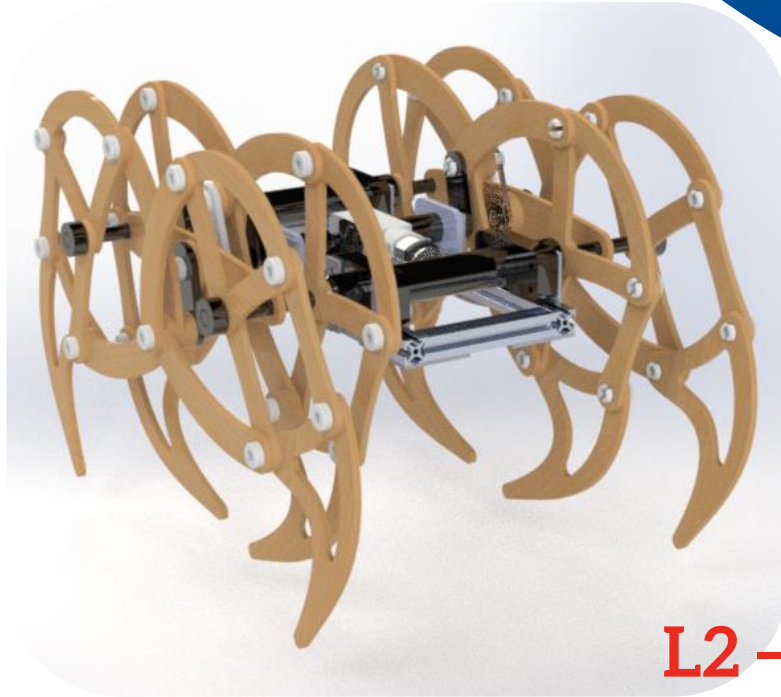




**SORBONNE
UNIVERSITÉ**



L2 – G1A

Projet KrakenRover

Groupe 2

ELIES Léo
21205788
MAFFIA Edoardo
21213275

SAMETOGLU Alper
21208508
SELMOUNE Massil
21211620

LU2ME113



Année Universitaire 2023/2024

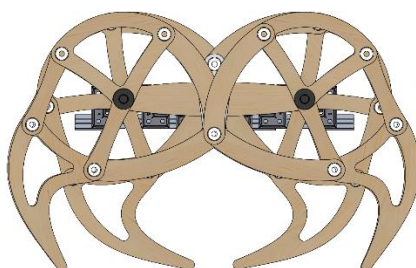


Table des Matières

TABLE DES MATIERES.....	1
I INTRODUCTION	2
II LE MECANISME JANSEN – STRANDBEEST	2
III LA CONCEPTION REALISEE.....	3
IV ANALYSE DES PROBLEMES RENCONTRES, ET LEURS SOLUTIONS	6
V ANALYSE DES RESULTATS.....	9
VI AMELIORATIONS.....	11
VII EVOLUTIONS POSSIBLES	13
VIII CONCLUSION	14
IX BIBLIOGRAPHIE	15

I Introduction :

Quel lien spécifique existe entre la vie marine et le mécanisme Jansen ? À première vue, probablement rien. Et si nous vous disions qu'il existe une manière très inhabituelle de les connecter les uns aux autres ?

Notre projet s'inspire des profondeurs mythiques de la mer – nous créons une merveille à 8 pattes inspirée par rien d'autre que le légendaire Kraken ! Considérez-le comme une fusion de technologie de pointe et d'ancien folklore maritime, dans le but d'amener la présence impressionnante du Kraken sur le sol terrestre (ce qui, espérons-le, ne se produira pas dans la vraie vie, à moins que...) Ce projet n'est pas seulement sur les pivots et les pièces fabriquées ; c'est un voyage captivant à l'intersection de l'innovation et du mythe !

Nous nous inspirons des idées des tentacules légendaires du Kraken pour la conception de notre robot : chaque membre mécanique est soigneusement conçu pour mélanger la grandeur de la créature marine mythique avec le mécanisme dont nous nous inspirons. Nous approfondissons l'histoire, en veillant à ce que le mouvement de chaque patte transmette l'essence d'un monstre marin mythique naviguant sur le campus de Jussieu...

Mais comment avons-nous réussi à construire cet être gracieux ? Dans ce rapport, nous discuterons des nombreuses subtilités que nous avons soigneusement traitées et du produit final d'un point de vue pédagogique.

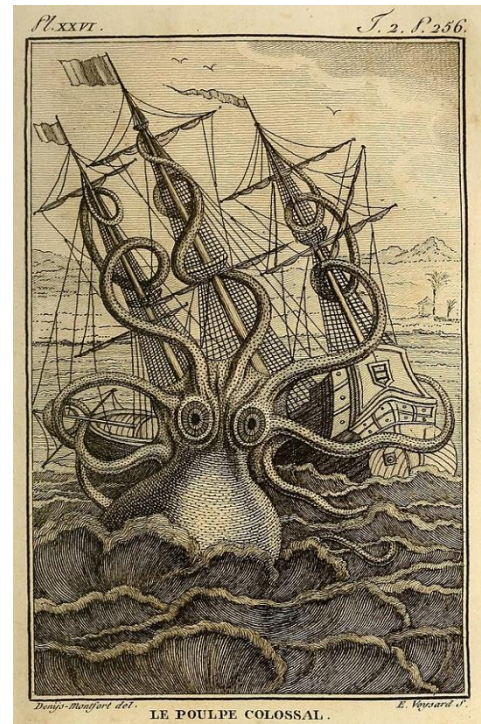


Figure 1. Le Poulpe Colossal (de Montfort, 1801-1805, 256)

II Le mécanisme Jansen – Strandbeest

A la base, une liaison est un groupe de barres reliées par des joints rigides (pivots). Nous pouvons transformer la liaison en un système de liaison lorsqu'un de ces pivots est fixée à une position stationnaire(bâti). Cela nous permet de transférer le mouvement du point de départ aux autres extrémités du système en modifiant la longueur des autres pièces et la manière dont elles sont connectées les unes aux autres.



Figure 2. Strandbeest à la plage (Staples, 2015)

"En développant cette évolution, j'espère devenir plus sage dans la compréhension de la nature existante en me confrontant aux problèmes du véritable Créateur."

- Theo Jansen, créateur du mécanisme Jansen-Strandbeest

La méthode choisie pour cette conception a été le mécanisme Jansen, dont l'invention remonte à 1991. Au

départ, ce mécanisme permettait au « Strandbeest » (en français : « La bête des plages ») de se déplacer grâce au vent au bord de la mer en utilisant des barres en bois de dimensions spécifiques reliées les unes aux autres pour former une structure très originale.

