Grove Base Shield ou du Mega Shield via un câble 4 conducteurs inclus [29].

Principe de fonctionnement

Un capteur infrarouge permet de détecter un mouvement dans son champ de vision en se basant sur l'infrarouge. On parle aussi de capteur pyroélectrique ou PIR. Le PIR sont capable de détecter une variation des ondes infrarouges, ce qui génère un courant électrique. Dans le cas de notre capteur, il est en fait divisé en deux parties différentes reliées ensemble afin de détecter une variation lors qu'une des moitiés capte plus qu'une autre. On a ainsi un relevé d'une différence, et non plus d'une valeur simple. Lors d'un mouvement, la variation des deux moitiés vont varier, et on va donc capter cette variation positive.

Caractéristiques du capteur RIP

Le tableau suivant présente les caractéristiques du capteur de présence RIP.

TABLE 2.2 – table des descriptions des fonctions du capteur PIR

Fonction	Description
Interface	compatible Grove
Alimentation	3 à 5 Vcc
Consommation	150 microA
Portée maxi	3 m maxi par défaut (ajustable)
Angle de détection	120 degrés
Temps de réponse	1 s à 25 s
Dimensions	20 x 40 mm
Température de service	-20 C à +70 C

FIGURE 2.6 – Capteur de mouvement



2.3.3 Capteur de température

Ce capteur possède une plage de température allant de -55 C à 125 C avec une tolérance comprise entre -0.5 C/+0.5 si celle-ci se situe entre -10C et 80 C. La température peut être codée dans une variable allant de 9 à 12 bits, ce qui offre une résolution de 0.0625 C sur 12 bits. Le prix à payer est un temps d'acquisition plus long, de 93.75ms sur 9 bits, celui-ci passe à 750ms sur 12 bits L'avantage d'être un capteur numérique est que l'on peut le brancher sur n'importe quelle borne de l'Arduino (et non pas uniquement sur l'une des 6 entrées analogique), et qu'il est moins sujet aux parasites. Notre choix de ce capteur revient à la technologie de « one wire » (1 fil) permet de pouvoir brancher plusieurs capteurs sur la même broche de l'Arduino. En fait chaque capteur possède une adresse unique codée sur 64 bits qui associé à une librairie chargée dans l'Arduino, permet de dissocier chacun des modules. Autrement dit, là où il nous fallait une carte Arduino UNO complète pour brancher 16 capteurs, avec ce module, on peut tout mettre sur 1 seule entrée. (Car c'est un capteur numérique, et non pas analogique) [1].

Caractéristiques techniques

- Utilisable sur une vaste plage de température : -55 à 125C.
- Résolution : de 9 à 12 bits (sélectionnable).
- Interface : 1-Wire - Une seule broche digitale nécessaire pour la communication.
- Identification unique à 64 bit ID (assigné au senseur durant sa fabrication).
- Plusieurs senseurs peuvent partager la même broche digitale.
- Précision : 0.5C de -10C à +85 degrés dégréé celsius.
- Système d'alarme lorsque la température limite est atteinte.
- Temps de réponse : moins de 750ms par interrogation du senseur.
- Utilisable de 3.0V à 5.5V pour l'alimentation et data.

2.3.4 Le capture De Gaz Monoxyde de carbone

Le module qu'on a choisi est basé sur le capteur MQ7 permettant de détecter la présence de monoxyde de carbone CO de 20 à 2000 ppm. Haute sensibilité et temps de réponse rapide. La sensibilité est réglable par potentiomètre [28].

Ce module se raccorde sur une entrée analogique ou digitale d'une carte compatible Arduino ou directement sur le shield d'expansion E/S via le cordon inclus.

FIGURE 2.7 – Capteur de température



Principe de fonctionnement

Le MQ-7 est capteur sensible au CO avec une conductivité plus faible dans l'air pur. Il fait la détection par méthode de cycle haute et basse température, et détecte le CO à basse température (chauffé de 1,5 V). La conductivité du capteur augmente avec la concentration du gaz CO à haute température (chauffée Par 5.0V), il ignore complètement les autres gaz absorbés à faible température. Notre choix s'oriente vers ce capteur grâce à ses avantages comme le variateur de sensibilité qui permet le changement de conductivité correspondante au signal de sortie par rapport la concentration du gaz .

Caractéristiques

- Alimentation : 5 Vcc
- Sortie analogique
- Sortie digitale
- Temps de réponse rapide et haute sensibilité
- Longue durée de vie et bonne stabilité
- Dimensions : 37 x 27 x 14 mm

FIGURE 2.8 – Capteur de gaz



2.4 Modélisation UML

Pour modéliser le comportement du système on a pensé à utiliser UML comme langage de modélisation

2.4.1 Présentation générale d'UML

UML est un langage unifié de modélisation objets. Ce n'est pas une méthode, il ne donne pas de solution pour la mise en œuvre d'un projet. C'est avant tout un formalisme graphique issu de notations employées dans différentes méthodes objets. UML utilise l'approche objet en présentant un langage de description universel. Il permet grâce à un ensemble de diagrammes très explicites, de représenter l'architecture et le fonctionnement des systèmes informatiques complexes en tenant compte des relations entre les concepts utilisés et l'implémentation qui en découle. UML est avant tout un support de communication performant, qui facilite la représentation et la compréhension de solutions objet :

- Sa notation graphique permet d'exprimer visuellement une solution objet, ce qui facilite la comparaison et l'évaluation de solutions.
 - L'aspect formel de sa notation, limite les ambiguïtés et les incompréhensions.
 - Son indépendance par rapport aux langages de programmation, aux domaines d'application et aux processus, en fait un langage universel.
- UML est donc bien plus qu'un simple outil qui permet de "dessiner" des représentations mentales... Il permet de parler un langage commun, normalisé

mais accessible, car visuel [12].

2.4.2 Diagramme d'état transition

Les diagrammes d'états-transitions d'UML décrivent le comportement interne d'un objet à l'aide d'un automate à états finis. Ils présentent les séquences possibles d'états et d'actions qu'une instance de classe peut traiter au cours de son cycle de vie en réaction à des événements discrets (de type signaux, invocations de méthode). Le diagramme d'états-transitions est le seul diagramme, de la norme UML, à offrir une vision complète et non ambiguë de l'ensemble des comportements de l'élément auquel il est attaché. En effet, un diagramme d'interaction n'offre qu'une vue partielle correspondant à un scénario sans spécifier comment les différents scénarios interagissent entre eux[7]. On peut modéliser le comportement de notre système via le diagramme suivant :

Le diagramme précédent a illustré les états du scénario de notre système de gestion de l'énergie principalement, par la suite on va donner des explications en détails des états fournis dans le diagramme :

P = Présence humaine, L = Lumière ambiante, U1 = Utilisateur, lux = unité de calcul de la lumière ambiante.

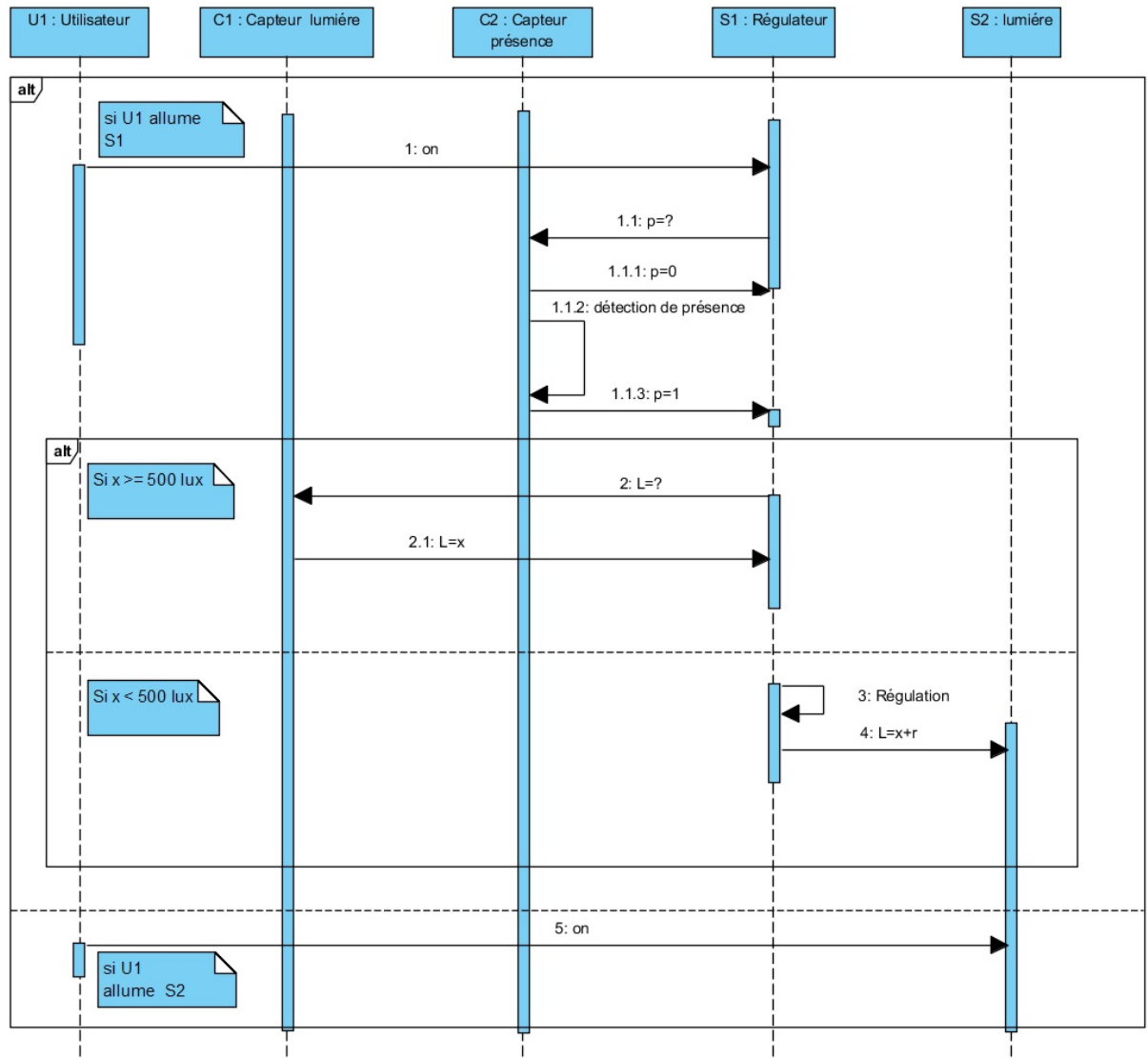
- **État Idle** : c'est quand le système est en pause c'est-à-dire il utilise aucune ressource on peut avoir cet état dans le cas où le système est éteint ou bien si l'utilisateur a décidé d'allumer la lumière sans la régulation.
- **État Aware** : on passe à cet état quand on active la régulation automatique ou quand on veut sortir du mode manuel après activation de ce dernier dans cet état le système est vigilant et il est prêt à passer à d'autres états s'il reçoit une information de ces capteurs ou du système lui-même en d'autres termes l'automate maintient cet état tant que le niveau de la lumière est supérieur ou égal 500 lux ou si les capteurs détectent aucune présence dans l'espace contrôlé par la régulation.
- **État S1 lumière activé** : cet état est entamé si le résultat de la détection de présence est positif est le niveau de la lumière est inférieur à 500 lux donc la lumière sera activée avec une régulation automatique et en temps réel on fait passer le courant suffisant pour ajouter la différence de lumière, en additionnant le niveau de la lumière activée et la lumière naturelle on trouve plus ou moins 500 lux.
- **État S2 Lumière activé** : on passe à cet état si l'utilisateur décide d'allumer la lumière complètement et sans régulation ou bien si la lumière ambiante égale à zéro, donc on arrête le régulateur pour économiser l'énergie que le système consomme.

