

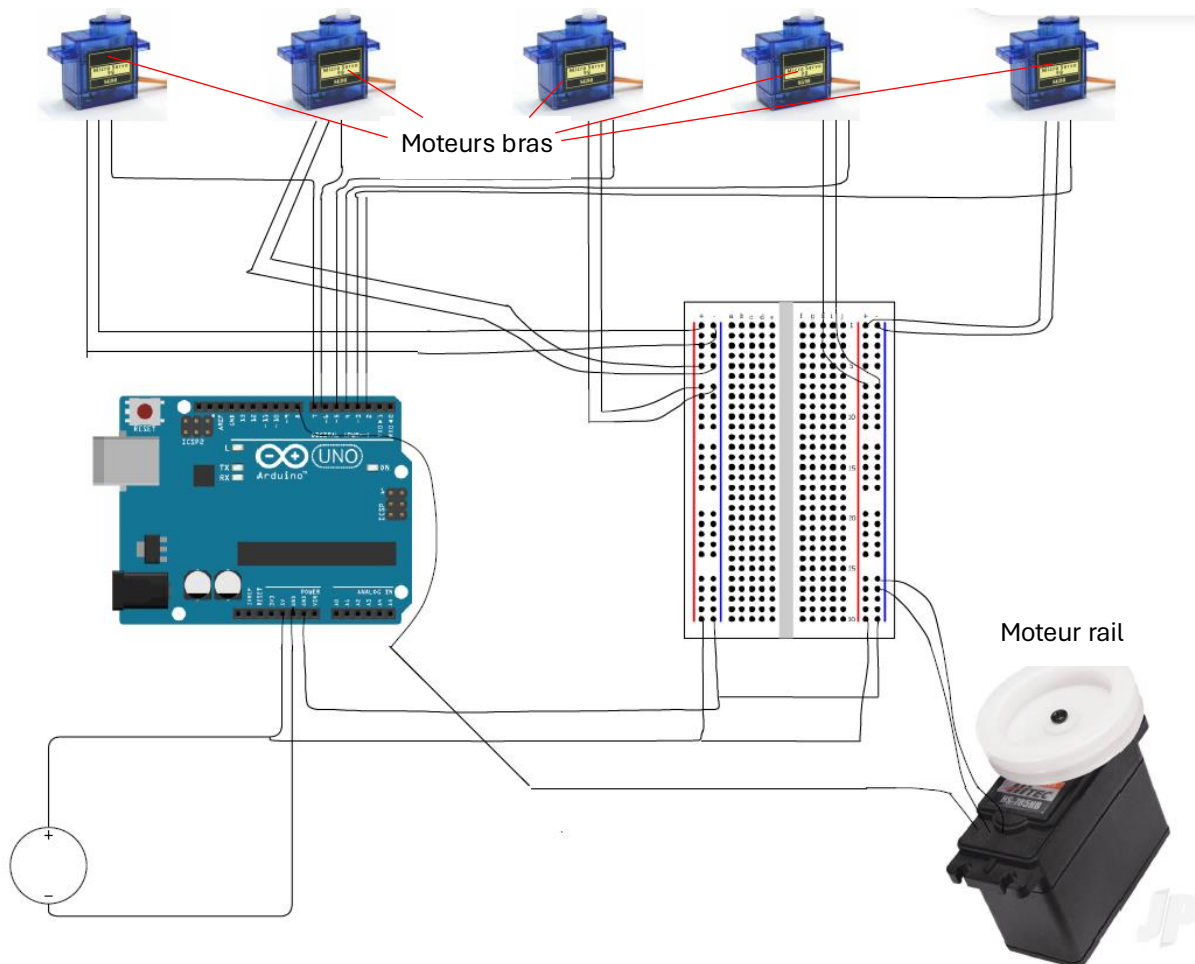
Rapport de projet

« Puissance 4 avec bras »

Intro :