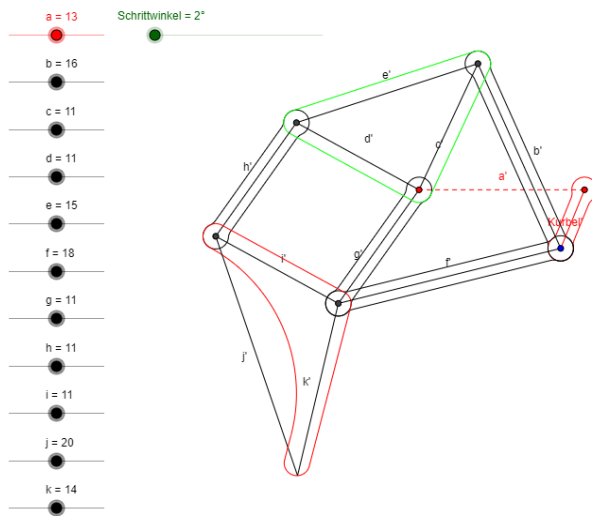


Figure 3. Proportions des tiges d'une patte

Une qualité unique de ce mécanisme est que, contrairement à d'autres liens qui aboutissent principalement à un mouvement « semblable à celui d'un robot », il reproduit presque parfaitement le mouvement d'un être vivant. Ceci est très bénéfique pour notre projet, car nous recherchons également un moyen de reproduire le mouvement réel du Kraken (même si à priori il n'a jamais réellement marché sur le sol...)

Le mécanisme Jansen fonctionne sur un principe de systèmes de liaison qui transforment le mouvement de rotation (fourni par un moteur) en mouvements complexes et coordonnés nécessaires à la marche.

Comme le montre la Figure 3, les tiges sont conçues pour avoir des longueurs spécifiques (qui peuvent être ajustées

proportionnellement). La disposition particulière de ces tiges garantit que la jambe subit une série de mouvements distincts, notamment la levée, l'extension et la rétraction qui est essentiel pour la marche.

III La conception réalisée

Revenons sur le mécanisme de Jansen. Il y a deux points fixes dans la patte (les deux points rouges sur la Figure 3), tout d'abord le point fixe à la droite qui génère le mouvement, le point à sa gauche qui sert à transmettre le mouvement aux barres situées "loin" du moteur. Pour la conception on a choisi les dimensions d'une patte de KrakenRover. On multiplie chaque dimension référence de la Figure 3 par 5 pour obtenir finalement les longueurs des pattes (en cm).

a) Conception initiale

La conception est un exercice à la fois excitant et déroutant. Elle commence le plus souvent par une page blanche et peut même rester à ce stade pendant de longs moments. Cela n'a pas du tout été notre cas. Cette page blanche et vide nous a en fait inspirés. Nous avons pensé en premier lieu à une démarche atypique et envoûtante : La marche du crocodile. Nous voulions avoir les axes de rotation des pattes de notre marcheur inclinés et non perpendiculaires au sol. Nous avons ensuite dérivé vers des inspirations plus cinématographiques telles que la démarche de Maître Yoda dans Star Wars. Une démarche lente et, cette fois, à trois points d'appui. Ou encore, comme clin d'œil à The Shining, nous avons pensé à faire un châssis posé sur quatre roues qui avancerait grâce à deux pattes situées à droite et à gauche du châssis entre les roues avant et arrière, ce qui devait ressembler à la démarche de Danny sur sa voiture lorsqu'il déambule dans l'hôtel. Pour finalement nous décider, nous avons choisi quelques caractéristiques que nous voulions attribuer à notre marcheur. Nous voulions un nombre conséquent de pattes, six, sept ou huit ; un châssis le plus stable possible qui n'aurait jamais besoin d'un mouvement rotationnel pour garder son équilibre et, pour finir, garder des inspirations cinématographiques. La solution que nous avons trouvée est donc bien le Kraken. Un animal fantastique muni de huit tentacules venant attaquer sauvagement le Black Pearl. Notre

idée enfin trouvée, nous avons modélisé un premier marcheur à l'aide des pièces de la bibliothèque prêtée par notre professeur.¹

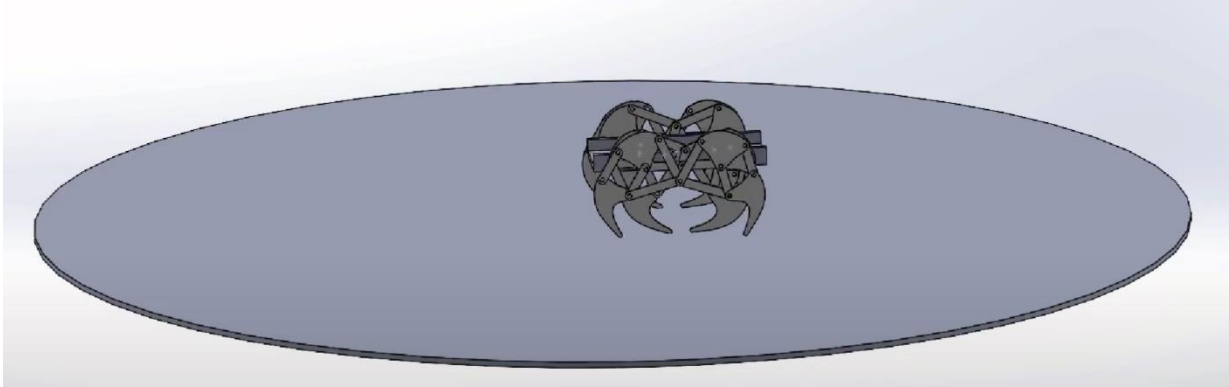


Figure 4. La conception initiale sur le sol

Nous avons effectué l'étude de mouvement avec un châssis provisoire tout d'abord sans le sol et ensuite avec un sol et le résultat était très satisfaisant. Nous avons constaté que grâce à ses 8 pattes, sa marche était très stable, c'est-à-dire que le châssis était parfaitement parallèle au sol tout le long de la marche.

b) Conception finale

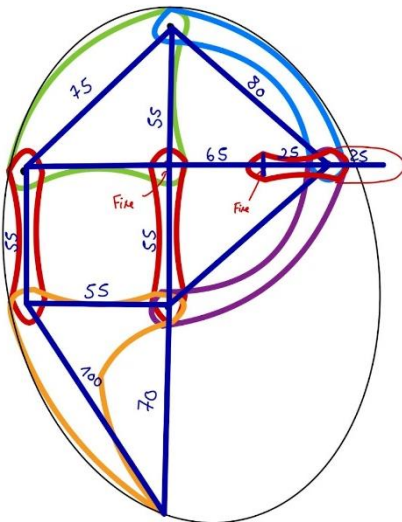


Figure 5. Les dimensions d'une patte

Une fois tous les tests concluants et un premier marcheur prêt à gambader, nous avons redessiné chacune des pièces pour lui donner l'aspect le plus marin et guerrier sans toucher au mécanisme ni changer les longueurs.

