

Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar

Fahaizana – Fampandrosoana - Fihavanana

***ANNEE UNIVERSITAIRE : 2015-2016***

Présenté par :

- ANDRIAMAMPITA Nandrianina Ambinitsoa

* ANDRIAMAMPITA Rojohasina Sarobidy
* RAKOTONDRAJOA Safidy
* RAKOTO-PARSON Andrianina Lydiano
* RAMAHOLIMIHASO Samuel Johary

projet 1.0

s.c.a.d.a: Supervisory control and data acquisition

Filière : Electronique Système Informatiques et Intelligence Artificielles - 2ème année

# **Table des abréviations**

|  |  |
| --- | --- |
| ISPM | Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar |
| ESIIA | Electronique Systèmes Informatiques et Intelligence Artificielle |
| SCADA | Supervisory Control And Data Acquisition |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# **Remerciements**

Dans l’accomplissement de ce projet, nous tenons à remercier :

* + Dieu Tout Puissant et notre Seigneur Jésus Christ.
  + Mr le Recteur de l’ISPM, professeur RABOANARY Julien Amédée.
  + Tout le corps administratif de l’ISPM.
  + Tout le corps enseignant de l’ISPM.
  + Nos parents et nos familles.
  + Tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation du projet.

# **Introduction**

Dans le cadre de notre projet de recherche de la 3ème année dans la filière Electronique Système Informatiques et Intelligence Artificielle, nous avons le plaisir de vous présenter le projet « S.C.A.D.A » :Supervisory Control And Acquisition Data.

Un Système de contrôle et d’acquisition de donnée (SCADA) est un système de gestion à distance et pouvant atteindre une grande échelle permettant de traiter en temps réel et contrôler à distance des installations techniques dans plusieurs domaines.

Le SCADA peut intervenir dans différents domaines notamment :

* surveillance de processus industriels
* transport de produits chimiques
* systèmes municipaux d'approvisionnement en eau
* commande de la production d'énergie électrique
* distribution électrique
* canalisations de gaz et de pétrole
* réseaux de chaleur
* recherche et études scientifiques et industrielles

# **Opportunités**

La technologie utilisée dans la supervision des industries et des infrastructures doit répondre à des demandes de plus en plus complexes liées à la performance, à la convivialité et à la sérénité des solutions que vous l’on doit proposer à l’utilisateur.

S’appuyer sur un outil de supervision du marché est certainement l’approche la plus cohérente à ce jour. La télésurveillance est la solution idéale, ce qui donne un point fort à SCADA.

L’industrie est en train de passer à une nouvelle ère, celle du numérique. Grâce à Internet et aux sécurités qu’il est désormais possible d’avoir par ce biais, tout est désormais possible. Grace à SCADA, l’accès à distance des données industrielles peuvent se faire en temps réel.

Aussi, comme SCADA n’est pas limité dans un domaine une de ses applications qui possède une opportunité est le domaine de l’agriculture. Désormais, vos plantations ne vous feront plus mordre la poussière vu que leur entretien nécessite de l’énergie. Le processus consiste à utiliser des capteurs qui dans le besoin signale si l’on doit arroser les plantes, ajouter de l’engrais…

Le système peut aussi être appliqué dans une sorte de maison intelligente. Via des capteurs et l’internet, les taches pénibles tels qu’allumer la lumière, fermer les fenêtres pourront être exécuté automatiquement et vous pourrez les constater en temps réel même en dehors de la maison.

**Choix du Thème**

En tant qu’étudiant de la filière ESIIA, le projet sollicite nos capacités en électronique, transmission d’information à distances et en programmation ce qui nous permettra d’améliorer et d’approfondir nos connaissances dans ces domaines que nous devrons exploiter durant notre cursus universitaire et dans le milieu professionnel.

Comme cité plus haut, ce projet offrira plusieurs utilisations pour plusieurs personnes.

Mais aussi et surtout, ce projet pourra servir de prototype de base lors de la conception et la réalisation de projets plus importants et avec plus de fonctionnalités mais reposant sur des principes similaires.

C’est pourquoi notre choix s’est tourné vers ce thème.

**DESCRIPTION TECHNIQUE**

D’un point de vue général, le SCADA comporte du matériel, des contrôleurs, des réseaux et communications, une base de données, un logiciel de gestion d'entrées-sorties et une Interface Homme Machine qui se présentent généralement comme suit :

* une Interface Homme Machine qui présente les données à un opérateur humain et qui lui permet de superviser et commander les processus,
* un système de supervision et contrôle informatique, faisant l'acquisition des données des processus et envoyant des commandes (consignes) aux processus,
* une unité terminale distante (RTU) reliant les capteurs et récepteurs et envoyant les données numériques au système de supervision
* une infrastructure de communication reliant le système de supervision et contrôle aux éléments terminaux,
* divers instruments d'analyse.



