



Projet Electif

Projet technique

14 mai 2016

---

## **Evolution de véhicules autonomes dans un environnement urbain intelligent**

---



Auteurs :

Biton Guillaume (guillaume.biton@ipsa.fr)

Guichard Marc-Antoine (marc-antoine.guichard@ipsa.fr)

Lhermite Camille (camille.lhermite@ipsa.fr)

Monnot Maxime (maxime.monnot@ipsa.fr)

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Définition du besoin</b>	<b>2</b>
2.1	Besoin . . . . .	2
2.2	Exigences . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Ebauche de solution</b>	<b>3</b>
3.1	Pour le robot : . . . . .	3
3.2	Pour le circuit : . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Subdivision du problème</b>	<b>5</b>
4.1	Suivi de trajectoire . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Retour à une vue d'ensemble</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Estimation du coût</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>9</b>
<b>Annexes</b>		<b>10</b>
A	Annexe 1 . . . . .	10
<b>Références</b>		<b>11</b>
	Nomenclature . . . . .	11
	Bibliographie . . . . .	12
	Table des illustrations . . . . .	13
<b>Résumé</b>		<b>14</b>

# 1 Introduction

La voiture autonome, loin du concept de science-fiction qu'elle pouvait représenter il y a quelques années est en train de devenir une réalité.

Si cette ambition put être à une certaine époque motivée par le simple attrait de la prouesse technique, nous percevons aujourd'hui tous les bénéfices que l'on pourrait en tirer. En effet, les avancées scientifiques et techniques nous permettent désormais de prétendre à concevoir une voiture qui soit non seulement autonome, mais surtout intelligente. Il est aujourd'hui tout à fait réaliste de penser que dans les quelques années à venir les voitures sauront adopter un comportement bien plus intelligent que celui de leurs conducteurs actuels, et ce au profit de la sécurité, de l'efficacité énergétique mais également de l'encombrement des axes routiers.

A terme, nous pouvons facilement imaginer que les différents véhicules auront la possibilité de communiquer entre eux afin de prévenir les véhicules environnants de leurs intentions, mais cela ne les dispensera pas de devoir être capables d'évaluer leur environnement afin d'y détecter les éléments "indépendants" (piétons, obstacles...).

Comme toute révolution technologique, la voiture intelligente devra faire face au caractère progressif de son adoption : toutes les voitures sur les routes ne deviendront pas autonomes du jour au lendemain. Ces véhicules devront donc également être capables d'évoluer au milieu d'une circulation telle que nous la connaissons, où chaque acteur adopte un comportement presque parfaitement aléatoire, et ne signale pas toujours ces intentions.

Afin d'ajouter une dimension supplémentaire à ce projet, nous avons souhaiter apporter une intelligence propre aux feux de circulations eux-mêmes. Ainsi, les feux adopteraient un comportement en fonction du trafic. Ceci s'inscrit également dans une démarche d'optimisation de la circulation, et il est très réaliste d'espérer que cette technologie déjà existante se fera omniprésente dans les années qui viennent, d'où notre volonté d'inclure cet élément d'environnement à notre projet.

Le but de ce projet est donc d'étudier notre capacité à faire cohabiter intelligence artificielle et environnement "réel" et indépendant avec des moyens techniques et financiers extrêmement restreints, mais également et surtout de fournir une plateforme d'expérimentation aux étudiants et chercheurs.

## **2 Définition du besoin**

Une définition pertinente du besoin est une condition absolument nécessaire pour la bonne réalisation de tout projet. Nous nous emploierons donc à définir aussi précisément et pertinement que possible le besoin motivant ce projet, et à régulièrement revenir sur ce dernier afin de prendre en compte d'éventuelles évolutions et à prévenir toute dérive du projet.

### **2.1 Besoin**

Bénéficier d'une plate-forme de développement modulaire et évolutive permettant d'implémenter des algorithmes d'automatismes dans le cadre de recherches liées aux voitures dites "intelligentes" et d'optimisation de la gestion du trafic.