On a décidé de créer les pattes en forme plus arrondie afin qu'il ait l'air plus naturel. On les a tous remplacé sur SolidWorks et on a refait l'étude de mouvement avec le ce même châssis provisoire et on a obtenu exactement la même marche qu'on a obtenu précédemment. Pour la fabrication des pattes, nous avons convenu qu'il serait plus simple d'utiliser du contreplaqué de peuplier d'une épaisseur de 3mm² (il s'agit d'une note de bas de page !!!). Par conséquent, nous avons repensé le design des pattes en ajoutant des trous aux grandes pièces, non seulement pour économiser de la matière, mais aussi pour réduire le poids global du Kraken.

La prochaine étape est la conceptualisation du châssis. Pour ce faire on a utilisé la bibliothèque de conception MAKERBEAM qui nous a été fourni par notre professeur. On a pris ces pièces en formant un rectangle de dimension 200x80 mm et au centre, nous avons intégré deux poutres

¹ L'image qu'on a fournie possède déjà une partie des nouvelles pièces qu'on a conçu car on a fait l'étude de mouvement après

² Qui sera détaillé dans la partie VI Améliorations

de support génériques pour y fixer le moteur. Nous avons également créé une pièce que nous avons nommée "Axe_support", conçue pour maintenir les points fixes de notre mécanisme (Les points rouges sur la Figure 2) en les reliant solidement au châssis, évitant ainsi tout mouvement indésirable. Cette pièce est représenté en noir sur la Figure 6.

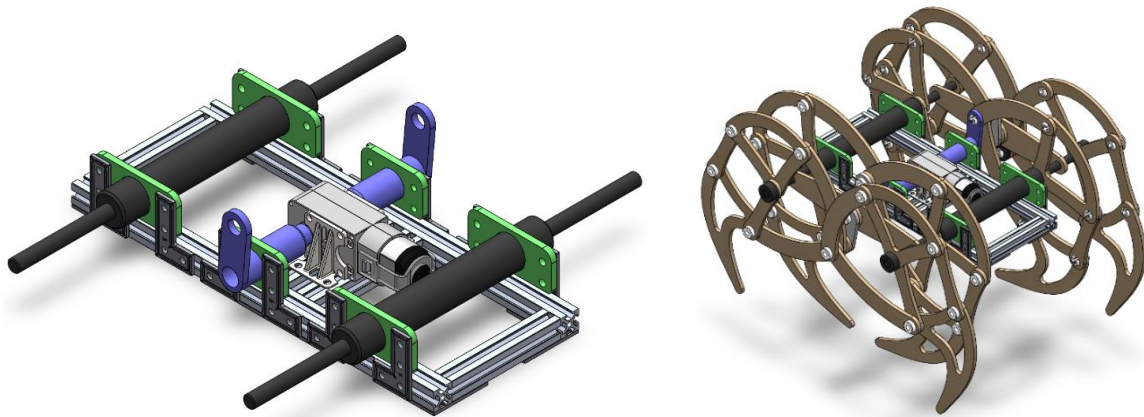


Figure 6. Le châssis du KrakenRover (gauche), le mécanisme complet (droite)

On a également créé des pièces permettant de les stabiliser les "Axe_support" et le coupleur au châssis, qui sont représenté en vert sur la Figure 6 (gauche), afin qu'ils ne puissent pas bouger lors de la marche. Ces pièces là ont été imprimés en 3D³.

Voici une image du Kraken complètement monté et à côté une image qu'on a généré avec l'outil « *SolidWorks visualise* » (Figure 7). Tout l'électronique et les problèmes techniques rencontrés lors de la conceptualisation seront explicités dans la suite.

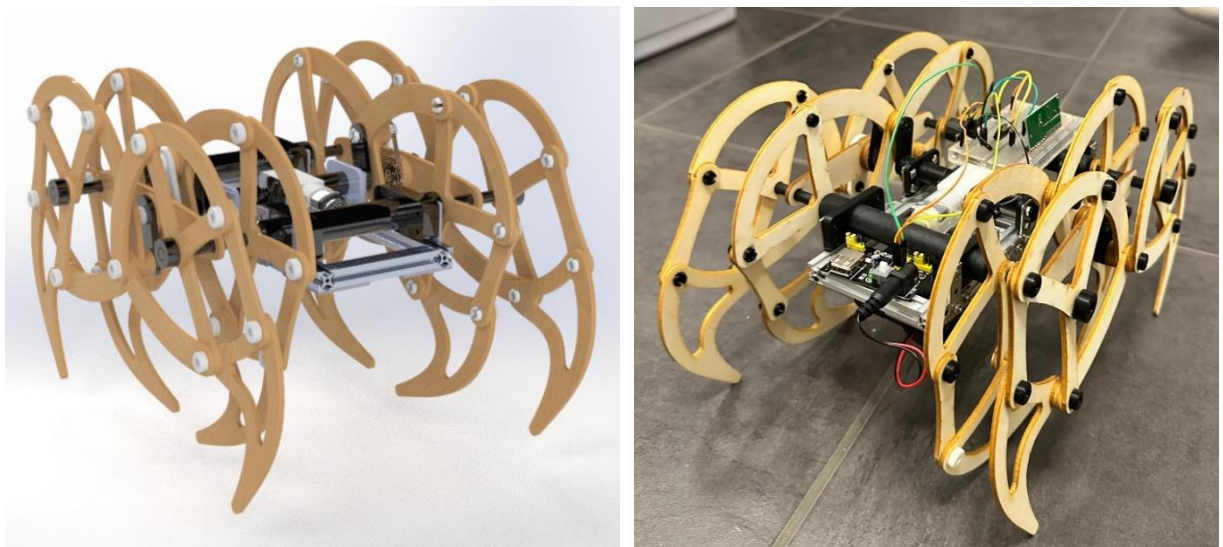


Figure 7. L'image reconstruite du KrakenRover (gauche), l'assemblage réalisé (droite)

³ Détaille dans la partie « IV Analyse des problèmes rencontrés, et leurs solutions » et aussi dans la partie « VI Améliorations »

Une vidéo de la mise en marche de la partie gauche du KrakenRover en utilisant un régulateur de tension est disponible dans le dossier **Ressources\Video de la Marche\Rotation_Kraken_Demo**.

IV Analyse des problèmes rencontrés, et leurs solutions

Lors de la réalisation du projet, nous avons fait face à différents types de problèmes.

Pour commencer, nous avons été confrontés à la difficulté de concevoir un mécanisme à 8 pattes. En effet, au moment de relier les 4 pattes de chaque flanc au châssis, on ne pouvait pas les relier au moteur. Le mécanisme passait devant la liaison pivot entre l'axe fixe du mécanisme et le moteur (il 'coupait' la liaison).

Pour régler ce problème, nous avons envisagé une conception particulière. Le moteur serait lié non pas à 4 pattes, mais à 2. Ce serait donc le mouvement des 2 pattes qui entraînerait celui des 2 autres.