2.4.3 Diagramme de séquence

La modélisation avec les diagrammes de séquence sert à représenter graphiquement les interactions temporelles entre les objets et aussi la chronologie des messages échanger entre les objets et avec les différents acteurs.

Le diagramme qu'on va le présenter par la suite représente le scénario responsable de la gestion de la lumière [26].

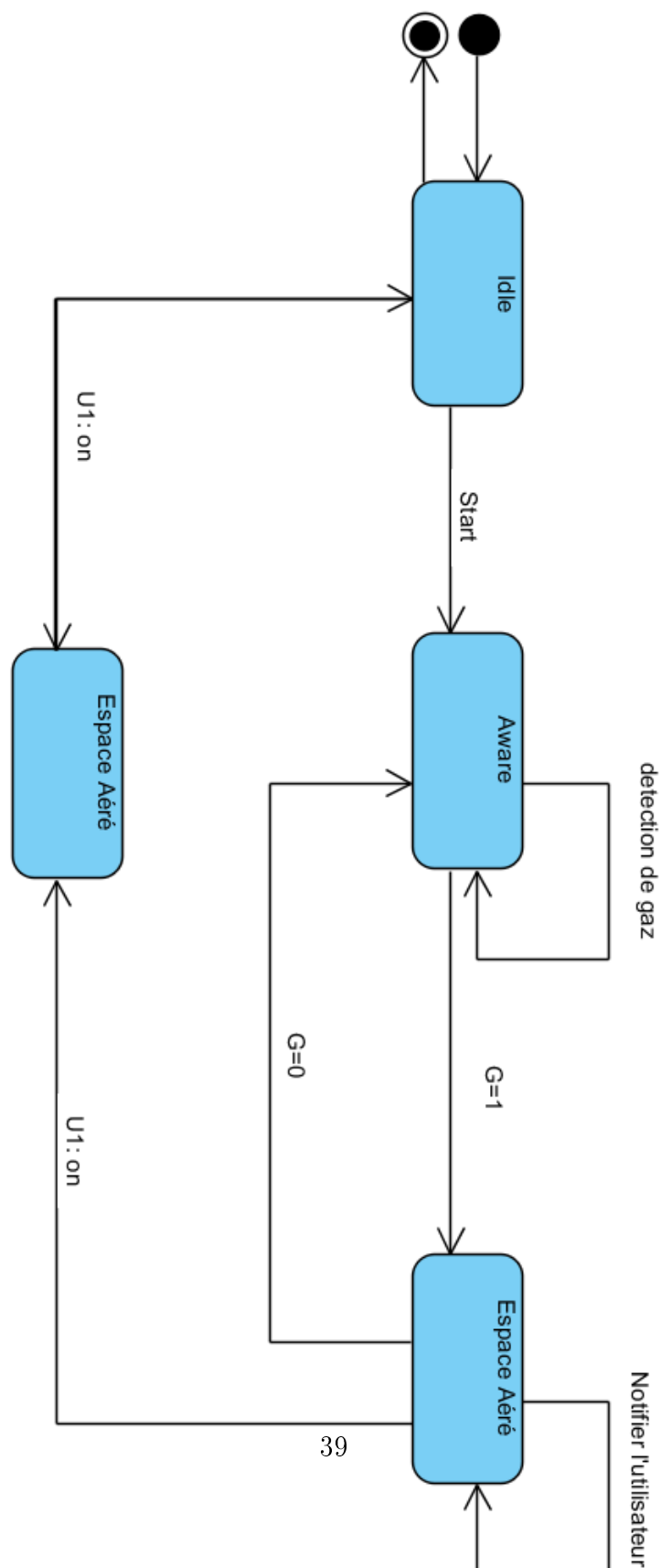
FIGURE 2.10 – Diagramme de séquence Scénario lumière



Les diagrammes présenter précédemment concernent seulement la partie du système responsable à la gestion de la lumière, par la suite on va présenter la modélisation du système qui gère les fuites du gaz et les actions exécuter pour éviter des incendies due ces fuites-là.

2.4.4 Diagrammes d'état de transition (Gaz)

FIGURE 2.11 – Diagramme d'état de transition gaz



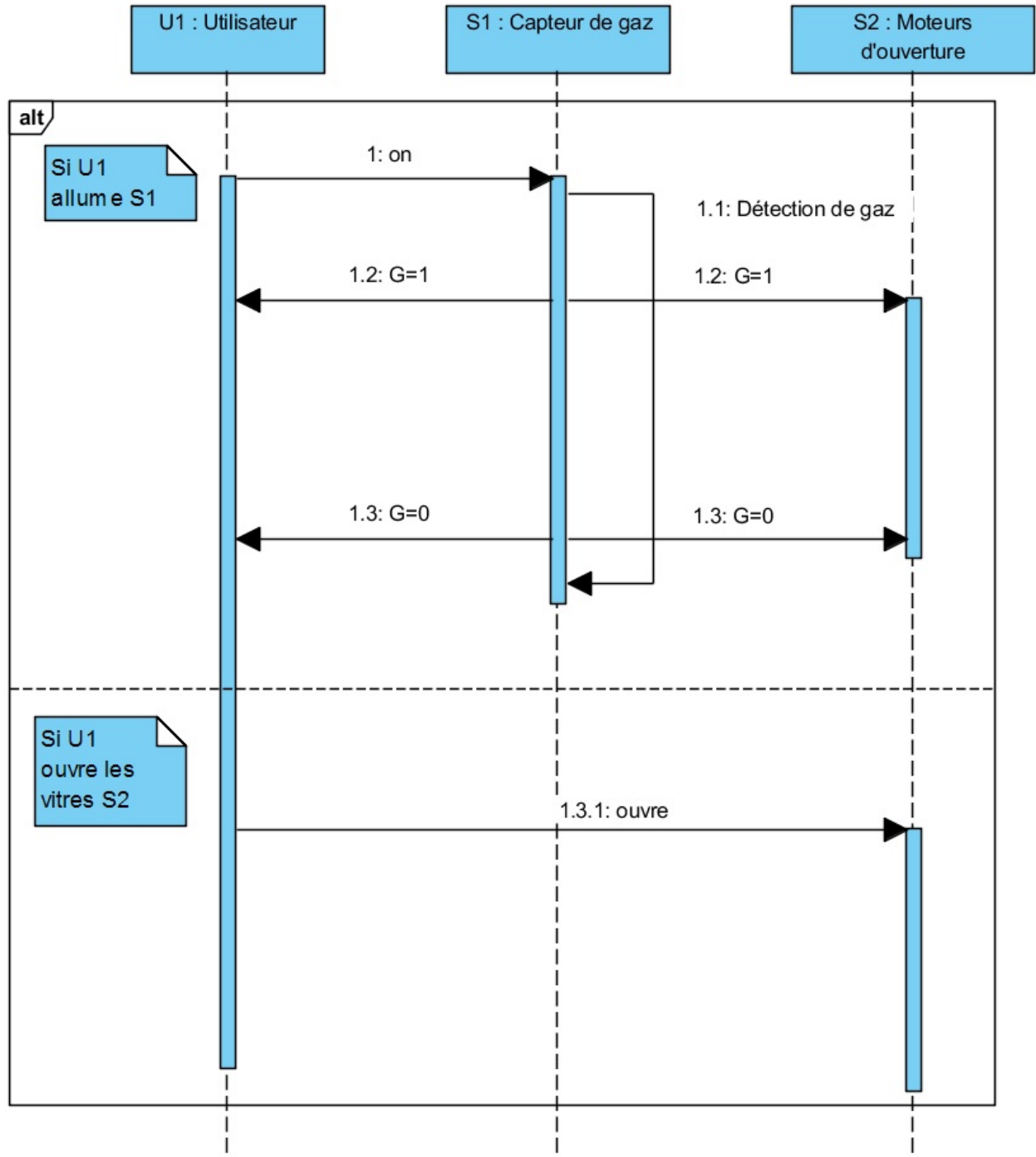
Le diagramme précédent a illustré les états du scénario de notre système de gestion des fuites de gaz.

- **État Idle** : c'est quand le système est en pause c'est-à-dire il utilise aucune ressource on peut avoir cet état dans le cas où le système est éteint ou bien si l'utilisateur a décidé d'ouvrir les ouvertures connecter à notre système.
- **État Aware** : on passe à cet état quand on active le système et que les ouvertures sont fermées dans cet état les capteurs de gaz sont activés et ils retournent un en cas de détection de gaz.
- **État S1 Espace Aéré** : cet état est entamé si le résultat de la détection de gaz est positif et les ouvertures connecter sont fermés on actionne l'ouverture des fenêtres grâce au moteur connecter et gérer directement par le système, aussi dans cet état on envoie une notification à l'utilisateur et on affiche une alerte.
- **État S2 Espace Aéré** : on passe à cet état si l'utilisateur décide carrément d'ouvrir les fenêtres quand le système est en marche.

2.4.5 Le diagramme de séquence (Gaz)

Ce diagramme représente les fonctionnalités de calculer le niveau de Gaz dans l'air et déclenche une alerte en cas de danger tout en notifiant le client .

FIGURE 2.12 – Diagramme de séquence contrôle fuites de gaz



2.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu expliquer les différentes interactions entre les différents acteurs de notre système à travers la définition de ces derniers (Acteurs : informatique, électronique et mécanique) et de leurs rôles. La conception mécanique ne fait pas partie de notre étude donc on a créé un modèle d'étude (Maquette) pour atteindre nos objectifs. Ainsi, nous pouvons entamer l'implémentation de notre système que nous verrons dans le prochain chapitre.

Chapitre 3

Réalisation : Système de Gestion Énergétique des bâtiments

3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons procéder à la réalisation de notre système de gestion d'énergie des espaces intelligents, A ce stade le système doit être en mesure de percevoir, de réagir à l'environnement et de s'adapter en fonction des différents scénarios qui lui seront imposé. Il s'agit donc d'utiliser au mieux toutes les informations acquises, lors des précédents chapitres pour accomplir les tâches de gestion et suivi de manière autonome et efficace en termes de consommation d'énergie.

