



Ecole Nationale des  
Sciences Géographiques



Ecole Nationale des  
Sciences Géographiques

Stage de fin d'études

Cycle des Ingénieurs diplômés de l'ENSG 3<sup>ème</sup> année

---

**Feuille de style L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X de l'Ensg**  
**Documentation plus que rapide**  
**Version provisoire du 10 septembre 2015 à 13:22**

---



**Mohamed-Amjad LASRI**

Septembre 2015

☒ Non confidentiel   ☐ Confidentiel IGN   ☐ Confidentiel Industrie   ☐ Jusqu'au ...

ECOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES  
6-8 Avenue Blaise Pascal - Cité Descartes - 77420 Champs-sur-Marne  
Téléphone 01 64 15 31 00 Télécopie 01 64 15 31 07



## Jury

**Président de jury :**

Le président de jury

**Commanditaire :**

le commanditaire

**Encadrement de stage :**

qui a encadré ?

**Responsable pédagogique du cycle Ingénieur :**

Serge Botton, IGN/ENSG/DE/DPTS

**Tuteur du stage pluridisciplinaire :**

Patricia Parisi, IGN/ENSG/DE/DSHI

© ENSG

## Stage de fin d'étude du xxx au xxx

**Diffusion web :** ☒ Internet ☒ Intranet Polytechnicum ☒ Intranet ENSG

**Situation du document :**

Rapport de stage de fin d'études présenté en fin de 3<sup>ème</sup> année du cycle des Ingénieurs

**Nombres de pages :** 17 pages dont 3 d'annexes

**Système hôte :** L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

**Modifications :**

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES
1	0	09/2012	Création

# Remerciements

---

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de différentes façons à la réussite de mon stage et plus particulièrement les personnes que je cite ci-dessous.

Olivier MARTIN, Frederic VERLUISE, Christian THOM et Christophe MEYNARD qui m'ont encadré, conseillé et ont répondu régulièrement à mes questions tout au long de mon stage.

Emmanuel BARDIERE, mon référent de stage ENSG, qui a suivi l'évolution de mon stage tout au long de ces cinq mois.

Tout le personnel du Laboratoire d'Opto-Électronique et de la société KYLIA.

## Résumé

Ceci est mon résumé

**Mots clés :** clés, clés, clés

## **Abstract**

This is my abstract

**Key words:** key, key, key

# Table des matières

<b>Glossaire et sigles utiles</b>	<b>6</b>
<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>1 Concepts clés et problématiques</b>	<b>9</b>
1.1 Les Géocubes . . . . .	9
1.2 Les systèmes embarqués et les noyaux temps-réel dur : . . . . .	9
1.3 Commandes personnalisées . . . . .	11
1.4 Fichier source de cette doc . . . . .	12
<b>Conclusion</b>	<b>13</b>
<b>A Filtre de Kalman</b>	<b>17</b>

# Table des figures

1.1	Un réseau de Géocubes . . . . .	10
1.2	Exemple multi tâches . . . . .	11





# Liste des tableaux

# Glossaire et sigles utiles

---

**ENSG** École Nationale des Sciences Géographiques

**G3OS** Geocube Operating System

**GNSS** Global Navigation Satellite Systems

**GPS** Global Positionning System

**IEC** The International Electrotechnical Commission

**ISO** The International Organization for Standardization

**NFC** Near Field Communication

**RTOS** Real Time Operating System

**TCP/IP** Transmission Control Protocol/Internet Protocol

# Introduction

---

La communication en champ proche (NFC) est une méthode de communication utilisée pour l'identification des personnes et des objets



*Ce chapitre a pour but d'introduire le lecteur aux concepts clés nécessaires pour comprendre le travail effectué lors de ce stage. Le lecteur est prié de prêter une attention particulière au tableau des sigles lors de la lecture du présent document. Les protocoles qu'on présente utilisent un certain nombre d'abréviations conventionnelles pour désigner Les opérations d'échanges entre.*

## 1.1 Les Géocubes

La miniaturisation des capteurs ainsi que la baisse des coûts de fabrication et de la consommation électrique des puces GNSS sont des facteurs qui peuvent laisser à envisager d'abandonner sur le terrain un réseau de capteurs opérant en permanence. Certains de ces capteurs GNSS permettent d'effectuer des mesures sur la phase donnant la possibilité de remonter à des précisions millimétriques, d'où l'idée d'un réseau de Géocubes. Le système Géocube est un réseau de capteurs GPS conçu et développé par le Laboratoire d'Opto-Électronique de Mesure et d'Instrumentation de l'Institut Géographique et Forestière Nationale. Il a comme objectif de mesurer les déformations avec une précision millimétrique. Ce réseau de capteurs a la particularité d'être très peu gourmand en énergie. On peut envisager de l'abandonner dans un milieu difficilement accessible sans qu'on ait à se soucier de son alimentation continue en électricité. En plus d'un module radio, un Géocube peut supporter plusieurs couches de capteurs lui permettant de collecter un certain nombre d'informations sur son environnement.