Ensuite, nous avons eu une autre difficulté liée à l'équilibrage du robot lors de la marche, plus précisément au niveau des pattes. En effet, notre mécanisme possède 8 pattes, ce qui à première vue semble aider à l'équilibrage, ce qui est le cas, mais il y a une nécessité d'être vigilant quant aux phases des pattes lors de la marche. Les pattes doivent être simultanément au sol.

Pour cela, nous avons dû vérifier le décalage entre les pattes colinéaires et parallèles d'un même flanc. Nous avons aussi dû vérifier le décalage de l'angle entre la position initiale des bielles transmettant la rotation au 8 pattes (qui correspond au décalage de l'angle de la bielle de droite qui fait bouger les 4 pattes du flanc droit) et la bielle de gauche (qui fait bouger les 4 bielles de gauche).

Après avoir vérifié que les dimensions choisies pour les pièces du commerce étaient adaptées pour la marche de notre robot en ayant fait toutes les simulations nécessaires, nous avons aussi fait face à un autre problème... cette fois-ci lié à la conception des pièces. Nous souhaitions, à partir des pièces du commerce, modifier leur géométrie en vue d'améliorer l'esthétique de notre marcheur pour se rapprocher d'avantage au Kraken tels que le montre Figure 8.

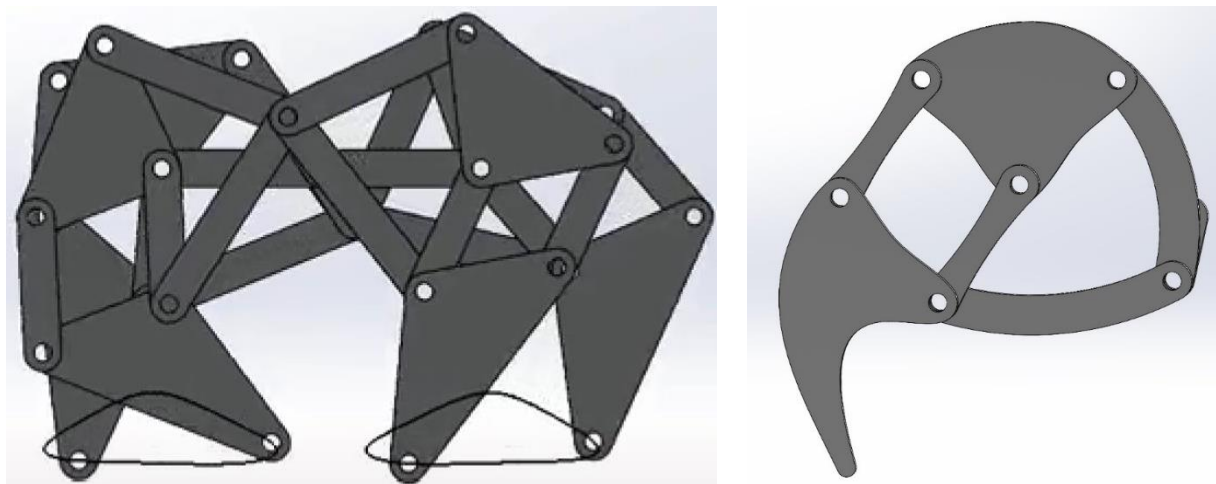


Figure 8. Marche de la première conception (gauche), l'ancienne patte (droite)

Or, lorsqu'on a essayé d'assembler ces pièces modifiées au châssis, les liaisons n'étaient plus prises en compte. Tous les pivots avaient disparu en laissant places à des messages d'erreurs...

Nous avons alors décidé de recommencer le fichier d'assemblage de 0 en ajoutant, cette fois-ci, les nouvelles pièces redessinées. Cela a réglé tous nos problèmes.

De plus, nous avons un problème lié directement à la conception de notre marcheur. Le problème était qu'on avait un axe trop grand (23 cm), donc l'axe de support n'était pas assez rigide pour soutenir notre marche. Etant donnée qu'on avait déjà découpé au laser nos pièces, on a non pas décidé d'augmenter le diamètre de l'axe, mais seulement d'augmenter le diamètre de la partie de l'axe situé sur le châssis, afin qu'il ne se brise pas.



Figure 9. La pièce supplémentaire fabriquée par notre équipe

Lors de la conceptualisation du Kraken, nous avons dû fabriquer cette pièce par impression 3D, tout comme plusieurs autres éléments du projet. En raison de la forme arrondie de la pièce, l'impression 3D rencontrait des difficultés comme le démontre la Figure 10 :

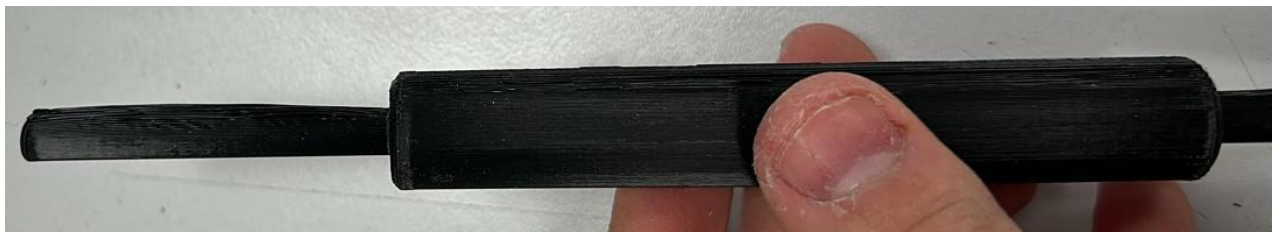


Figure 10. La pièce après la fabrication en 3D

Ainsi, pour remédier à ce problème, nous avons poncé la pièce (Figure 11.) afin de lui donner une forme correctement arrondie, permettant ainsi aux pièces de s'ajuster correctement sur cet axe.



Figure 11. La pièce poncée

Ce n'était pas la seule pièce nécessitant un ponçage. Les pièces munies de trous présentaient des ouvertures trop étroites, rendant impossible l'insertion de vis ou d'autres composants.

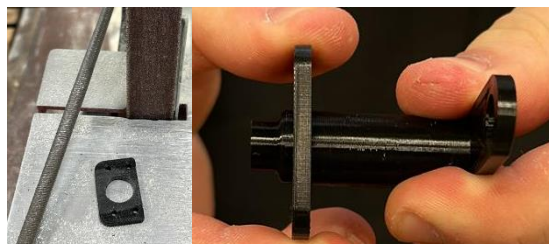


Figure 12. Ponçage des trous

Nous avons aussi rencontré un problème lié à une certaine contrainte. Ce problème n'en était pas un dans la conception sur SolidWorks, mais en aurait été un dans le prototypage, c'est pourquoi nous l'avons réglé avant.