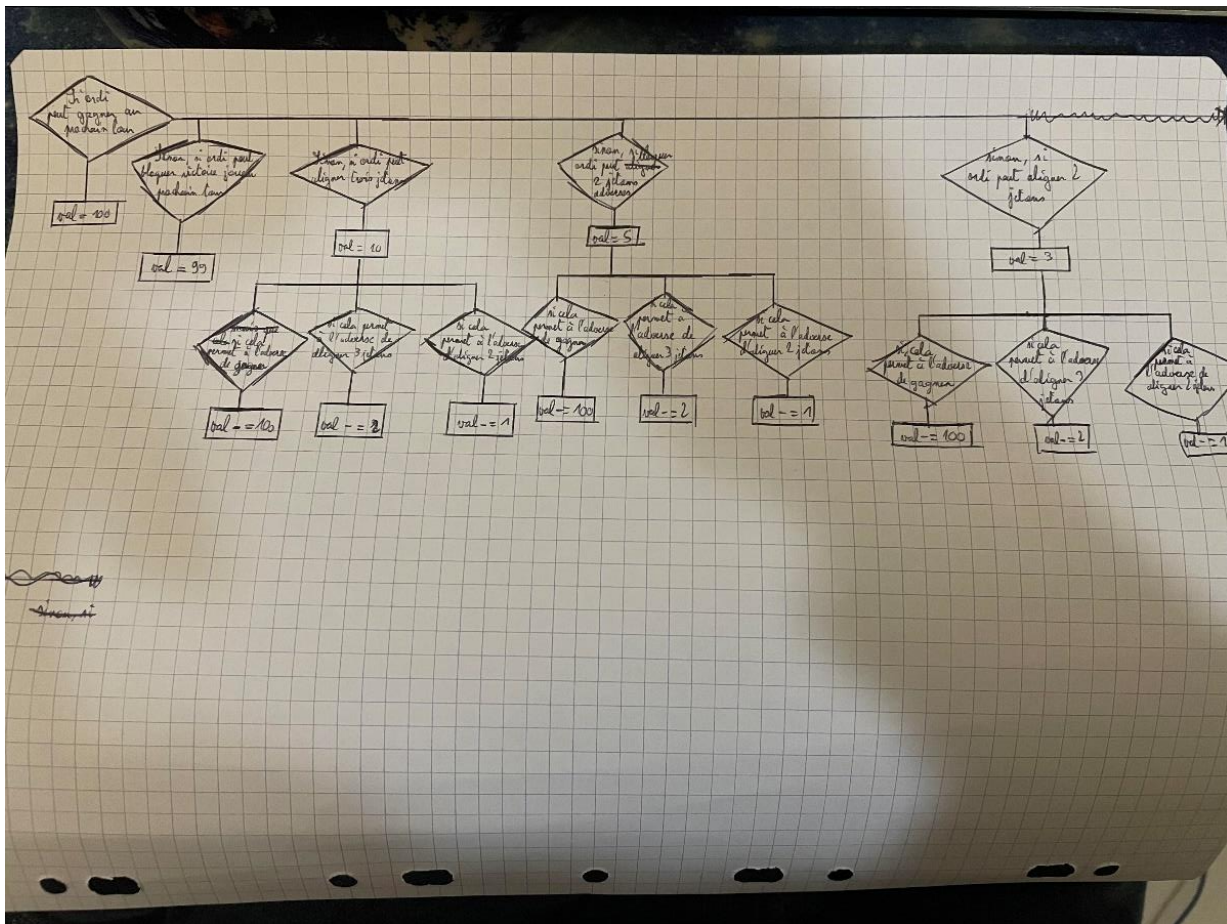
L'objectif de notre projet était de créer un puissance 4 armé d'un bras articulé capable de jouer avec un joueur humain. Celui-ci aurait un algorithme lui permettant de déterminer quels coups seraient les plus avantageux et s'arrêterait de jouer lorsque lui ou le joueur adverse aurait gagné, le tout étant entièrement autonome à la seule exception qu'après une partie, il faudrait vider la grille manuellement. Enfin, la machine ne doit surtout pas occulter les fentes supérieures de la grille permettant au joueur de jouer.