Historiquement, ces systèmes étaient complètement isolés du reste du monde, chaque constructeur avait ses propres technologies embarquées, il était même fréquent que le système soit fortement adapté voire même parfois spécifiquement développé pour le site de déploiement.

Au fil des évolutions, les technologies se sont standardisées et les périmètres se sont étendus. Ce qui a permis d’améliorer l’efficacité de ces systèmes et surtout d’en diminuer les coûts d’exploitation et de MCO. L’une de ces évolutions majeures est l’adoption de standards issus du monde bureautique : par exemple, l’utilisation des communications IP, du bluetooth, du wifi, des interfaces web, …

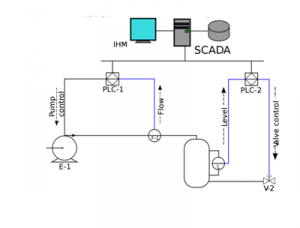
Avec la disponibilité commerciale du CLOUD COMPUTING, les systèmes SCADA ont de plus en plus adopté les technologies de l' Internet des objets pour réduire considérablement les coûts d'infrastructure et augmenter la facilité d'entretien et d'intégration. En conséquence les systèmes SCADA peuvent désormais donner l'état presqu'en temps réel et utiliser les facteurs d'échelle permis par le Cloud Computing pour mettre en œuvre des algorithmes de contrôle plus complexes que ce qui peut être fait en pratique avec les Automates programmables industriels. En outre, l'utilisation de protocoles de réseaux ouverts tels que Transport Layer Security offre un périmètre de sécurité plus compréhensible et gérable que le mélange hétérogène de protocoles réseau propriétaires typiques de nombreuses implémentations de SCADA décentralisées précédentes.

Dans le but d’augmenter la flexibilité du système SCADA, il est important d’isoler chaque système qui est influencé par l’environnement. Dans l’architecture utilisée dans le SCADA, la modification de programmes et données dans chaque couche n’affecte pas les autres couches.

Ci-dessous, les couches principales qui constituent le SCADA :

* la partie dépendante des taches : les programmes et données sont indépendantes de la configuration du système.
* La partie dépendante de la puissance du système : partie encapsulant la configuration hardware et les organisations opérationnelles du système et contient deux modèles de données abstraites. L’un correspond à la topologie des lignes de transmissions, circuits. L’autre correspond à différentes organisations opérationnelles.
* La partie dépendante de l’ordinateur : comprend la configuration du système d’un ordinateur. Il encapsule la topologie du réseau utilisé sur le système, l’architecture des ordinateurs, la location des ressources etc..

Le processus d’un système SCADA se présente généralement comme suit :



Le principe du système consiste à recueillir les informations à propos d’un site (industriel, agroalimentaire...) grâce à différents types de capteurs implantés sur le site.

Afin que vous puissiez avoir une meilleure assimilation du projet, dans toute la suite nous prendrons comme exemple un site sur l’agriculture par exemple un potager auquel on va appliquer le Système de contrôle et d’acquisition des données.

Considérons 2 facteurs fondamentaux pour le bien-être de vos légumes : l’eau et l’engrais.

En fait, le principe est simple. Des capteurs convenables seront installés dans votre potager afin de contrôler le taux de pH dans le sol et d’effectuer un arrosage périodique de vos légumes.

Pour ce faire, lorsque le capteur correspondant détecte par exemple que le sol a un pH faible, cela entraine un mécanisme préétablit qui ajoute des engrais à votre plantation. Cela se fait automatiquement sans que vous n’ayez besoins de bouger un pouce car les informations concernant votre potager sont stockées sur un ordinateur central grâce à **mariabdd**.

La collection de ces informations est réalisable via un émetteur-récepteur radio accouplé au programmateur **ARDUINO** en utilisant la bibliothèque **Mysensor** et un microcontrôleur **ATMEGA d’ATMEL**. Les informations seront ensuite reçues par un micro-ordinateur **RASPBERRY** qui fait office de serveur Web et de données.