On a mis 2 pièces en évidence. Le problème entre ces deux pièces est la contrainte de parallélisme, qui est acceptable dans la conception, mais qui ne l'est pas dans la réalisation finale de l'octipède. Dans la Figure 13, on peut voir plus clairement la contrainte de parallélisme qui relie ces deux pièces.

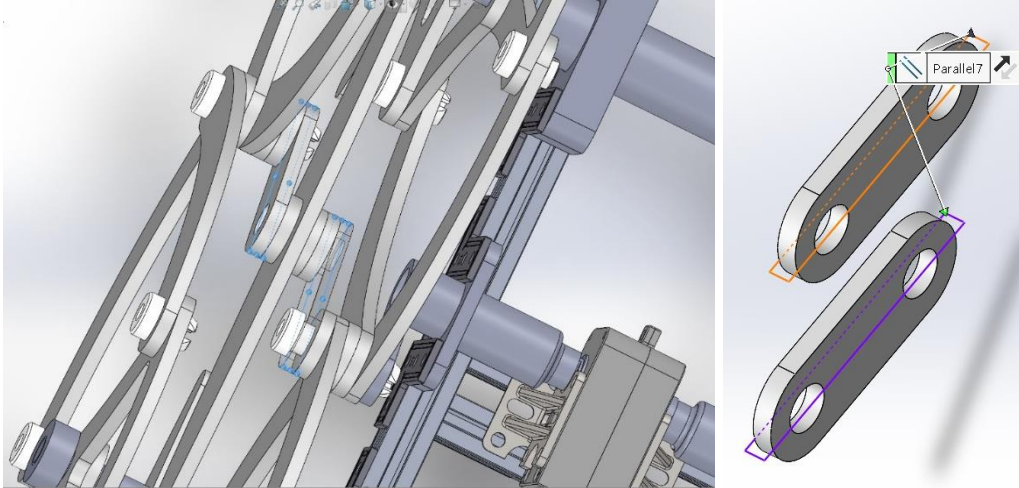


Figure 13. Parallélisme entre les deux pièces

Dans la conception, il n'y a aucun problème, car le mouvement de l'une entraîne celui de l'autre, mais dans la réalité, ce n'est pas le cas. Ce qui peut être problématique dans le prototypage car notre marcheur ne se déplacerait pas comme souhaité. Il y aurait que 4 pattes qui bougerait et les 4 autres seraient immobiles.

Pour régler le problème, nous avons décidé de concevoir 2 nouvelles pièces, telle que le mouvement de l'une entraînerait celui de l'autre (Figure 14).

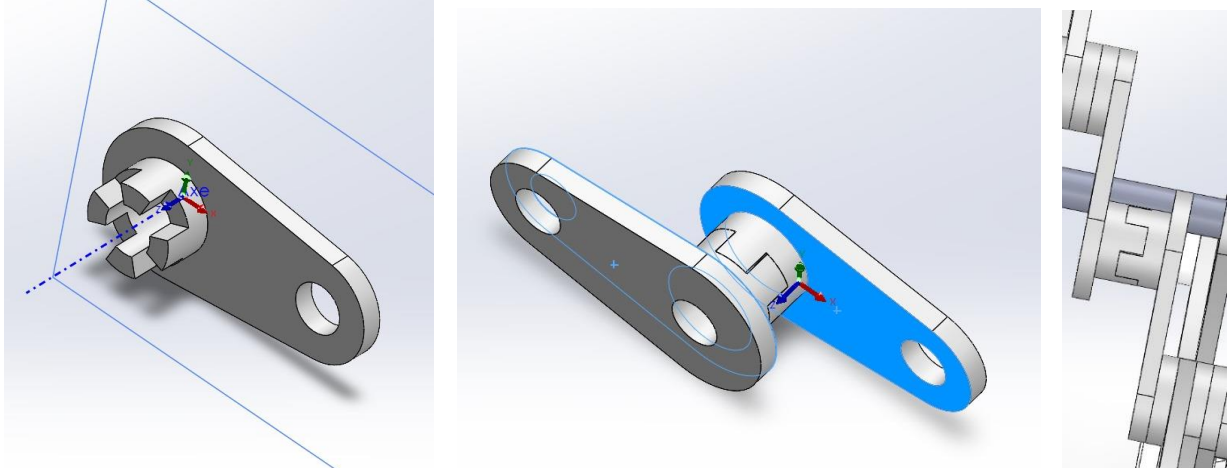


Figure 14. La pièce mutuelle construite

Ces deux pièces quasi identiques seraient liées par une liaison coaxiale et de coïncident, ce qui remplacerait la liaison de parallélisme. La pièce de gauche (le male) s'emboîte parfaitement avec la pièce de droite (la femelle). On a bien sûr aussi laissé du jeu pour que lorsqu'on imprime cette pièce, on n'ait pas de problème d'emboîtement. Ainsi, comme le mouvement d'une pièce entraîne celui de l'autre, on ne rencontrera pas de problème lié à la marche au moment du prototypage.

V Analyse des résultats

Avant de passer à l'assemblage, nous examinerons d'abord l'isostatisme d'une seule patte. Les informations ont été collectées via l'étude SolidWorks Motion :



Figure 15. Les degrés de liberté d'une patte

On a obtenu un degré d'hyperstaticité de 6, donc avec la suppression des contraintes redondantes dans le mécanisme (les rotations autour des axes X et Y parce que les pivots ont qu'un axe de rotation suivant Z) on obtient bien un mécanisme générateur isostatique.

Maintenant, nous pouvons poursuivre avec les résultats obtenus par l'étude de mouvement de l'assemblage du KrakenRover. Pour cela, on a d'abord visualisé la trajectoire d'une patte lors du mouvement sans sol (en mettant un moteur rotatif), et puis, nous avons construit deux parcours : un avec un sol de 3 mètres x 1 mètre sans obstacles et un avec une élévation de 20 millimètres tous les 0,75 mètres (une configuration en forme d'escalier). Pour les deux dernières études, un élément de gravité ainsi que des exigences de contact avec le sol ont été mis en œuvre pour reproduire un scénario réel. Vous retrouverez les vidéos des marches dans le dossier : **Ressources\Video_de_la_Marche**

Première configuration

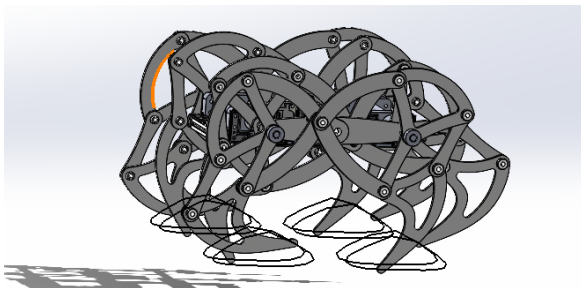


Figure 16. La visualisation de la première configuration

Sans le sol, on peut observer librement la trajectoire de l'extrémité d'une patte - pour vérifier qu'elle correspond à la trajectoire habituellement réalisée par le mécanisme de Jansen.

