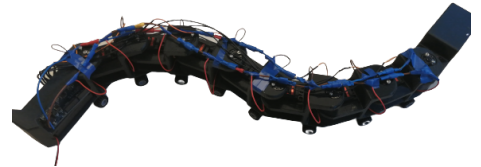


## Rapport de Projet - PolySnake

De nos jours, le monde subit de nombreuses catastrophes naturelles qui font chaque année des centaines voire des milliers de victimes. Par exemple, selon le *Discover Walks Glob*, le tremblement de terre de Tangshan de 1976 était un tremblement de terre qui a frappé la région autour de Tangshan qui a ravagé 85% des bâtiments du. Le rapport officiel a fait état de 242 769 morts, mais lorsqu'on considère les disparus, les blessés qui sont décédés plus tard et les décès à Pékin et Tianjin, ce qui en fait le tremblement de terre le plus meurtrier en Chine et l'une des principales catastrophes en Chine.

Ainsi, afin d'optimiser la recherche des personnes disparues dans ce genre de catastrophe, il est important de concevoir des systèmes capables de se faufiler dans des espaces clos et restreints afin de pouvoir venir en aide au survivant de ce genre de catastrophe naturelle.



Le poly-Snake doit donc pouvoir se faufiler dans des espaces inatteignables par l'homme pour y faire de la prise d'informations (ici prise d'image). On se limitera dans ce projet à un déplacement sur 2 axes. Pour cela nous nous sommes fixé les objectifs suivants :

- Concevoir un système embarqué intelligent
- Réaliser un programme imitant le mouvement d'un serpent
- Permettre au Poly-Snake de se diriger à l'aide de flèche rouge
- Modéliser en 3D les pièces constituant le corps du projet de A à Z
- Proposer un système entièrement démontable
- Utiliser des composants peu onéreux

A partir de ces objectifs, nous avons pu réaliser un cahier des charges listant les performances souhaitées de notre projet.

### Cahier des charges :

	Fonction	Critère d'appréciation	Niveaux d'exigences
FC1	Se déplacer	Avancer	0,05 m/s
FC2	Faire du repérage	Caméra	1080p ; + 29 fps
FC3	Détecter les obstacles	Capteur à Ultrason	±0,3 cm
FC4	Rentrer dans le coffre d'une voiture	Taille des modules	40 x 30 x 20 cm

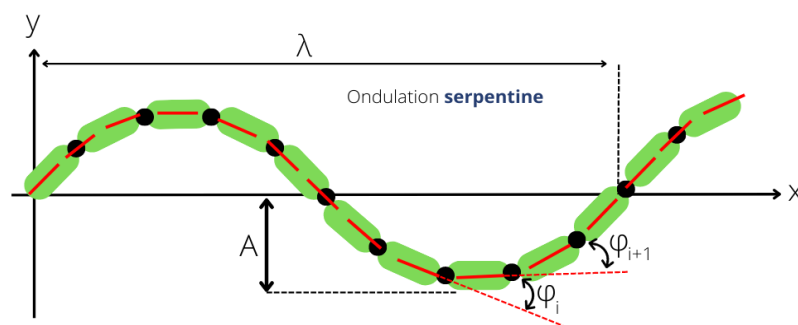
FC5	Être esthétique	Couleur-forme	Choix libre
FC6	Fonctionner sans branchement secteur	Batterie	+4066 mAh; +6V
FC7	Être autonome	Mise en route - Autonomie	Bouton; [20;30 min]
FC7	S'adapter au terrain	Résistance	Eau - Choc