Schéma électrique :



Algorithme de fonctionnement :

La carte Arduino et par extension le bras suivent l'algorithme suivant :



L'ordinateur affecte une valeur de priorité à chaque colonne dans laquelle il peut jouer, donc pas encore complète, selon si cela l'avantage ou non. Voici comment il le détermine :

- Si jamais jouer dans cette colonne le fait gagner, il lui affecte la valeur de 100
- Si jamais jouer dans cette colonne empêche le joueur adverse d'aligner 4 jetons, il lui affecte la valeur de 99
- Si jamais jouer dans cette colonne lui permet d'aligner 3 jetons, il lui affecte une valeur de 10 puis soustrait à cette valeur 100, 2 ou 1 si, respectivement, cela permettrait au joueur d'adverse d'aligner 4, 3 ou 2 jetons à son prochain tour.
- Si jamais jouer dans cette colonne lui permet d'empêcher le joueur adverse d'aligner 2 jetons, il lui affecte une valeur de 5 puis soustrait à cette valeur 100, 2 ou 1 si, respectivement, cela permettrait au joueur d'adverse d'aligner 4, 3 ou 2 jetons à son prochain tour.
- Si jamais jouer dans cette colonne lui permet d'aligner 2 jetons, il lui affecte une valeur de 3 puis soustrait à cette valeur 100, 2 ou 1 si, respectivement, cela permettrait au joueur d'adverse d'aligner 4, 3 ou 2 jetons à son prochain tour.

Après avoir affecté une valeur à chaque colonne, il regarde quelle colonne a la valeur la plus haute et y joue. Si jamais deux colonnes possèdent la valeur la plus élevée, il choisit la première en partant de la gauche vers la droite.

Coût du projet :

Au total, notre projet compte :

- 5 servos moteur de 9g d'une valeur d'environ 3 euros l'unité, donc 15 euros
- Un servo moteur plus puissant d'une valeur de 35 euros
- De multiples pièces imprimées en 3D que nous estimons à environ 4 euros vu le prix des bobines de filament d'imprimante 3D
- Un jeu de puissance 4 coûtant 10 euros
- Une planche de bois de 30x30x2cm estimée à 10 euros
- Quelques vis que nous estimons à 1 euro et 50 centimes
- Une trentaine de câbles dont nous estimons la valeur à 4 euros

Pour ce qui est du temps de travail, nous avons travaillé presque autant en cours que de notre côté. Nous avons donc cumulé 24 heures de travail en cours auxquelles on ajoute 26 heures de travail chez nous, pour un total de 50 heures. Si l'on considère un salaire brut annuel de 38 000 euros pour 1600 heures de travail, le coût de la main d'œuvre est de $50 * 38000 / 1600 = 1187,5$ euros.

Nous avons donc au total :

- Coût matériel : $15 + 35 + 4 + 10 + 10 + 1,5 + 4 = 79,5$ euros
- Coût ingénieur : 1187,5 euros
- Pour un total de : 1267 euros

Plannings :

Plannings initiaux :



Plannings finaux :



Commentons les différences entre les deux plannings :

- Planning de Franck :