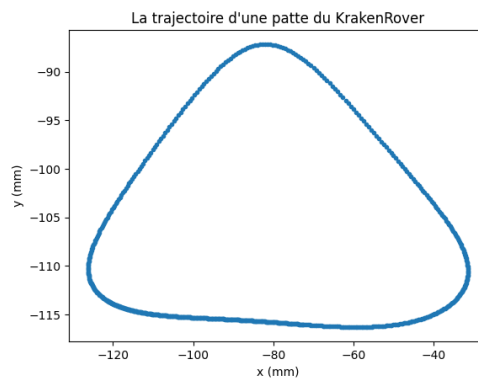
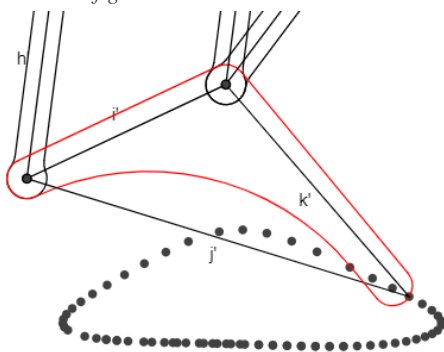


Figure 17. Comparaison entre le mécanisme Jansen et KrakenRover

Comme vu au Figure 17, la trajectoire des pattes est cohérente avec la référence originale, avec une forme de type « pyramide courbée » tout au long du mouvement. Ceci nous indique que notre conceptualisation a été une réussite – les propriétés du mouvement du mécanisme de Jansen correspondent bien à celle du KrakenRover.

Degrés de liberté	
Compte Gruebler (DDL approximatif):	
133 pièces mobiles	798 DDL
121 liaison(s) pivot	-605 DDL
31 liaison(s) pivot glissant	-124 DDL
71 liaison(s) appui plan	-213 DDL
2 liaison(s) primitive(s) parallèle(s)	-4 DDL
56 contrainte(s) généralisée(s)	-56 DDL

Total (estimé) DDL =	-204
Total (réel) DDL =	60
Degrés d'hyperstaticité =	237

Un autre résultat auquel on peut accéder est encore une fois les degrés de liberté et l'hyperstaticité du mécanisme.

D'après le compte Gruebler (Figure 18), l'analyse SolidWorks nous permet de conclure que notre mécanisme possède un degré de liberté totale (réel) de **60**, et un degré d'hyperstaticité. Le logiciel a encore une fois supprimé les liaisons redondantes pour que le mécanisme soit isostatique.

Figure 18. Les degrés de liberté du KrakenRover

Deuxième configuration



Figure 19. La visualisation de la deuxième configuration

Comme mentionné précédemment, ce chemin ne comportait aucun obstacle, nous voulions voir comment notre projet réagissait à une route stable et sans difficultés.

Le tracé de la trajectoire de la patte ressemble encore une fois à celle rencontré à la première configuration (Figure 20) :

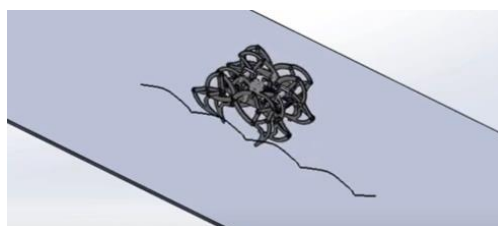


Figure 20. Le trajet de l'extrémité d'une patte sur le sol

Un résultat intéressant est la variation de la vitesse linéaire (un point fixé sur le châssis) suivant l'axe X :

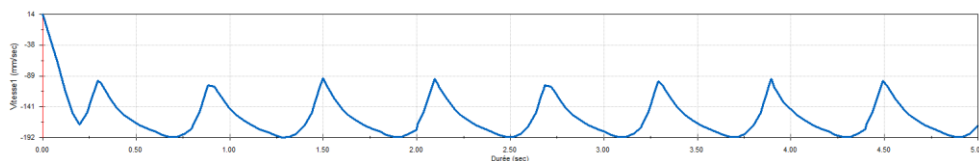


Figure 21. La variation de la vitesse linéaire du KrakenRover

On observe au début une descente rapide de la vitesse – on a anticipé ce problème dans la conception du châssis, car on a remarqué qu’il prenait environ une demi-seconde pour que le châssis se stabilise. Ensuite, la variation de la vitesse trouve une périodicité d’une seconde jusqu’à la fin de l’étude.

Finalement, au cours de la marche, la consommation de puissance du moteur (la puissance requise par le moteur pour déplacer le KrakenRover) pour un RPM de 50 est la suivante :

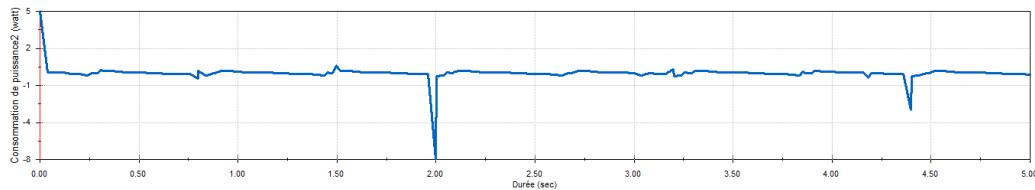


Figure 22. La consommation de la puissance du moteur avec un RPM de 50

On remarque sur la Figure 22 que la puissance du moteur reste stable pendant le trajet, aux alentours de 0,5W. Il y a quand même une chute soudaine à l’instant 2s (jusqu’à -8W) et à $\approx 4,40$ s (jusqu’à -2,5W).

Troisième configuration

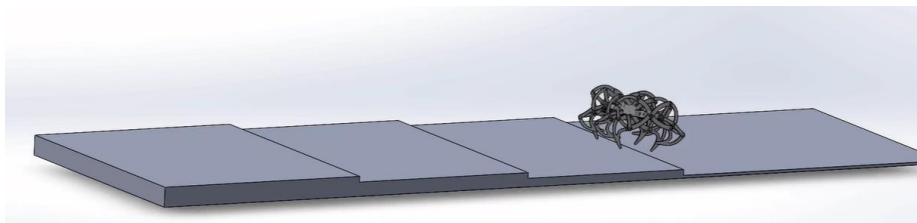


Figure 23. La visualisation de la troisième configuration

Cette configuration était seulement pour tester notre Kraken jusqu’au bout – voir s’il est capable de monter des escaliers d’une hauteur de 20mm. En une minute, il a réussi à atteindre le sommet. Toutefois il n’a pas réussi à monter toutes les marches du premier coup, mais lors du deuxième ou troisième essai ([vidéo](#)). Il est important de noter que ceci dépend de la position initiale du marcheur, comme l’on a observé auparavant, il ne réussissait pas à monter la marche parce que sa patte avant tombait juste 2-3 mm avant la marche – mais lors de sa prochaine tentative, il a réussi à la monter. Il est intéressant de voir que le KrakenRover est capable de monter les escaliers sans aucun problème ! (Pas de marches trop grandes, 25mm MAX !!!)