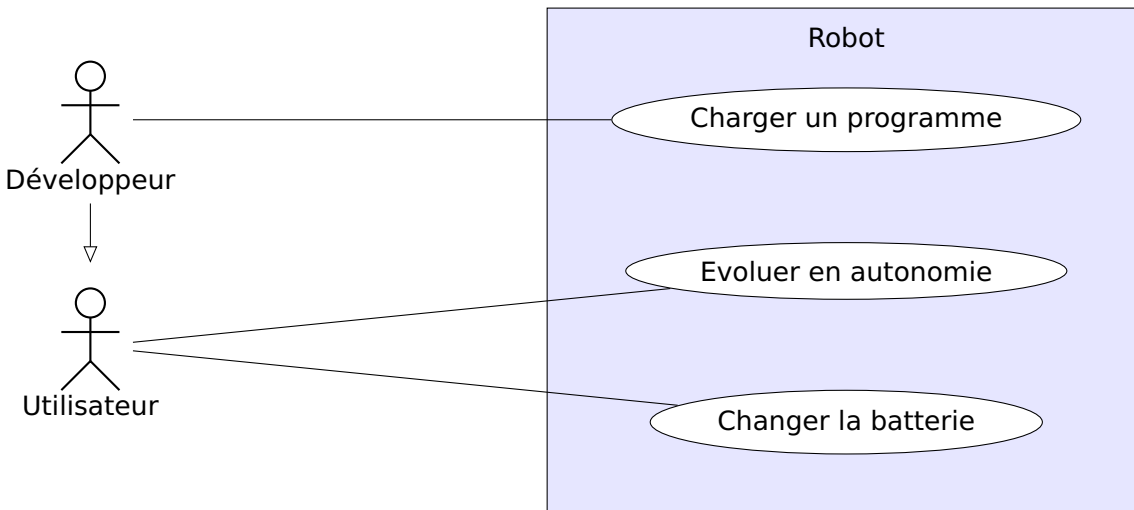
### **2.2 Exigences**

- La plate forme devra fournir des véhicules autonomes (et sans fils), chaque véhicule devant être équipé :
  - D'une caméra.
  - De capteurs optiques permettant un "suivi de ligne" au sol.
  - D'un ordinateur embarqué, de puissance de calcul suffisante pour assurer le traitement d'image en "quasi-temps réel" ( 10 images/seconde) et le contrôle du robot.
  - De deux roues de propulsion commandées par un moteur CC.
  - D'une roue directrice commandée par un servo-moteur.
  - De "clignotants" à LED sur la face avant ET les flancs du robot ainsi que d'un "feu stop" à l'arrière.
  - D'un capteur de distance à l'avant du robot.
  - D'une autonomie d'au moins 15 minutes.
  - D'un bouton de démarrage de séquence facilement accessible.
- La plate-forme sera également constituée d'un "circuit" répondant lui même aux exigences suivantes :
  - Présence d'au moins un carrefour à feux bicolores (commandés par une carte FPGA)
  - Présence de capteurs de présence de véhicules aux abords des feux.
  - Présence de lignes blanches (sur fond noir) au sol permettant le guidage des robots.
  - Présence de "parois" au bord des "routes" permettant une isolation visuelle du circuit.

### 3 Ebauche de solution

Nous pouvons d'ores et déjà ébaucher les diagrammes des cas d'utilisation de haut niveau suivants :

#### 3.1 Pour le robot :



##### Reprogrammation :

- **Précondition** : Nous disposons d'un programme fonctionnel.
- **Déclencheur** : Un développeur souhaite implémenter un programme.
- **Scenario** :
  1. On connecte le robot à une source de tension.
  2. On établit une liaison entre le robot et un ordinateur.
  3. Le développeur lance le téléversement du programme.
  4. Le robot acquitte.
  5. On ferme la connexion.

##### Evolution en autonomie :

- **Précondition** : Le robot a été programmé et dispose d'une batterie chargée.
- **Déclencheur** : Un membre du laboratoire souhaite observer le comportement du robot.
- **Scenario** :
  1. On met le robot sous tension.
  2. On place le robot sur une ligne blanche du circuit.
  3. On appuie sur le bouton de démarrage de séquence
  4. Le robot déclenche les programmes en mémoire.

##### Changement de batterie :

- **Déclencheur** : On souhaite changer la batterie du robot

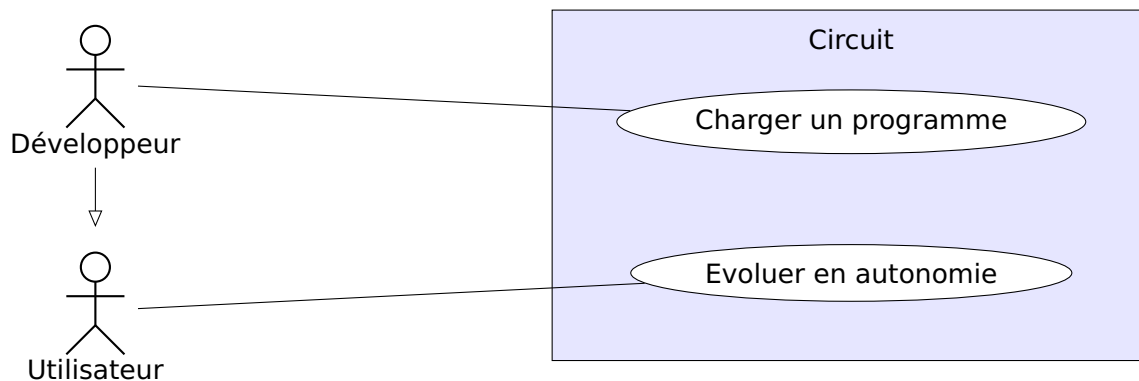
— **Scenario :**

1. On met le robot hors tension.
2. On accède à la batterie en place le cas échéant, et on la retire.
3. On met en place la nouvelle batterie
4. On remet en place les éléments éventuellement retirés pour accéder à la batterie.

