

# RAPPORT TECHNIQUE

## SUMOBOT

### Dragon Neige



Préparé par :

AKBAB Younisse  
AMMANN Alexia  
MARTINEZ Maria  
GM5

# TABLE DES MATIÈRES

## I. INTRODUCTION

## II- POSTER

## III. CAHIER DES CHARGES

## IV. CONCEPTION GLOBALE

IV.1 : Vue d'ensemble

IV.2 : Répartition des sous-systèmes

## V. ETUDE : SARBACANE

V.1 : Dimensionnement

V.2 : Etude éléments finis

## VI. CONCLUSION

# I. Introduction

Ce rapport rendra compte de la partie mécanique d'un robot Sumo destiné à un public d'enfants.

Les enfants ont défini le cahier des charges et nous avons suivi et respecté le cahier des charges établi par les enfants afin de le mettre en œuvre dans notre conception.

La seule partie mobile du robot est le système de tir par sarbacane. Une analyse par éléments finis sera également réalisée sur une pièce du mécanisme (pignon) pour vérifier sa résistance.

Le rapport présente donc la conception générale du robot et les études réalisées sur le système mécanique actif.

## II. Poster

**Dragon Neige**

**Equipe Dragon Neige**

Cheffe d'équipe	Designer 3D	Programmeur
Alexia AMMANN	Maria MARTINEZ	Younisse AKBAB

**Enfants Dragon Neige**

Emmy	Marie	Iré	Charles	Imran	Benjamin
------	-------	-----	---------	-------	----------

**ATTAQUEZ-LES ! AAAAARRRGH !**

**Besoin des enfants :**

- Un Dragon **rouge**
- Avec des ailes de papillons **rose**
- Avec la **reine des neiges** qui le chevauche
- Il doit crier avec la voix des enfants "**Attaquez-les Arrrrgh!**"
- Et il doit cracher du **feu**

Septembre - Octobre - Novembre						
X	X	X	X	X	X	X
X	X	(=)	11 Septembre	18 Septembre		
25 Septembre			02 Octobre	Codage		
	23 Octobre			06 Octobre	Impression	
20 Novembre			27 Novembre			

# II. Cahier des charges

## 1. Fonctions demandées :

« Le robot crache des boules de feu par la bouche »

→ Sarbacane intégrée à la tête: pignon crémaillère piloté par un servomoteur

« Repousser les robots en face »

→ Rampe à l'avant, favorisant le léger soulèvement de l'adversaire

« Le robot ressemble à un dragon rouge avec des ailes de papillons roses et la reine des neiges sur son dos »

→ Coque imprimée/assemblée de couleur rouge

« Il doit parler et crier»

→ Haut-parleur connecté au Arduino, il parle avec la voix des enfants

## 2. Contraintes principales :

- Sécurité : portée courte des projectiles, énergie d'impact limitée ; pas d'éléments coupants.
- Fabrication : pièces imprimables ou découplables ; assemblage simple (vis/clips/pions).
- Ressources : matériaux légers et disponibles
- Maintenance : accès simple à la sarbacane et aux pièces d'usure.