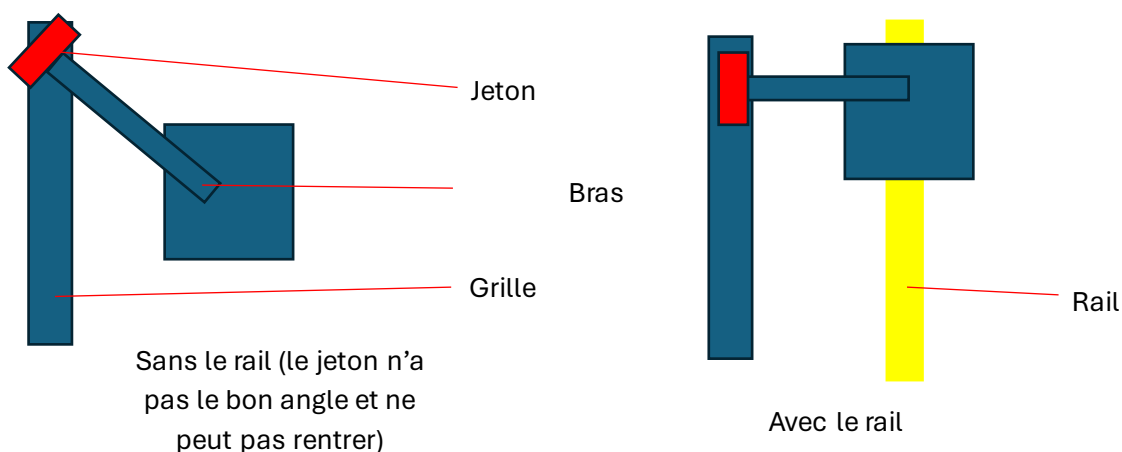
La première version de l'algorithme m'a pris trop de temps à faire fonctionner, ce qui justifie le temps rallongé de la première étape. J'ai ensuite dû aider Nicolas pour le montage du projet après que nous ayons décidé d'abandonner les capteurs de jetons. Enfin, j'ai dû abandonner le buzzer puisque le bras nous a posé énormément de problèmes qui ont nécessité notre attention à tous les deux.

- Planning de Nicolas

Les seules choses ayant changé mon planning ont été les difficultés rencontrées avec le bras et les décisions que nous avons dû prendre à propos de l'armature du projet. Sinon, les problèmes rencontrés avec le bras m'ont fait abandonner l'idée de rajouter l'écran LCD pour y consacrer un maximum de temps et tenter de les résoudre.

Problèmes rencontrés :

L'un des premiers problèmes auxquels nous avons fait face était comment le bras allait pouvoir récupérer un jeton et en même temps être dans la bonne inclinaison pour le déposer dans la grille. En effet, si celui-ci réussissait la première étape mais qu'il arrivait vers la grille sous un mauvais angle, le jeton ne rentrerait jamais. Nous avons donc décidé de mettre le bras sur un rail pour que celui-ci soit toujours sous le bon angle par rapport à la grille. Voici un schéma pour illustrer le propos :



Cependant, cela laissait le problème de comment le bras allait récupérer les jetons. Puisque l'idée d'un distributeur de jetons semblait trop compliquée, nous les avons rangés dans 3 boîtes avec de petites fentes à l'intérieur où les jetons peuvent se caler et être récupérée par le bras. Nous les avons également mis à différentes hauteurs non seulement pour limiter la distance à parcourir par le bras, mais aussi pour éviter que le bras heurte les jetons d'une rangée en essayant d'en attraper un sur une autre.

Du point de vue de l'algorithme, la première version avec une profondeur maximale de calcul était trop compliquée : nous avons presque réussi à la faire fonctionner, mais celle-ci ne renvoyait pas les résultats souhaités. Ainsi, nous avons dû faire un compromis et créer l'algorithme que le bras possède actuellement d'une profondeur maximale de 2.

Finalement, le plus gros problème que nous avons rencontré aura été l'imprécision du bras et la difficulté qu'il rencontrait à poser les jetons dans la grille : à cause du jeu d'environ 5 degrés des servo moteurs ainsi que la largeur très fine des fentes de la grille, le bras ne faisait jamais précisément le même mouvement à chaque tentative et, en moyenne 2 fois sur 3, les jetons se retrouvaient coincés en haut de la fente sans pouvoir rentrer. Nous n'avons pas eu le temps de les mettre en action mais les deux solutions auxquelles nous avons pensé sont de changer la grille pour faire en sorte que celle-ci ait des fentes qui facilitent l'entrée des jetons (fentes plus larges, entonnoir...) ou bien de changer le bras et de lui donner des servo moteurs plus performants afin que celui-ci fasse des mouvement bien plus précis.

Bibliographie :

Site détaillant l'algorithme negamax : <http://blog.gamesolver.org/solving-connect-four/03-minmax/>

Page wikipédia de l'élagage alpha-béta : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lagage_alpha-b%C3%AAta

Amazon pour estimer le prix des composants : https://www.amazon.fr/ref=nav_logo