### **Fonctionnement du PolySnake :**

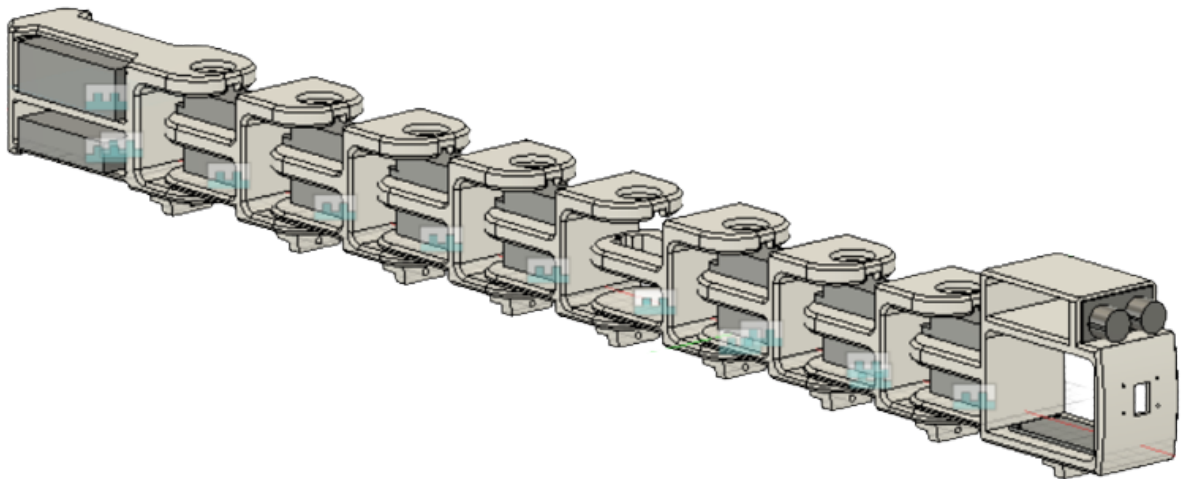
Une fois que notre cahier des charges était fixé, nous nous sommes intéressés au mouvement du serpent afin de comprendre comment se fait pour avancer malgré son absence de membre extérieur. Il en découle que la réponse vient de la forme particulière de ces écailles. En effet les écailles du serpent sont conçues de sorte à ce qu'elles glissent sur le sol lorsqu'elles se retrouvent parallèles à la surface sur laquelle elle avance mais aussi à ce qu'elles viennent frotter le sol lorsqu'elles sont perpendiculaires à cette même surface. C'est cette suite de frottement et de glissement qui permet au corps du serpent de se propulser sur le sol et c'est exactement le même principe que nous allons venir utiliser à l'aide de petites roues lego.



Effectivement, nous sommes venus placer des roues passives en dessous de chaque module qui compose le corps du PolySnake pour remplacer ces écailles. Il en résulte que le serpent peut être propulsé vers l'avant simplement en envoyant une onde sinusoïdale le long du corps comme on peut l'observer sur le schéma ci-contre.