Dans les premières versions du Géocube initiés par LOEMI, Un opérateur humain peut communiquer directement avec un géocube en utilisant une de ces méthodes :

- Liaison série filaire, qui permet d'envoyer des commandes à travers l'interface en lignes de commandes de G3OS.
- Radio : Un protocole propriétaire particulier (DigiMesh©) est utilisé pour communiquer avec un Géocube.

Dans la version industrielle du Géocube maintenue par la société Kyla, une attention particulière est prêtée à l'étanchéité du boîtier qui le contient et à la robustesse du produit final. Ce choix crucial se justifie principalement par le fait qu'un réseau de Géocube peut être destiné à la surveillance environnementale en temps de crise et doit, par conséquence, être résistant aux conditions extrêmes que peut présenter un tel contexte.

Un réseau de Géocubes communique à travers le protocole radio DigiMesh© et l'utilise aussi pour centraliser les mesures acquises par les Géocubes vers un ordinateur, appelé coordinateur. Le coordinateur est le composant central du réseau, il encapsule toute la logique liée au traitement et au stockage des données. Il permet aussi à l'utilisateur de lancer des séries de calculs, récupérer les résultats ou de communiquer avec un Géocube en lançant des commandes qui seront transmises par radio. La Figure 1.1 résume ce schéma de fonctionnement.

## 1.2 Les systèmes embarqués et les noyaux temps-réel dur :

Un système embarqué est par définition : Un système électronique et informatique autonome, souvent temps-réel, spécialisé dans une tâche bien précise []. De cette définition on peut ressortir

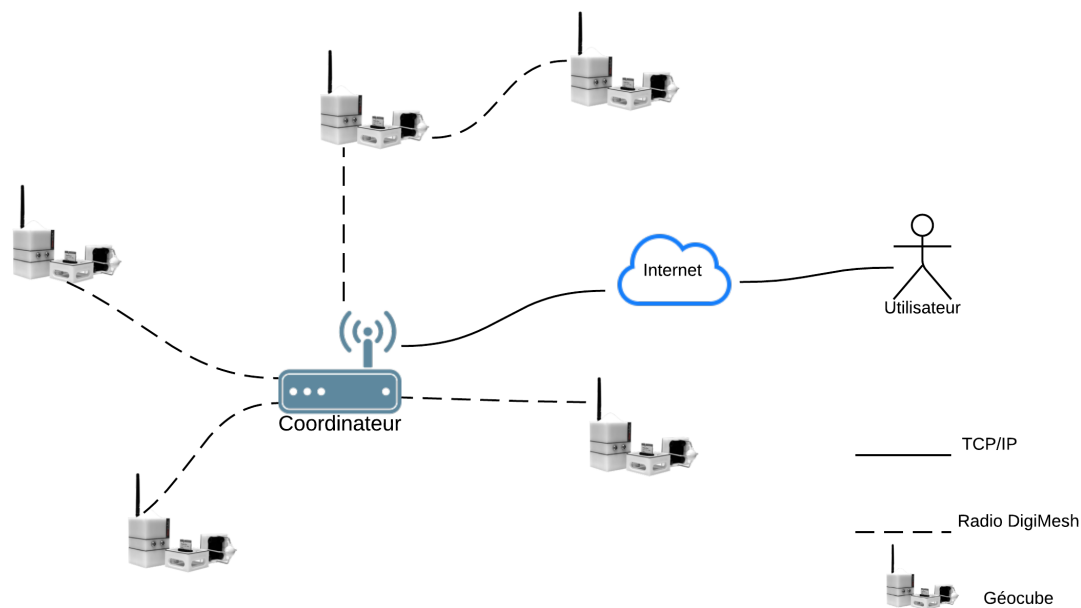


FIGURE 1.1 – Un réseau de Géocubes

deux éléments clés :

- Un système embarqué nécessite un développement matériel (électronique) mais aussi logiciel.
- Un système embarqué a la particularité d'opérer en temps-réel.

Le lecteur peut se poser la question légitime : Pourquoi on insiste sur le "temps-réel" dans cette définition ? Nos ordinateurs personnels n'opèrent-ils pas en "temps-réel" ? Pour répondre à ces questions et introduire l'importance de ... dans le cas du système Géocube Il faut comprendre que le concept de temps réel en informatique est très relatif et varie d'un métier à un autre : Le temps-réel pour un développeur web est de pouvoir fournir à l'internaute de l'information sous forme de flux, en tolérant les temps de latence qui peuvent résulter parfois des temps d'accès à une base de données ou à la bande passante d'internet. Pour un développeur qui fait de l'informatique pour automobiles et doit, par exemple, développer les couches logicielles relatives à un système d'airbag, Le temps-réel dans ce cas est très strict et la quantification de ce temps latence est primordiale, sinon la vie des gens serait en danger.