3.2 Présentation de l'Espace de développement Intégré (IDE) Arduino

Le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information, ce programme appelé IDE Arduino. Dans un premier temps on a effectué nos tests (développement et télé-versement) à travers l'IDE Arduino qu'on va présenter par la suite [17].

3.2.1 Description de l'interface

Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

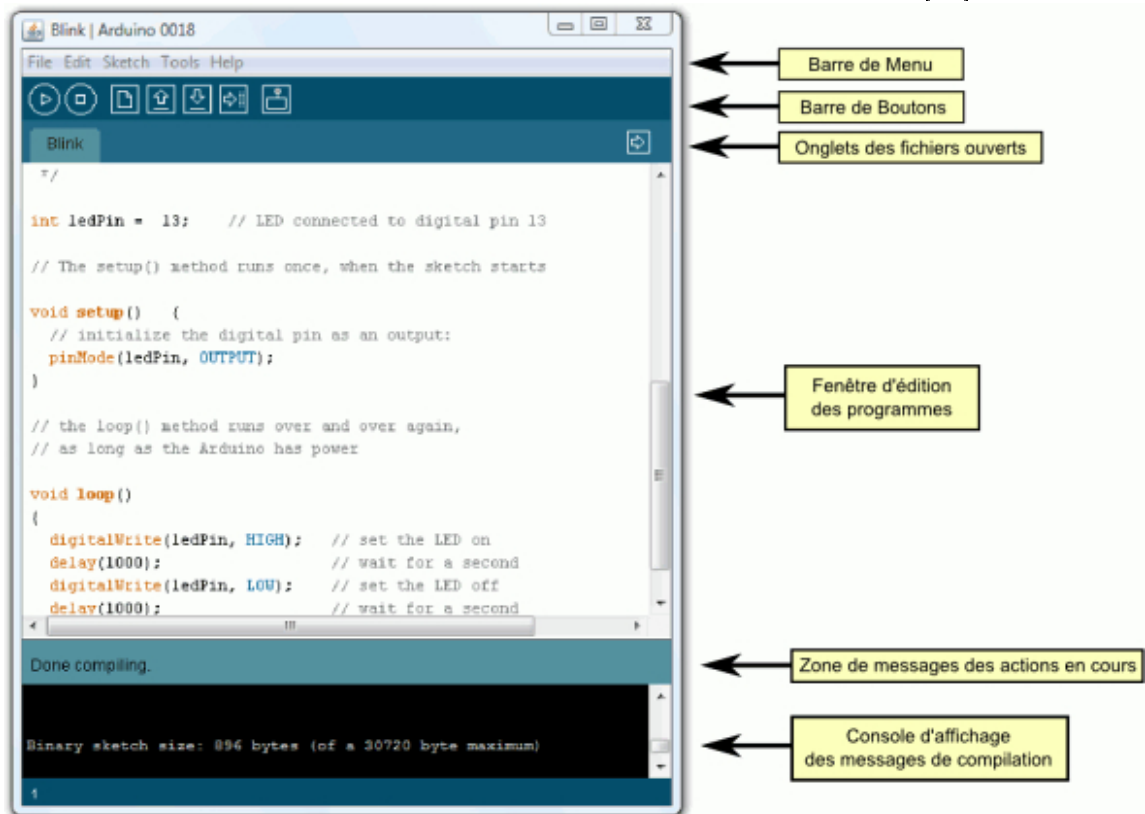
- De pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino.
- De se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes.
- De communiquer avec la carte Arduino.

Cet espace de développement intégré (IDE) dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino comporte :

- Une barre de menu comme pour tout logiciel une interface graphique (GUI).
- Une barre de bouton qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation.
- Une zone de texte qui affiche indique l'état des actions en cours.
- Une console texte qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme. Figure 3.1
- Un terminal série (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino.

Cette fonctionnalité permet une mise au point facilitée des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes [6]. Figure 3.2

FIGURE 3.1 – présentation des éléments de l'Arduino software[25]



3.2.2 Structure générale du programme

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C. L'injection du programme se fait aussi à travers cet éditeur après une compilation complète du programme avant qu'il soit prêt à être télé-verser vers la carte il faut bien préciser le type de la carte et le port de communication.

Malgré la puissance et l'efficacité de ce logiciel mais Arduino IDE n'a absolument aucun module de schématisation et de conception des montages

FIGURE 3.2 – présentation terminal série [25]

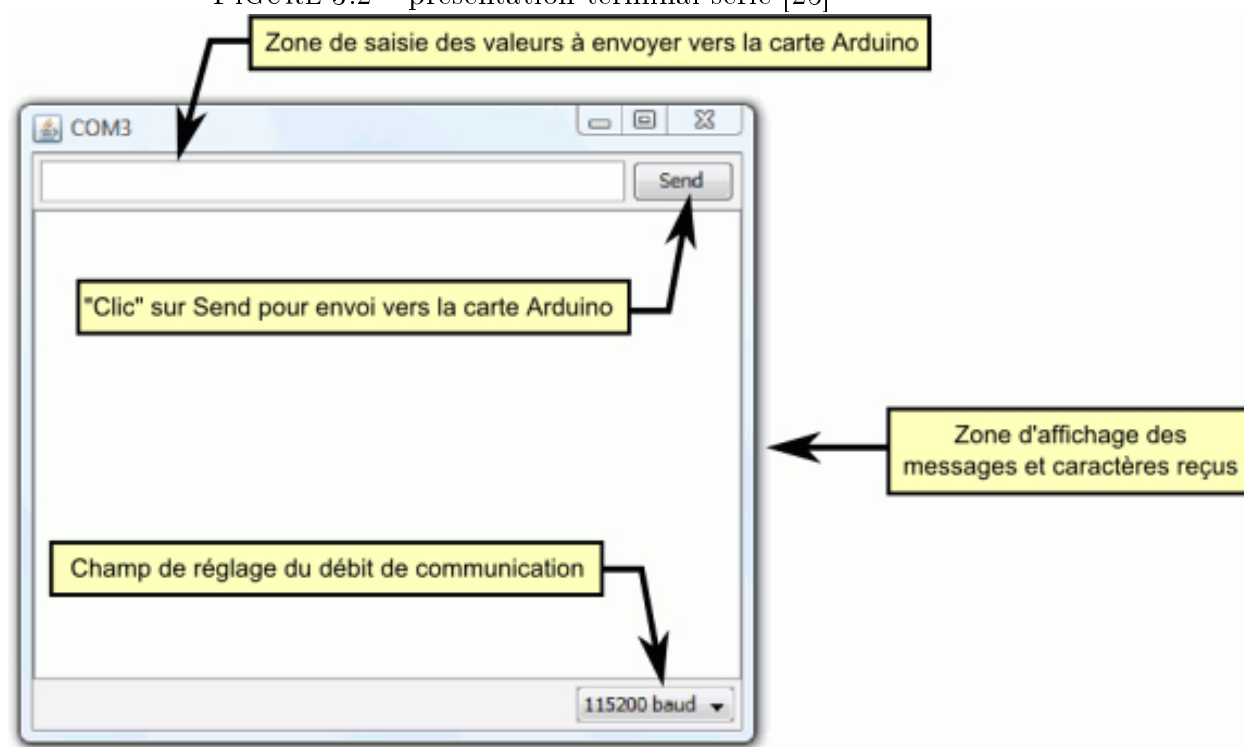
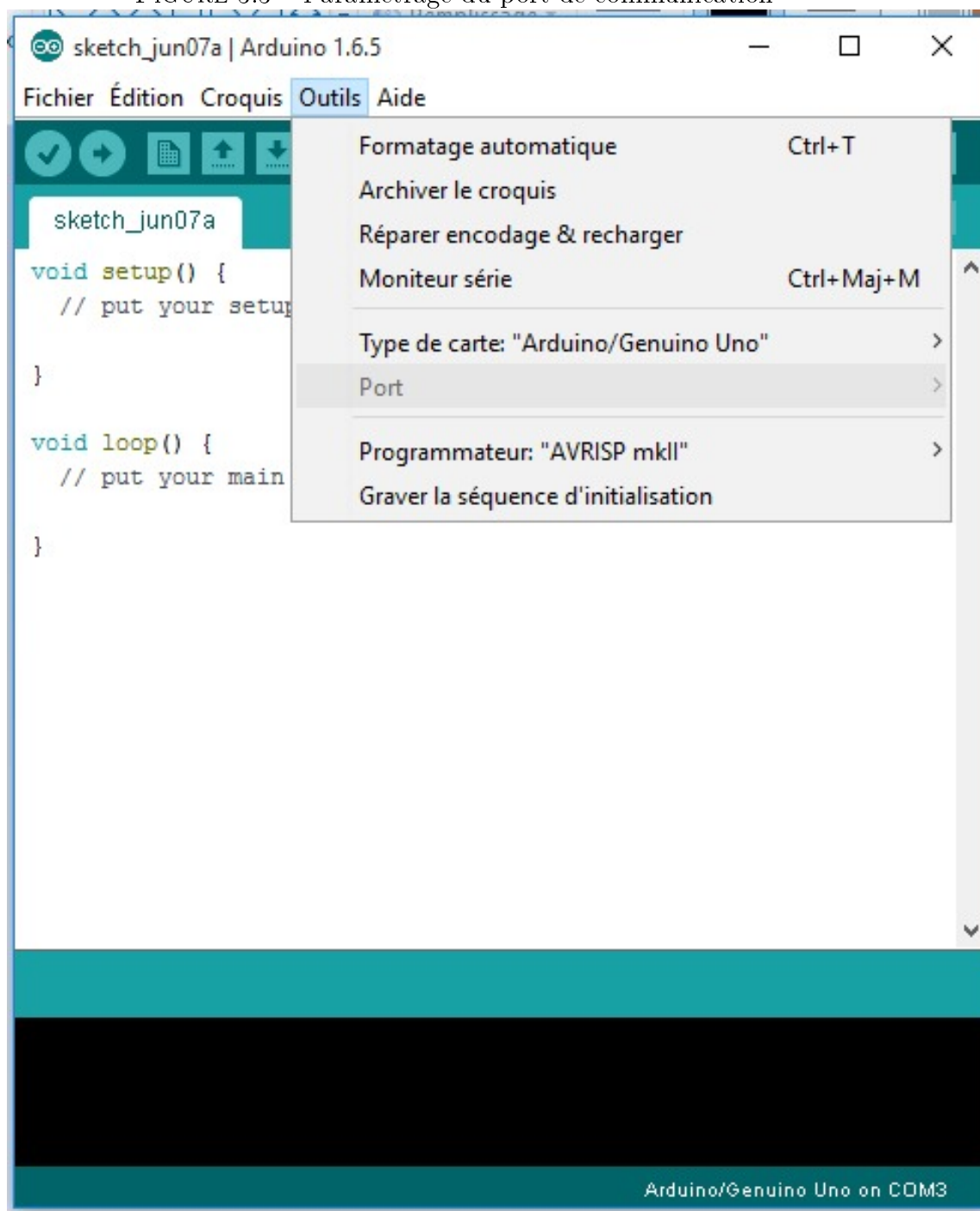
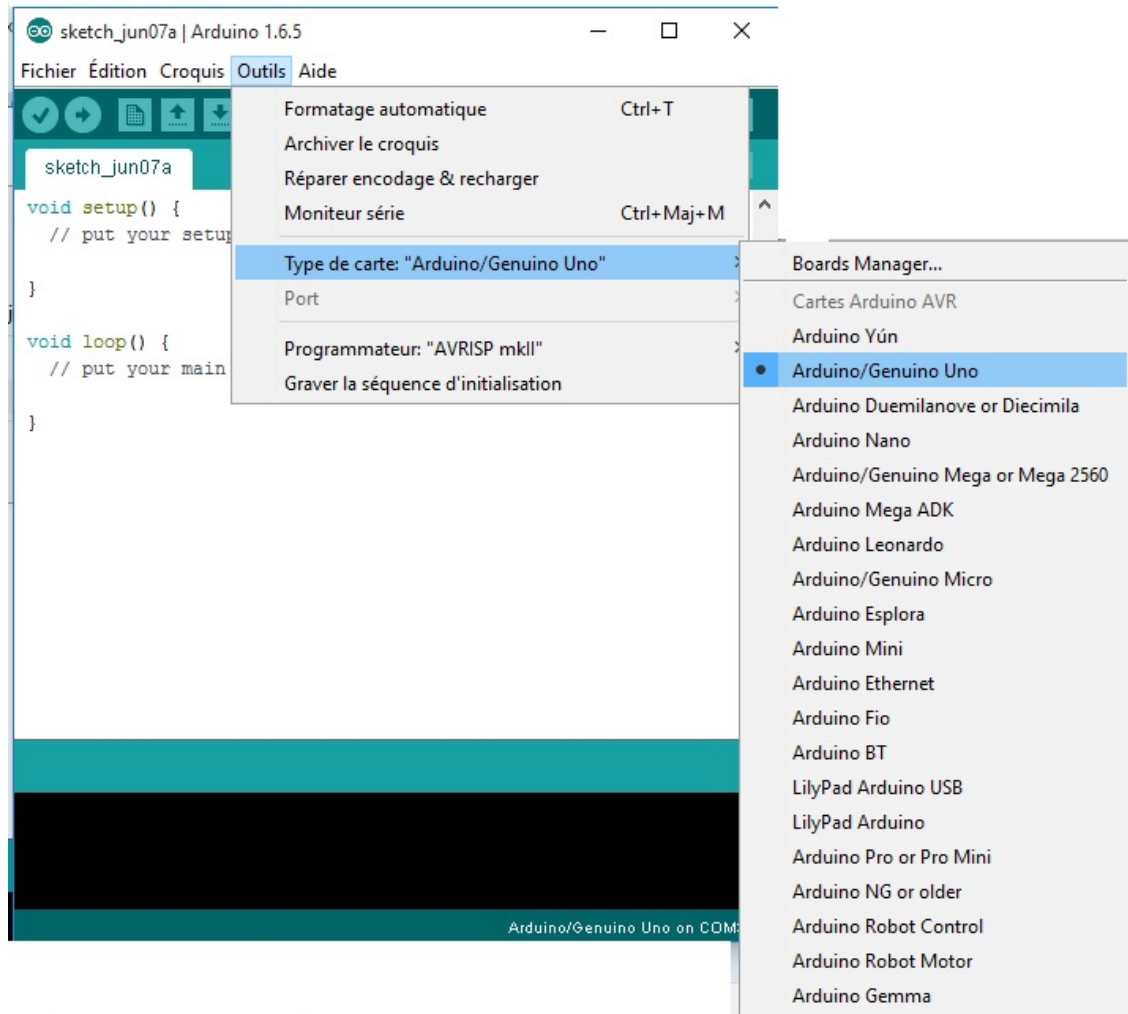