VI Améliorations

Collaboration avec FabLab SU

Après avoir conçu notre projet sur SolidWorks et avoir étudié son mouvement sur ordinateur, on a décidé de lui donner vie. Pour cela, on a eu la chance de collaborer avec FabLab SU, un espace collaboratif de fabrication à Sorbonne Université.

Après la troisième séance de conception, on a rendu visite au FabLab pour échanger des idées avec les Fab managers et les médiateurs (comme notre camarade Alper). On savait que l’impression 3D des pièces prenait beaucoup de temps ce qui implique qu’il faudrait sacrifier beaucoup de temps pour une période très limitée.

Nous avons eu l'idée de fabriquer les pattes directement à la découpeuse laser Trotec Speedy 360, puisque toutes les pattes avaient une épaisseur identique (3mm). On a utilisé des planches en CP peuplier de 3 mm, qui nous a rendu un résultat assez rapide et précis.

Cependant, étant donné que notre projet implique huit pattes, cela nécessiterait l'impression de nombreux pivots, clips et pièces comportant des géométries complexes. Nous avons réussi à réaliser cette tâche avec l'imprimante 3D, en utilisant spécifiquement les machines Raise 3D Pro 2 et Pro 2 Plus, avec du PLA comme matériau et une densité de remplissage de 40% (en forme de nid d'abeille).

En plus, on a eu l'idée de créer un système de télécommande pour démarrer et arrêter le moteur à distance, pour qu'on n'ait pas besoin de cliquer sur l'interrupteur manuellement à chaque fois. Cela nous évite d'éteindre le robot alors qu'il est en pleine marche. Pour cela, on a construit une structure comme on peut visualiser dans le Figure 24 :

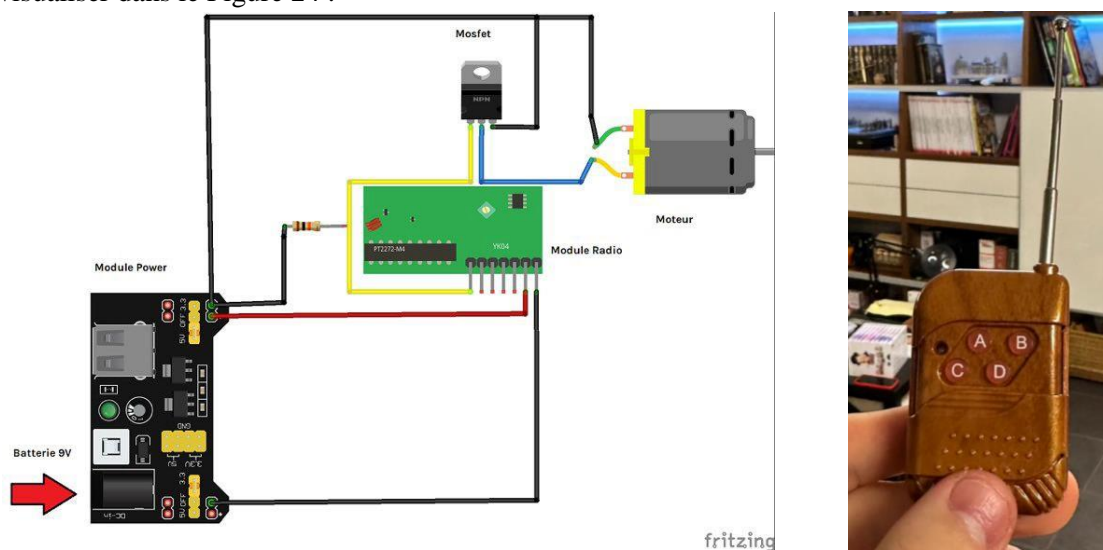


Figure 24. Système de télécommande

Nous alimentons le "Module Power" avec une batterie de 9V. Ce module est connecté d'un côté au moteur (pour fermer le circuit électrique) et de l'autre côté au "Module Radio", qui est à son tour relié à un transistor (Mosfet). Concrètement, lorsque nous appuyons sur le bouton de la télécommande, le "Module Radio" capte l'onde émise par la télécommande. Ensuite, ce module ouvre la valve du transistor, ce qui permet au courant de circuler vers le moteur, le faisant ainsi démarrer et tourner.

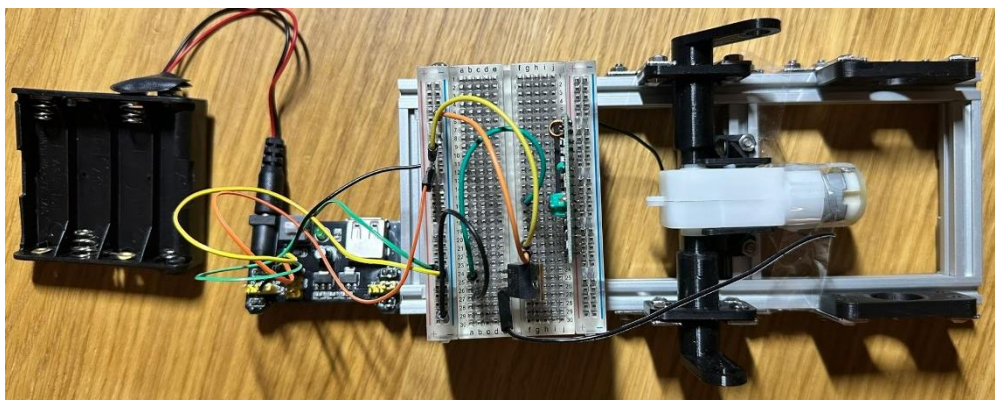


Figure 25. Câblage du moteur avec le système de télécommande

VII Evolutions possibles

Vérification de la stabilité du marcheur

On a vu sur SolidWorks que la distance entre le châssis et le sol avait des petites fluctuations tout le long de la marche, mais on voudrait savoir si cette simulation était valide dans le monde réel. Cette amélioration consistait à implémenter un capteur de distance à ultrasons en dessous du châssis, pour voir analytiquement la stabilité de notre marcheur. Ceci est une amélioration qu'on n'a pas pu mettre en œuvre dans le cadre du projet (par manque de temps et de moyen), mais pour assurer la validité de l'analyse numérique, il aurait été intéressant de la mettre en œuvre. Cependant, on expliquera comment aurait dû marcher ce système si on l'avait intégré dans notre projet.