Ces données seront alors envoyées au World Wide Web et vous pourrez y avoir accès à distance et consulter vos données en temps réel grâce à **Nginx.**

**Moyens matériels et logiciels**

Dans la réalisation de notre projet, la connaissance et l’utilisation des matériels et logiciels suivant sont fondamentales.

**LE SERVEUR**

Un **serveur informatique** est un dispositif informatique matériel ou logiciel qui offre des services, à différents clients. Les services les plus courants sont :

* l'accès aux informations du World Wide Web ;
* le courrier électronique (e-mail) ;
* le partage d'imprimante ;

Un serveur fonctionne en permanence, répondant automatiquement à des requêtes provenant d'autres dispositifs informatiques (les Clients), selon le principe dit « Client-Serveur ». Le format des requêtes et des résultats est normalisé, se conforme à des Protocoles réseaux et chaque service peut être exploité par tout client qui met en œuvre le protocole propre à ce service, mais nous n’entrerons pas trop dans les détails car cela nécessitera un chapitre tout en entier.

Pour ce qui est de notre part, nous avons choisi un type de serveur **nginx**(engine x) qui est un logiciel libre de serveur Web (http) ainsi qu’un proxy inverse écrit par Igor Sysoev.

Nginx est un serveur un peu particulier. En effet, contrairement à la plupart des serveurs web Nginx est un serveur asynchrone c’est-à-dire que Nginx utilise les changements d'état pour gérer plusieurs connexions en même temps ; le traitement de chaque requête est découpé en de nombreuses mini-tâches et permet ainsi de réaliser un multiplexage efficace entre les connexions. Afin de tirer parti des ordinateurs multiprocesseurs, plusieurs processus peuvent être démarrés. Ce qui lui donne des performances élevées et une faible consommation de mémoire.

D’autre part, Nginx est très modulaire : un noyau minimal et des modules, nombreux, venant compléter les fonctions de base. Chaque module peut agir comme un filtre sur le contenu en entrée, en sortie ou intermédiaire (proxy) par le biais de nombreuses callbacks.

Aussi, le noyau s'appuie sur des structures de données minimales, mais optimales, visant à réduire le nombre d'appels système, en particulier pour tout ce qui a trait à l'allocation de mémoire. Différents mécanismes de signalisation peuvent être utilisés afin d'exploiter au mieux le système.

Une des forces de Nginx réside sur le fait qu’il fonctionne sur la plupart des systèmes d’exploitation tels que Linux, Mac OS X, Microsoft Windows.

**Le RASPBERRY PI**

Le RASPBERRY pi est un nano-ordinateur monocarte à processeur ARM concu par le concepteur de jeux vidéo David Braben, il permet l’exécution de plusieurs variante du système d’exploitation libre Linux et des Logiciels compatibles d’où son utilité dans notre projet : il servira à exploiter le Serveur web nginx.

Ci-dessous, les caractéristiques d’un Raspberry Pi :

|  |  |
| --- | --- |
| **Développeur** | Raspberry Pi Foundation |
| **Type** | Ordinateur à carte unique |
| **Date de sortie** | 29 février 2012 |
| **Environnement** | Linux, RISC OS, Windows IOT |
| **Système d'exploitation** | Linux, RISC OS, FreeBSD, NetBSD, Windows 10 |
| **Alimentation** | Micro USB 5V |
| **Processeur** | Broadcom BCM2835-Cortex A7 |
| **Stockage** | Carte SD, micro SD |
| **Mémoire** | 256 Mo (modèle A et A+) 256 Mo (modèle B rev 1) 512 Mo (modèle B rev 2 et B+) 1 Go (modèle 2) |
| **Carte graphique** | Broadcom VideoCore IV |
| **Connectivité** | USB, Ethernet, HDMI, RCA, Jack, Micro USB |
| **Dimensions** | |  |  | | --- | --- | |  | 85,60 mm × 53,98 mm × 17 mm (A, B, B+), 65 mm × 53,98 mm × 17 mm (A+), 65 mm × 30 mm × 5 mm (Zero) | |
| **Masse** | 44,885 g (A, B, B+), 23 g (A+) |

**WEBSOCKET**

L'interactivité croissante des applications web, consécutive à l'amélioration des performances des navigateurs, a rapidement rendu nécessaire le développement de techniques de communications bidirectionnelles entre l'application web et les processus serveur. Des techniques basées sur l'appel par le client de l'objet XMLHttpRequest et utilisant des requêtes HTTP avec un long TTL stockées par le serveur pour une réponse ultérieure au client ont permis de pallier ce manque et ont été popularisées par le succès des architectures Ajax.