FIGURE 3.3 – Paramétrage du port de communication



CHAPITRE 3. RÉALISATION : SYSTÈME DE GESTION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

FIGURE 3.4 – Paramétrage type de la carte



électriques, pour cela nous étions dans l'obligation d'utiliser un autre IDE en parallèle qu'il s'appelle Fritzing.

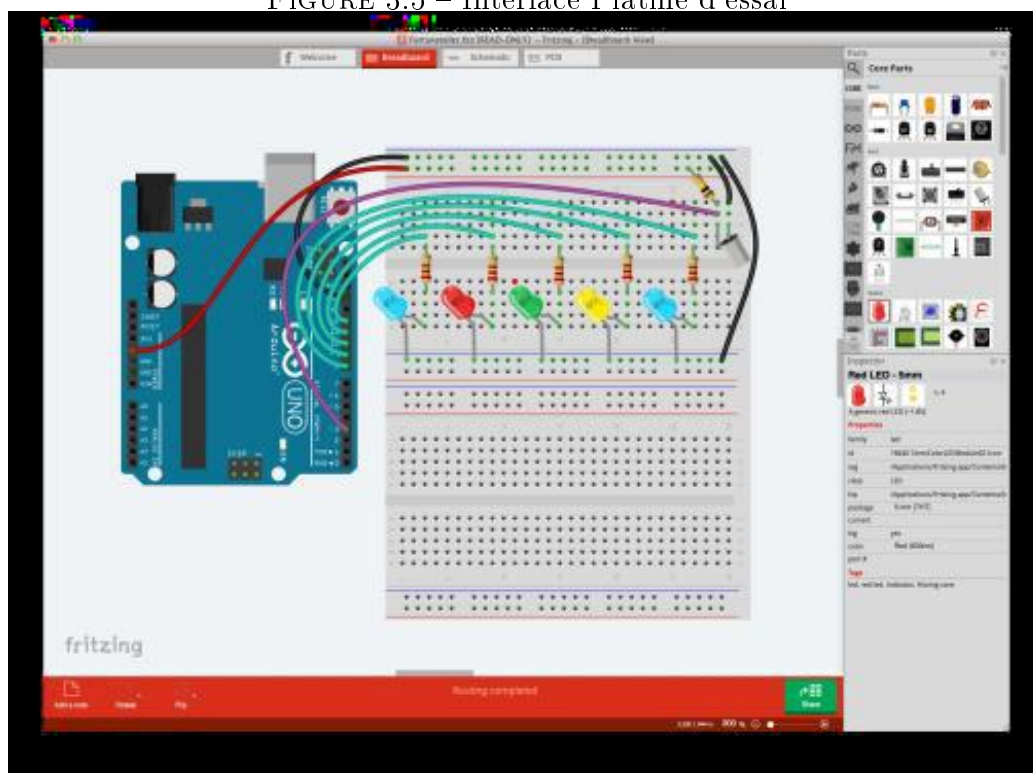
3.3 Présentation de Fritzing

Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé destiné aux non-professionnels de l'électronique permettant de concevoir de façon entièrement graphique le circuit et d'en imprimer le typon. Le logiciel conçu par cette association, également nommé Fritzing, est un logiciel d'édition de circuit imprimé. Il est disponible dans 16 langues dont le français. Il est adapté aux débutants ou confirmés en électronique pour faire rapidement des circuits simples, et il est également un bon outil didactique pour apprendre à bidouiller en électronique par la pratique. Le logiciel comporte quatre vues principales :

- La « Platine d'essai », où l'on voit les composants tels qu'ils sont dans la réalité et où l'on construit le montage. Figure 3.5
- La « Vue schématique », représentant le schéma fonctionnel du circuit. Figure 3.6
- Le « Circuit imprimé », représentant la vue du circuit imprimé tel qu'il sera sorti en PDF pour être imprimé. Figure 3.7
- Et un éditeur de code qui permet aussi la connexion, la communication et le télé-versement de code source vers tous les types et modèles des carte Arduino. Figure 3.8 [22]

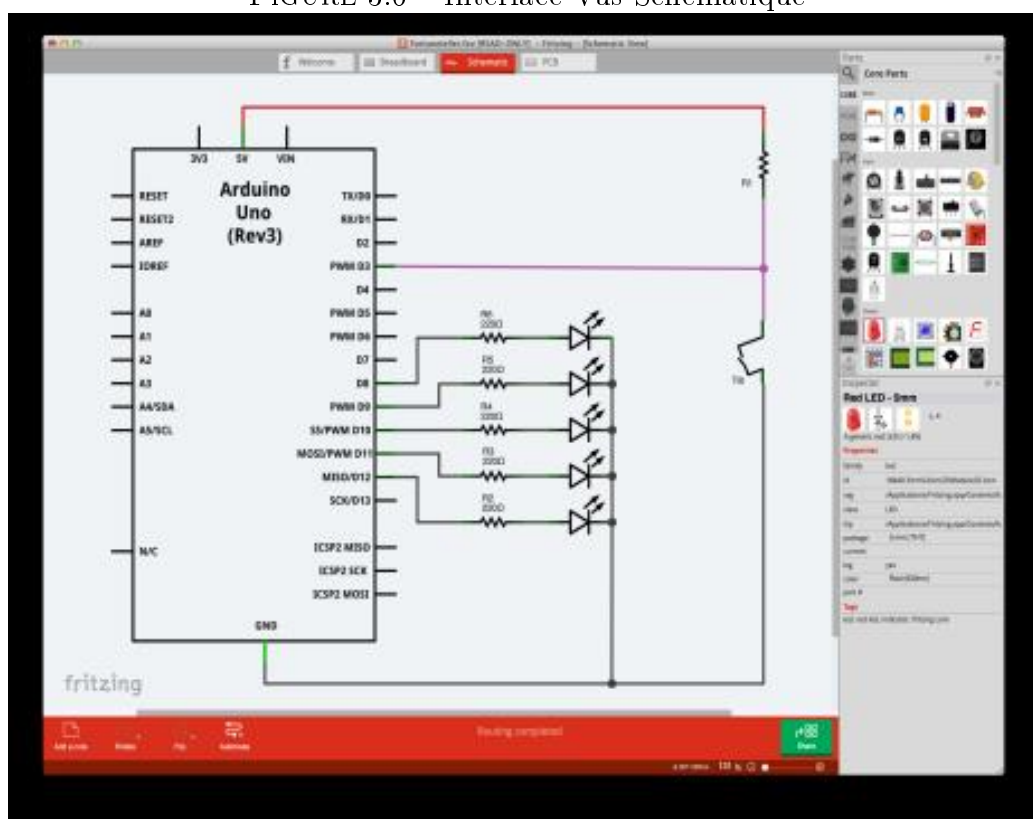
CHAPITRE 3. RÉALISATION : SYSTÈME DE GESTION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