Le mode d'utilisation primaire est bien évidemment celui de l'évolution en autonomie. Le robot étant destiné à servir de plateforme de recherche, et devant donc être entièrement reprogrammable, il est délicat de décrire ce mode d'utilisation qui dépendra intégralement du programme chargé par l'utilisateur.

Nous nous appliquerons cependant à décrire le mode d'utilisation correspondant à l'application la plus basique du robot (et de fait au programme que nous livrerons avec ce dernier).

**3.2 Pour le circuit :**



## 4 Subdivision du problème

### 4.1 Suivi de trajectoire

Dans un souci d'offrir une capacité de suivi de trajectoire simple et robuste, il a été décidé d'intégrer au robot une capacité de suivi de ligne blanche. Il s'agit de l'une des méthodes les plus répandues, relativement simple à implémenter et économe aussi bien en composants qu'en puissance de calcul nécessaire.

L'idée est d'offrir une basse fiable et simple pour que le suivi de trajectoire ne soit pas une source de préoccupation, ou d'erreur pour un chercheur qui s'intéresserait à d'autres problématiques. Cela n'exclut cependant pas qu'un chercheur désireux d'explorer d'autres possibilités de suivi de trajectoire (via la caméra, un dispositif de triangulation ou autre) de désactiver ce module et d'exploiter une autre solution.

Le principe de suivi de ligne est relativement simple : on place sur l'axe du robot, quelques millimètres au-dessus du sol, un capteur appelé « réflecteur optique ». Ce capteur émet une onde lumineuse (souvent infrarouge) et une cellule mesure l'intensité reçue sur la longueur d'onde émise. Une forte intensité reçue indiquera la présence d'une surface réfléchissante, tandis qu'une faible intensité indiquera la présence d'une surface absorbante. Il est ainsi aisé de différencier un fond sombre (la « route ») d'une ligne blanche.

Une loi linéaire lie la tension lue en sortie de capteur à l'intensité reçue. Une simple lecture de cette tension permet, après comparaison avec des valeurs "seuil" définies expérimentalement, de savoir si le capteur se trouve au-dessus d'une ligne blanche ou non.

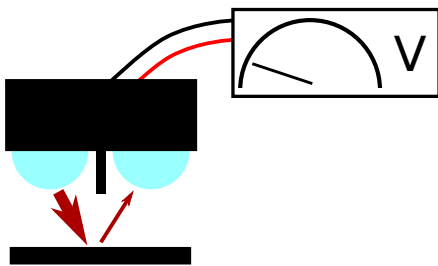


Figure 1 – Capteur au dessus d'un support sombre

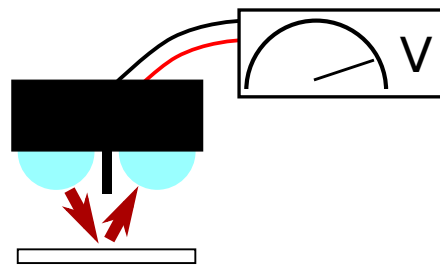


Figure 2 – Capteur au dessus d'un support clair

La question qui se pose est celle du nombre de capteurs, et de leur disposition.

Il est tout à fait possible de n'utiliser qu'un capteur : chaque fois qu'il quitte la ligne blanche, on entamera un virage à droite (puis à gauche si on ne retrouve pas la ligne blanche dans les quelques millisecondes suivantes) jusqu'à retrouver la ligne. Il est

évident que cette méthode ne permettra pas une très grande fluidité de déplacement pour notre robot.

L'utilisation de deux capteurs permet une meilleure fluidité. On placera cette fois un capteur de chaque côté de la ligne.



## **5 Retour à une vue d'ensemble**

## **6 Estimation du coût**

## **7 Conclusion**

## **Annexes**

### **A Annexe 1**

**Références**

**Nomenclature**

## **Bibliographie**

**Table des illustrations**

1	Capteur au dessus d'un support sombre . . . . .	5
2	Capteur au dessus d'un support clair . . . . .	5

## Résumé