

# **Session S6 Électrique**

## **Projet**

### **Conception d'un système de communication**

## **GUIDE DE L'ÉTUDIANT**

**Département de génie électrique et de génie informatique  
Faculté de génie  
Université de Sherbrooke**

**Automne 2018**

**Tous droits réservés © 2014-2018  
Département de génie électrique et de génie informatique, Université de Sherbrooke**

**Note :** En vue d'alléger le texte, le masculin est utilisé pour désigner les femmes et les hommes.

Document GuideEtudiant\_S6e\_Projet.doc

Version 4, 26 août 2018

Conçu, rédigé, modifié par : François Boone, Vincent-P. Rhéaume

Tous droits réservés © 2014-2018 Département de génie électrique et de génie informatique,  
Université de Sherbrooke.

Reproduction permise sans autorisation à des fins d'enseignement au Département de génie  
électrique et de génie informatique de l'Université de Sherbrooke seulement.

# Table des matières

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Éléments de compétences de la session S6 visés par l'unité ..... | 4  |
| 2   | Introduction .....   | 5  |
| 2.1 | Défis pouvant être relevés par les objets sans fils.....         | 6  |
| 2.2 | Votre mandat.....  | 6  |
| 2.3 | Acceptabilité d'un projet.....                                   | 7  |
| 2.4 | Volet télécommunication .....                                    | 7  |
| 2.5 | Volet gestion de projet .....                                    | 9  |
| 2.6 | Suivi du projet, animation et partage d'expérience .....         | 10 |
| 3   | Encadrement, suivi du projet et évaluation.....                  | 11 |
| 4   | Qualités de l'ingénieur .....                                    | 13 |

# 1 Éléments de compétences de la session S6 visés par l'unité

## *GEL 601 Électronique et interfaces*

1. Exercer des capacités d'analyse, d'abstraction, de synthèse et de créativité en rapport avec la conception, le développement et la réalisation d'un **système de communication** en mettant en pratique une méthode globale adéquate;
2. Tout en adoptant une pratique socialement responsable et en **tenant compte des grandes questions contemporaines** et des innovations potentiellement utiles dans la recherche de solutions à des problèmes d'ingénierie, développer de bonnes pratiques de développement de produits, notamment en ce qui concerne les aspects de **respect du mandat confié, de gestion de projet, de travail en équipe disciplinaire et de respect des réglementations gouvernementales** ou des recommandations d'organismes nationaux et internationaux;
3. **S'autoévaluer**, c'est-à-dire prendre du recul, évaluer l'état de la situation, évaluer ses propres limites, son besoin de formation continue et recourir à de l'expertise externe lorsque requis.

## 2 Introduction

Après la révolution du fer et la révolution industrielle, **la révolution des communications provoque un changement radical sur l'ensemble de la planète**. Couplés au fait de la mondialisation du commerce, les pays industrialisés sont confrontés à se redéfinir. **La croissance économique et le bien-être social qui en découlent ne sont plus soutenus par des emplois de masse, mais par la capacité à générer de nouvelles idées innovantes et créatives**. Lorsque ces idées induisent la réalisation d'un produit, celui-ci risque fort d'être fabriqué dans les pays émergents, pays dont la Chine en est le champion. Plusieurs pays développés se questionnent donc sur leur avenir dans les quinze à vingt prochaines années.

Les télécommunications sans fil offrent de nouveaux moyens pour améliorer le cadre de vie de la population et répondre efficacement à certains problèmes de la société d'aujourd'hui. Par télécommunications sans fil, on réfère à l'ensemble des technologies permettant d'assurer une continuité ou une transmission d'un signal équivalente à celle d'un lien câblé : on parle aujourd'hui souvent d'objets connectés ou d'internet des objets (IdO, ou IoT pour Internet of Things en anglais). Ces technologies apparaissent tantôt complémentaires à celles déjà mises en place, tantôt alternatives. Elles permettent d'offrir, par exemple, de nouvelles formes de mobilité susceptibles d'intéresser certaines catégories d'utilisateurs, de nouvelles méthodes de surveillance de l'environnement, etc. Utilisées séparément ou de manière combinée, ces technologies constituent des outils d'aménagement et de développement de la vie professionnelle. Elles introduisent de nouvelles possibilités d'échange d'informations. elles permettent de concevoir de nouvelles façons de travailler.

Le projet de la session S6 s'inscrit dans ce contexte. **On vous demande d'utiliser votre imagination pour définir et prototyper un produit** utilisant les télécommunications sans fil pour répondre à un problème donné. Vous devrez passer par **toutes les étapes de conception de la chaîne de télécommunication numérique**.