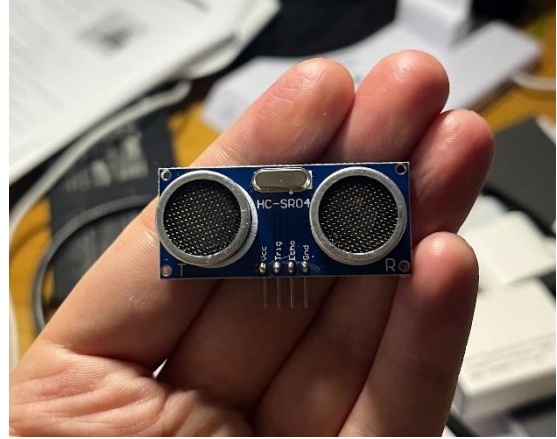


Figure 26. Capteur HC-SR04

Le fonctionnement du capteur ultrason (Figure 27) est très simple - il utilise le phénomène d'écho afin de récupérer la distance qui lui sépare de l'obstacle le plus proche. L'émetteur envoie un court signal de fréquence très basse et le récepteur récupère d'écho de la surface.

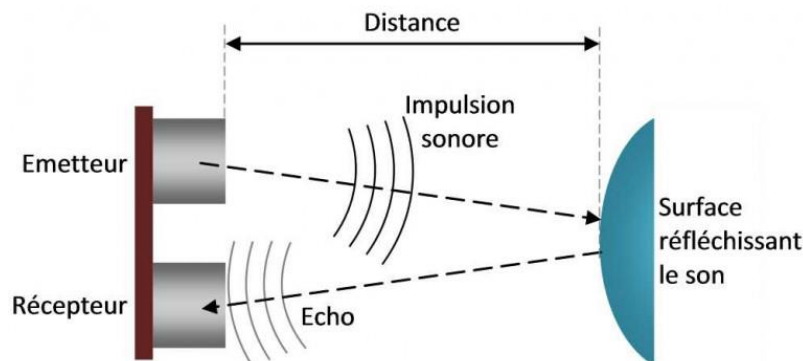


Figure 27. Fonctionnement du capteur ultrason (Pascal, 2023)

La distance peut être ensuite mesuré par la relation :

$$\text{Distance} = \frac{1}{2} \cdot (\text{vitesse du son}) \cdot (\text{durée})$$

Le branchage du capteur et la carte Arduino se fait comme ceci :

- 1) Connecter la broche VCC du capteur HC-SR04 à la broche 5V de l'Arduino
- 2) Connecter la broche GND du capteur HC-SR04 à la broche GND de l'Arduino
- 3) Connecter la broche Trig du capteur HC-SR04 à la broche D2 (numérique) de l'Arduino
- 4) Connecter la broche Echo du capteur HC-SR04 à la broche D3 (numérique) de l'Arduino

Le code à exécuter n'est pas très compliqué, comme on peut le voir dans la Figure 28 :

```
deplacement_horizontal_kraken.ino
1  #define trigPin 2
2  #define echoPin 3
3
4  void setup() {
5      Serial.begin(9600);
6      pinMode(trigPin, OUTPUT);
7      pinMode(echoPin, INPUT);
8  }
9
10 void loop() {
11     // Déclencher le capteur
12     digitalWrite(trigPin, LOW);
13     delayMicroseconds(2);
14     digitalWrite(trigPin, HIGH);
15     delayMicroseconds(10);
16     digitalWrite(trigPin, LOW);
17
18     // Lire la durée de l'impulsion d'écho
19     long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
20
21     // Calculer la distance en centimètres
22     float distance = duration * 0.034 / 2;
23
24     // Print distance to the serial monitor
25     Serial.print("Distance: ");
26     Serial.print(distance);
27     Serial.println(" cm");
28
29     delay(1000); // Retard d'une seconde
30 }
```

Figure 28. Le code Arduino pour programmer le capteur ultrason

Et à la fin, on obtiendra un ensemble de mesures qu'on pourrait interpréter pour confirmer la validité des études du mouvement sur SolidWorks.

VIII Conclusion

Notre projet a été une fascinante expérience joignant la technologie moderne et le folklore marin, cherchant à donner vie à l'imposante présence du Kraken à travers un robot à huit pattes. Notre approche s'est appuyée sur le mécanisme Jansen, inspiré par les mouvements fluides des créatures marines mythiques et la précision du mécanisme lui-même.

Durant ce projet, nous avons été confrontés à divers défis techniques. L'un des principaux fut la conception d'un mécanisme à 8 pattes, nécessitant une adaptation complexe pour relier les pattes au châssis tout en assurant la transmission adéquate du mouvement du moteur.

L'équilibre durant la marche a également été un défi crucial. Avec 8 pattes, synchroniser leur mouvement pour maintenir le robot stable s'est avéré délicat. Notre ajustement minutieux des décalages entre les pattes et la vérification des angles de rotation ont permis de résoudre cette problématique, assurant ainsi une marche équilibrée.

Les difficultés liées à la conception des pièces ont été également présentes. Nous avons rencontré des problèmes de liaison entre les pièces modifiées et le châssis. Cette situation nous a incités à revoir la conception de certaines pièces, en optant pour une nouvelle approche de conception et de dimensionnement.

Malgré ces défis, nos tests ont révélé une cinématique correspondant à celle de Jansen. Les trajectoires simulées de nos pattes ont démontré une similitude frappante avec celles du mécanisme de référence, confirmant l'efficacité de notre conception.

Des pistes d'amélioration peuvent être envisagées, telles que l'utilisation d'un capteur de distance à ultrasons afin de vérifier que la marche respecte bien une horizontalité.

En conclusion, le projet KrakenRover a été une exploration stimulante des interactions entre la mécanique, l'ingénierie et la créativité. Malgré les défis rencontrés, le résultat final témoigne de notre engagement à surmonter les obstacles techniques pour donner vie à une vision innovante, alliant la science moderne au mystère envoûtant des légendes marines. Ce projet a non seulement enrichi nos connaissances en conception mécanique mais a également été une expérience passionnante où l'ingéniosité a rencontré la fantaisie pour donner naissance à une réalité mécanique impressionnante.

IX Bibliographie

de Montfort, D. (1801-1805). Histoire naturelle, générale et particulière des mollusques :

animaux sans vertèbres et à sang blanc / Ouvrage faisant suite aux Œuvres de Leclerc de Buffon, et partie du cours complet d'Histoire naturelle rédigée par C.S. Sonnini. Paris, L'Imprimerie de F. Dufart. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.51804>

Pascal, B. (2023, 05 30). Capteur de distance à Ultrasons – Arduino : l'essentiel. ARDUINO – Blaise Pascal. Récupéré Janvier 8, 2024, de <https://arduino.blaisepascal.fr/capteur-de-distance-a-ultrasons/>

Staples, A. (2015, October 4). Theo Jansen's Whimsical Strandbeests Come To America Book Review and Ratings by Kids - Allegra Staples. DOGO News. Récupéré Janvier 8, 2024, de <https://www.dogonews.com/2015/10/4/theo-jansens-whimsical-strandbeests-come-to-america>