## 3. Exigences techniques succinctes

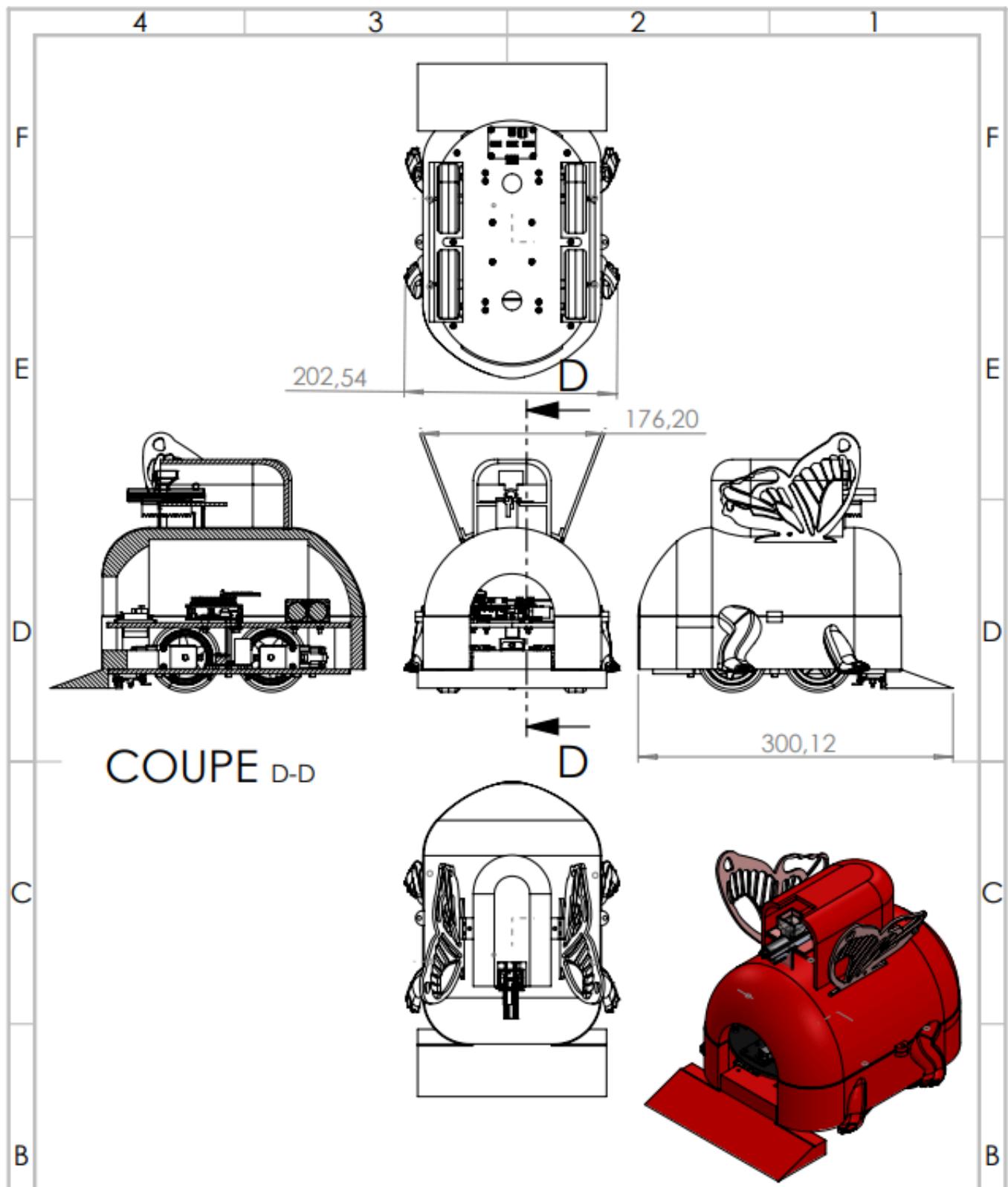
- Sarbacane : guidage rigide, répétabilité, énergie limitée. Système accessible pour recharge des projectiles.
- Pattes : angle incliné optimisé , résistance locale renforcée.
- Châssis/coque : garantir stabilité (centre de gravité bas), fixation robuste des sous-ensembles.
- Matériaux : plastique imprimé (PLA renforcé) ou contreplaqué
- Assemblage : visserie standard

## 5. Études et tests prévus

- Dimensionnement sarbacane : hypothèses projectile (masse/diamètre), choix actionneur, sécurité.
- Analyse EF (pignon) : charges, conditions limites, contrainte admissible
- Essais : tests de portée & répétabilité de la sarbacane, test de résistance des pattes (contacts simulés), vérification stabilité en situation.