Ce document s'efforce de donner les informations pouvant diriger le choix de l'application potentielle de votre projet. Tout commentaire constructif permettant d'améliorer la documentation pour l'avenir sera bien reçu par l'équipe pédagogique et des ajustements pourront se faire en cours de session.

## 2.1 Défis pouvant être relevés par les objets sans fils

Le Conseil de la science et de la technologie du Québec a lancé en 2003 un projet nommé Perspectives STS (*s*cience, *t*echnologie, *s*ociété) qui visait à mobiliser la communauté scientifique et technique pour contribuer à identifier les principaux défis socioéconomiques stratégiques pour le Québec pour les 20 années suivantes. Bien que ce projet soit aujourd'hui un peu ancien, ses résultats sont encore d'actualité et vont servir de cadre à la définition d'un projet applicatif que votre équipe aimerait développer.

Les défis relevés ont été classés selon six grands thèmes:

- A. santé et habitudes de vie;
- B. environnement et ressources;
- C. économie, recherche et innovation;
- D. éducation;
- E. démographie et communautés;
- F. culture et société.

Le détail de l'étude et la liste des 40 défis est dans le rapport de l'organisme, disponible via la page web de S6.

## 2.2 Votre mandat

Vous devez proposer un projet pouvant répondre de façon originale à l'un ou plusieurs des défis relevés par l'étude Perspectives STS. Le projet doit intégrer une composante de communication sans-fil. On vous demandera de justifier le projet en son impact social, économique et environnemental.

Votre projet peut être très ouvert et comprendre ou prévoir des développements futurs. Vous devrez bien distinguer le *produit fini* du *prototype S6*. Comme l'essentiel de la session vise à vous faire expérimenter le processus de conception de la chaîne de télécommunication sans-fil, des compromis seront à faire quant aux objectifs du prototype S6. Même si vous n'aurez pas un produit fini à la fin de la session, il vous est demandé de documenter ce qu'il serait.

## 2.3 Acceptabilité d'un projet

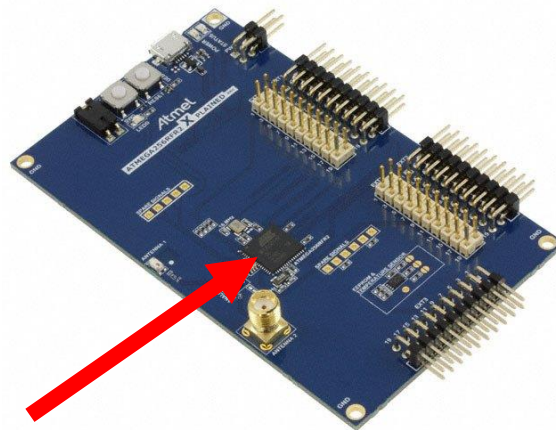
Pour être acceptable, votre projet doit:

1. Respecter la charte des droits et libertés et le droit civil en vigueur;
2. Rencontrer les critères socialement établis d'éthique appliqués à l'ingénierie et suivre le code de déontologie des ingénieurs québécois;
3. Respecter la réglementation spécifique relative à la technologie utilisée (notamment en ce qui concerne les propagations radioélectriques);
4. Viser toucher à au moins un des défis de Perspectives STS;
5. Avoir un caractère innovant, un avantage technique ou économique;
6. Être économiquement viable à terme.

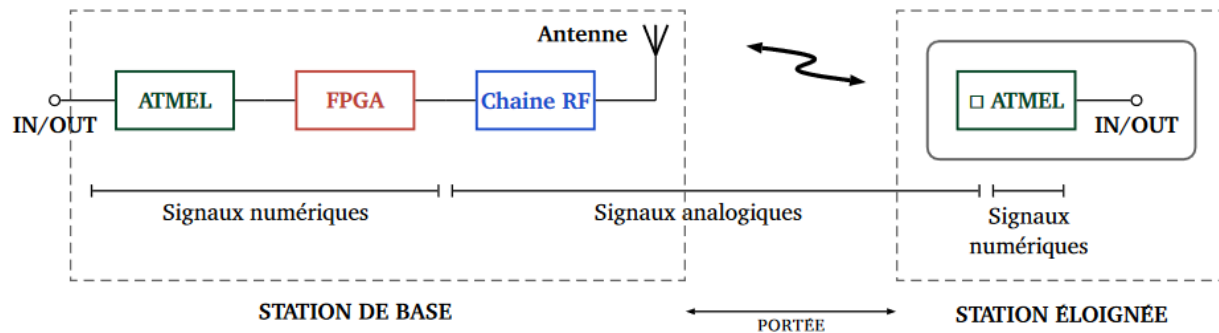
## 2.4 Volet télécommunication

Lorsqu'on attaque un projet, il est généralement stratégique de se concentrer sur les aspects novateurs, et d'éviter de réinventer la roue. Il s'avère que, pour les standards de communication sans-fil commerciaux les plus utilisés (par exemple : Bluetooth, Wifi, etc), on peut acheter des blocs transmetteurs-récepteurs qui intègrent tout le nécessaire à la communication.