FIGURE 3.5 – Interface Platine d'essai



CHAPITRE 3. RÉALISATION : SYSTÈME DE GESTION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

FIGURE 3.6 – Interface Vus Schématique



CHAPITRE 3. RÉALISATION : SYSTÈME DE GESTION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

FIGURE 3.7 – Interface Circuit imprimé

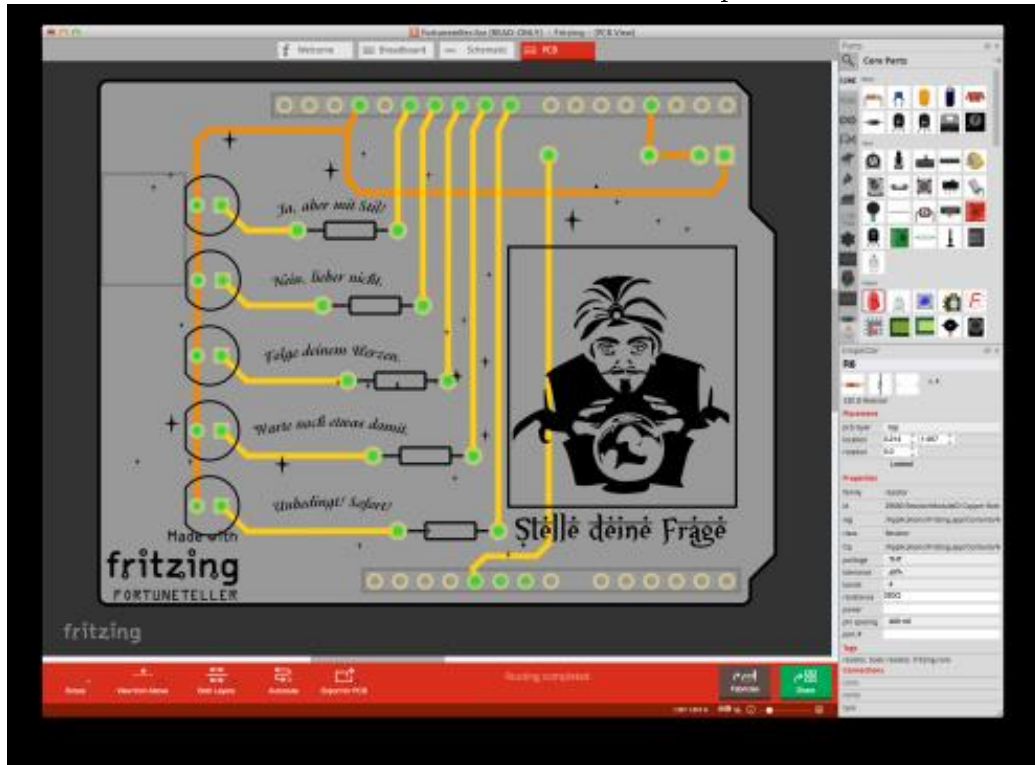
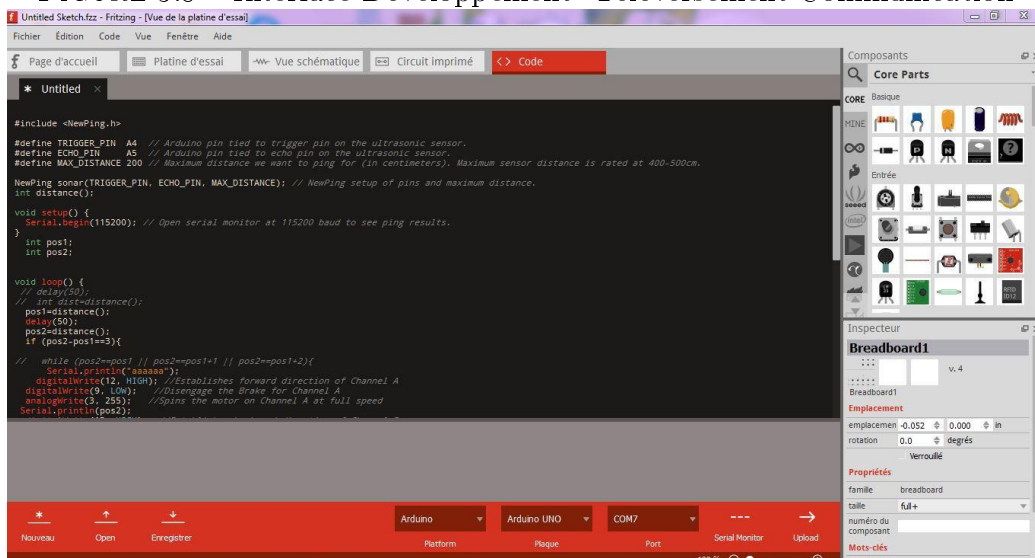


FIGURE 3.8 – Interface Développement- Téléversement-Communication



3.4 Partie Tests

3.4.1 Montage et codage de la cellule photo-résistante

Une photo-résistance est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité ambiante. Pour faire simple, c'est une résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit.

Il existe différents types de photo-résistances, chacune ayant des valeurs de résistance différentes en fonction de la luminosité ambiante. Le type le plus classique de photo-résistances est de 1M ohms (obscurité) / 12K ohms (pleine lumière).

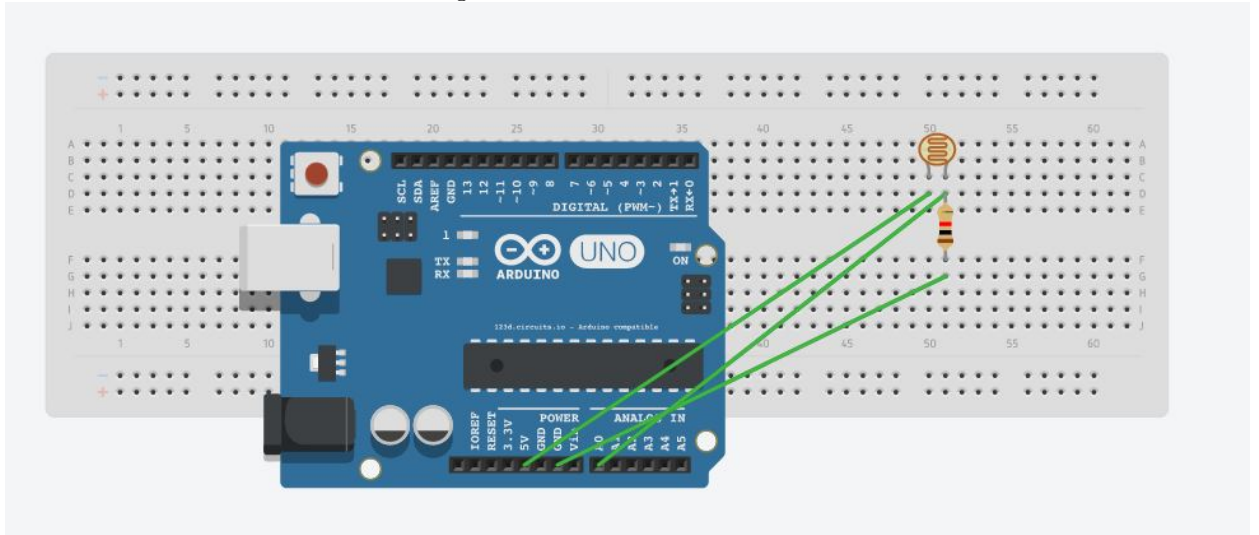
Qu'importe le diamètre de la photo-résistance, sa valeur dans l'ombre ou en pleine lumière, quand une photo-résistance est illuminée, sa résistance diminue. On peut donc utiliser une photo-résistance pour mesurer la luminosité ambiante.

il existe plusieurs raisons d'utilisations très classiques pour une photo-résistance :

- Détection jour / nuit.
- Mesure de luminosité ambiante (pour ajuster un éclairage par exemple).
- Suiveur de lumière (pour panneaux solaires, robots, etc).

Montage

FIGURE 3.9 – Montage de la cellule photovoltaïque



Codage

Maintenant que nous avons notre montage, on peut entamer le code ;
Le but de notre code va être de :

- Lire la tension sur la broche A0,
- Envoyer la valeur au PC (pour l’affichage),
- Recommencer au point 1.

Pour réaliser ce morceau code, nous allons utiliser la fonction `analogRead()` qui permet de lire et récupérer une valeur analogique à partir d’une entrée analogique.

```
void setup()  
Serial.begin(9600);
```

Nous allons commencer notre programme de démonstration avec la fonction `setup()` qui va simplement initialiser la communication avec le PC.

```
void loop()\\  
  
    int valeur = analogRead(A0);\\  
  
    Serial.println(valeur);\\  
    delay(250);\\
```

Dans la fonction `loop()`, nous allons faire deux choses :

Mesurer la tension sur la broche A0 avec `analogRead()`.

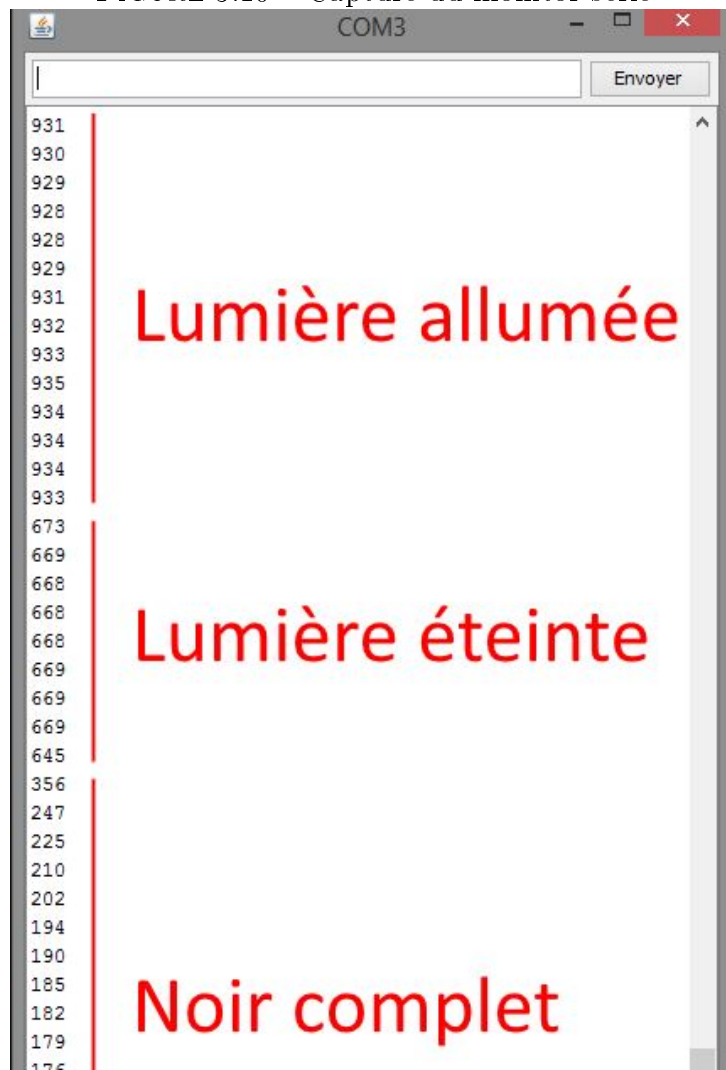
Envoyer la valeur au PC et attendre quelques millisecondes pour avoir le temps de lire ce qui se passe côté PC.