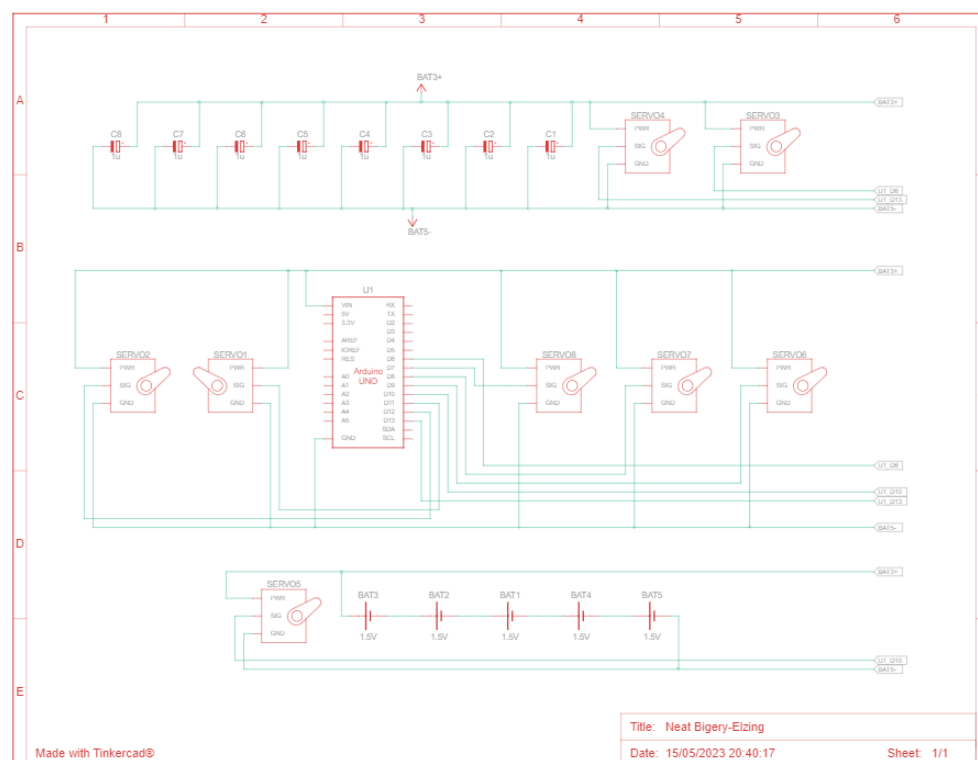


Par ailleurs, les modules observés précédemment sont des pièces entièrement réalisées en impression 3D qui permettent aux servomoteurs de se connecter les uns avec les autres. Cela permet à notre projet de pouvoir se mouvoir en ondulant sur le sol comme le ferait un vrai serpent uniquement en venant manipuler les mouvements des servomoteurs entre eux. On peut voir ci dessous une capture d'écran de la modélisation 3D du PolySnake avec la tête qui va venir accueillir l'émetteur à ultrason ainsi que la carte Raspberry pi zero W et la caméra Raspberry nano et la queue qui elle va venir accueillir la carte arduino et l'alimentation du projet.

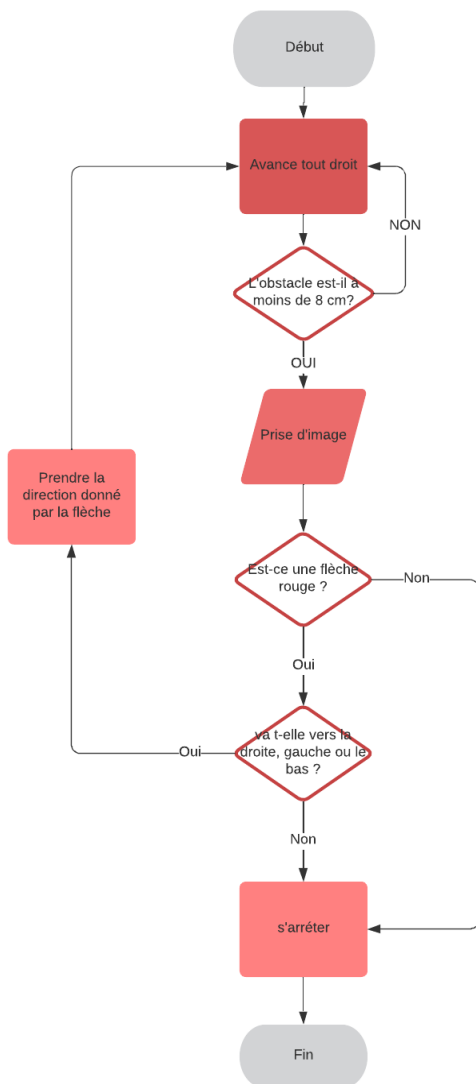


Par la suite nous nous sommes intéressés au montage électrique du système complet. Ici le fonctionnement est simple, notre objectif était de venir alimenter en 6.4V les servomoteurs et la carte arduino qui composent notre serpent à l'aide de cinq piles en série variant entre 1.2V et 1.5V. De plus, le choix de l'alimentation n'a pas été pris au hasard. En effet c'est en se basant sur la datasheet des servomoteurs que nous avons pu déterminer la tension idéale pour alimenter correctement les servomoteurs sans venir les surcharger.

### Schéma électrique du projet :



## Algorithme de fonctionnement global du projet :



L'avance et le changement de direction du serpent sont possibles grâce au programme dans la carte arduino dont la fonction slither prend en entrée un décalage, une amplitude, une vitesse et une longueur d'onde, ce qui permet de faire osciller le serpent dans la direction désirée.

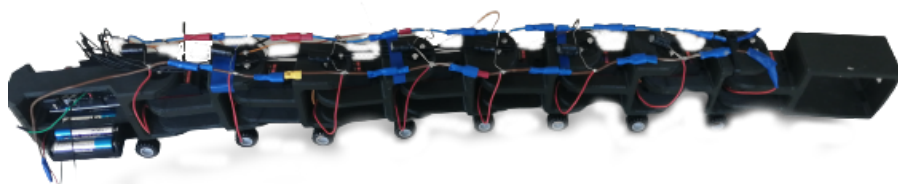
Le programme détient aussi une fonction pour arrêter le serpent si besoin.