La figure suivante représente le kit de développement ATMEGA256RFR2 Explained Pro, que vous allez utiliser dans le cadre du projet. Le microcontrôleur ATMEGA256RFR2 (pointé) intègre un périphérique de communication sans-fil; de ce fait, il pourrait être un choix logique pour votre *produit fini*. Il n'y aurait normalement que de l'intégration logicielle à faire pour développer une application sans-fil.



Cependant, pour des raisons académiques, nous allons cette session créer un transmetteur-récepteur de toutes pièces. C'est-à-dire qu'au lieu de faire une liaison sans-fil directe entre les périphériques sans-fil de deux cartes ATMEL, nous allons « exploser » le périphérique de communication sans-fil d'un côté afin de toucher au matériel.



Des capteurs, périphériques ou actionneurs, ou un terminal-ordinateur peuvent être branchés sur la carte ATMEL à chaque bout de la chaîne de communication. Cependant, d'un côté, on utilisera une chaîne de communication de votre conception.

Vous devrez:

1. Concevoir et implémenter la modulation/démodulation dans un FPGA;
2. Concevoir la chaîne RF à partir de composants de base comme filtres, mélangeurs, amplificateurs afin d'émettre et recevoir un signal;
3. Concevoir deux antennes, dont au moins une antenne planaire que vous simulerez et enverrez en fabrication;
4. Concevoir un protocole de communication permettant à des messages sans-fil de transporter l'information dont vous avez besoin pour votre application;
5. Concevoir la logique de votre application.

Afin que la chaîne de télécommunication que vous mettez en œuvre soit compatible avec celle du périphérique sans-fil intégré dans l'ATMEGA256RFR2, vous devrez vous conformer au standard 802.15.4 applicable, qui impose entre autre:

1. L'utilisation d'un canal RF dans la bande ISM de 2,4GHz;
2. Une modulation quasi-orthogonale 16-aire de type O-QPSK;
3. Un débit de 250 kilobits par seconde.

Veuillez prendre note que les composants radiofréquences qui sont dans le kit de pièces qu'on vous fournit, en plus d'être onéreuses, sont sujettes à de sévères restrictions quant à leur utilisation. Entre autre, **toute perte doit être signalée le plus rapidement possible** à l'équipe pédagogique de la session. Nous vous demandons d'être consciencieux dans votre manipulation, transport et stockage de ces composants.



## 2.5 Volet gestion de projet

Depuis le début de votre baccalauréat, vous avez eu la chance d'apprendre à connaître et à appliquer divers outils de gestion. Pour ne nommer quelques outils, vous avez vu:

- le cahier de charges fonctionnelles;
- l'organigramme de projet;
- le diagramme de Gantt;
- la charte de risques Top Ten;
- les courbes en S.

Ces outils servent à gérer différentes facettes du projet, par exemple :

- les délais;
- les coûts;
- les risques;
- les livrables;
- la qualité;
- les fonctionnalités à implémenter;
- la communication;
- les changements.

Vos expériences de stages et de projets antérieurs doivent vous avoir sensibilisé à l'importance de gérer toutes ces facettes. Vous vous êtes peut-être aussi rendu compte que les outils utilisés ont parfois des lacunes. C'est dans cet esprit que nous n'insisterons pas sur l'application formelle d'une méthode de gestion particulière pour le projet de S6.

Nous vous encourageons à:

- Utiliser les outils et les méthodes de gestion qui vous semblent judicieuses;
- Adapter les méthodes à vos besoins, que ce soit pour les alléger, leur ajouter de l'information, ajouter du visuel, les rendre plus faciles à utiliser;
- Utiliser des outils et méthodes alternatifs.

Nous vous demandons, tout au long de la session, d'utiliser ces outils et de prendre du recul dessus. Vous devrez nous montrer que les outils, tels qu'utilisés, permettent de gérer les facettes importantes du projet de session.