# III. Conception globale

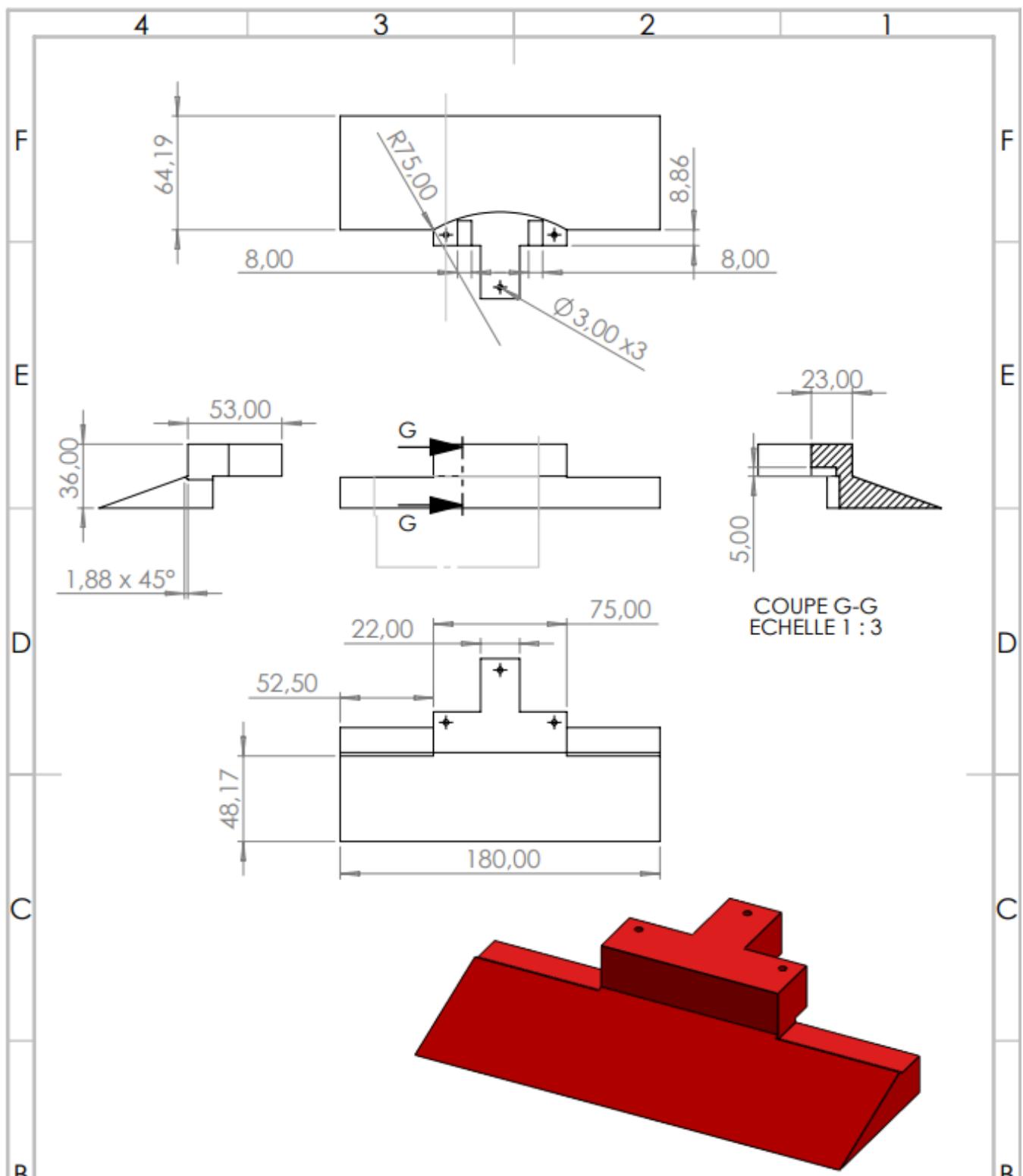
## 1. Vues d'ensemble:



Voici la vue d'ensemble de notre robot Dragon Neige

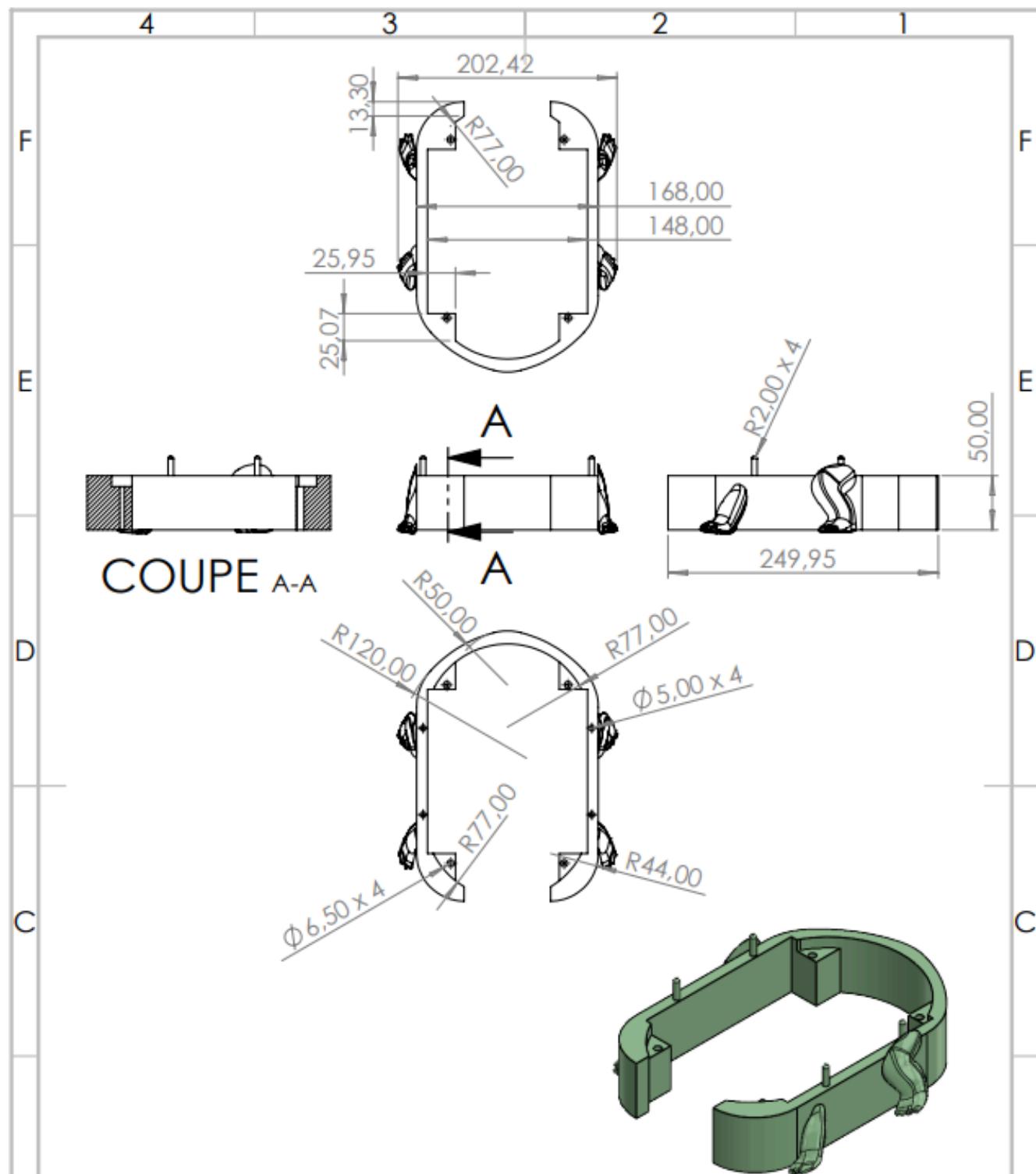
## 2.Répartition des sous-systèmes

### Mise en plan - pare-choc



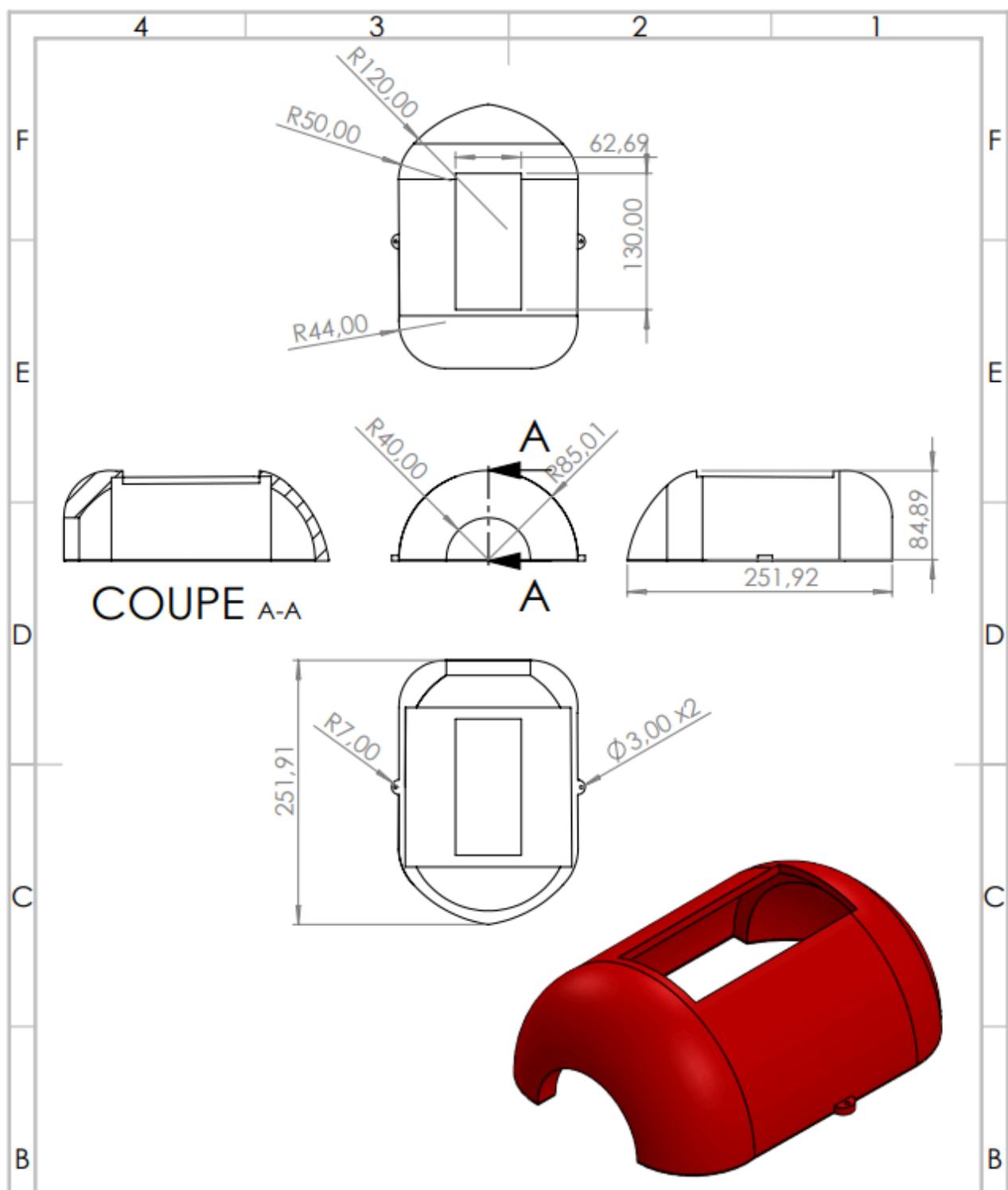
Le pare-choc permet de surélever les robots adverses et de les pousser hors de la piste. Grâce à lui, nous avons pu conserver un centre de gravité bas, ce qui constitue un véritable atout pour notre robot.