La détection d'obstacle, la reconnaissance d'image et la prise de décision se font dans le même programme dans la raspberry pi zero W.

La distance entre le serpent et l'obstacle est constamment relevée, lorsque celle-ci est inférieure à 8 cm le serpent reçoit l'ordre de s'arrêter et la reconnaissance d'image commence.

La fonction de reconnaissance d'image cherche à savoir si la caméra détecte une flèche rouge, si oui alors elle relève la direction de celle-ci et l'envoi à la carte arduino pour que le serpent puisse prendre la nouvelle direction. Sinon le serpent est stoppé.

Le grand nombre de paramètres dans la fonction slither pourrait permettre plus de possibilité de mouvement (ex réduction des oscillation pour accéder à des espaces plus ou moins fin) mais pour le temps qui nous a été donné nous avons préféré nous concentrer sur faire avancer le serpent et lui permettre de changer de direction.



### **Estimation du prix du PolySnake :**

Coût du projet:(9932,96€)

- matériel : (432,96€)
  - ServoMoteur (TD-8135MG 180°) x8 (38,99€/pièces)
  - carte Arduino Uno (12,98€)
  - Carte Raspberry pi zero W (18,60€)
  - Capteur à ultrason (HC-SR04) (5,99€)
  - Caméra raspberry pi module V2.0 (25,80€)
  - Roues (Lego) (32,90€)
  - Condensateur (1000uF) x7 (0,78€/pièces)
  - boîtier à pile (9,99€)
  - piles (x3 1,2V , x2 1,5V) (9,32€)
- Ingénieur (38K pour 1600h) en partant sur 200h/pers soit 4750€/pers

### **Les imprévus :**

Pour ce qui à était modifié par rapport à la Bibliographie on peut trouver un changement au niveau des roues qui auraient dû être motorisées avec l'utilisation de moteur CC, le serpent final se déplace grâce au mouvement d'ondulation provoqué par les différents servomoteurs et aux frottement entre les roues et le sol. Cela nous à permis une réduction de la masse et taille du serpent, une réduction du coût total et aussi une réduction de la consommation. On a aussi eu à ajouter des condensateurs ce qui n'était pas prévu.

### **Les problèmes :**

L'un de nos plus grand problème était l'alimentation, Nous avions prévu à la base l'utilisation de batteries pour alimenter le projet cependant nous n'avons pas pu les commander, celles-ci ont été remplacées par des piles.

Un autre problème à régler lors du montage du serpent était celui des chutes de tension, pour régler ce problème nous avons placé des condensateurs tout au long du serpent.

Enfin pour ce qui est du capteur de distance, nous avons dû remplacer la carte arduino nano qui le contrôlait par une connexion direct à la raspberry pi zero W à cause de problèmes au niveau de la carte arduino nano, faire ce remplacement nous a aussi permis de réduire le nombre de composants.

### **Conclusion :**

Pour conclure, ce projet à été pour nous l'occasion de travailler sur des thèmes placés au centre de l'ingénierie moderne telle que la modélisation, la conception, la programmation, etc... Il en découle que notre projet, bien que partiellement abouti, arrive à fonctionner sans aide extérieure.

En effet le PolySnake à l'aide de son alimentation 6.4V, de sa caméra raspberry pi, de son émetteur à ultrason et enfin de son programme, arriverai parfaitement à fonctionner sans aucune aide même si le programme centrale reliant la carte arduino à la carte raspberry pi n'est pas encore opérationnel.

C'est un aspect que nous souhaiterions travailler dans la suite de nos étude ainsi que le perfectionnement de la batterie et le jeu entre les servomoteurs afin de rendre notre projet 100% autonome et surtout tout terrain ce qui est actuellement l'un des plus gros problèmes du PolySnake, son manque de dynamisme sur les surfaces autres que parfaitement plane.

### **Bibliographie :**

Bioinspired Robotic Snake:

[Bioinspired Robotic Snake : 16 Steps \(with Pictures\) - Instructables](#)

Snake locomotion :

[Snake locomotion \(louisiana.edu\)](#)

[Les serpents, ces animaux fascinants \(free.fr\)](#)

The mechanics of slithering locomotion :

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0812533106>