Après avoir envoyé le programme dans la carte Arduino, en ouvrant le moniteur série (onglet "outils"), puis en sélectionnant la bonne vitesse de communication (ici 9600 bauds), vous devriez voir apparaître en temps réel la valeur numérique mesurée en sortie de la photo-résistance.

En couvrant la photo-résistance ou en la pointant vers une source de lumière, les valeurs dans le moniteur changent.

La valeur mesurée n'a pas d'unité, C'est une valeur purement indicative. Si nous voulons avoir une mesure en lux, il va falloir calibrer notre photo-résistance et intégrer les données de calibration dans le code. Figure 3.10

FIGURE 3.10 – Capture du monitor série



3.4.2 Montage et codage de capteur de gaz

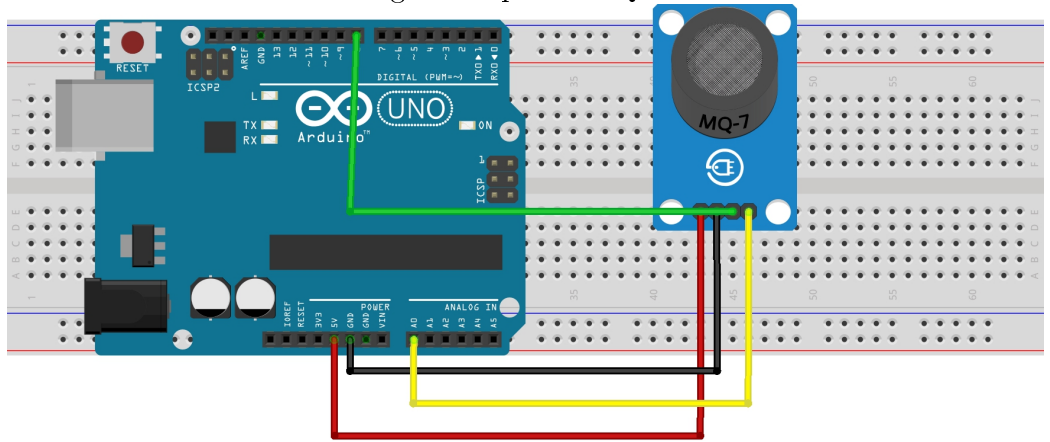
Le monoxyde de carbone est le plus simple des oxydes du carbone. La molécule est composée d'un atome de carbone et d'un atome d'oxygène ; sa formule brute s'écrit CO et sa formule semi-développée $C=O$ ou $|C=O|$. Ce corps composé est à l'état gazeux dans les conditions normales de température et de pression.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore, non irritant. Il est particulièrement toxique pour l'homme mais indétectable par lui [13]. Le capteur MQ7 utilisé dans notre système permet de mesurer la concentration de monoxyde de carbone entre 20 et 2000 ppm.

Il fonctionne comme une résistance variable qui évolue en fonction de la concentration de gaz dans l'air. Simple à utiliser il est adapté à une utilisation sur Arduino.

Montage

FIGURE 3.11 – montage de capteur MQ7 avec la carte arduino



fritzing

Codage et comportement du capteur de gaz

voici le code développer pour tester les différents Entrée/Sortie du capteur monoxyde de carbone, l'explication de chaque ligne de code est en commentaire ci-dessous :

```
const int AOUTpin=0;//la sortie analogique du capteur branché  
dans l'entrée analogique A0 de la carte
```

```
const int DOUTpin=8;//la sortie digital du capteur branché
dans l'entrée digital D8 de la carte
const int ledPin=13;//le LED intégré dans la carte sur le pin 13

int limit; int value;//déclaration des valeurs

void setup() { Serial.begin(9600);//régler le baud rate
    pinMode(DOUTpin, INPUT);//configurer le pin comme
    une entrée de arduino
    pinMode(ledPin, OUTPUT);//configurer le pin comme
    une sortie de arduino
}

void loop() { value= analogRead(AOUTpin);//lire la valeur
analogique du capteur
    limit= digitalRead(DOUTpin);//lire la valeur digital
    du capteur
    Serial.print("Valeur CO: ");// affichage des valeur
    analogique
    Serial.println(value);// la valeur elle même
    Serial.print("la Limite: "); Serial.print(limit);//
    affichage de la
    valeur digital
    delay(100); // espace temp entre un affichage et
    un autre
    if (limit == HIGH){
        Serial.println("Danger"); }
    else{ Serial.println("OK"); }
}
```

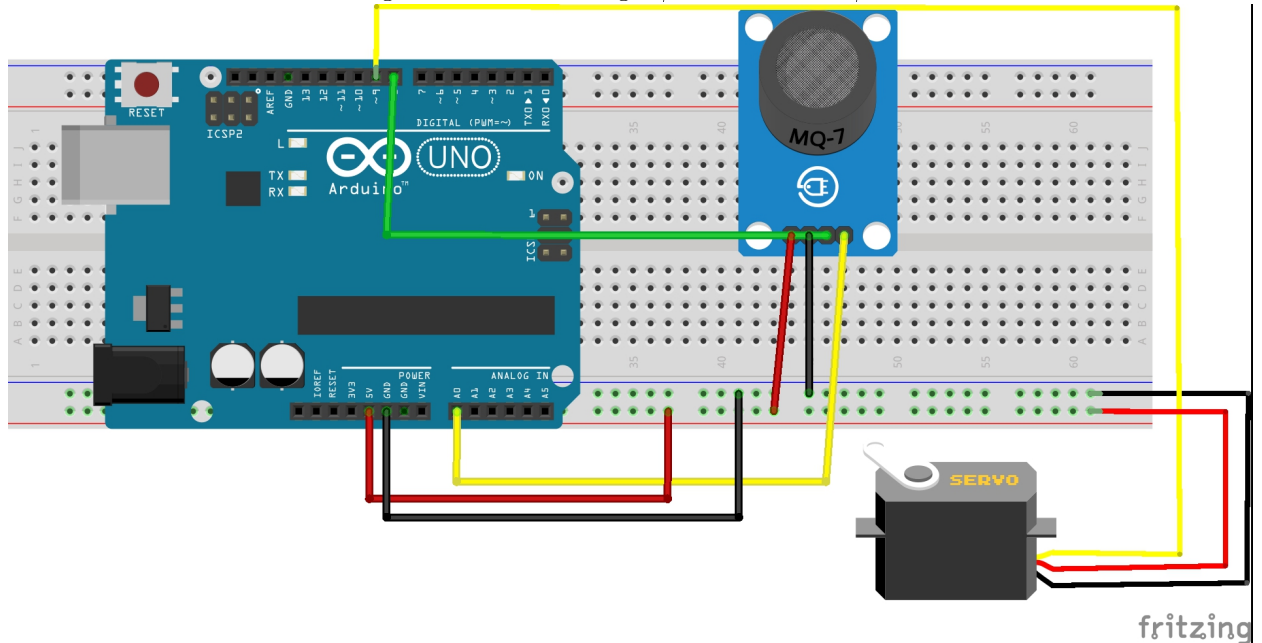
3.4.3 Contrôler les servo-moteurs

après avoir réaliser les tests nécessaire pour construire notre système on peut passer au contrôle des servo moteurs qui sont les actionneurs principaux de la gestion d'incendie (fuites de gaz)

Montage des moteurs en fonction de capteur de gaz

La figure 3.12 ci-dessous représente le montage des servo-moteur en fonction de capteur de gaz.

FIGURE 3.12 – Montage de capteur de gaz/servo-moteur/arduino



Code développé pour système de gestion d'incendie

```
#include <Servo.h>
const int AOUTpin=0;//la sortie analogique du capteur branché
dans l'entrée analogique A0 de la carte
const int DOUTpin=8;//la sortie digital du capteur branché
dans l'entrée digital D8 de la carte
const int ledPin=13;//le LED intégré dans la carte sur le pin 13

Servo myservo; // crée objet servo pour contrôler le servo-moteur

int pos = 0;
int limit; int value;//déclaration des valeurs

void setup() { Serial.begin(9600);//régler le baud rate
pinMode(DOUTpin, INPUT);//configurer le pin comme une entrée de arduino
pinMode(ledPin, OUTPUT);//configurer le pin comme une sortie de arduino
myservo.attach(9);
```