## Mise en plan - carter bas



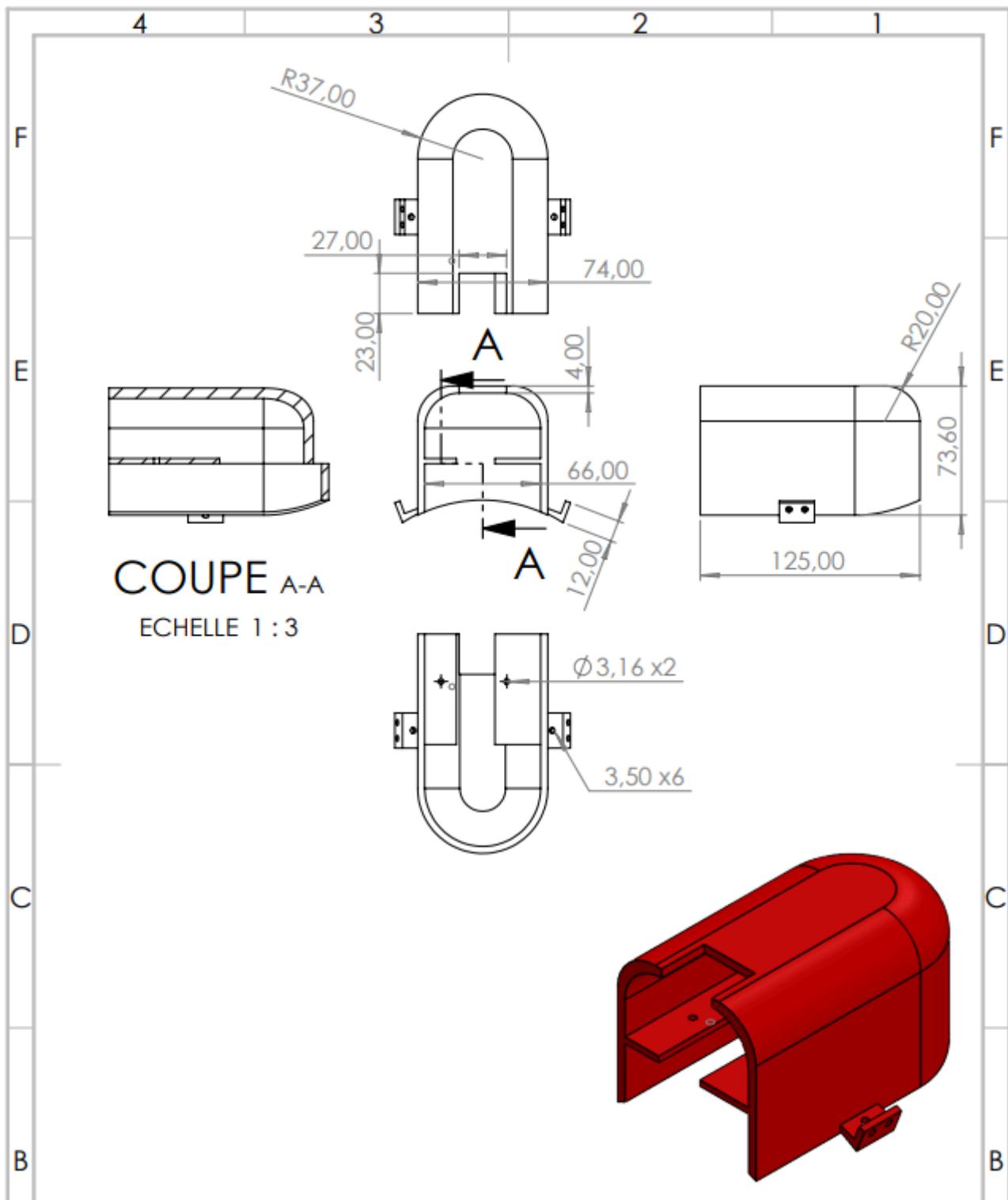
Le carter bas correspond à la partie inférieure de notre dragon Neige, où l'on peut voir ses petites pattes. Cette pièce permet d'être fixé à la partie basse du robot Elegoo et permet d'assembler le carter haut du dragon.