Websocket est un protocole réseau de la couche application et une interface de programmation du World Wide Web visant à créer des canaux de communication full-duplex par-dessus une connexion TCP. Le protocole a été normalisé en 2011.

Le Websocket proposera à terme une implémentation native et unifiée dans les navigateurs et serveurs web d'un canal bidirectionnel permettant :

* la notification au client d'un changement d'état du serveur
* l'envoi de données en mode « pousser » (méthode Push) du serveur vers le client (sans que ce dernier ait à effectuer une requête)

Une faille de sécurité a été découverte au sein de l'API des premières versions de websocket. La sécurité était compromise lors de la navigation en remplaçant pendant la phase de « handshake » un fichier JavaScript par un malware. Cette faille se situant au niveau de l'API elle-même, elle ne pouvait pas être corrigée par un quelconque correctif au sein du navigateur. Dans certaines versions des navigateurs comme Firefox 4 et 5, Opera 11 et Internet Explorer 9, WebSocket a été désactivé à cause de cette faille.  
La faille de sécurité dans Firefox a été corrigée à partir de Firefox 6 (moteur Gecko 6.0).  
Internet Explorer a implémenté le websocket avec IE10   
Sur Opéra, il était toujours possible de réactiver le websocket. À partir d'Opéra 12, le websocket est activé.

**FRAMEWORK**

En programmation, un **framework** ou **structure logicielle** est un ensemble cohérent de composants logiciels structurels servant à créer les fondations ainsi que les grandes lignes de tout ou d’une partie d’un logiciel.

Un *framework* est conçu en vue d'aider les programmeurs dans leur travail. L'organisation du *framework* vise la productivité maximale du programmeur qui va l'utiliser — gage de baisse des coûts de construction et maintenance du programme. Le contenu exact du *framework* est dicté par le type de programme et l'architecture cible pour lequel il est conçu.

On trouve différents types de *frameworks* :

1. *framework* d'infrastructure système : pour développer des Systèmes d’exploitation des Interfaces graphiques des outils de communication (exemple :.NET, Apache );
2. *framework* d'intégration Intergiciel (*middleware*) : pour fédérer des applications hétérogènes. Pour mettre à disposition différentes technologies sous la forme d'une interface unique ;
3. *frameworks* d'entreprise : pour développer des applications spécifiques au secteur d'activité de l'entreprise ;
4. *frameworks* de Gestion de contenu: sont les fondations d'un Système de Gestion de contenu — pour la création, la collecte, le classement, le stockage et la publication de « biens numérisés ».

**Bootstrap** est un framework CSS.  
Il a l'avantage de faire gagner du temps au terme de **responsive design,** ou pour programmer une application qui n’a pas besoin de charte graphique.

**Responsive Design**

Site Web adaptif en français est un site web dont la conception vise grâce à différents principes et techniques à offrir une expérience de consultation confortable pour des supports différents. Ainsi, l’utilisateur pourra consulter le même site web à travers une large gamme d’appareils avec le même confort visuel et sans avoir recours au défilement ni au zoom sur les appareils tactiles.

La notion de web adaptatif repense la manière de concevoir les parcours de navigation sur Internet, puisqu'il ne s'agit plus de concevoir autant de parcours qu'il y a de familles de terminaux mais de concevoir une seule interface auto-adaptable. Ainsi, les sources d'information et les socles techniques ne sont pas dupliqués. Cela engendre des économies d'échelle dans la conception et la maintenance de sites internet bénéficiant de ce mode de conception.

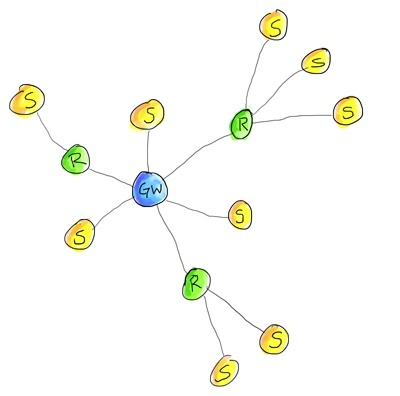
**ARDUINO : Mysensor**

Arduino est un projet créé par une équipe de développeurs, composée de six individus : *Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis et Nicholas Zambetti*. Cette équipe a créé le "système Arduino". C’est un outil qui va permettre aux débutants, amateurs ou professionnels de créer des systèmes électroniques plus ou moins complexes.

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique.