### 1.2.1 Les tâches

Une tâche est le composant principal d'un RTOS. Lorsque vous effectuez plusieurs tâches simultanées sur un ordinateur avec une mémoire vive limitée, vous pouvez remarquer à partir d'un certain ... que vos tâches auront du mal à tourner ... Pour les systèmes d'exploitation en temps-réel, communément connus sous le nom de RTOS (Real Time Operating Systems) La quantification de ce temps de latence est primordiale.

Dans cette perspective, une équipe de chercheurs du LOEMI ont mis au point un RTOS adapté aux tâches qui sont effectuées par un Géocube.

Une liste non exhaustive de ces tâches serait alors :

- Une tâche GPS qui gère toutes les opérations en relation avec l'acquisition des données GPS :
- Une tâche Radio qui gère toutes les opérations relatives à l'envoi et à la réception des

- données et des commandes par radio ;
- Une tâche accéléromètre qui gère l'acquisition des données de l'accéléromètre...

On note ici qu'à chaque tâche on affecte une priorité. On revient à notre exemple d'airbag pour mieux appréhender cette notion. Imaginons maintenant que dans un RTOS destiné à l'industrie automobile on ne donne pas à la tâche qui gère l'airbag la plus haute priorité. Cela reviendrait à dire qu'à

### 1.2.2 La communication entre les tâches

Dans un RTOS généralement, et dans G3OS plus particulièrement, une tâche peut communiquer avec ses semblables ou répondre à des signaux provenant des capteurs, qu'on appelle interruption.

Un signal d'interruption permet à un composant du système embarqué de notifier le microcontrôleur central de l'arrivée d'un événement qui mérite son attention. Le choix de ces événements se fait souvent en programmant les registres des composants du système. Conventionnellement, le registre qui permet de choisir les événements déclencheurs d'interruptions s'appelle le registre principal des interruptions (Main Interrupt Register).

La communication entre les tâches s'effectue par plusieurs méthodes. La principale connue est la queue de messages. Ce mécanisme permet à une tâche de communiquer avec les autres en envoyant des messages. Un exemple typique serait alors : une tâche qui s'occupe de l'acquisition des données d'une puce GPS. Dès qu'une nouvelle trame de données est disponible, Cette tâche envoie et une autre du traitement de ces données, Dans ce cas la première tâche envoie à la deuxième les données acquises à travers la que

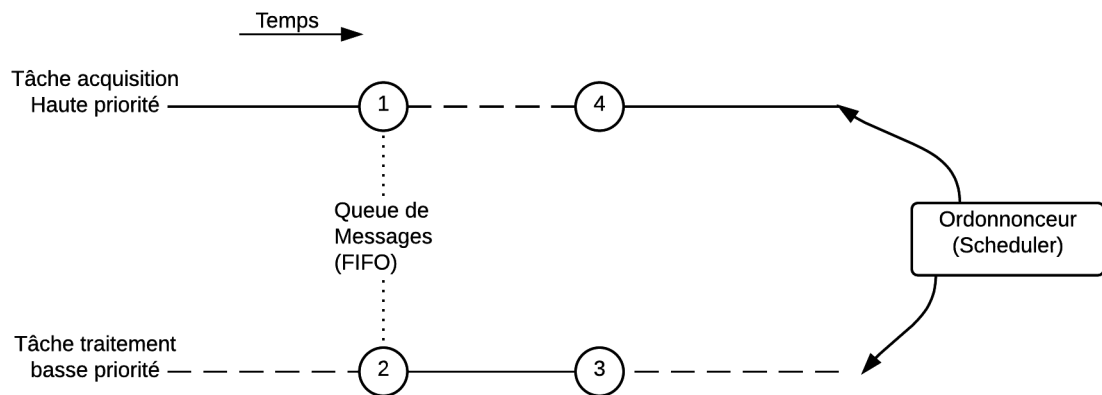


FIGURE 1.2 – Exemple multi tâches

Dans la Figure ... On schématise

## 1.3 Commandes personnalisées

- `\newevenpage` : identique à `\newpage` mais en insère une page blanche de façon à débiter la nouvelle page sur un numéro de page impaire.
- `\evenchapter{titre}` : démarre un nouveau chapitre sur une page impaire, `\evenchapter[titre sommaire]{titre}` fonctionne aussi mais pas `\evenchapter*{titre}`
- idem pour `\evenpart{titre}`



## 1.4 Fichier source de cette doc

Ce fichier `tex` contient toute la structure d'un rapport mais une bonne partie est désactivée car commentée par l'environnement `\begin{comment} ... \end{comment}`

# Conclusion

---

Il est l'heure de conclure : bonne nuit !



# Annexes

A	Filtre de Kalman	17
---	------------------	----



# FILTRE DE KALMAN

---

ANNEXE  
**A**

Annexe 1