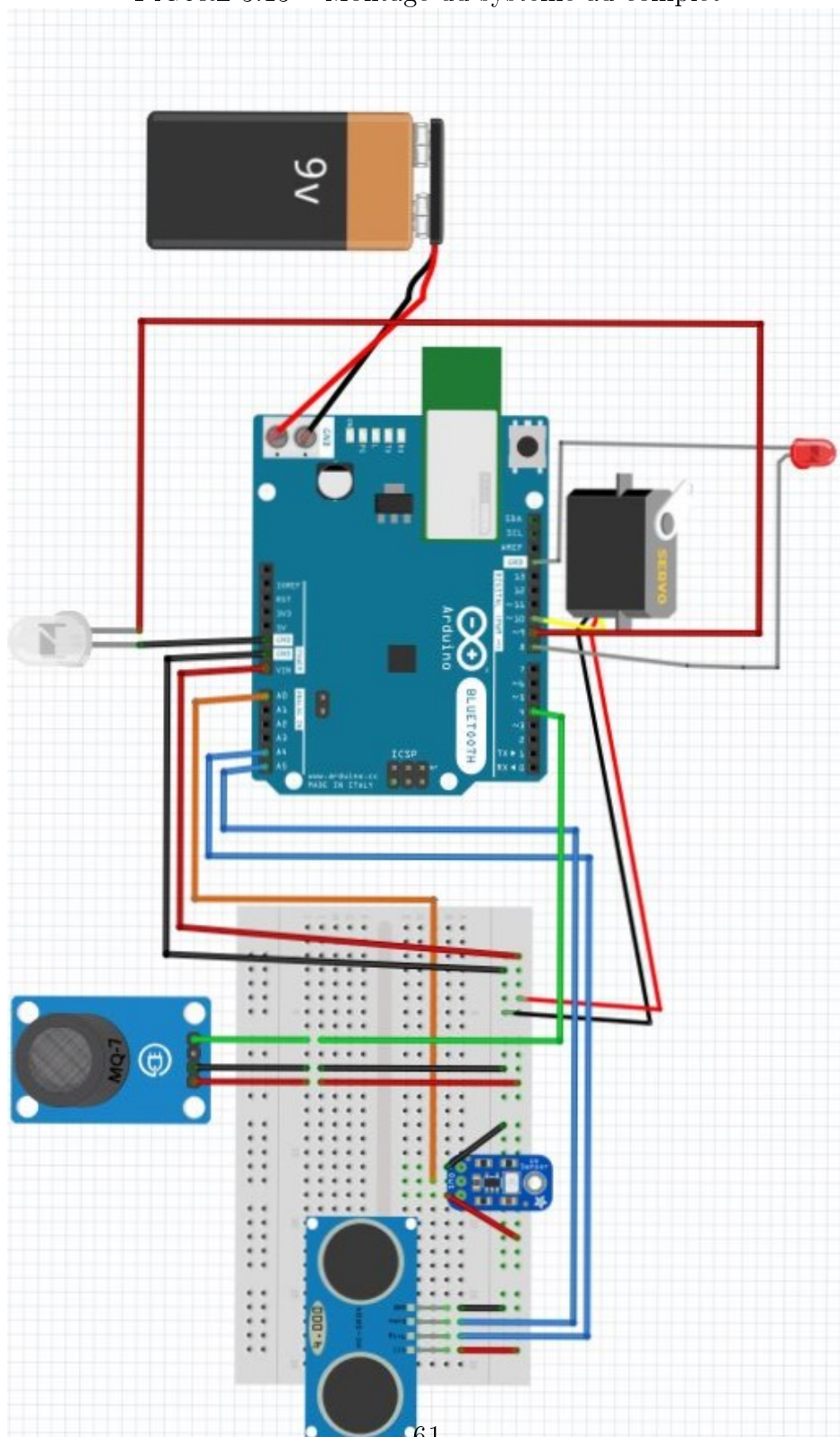
```
}

void loop() {
  value= analogRead(AOUTpin);//lire la valeur analogique du capteur
  limit= digitalRead(DOUTpin);//lire la valeur digital du capteur
  Serial.print("Valeur CO: ");// affichage des valeur analogique
  Serial.println(value);// la valeur elle même
  Serial.print("la Limite: ");
  Serial.print(limit);//affichage de la valeur digital
  delay(100); // espace temps entre un affichage et un autre
  if (value > 100 && value < 500){
    for(pos = 0; pos <= 90; pos += 1) // Aller de 0 degrees à 90 degrees
    {
      // en un seul mouvement
      myservo.write(pos); // commander le servo d'aller a la position pos
      delay(150);          // attendre 150 ms pour atteindre la position
    }
    Serial.println("Danger"); }
  else{
    for(pos = 90; pos>=0; pos-=1) // aller de 90 degrés à 0
    {
      myservo.write(pos);
      delay(150);          // commander le servo d'aller a la position pos
    }
    Serial.println("OK"); }
}
```

3.5 rassemblement du système au complet

Le système conçu gère la régulation de la lumière et les fuite de gaz tout en calculant une consommation optimale de l'énergie même le système est adaptable sur les sources d'énergie que ce soit fossile ou renouvelable. La figure 3.13 représente le montage des composants électronique avec le micro-contrôleur (Arduino) ce montage va permettre l'exécution de notre code qu'on va le présenter par la suite.

FIGURE 3.13 – Montage du système au complet



3.5.1 Description des fonctions développés

- **int capt-lum()** : cette fonction elle contrôle le capteur de la lumière et retourne la valeur de la lumière ambiante.
- **int capt-mov()** : c'est une fonction digitale elle retourne un 1 si le capteur détecte une présence humaine dans une pièce.
- **capt-mov2(int d)** : cette fonction remplace la fonction précédente elle gère le capteur ultra-son pour détecter une présence via le différentiel de distance, on a développer cette fonction pour qu'elle remplace la précédent vus que notre capteur de présence été défectueux.
- **int capt-gaz()** : est responsable de la gestion de capteur de gaz et elle retourne une valeur positive si on détecte le monoxyde de carbone dans l'air
- **led-p()** : elle prend comme entré le niveau de la lumière ambiante et les valeur de présence pour calculer la différence nécessaire pour avoir 500 lux de lumière et allume les lampes led avec le courant calculer en sortie.
- **led-n()** : elle fonctionne de la même façon que la précédente mais elle diminue le courant électrique si le niveau de la lumière ambiante augmente.
- **void led-off()** : elle éteint la lumière si on capte 500 lux.
- **void open-windows()** : ouvrir les fenêtres si la fonction int capt-gaz() retourne un 1
- **void close-windows()** : ferme les fenêtres si pas d'intervention humaine et int capt-gaz() retourne un 0 après une détection de gaz.
- **void fan-on()** : elle allume la climatisation en fonction de la température ambiante sachant que cette dernière est paramétrable.
- **void fan-off()** : éteint la climatisation
- **void alarm()** : déclenche une alarme dans les situations critiques.

Voire le code complet en annexe.

3.5.2 représentation graphique du déroulement de système

FIGURE 3.14 – présence humaine + lumière ambiante suffisante



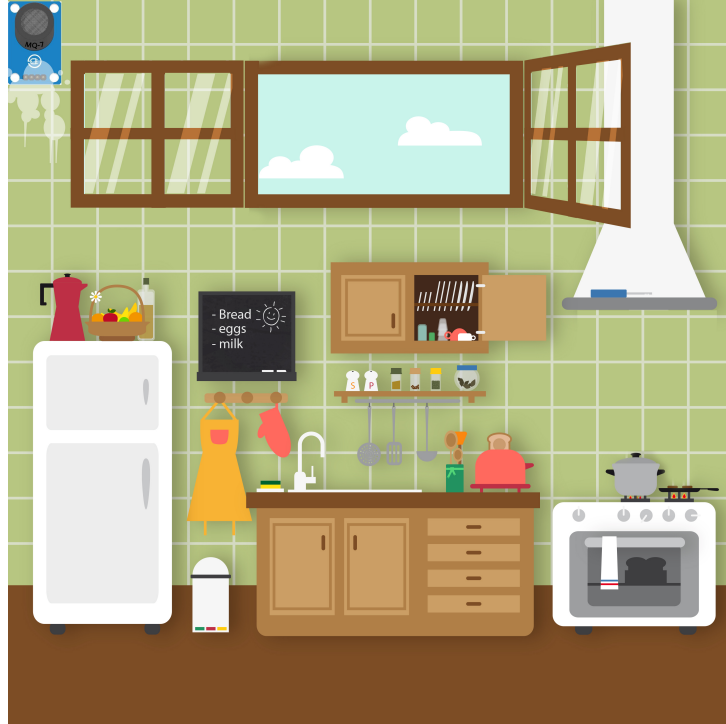
FIGURE 3.15 – présence humaine + lumière ambiante insuffisante



FIGURE 3.16 – aucune détection de gaz/fenêtre fermer



FIGURE 3.17 – détection de gaz/ ouverture des fenêtres



3.5.3 Conclusion

Ce chapitre nous aura donné l'occasion de passer en revue les différents outils utilisés pour développer notre système et de donner les arguments qui nous ont poussés à les choisir.

Malgré quelques difficultés de réalisation rencontrées tel que : la connexion de système au serveur et la réalisation d'une interface homme machine, aussi la procuration du matériels nécessaires, on a été dans l'obligation de trouver d'autres solutions afin de réaliser un système fonctionnel.

De plus, des détails auront été fournis quant aux différents événements qu'il est possible de signaler.

Enfin, les images divulguées pourront donner une idée générale sur notre système et les décisions qui pourront être prises.

Conclusion Générale

Il est plus que vrai de dire qu'aujourd'hui, le domaine de la domotique et le système de gestion d'énergie ont acquis une place fondamentale dans la vie de l'être humain pour dans le but d'augmenter le niveau de confort qui est relié directement aux productivités des individus au quotidien tout en respectant et protégeant l'environnement qui est le facteur le plus motivant pour l'évolution de ce domaine.

Sachant que, tous les acteurs tirent avantage de cette évolution, que ce soit le consommateur en matière de simplification de la vie de tous les jours, d'amélioration du confort ou d'économies financières, les gestionnaires des réseaux en matière d'amélioration de l'exploitation et de la fiabilité des réseaux ou les fournisseurs d'électricité en matière d'adaptation des offres tarifaires.

Inscris dans un cadre d'étude pédagogique, professionnelle et de recherche, notre projet nous a permis d'approcher ce vaste secteur et apporter quelques explications, et ce à partir des différents aspects techniques que nous avons pu aborder durant notre formation théorique telle que l'aspect informatique, électronique ou encore mécanique.

Il est aussi à mentionner qu'il existe maintes configurations pour l'implémentation d'un système autonome comme le nôtre.

ainsi, ce qui est de notre contexte de recherche et d'expérimentation cette dernière nous a permis de constater que « perception, décision et action » sont la règle fondamentale à suivre pour toute recherche inscrite dans le domaine de la domotique en général et de système de gestion d'énergie en particulier.

En dernier, nous songeons à améliorer le rendement de notre système et le doter par les techniques de machine learning pour apprendre sur les habitudes des habitants, réaliser des profils et proposer des solutions personnalisées à chaque habitant pour l'énergie et le confort, aussi pour l'amélioration du

CHAPITRE 3. RÉALISATION : SYSTÈME DE GESTION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

temps de réponse faut utiliser des cartes de traitement conçues spécialement pour exécuter ce genre de système.

Bibliographie

- [1] Capteur de température avec un arduino.
- [2] Dominique, guillaume, jean-luc. <http://www.locoduino.org/spip.php?article47>.
- [3] Smart sensors can help optimize hvac systems in automated buildings, 2016.
- [4] KNX ABB. Smart home and intelligent building control.
- [5] U.S Energy Information Administration. Eia projects world energy consumption will increase 56 pour cent by 2040, 2013.
- [6] Arduino. Release note.
- [7] Laurent AUDIBERT. *cycle de vie d'un logiciel*.
- [8] Yaug's Corner. Arduino – capteur de luminosité.
- [9] Conserve Energy Cuture. Below are 25 interesting facts about fossil fuels.
- [10] deloitte analysis. Inside the internet of things (iot) a primer on the technologies building the iot, 2015.
- [11] Jim Eckenrode. The derivative effect : How financial services can make iot technology pay off, 2015.
- [12] Bernard ESPINASSE. *Présentation général du langage de modélisation objet : uml*.
- [13] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Monoxyde de carbone.
- [14] Forbes. The end of fossil fuel, 2009.
- [15] Duy Long Ha. *Un système avancé de gestion d'énergie dans le bâtiment pour coordonner production et consommation*. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG, 2007.
- [16] IEEE. Ieee p1451.6 terms and definitions.
- [17] Intel IQ. title. In <https://www.arduino.cc/en/Main/Education>, editor, *booktitle*.