## **2.6 Suivi du projet, animation et partage d'expérience**

L'équipe de projet devra prendre toutes les mesures nécessaires pour faire le suivi du projet en temps réel avec les outils de gestion qu'elle aura déterminés. En cas de dérapage, elle peut demander une rencontre avec le responsable du projet afin de trouver une stratégie de correction.

Les différentes équipes ne sont pas en compétition et sont encouragées à partager l'information dont elles disposent.

Il est normal que le travail soit séparé au sein d'une même équipe. En revanche, il est essentiel et attendu qu'il y ait partage de connaissances pour que tous les membres de l'équipe aient touché à tous les volets techniques. Chaque étudiant est responsable de s'assurer qu'il est capable d'appliquer tous les volets techniques.

# 3 Encâdrement, suivi du projet et évaluation

Un calendrier prévisionnel des activités est disponible sur la page web de la session dans la section Projets. Les requis précis des travaux seront disponibles à cet endroit aussi. De façon très sommaire, les activités évaluées sont:

1. La présentation du dossier de conception  
*Dans cette présentation, vous définirez votre éventuel produit fini, le prototype de S6, et présenterez les outils de gestion retenus.*
2. Le rapport de mi-session  
*Le rapport portera sur votre conception d'antenne et de chaîne RF.*
3. La présentation de fin de session  
*La présentation de fin de session fera le retour sur vos réalisations dans chacun des volets techniques. On y trouvera une démonstration de votre prototype.*
4. Les suivis de projet  
*Les suivis de projet sont l'occasion de démontrer que vos outils de gestion sont appropriés. C'est l'occasion de faire le point à votre superviseur sur le travail qui a été fait récemment, le travail qui sera fait dans le futur court terme, et les risques ou problèmes relevés.*
5. L'autoévaluation  
*Un texte individuel de réflexion est à rendre à la fin de la session.*
6. Les évaluations par les pairs  
*Une évaluation par les pairs sera à faire suite à chaque grand livrable. Saisissez l'occasion pour réfléchir à ce que vous appréciez de la part de vos coéquipiers, et de vous aimeriez être différent; parlez-en avec eux. **Le résultat de l'évaluation par les pairs affectera de façon symbolique les notes de chacun**, afin de faire prendre conscience à tous de la perception de leurs collègues.*
7. Les deux examens sommatifs  
*L'examen de mi-session portera sur les antennes, les chaînes RF, et les normes de mise en marché de produits. Le second examen sommatif ajoutera de la matière (modulation-démodulation FPGA et protocole). La matière couverte est plus appliquée et générale que celle vue dans les APPs; il faut avoir une bonne idée des concepts généraux de ce qui a été fait dans le cadre du projet. Un examen formatif sera mis en ligne une semaine avant l'examen de mi-session.*

Le tableau suivant représente les pointages associés aux diverses activités d'évaluation.

|                                | Évaluation   |            | Compétence |            |           |
|--------------------------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|
|                                | Individuelle | Équipe     | 1          | 2          | 3         |
| Dossier de conception          |              | 50         |            | 50         |           |
| Suivis d'avancement            |              | 40         |            | 40         |           |
| Rapport de mi-session          |              | 180        | 140        | 40         |           |
| Examen de mi-session           | 160          |            | 120        | 40         |           |
| Présentation de fin de session |              | 200        | 180        | 20         |           |
| Examen de fin de session       | 200          |            | 180        | 20         |           |
| Autoévaluation                 | 70           |            |            |            | 70        |
|                                | <b>430</b>   | <b>470</b> | <b>620</b> | <b>210</b> | <b>70</b> |
|                                | <b>900</b>   |            | <b>900</b> |            |           |
|                                | <b>48%</b>   | <b>52%</b> | <b>69%</b> | <b>23%</b> | <b>8%</b> |

## 4 Qualités de l'ingénieur

Ce tableau identifie les *qualités de l'ingénieur* (tel que définies par le Bureau Canadien d'Agrément des Programmes en Génie) touchées par l'activité de Projet.

|   |     |   |
|---|-----|---|
| X | Q01 | Connaissances spécifiques en génie                |
| X | Q02 | Analyse de problèmes                              |
| X | Q03 | Investigation                                     |
| X | Q04 | Conception  |
| X | Q05 | Utilisation d'outils d'ingénierie                 |
| X | Q06 | Travail individuel et en équipe                   |
| X | Q07 | Communication                                     |
| X | Q08 | Professionnalisme                                 |
| X | Q09 | Impact du génie sur la société et l'environnement |
|   | Q10 | Déontologie et équité                             |
| X | Q11 | Économie et gestion de projets                    |
| X | Q12 | Apprentissage continu                             |