A l’heure de l’IoT et du DIY, il est bien normal qu’Arduino ait une place confortable dans la rencontre des deux mondes. Il existe tellement de possibilités avec l’Arduino de capteurs et d’actionneurs, mais également presque autant de façons de communiquer avec. C’est là qu’intervient **mySensors**, qui définit un protocole standardisé pour Arduino orienté Domotique

**mySensors** est un protocole de communication pour un réseau d’Arduino (généralement des Nano ou Mini) équipés de puces NRF24L01. Chaque Arduino constitue un nœud du réseau mySensors, il peut avoir différents rôles : capteur/actionneur, répéteur, passerelle (gateway)

****

La passerelle est unique dans le réseau mySensors, comme l’indique son nom, elle connecte le réseau mySensors au contrôleur (qui est votre logiciel de domotique.

Le protocole inclus la possibilité d’activer un mode répétiteur, ce qui permettra d’étendre la portée de votre réseau. Il est possible dans certaines conditions de cumuler répétiteur et capteurs.

Le cœur du réseau, tous les nœuds qui sont en charge de faire des relevés (capteurs) ou être déclenchés (actionneurs).  
Toute la gamme de capteurs Arduino est possible. C’est là, sûrement, le plus gros atout. On pourra difficilement trouver des limites aux possibilités si ce n’est le temps qu’on a de disponible.

Ainsi il sera possible d’avoir des capteurs comme on en trouve dans de nombreux protocoles et fabricants : température, mouvement, lumière, interrupteur … Tout en ayant la possibilité de l’adapter à son besoin (pile, pas pile, plusieurs capteurs …)

Mais surtout, on va trouver la possibilité de faire des capteurs qu’on ne trouvera pas dans le commerce chez des fabricants (ex : un capteur de niveau de cuve).

Le protocole est basé sur une ligne de texte (sortie serial) qui va contenir :

* l’id du nœud sur le réseau
* l’id du capteur du nœud
* le type de commande (si c’est une information ou une commande)
* acquittement ou non
* le type de donnée
* la valeur

En termes de sécurité, mySensors est fiable vu qu’il n’y a aucun chiffrement possible, qu’on peut sécuriser les messages et que la fréquence exacte du réseau est paramétrable.

# **Opportunités commerciales**

Dans le monde professionnel, notre projet touche avant tout les personnes qui sont intéressés par la télesurveillance, le Supervisory Control And Data Acquisition peut jouer plusieurs rôles dans différent domaine c’est la raison pour laquelle tout le monde peut être touché.

Le développement du monde s’accélère, les besoins en ressources des villes et des industries ne cessent d’augmenter. Il est devenu incontournable de gérer la ressource autrement, de la protéger, la réutiliser, la recycler, la valoriser pour produire de nouvelles ressources.

# Cette évolution répond à trois objectifs majeurs : simplifier une architecture multimarques pour gagner en performance et en efficacité commerciale, répondre aux nouvelles attentes de nos clients collectivités ou industriels, et renforcer les convergences entre nos métiers pour répondre aux enjeux d’une gestion durable des ressources..

# L’Homme a besoin de superviser ses données en temps réel, ce qui est possible avec SCADA même à distance.

# **Conclusion**

En résumé, notre projet vous aurait montré qu’il est fait pour tout le monde surtout dans le monde du travail que dans la vie de tous les jours, parce que les gens qui l’achètent ne fait qu’en tiré profit

La conception de ce système nous permettra d’améliorer les connaissances dans le domaine de l’informatique et de l’électronique.

Le développement du monde s’accélère, les besoins en ressources des villes et des industries ne cessent d’augmenter. Il est devenu incontournable de gérer la ressource autrement, de la protéger, la réutiliser, la recycler, la valoriser pour produire de nouvelles ressources. SCADA peut apporter des solutions à l’homme.

# **Bibliographie**

Livres :

Electronique pratique 285 aout 2004

Electronique pratique 276 juillet 2006

L’électronique de A à Z Dunod

Arduino pour bien commencer

Pages web :

<http://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>

<http://www.dprg.org/tutorials/2015-11a>

<http://www.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.sonelec-musique.com%2Felectronique_realisations_gene_pwm_003.html&h=cAQGnNC_w>

<http://www.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fsii-technologie.spip.ac-rouen.fr%2FIMG%2Fpdf%2Fbac_s_si_pont_en_h.pdf&h=uAQHonyYe>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/WebSocket>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Bootstrap>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Arduino>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Supervisory_Control_and_Data_Acquisition>

Cours dispensés à l ISPM :

Electronique2

Transmission

Réseaux informatique