- [18] François-Xavier Jeuland. *La maison communicante*. Eyrolles, 2005.
- [19] Aqeel H Kazmi, Michael J O'grady, Declan T Delaney, Antonio G Ruz-zelli, and Gregory MP O'hare. A review of wireless-sensor-network-enabled building energy management systems. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 10(4) :66, 2014.
- [20] Sophie Le Pallec. La convergence des identifiants numériques. *études*, 3 :4, 2005.
- [21] LUTRON. Daylight sensor, design and application guide.
- [22] Friends of Fritzing. Fritzing presentation.
- [23] retrieved on 02/2012 OPEC Basket Price. oil consumption.
[http ://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm).
- [24] planetoscope. La consommation énergétique française, 2014.
- [25] référence arduino francais. mon club électronique.
- [26] Pascal Roques. *UML2 par la pratique*.
- [27] OPEC secretariat. *World Oil Outlook*.
- [28] Fabricant senso. Capteur mq7 arduino. [http ://snootlab.com/sparkfun/668-capteur-de-monoxyde-de-carbone-mq-7-fr.html](http://snootlab.com/sparkfun/668-capteur-de-monoxyde-de-carbone-mq-7-fr.html).
- [29] sky99. Capteur pir et arduino.

Annexe

La modulation de largeur d'impulsions

Est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux continus. C'est un type de modulation toute fois cette technique de modulation peut être utilisé pour encoder des informations pour la transmission, Sa principale utilité est de permettre le contrôle de l'alimentation des dispositifs électrique, et principalement a chargement interne comme mes moteurs.

De plus PWM est l'un des principaux algorithmes utilisés par les batteries de chargeurs solaire photovoltaïque, l'autre étant MPPT.

La valeur moyenne du voltage donné aux récepteurs électrique est Contrôler en alternant entre batterie et récepteur « on » et « off » rapidement. Plus le temps d'alternation « on » est long par rapport à « off », plus grand est la quantité d'énergie totale donné au récepteur est significative.

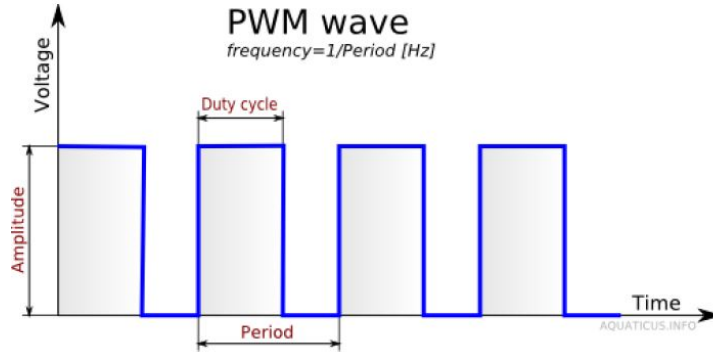
La fréquence de commutation PWM doit être beaucoup plus élevée que ce qui peut affecter le récepteur électrique (le dispositif qui utilise la puissance), ce qui veut dire que la forme d'onde résultante perçue par le récepteur doit être aussi régulière que possible.

Typiquement l'alternation doit être faite à plusieurs reprises d'une minute dans une cuisinière électrique, à partir de quelques kilohertz (kHz) à des dizaines de kHz pour une commande de moteur et les dizaines ou centaines de kHz dans les amplificateurs audio et alimentations informatique. Le terme « Duty cycle » décrit la proportion du temps «on» de l'intervalle régulier ou «période» de temps ; un cycle de service faible correspond à faible puissance, parce que l'alimentation est coupée pour la plupart du temps. Duty cycle est exprimé en pourcentage 100 pour cent étant toujours « on ».

Le principal avantage de PWM est que la perte de puissance dans l'alternation des dispositifs est très faible. Lorsqu'un commutateur est éteint il n'y a pratiquement pas de courant, et quand elle est sous tension et la puissance est transférée au récepteur, il n'y a pratiquement pas de chute de tension aux bornes de l'interrupteur.

La perte de puissance, qui est le produit de la tension et du courant, est

FIGURE 3.18 – Cycle de travail PWM



donc dans les deux cas proches de zéro. PWM fonctionne aussi bien avec des commandes numériques qui, en raison de leur nature on/off la tension, peut facilement définir le Duty cycle nécessaire.

PWM a également été utilisé dans certains systèmes de communication où son cycle a été utilisé pour transmettre des informations sur un canal de communication [2].

Code C Arduino

```
#include <NewPing.h>
#include <Servo.h>

#define TRIGGER_PIN  A4
#define ECHO_PIN     A5
#define MAX_DISTANCE 390

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
Servo servo_windows;

int cnst_lum=800;
int interval=0;
int led_val=0;

#define capt_lum_pin A0
#define capt_mov_pin 3
#define capt_mov_d 100
#define capt_gaz_pin 4
#define led_pin 9
#define servo_pin 11
#define fan_pin 12
#define alarm_pin 6
#define led_alarm 8

void setup()
{
  pinMode(capt_lum_pin, INPUT);
  pinMode(capt_mov_pin, INPUT);
  pinMode(capt_gaz_pin, INPUT);
  pinMode(led_pin, OUTPUT);
  pinMode(servo_pin, OUTPUT);
  pinMode(fan_pin, OUTPUT);
  pinMode(alarm_pin, OUTPUT);
  pinMode(led_alarm, OUTPUT);
  digitalWrite(servo_pin, LOW);
  servo_windows.attach(servo_pin); //11
```

```
digitalWrite(servo_pin,LOW);
Serial.begin(9600);

}

int capt_lum();
int capt_mov2(int d);
int capt_mov();

int capt_gaz();
void led_p();
void led_n();
void led_off();
void open_windows();
void close_windows();
void fan_on();
void fan_off();
void alarm();

void loop()
{
  int lum=capt_lum();
  int mov=capt_mov2(capt_mov_d);
  int mov=capt_mov();
  int gaz=capt_gaz();

  if( (mov==1) && (lum<cnst_lum+interval) )
  {

    led_p();
    lum=capt_lum();
    int mov=capt_mov2(capt_mov_d);
    Serial.println("Mouvement=1 et lum<val : LED (+) ");

  }
  else
  if( (mov==1) && (lum>cnst_lum-interval) )
  {

    led_n();
    lum=capt_lum();
```

```
int mov=capt_mov2(capt_mov_d);
Serial.println("Mouvement=1 et lum>val : LED (-) ");
```

```
} else
if( mov==0 )
{
led_off();
Serial.println("Mouvement=0: LED OFF ");
}
```

```
GAZ ::: intereption walid
if(gaz==1) {open_windows(); fan_on(); }else{close_windows(); fan_off();}
if(gaz==1) {Serial.println("GAZ !!!");}else{Serial.println("NO GAZ ");}
if(gaz==1) {digitalWrite(led_alarm,HIGH);}else {digitalWrite(led_alarm,LOW);}
Serial.println(gaz);
}
```

```
int capt_lum()
{
int val=analogRead(capt_lum_pin);//analog val
return 1023-val;
// return val;
}
```

```
int capt_mov2(int d)
{
int uS = sonar.ping();
int cm = uS / US_ROUNDTRIP_CM;
if (cm<d) { return (HIGH); } else { return (LOW) ; }
```

```
int val=digitalRead(capt_mov_pin);//digital val
return val;
}
```

```
int capt_mov()
{
int val=digitalRead(capt_mov_pin);
return val;
}
```

```
}

int capt_gaz()
{
int val=digitalRead(capt_gaz_pin);
if(val==1){return 0;} else{return 1;}
}

void led_p()
{
if(led_val<255)
{
led_val++;
analogWrite(led_pin, led_val);
}

}

void led_n()
{
if(led_val>0)
{
led_val--;
analogWrite(led_pin, led_val);
}
}
void led_off()
{
digitalWrite(led_pin, LOW);
}

void open_windows()
{
servo_windows.write(180);

delay(15);
Servo motor code
}
```

```
void close_windows()
{
  servo_windows.write(0);
  delay(15);
  Servo motor code
}

void fan_on()
{
  DC motor code (NPN transistor)
  analogWrite(fan_pin,128);
  digitalWrite(fan_pin,HIGH);
}
void fan_off()
{
  DC motor code (NPN transistor)
  analogWrite(fan_pin,0);
  digitalWrite(fan_pin,LOW);
}

void alarm()
{
  erreur tone !
  tone(alarm_pin, 440);
  delay(300);
  tone(alarm_pin, 523);
  delay(300);
}
```

Abstract

In a world where changes have never been occurring fast, energy security is one of the main concerns for the future. Fossil fuel resources are decreasing in quantity, while prices of fossil fuel are increasing more rapidly than predicted [23]. Today's oil overall stock is estimated at 1 467 billions barrels across the world while the daily consumption of oil was around 88 millions barrels in 2008.

Based on the projections of daily oil consumption until 2035, the Organization of the Petroleum Countries (OPEC) deduced that the world would run out of oil by 2050 [27].

Compared to transport and industry, the domestic and tertiary sector is the most energy intensive and has enormous potential to reduce the use of energy.

In order to provide an intelligent infrastructure for the automatic energy management function, it is necessary to capture when and where to use energy to control its use based on this information. These are solutions based on sensors-actuators.

Energy management should not affect the comfort of the user.

those were the motivations of our project, it's a design and realization of an energy control system which is a set of sensors and actuators consists of controlling and making the lighting system intelligent ; The latter must have the ability to communicate with an application that allows users to introduce their preferences and choose between manual and automatic mode as well as other features while ensuring the security aspect.

Résumé

Dans un monde où les changements n'ont jamais eu lieu rapidement, la sécurité énergétique est l'une des principales préoccupations pour l'avenir. Les ressources en combustibles fossiles diminuent en quantité, tandis que les prix des combustibles fossiles augmentent plus rapidement que prévu [23].

Le stock global de pétrole d'aujourd'hui est estimé à 1 467 milliards de barils dans le monde tandis que la consommation quotidienne de pétrole était d'environ 88 millions de barils en 2008. Sur la base des projections de la consommation quotidienne de pétrole jusqu'en 2035, l'Organisation des pays pétroliers (OPEP) a déduit que le monde manquerait de pétrole par 2050 [27]. Par rapport aux transports et à l'industrie, le secteur domestique et tertiaire est le plus consommateur d'énergie et a un énorme potentiel pour réduire l'utilisation de l'énergie. Afin de fournir une infrastructure intelligente pour la fonction de gestion automatique de l'énergie, il est nécessaire de saisir quand et où utiliser l'énergie pour contrôler son utilisation en fonction de cette information. Il s'agit de solutions basées sur des capteurs-actionneurs. La gestion de l'énergie ne doit pas affecter le confort de l'utilisateur. Ce sont les motivations de notre projet, c'est une conception et une réalisation d'un système de contrôle de l'énergie qui est un ensemble de capteurs et d'actionneurs qui consiste à contrôler et à rendre intelligent le système d'éclairage; Ce dernier doit pouvoir communiquer avec une application qui permet aux utilisateurs d'introduire leurs préférences et de choisir entre le mode manuel et automatique ainsi que d'autres fonctionnalités tout en assurant l'aspect sécurité.