## Mise en plan - carter haut



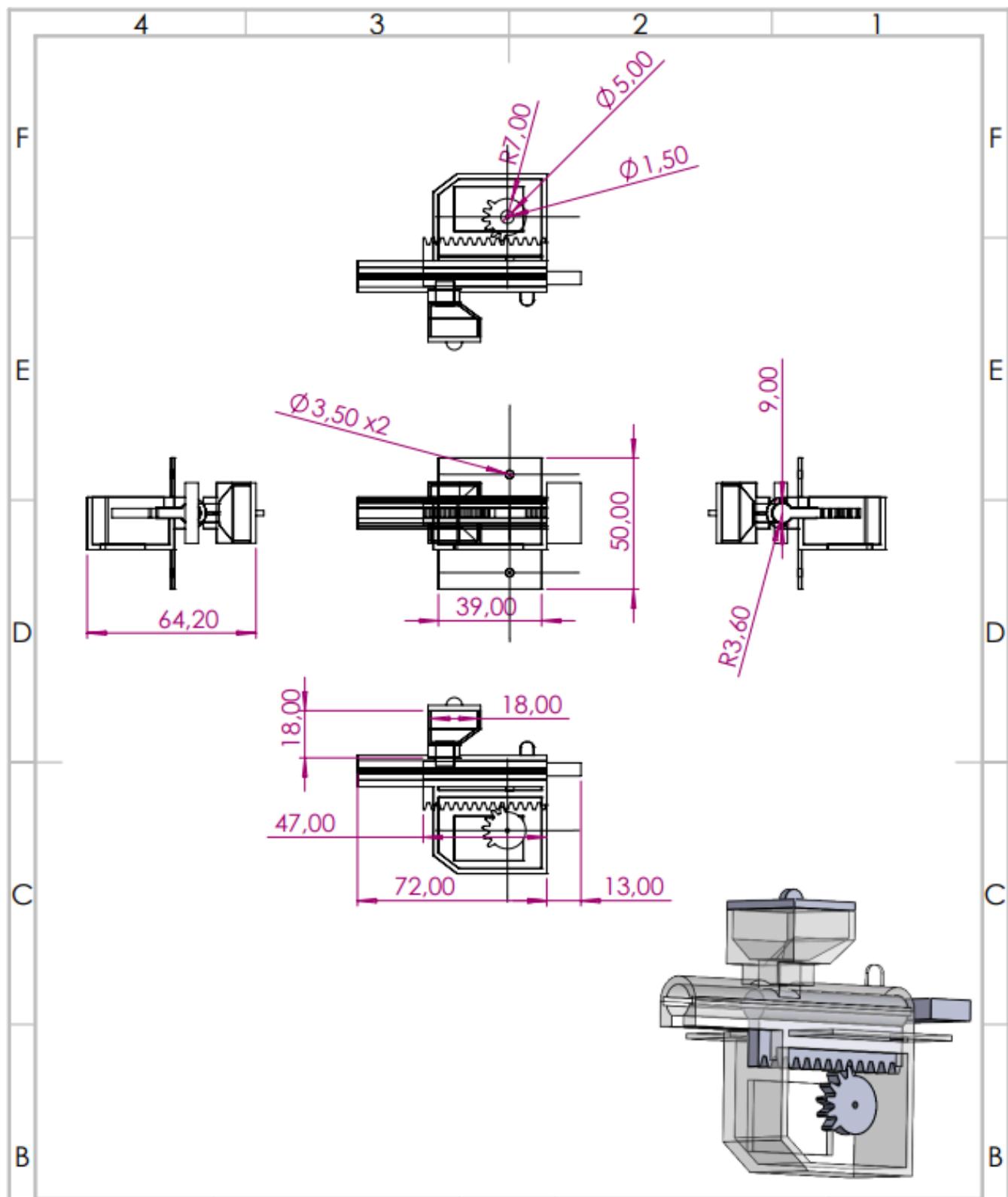
Le carter haut correspond à la partie supérieure de notre dragon Neige, assemblé à la partie basse. Un espace a été créé au centre afin de pouvoir y placer notre sarbacane et de fixer la queue du dragon à l'arrière de notre robot, ainsi qu'un espace à l'avant où sera placé le capteur ultrason chargé de détecter les ennemis.

## Mise en plan - Support carter, serbacane et ailes papillon



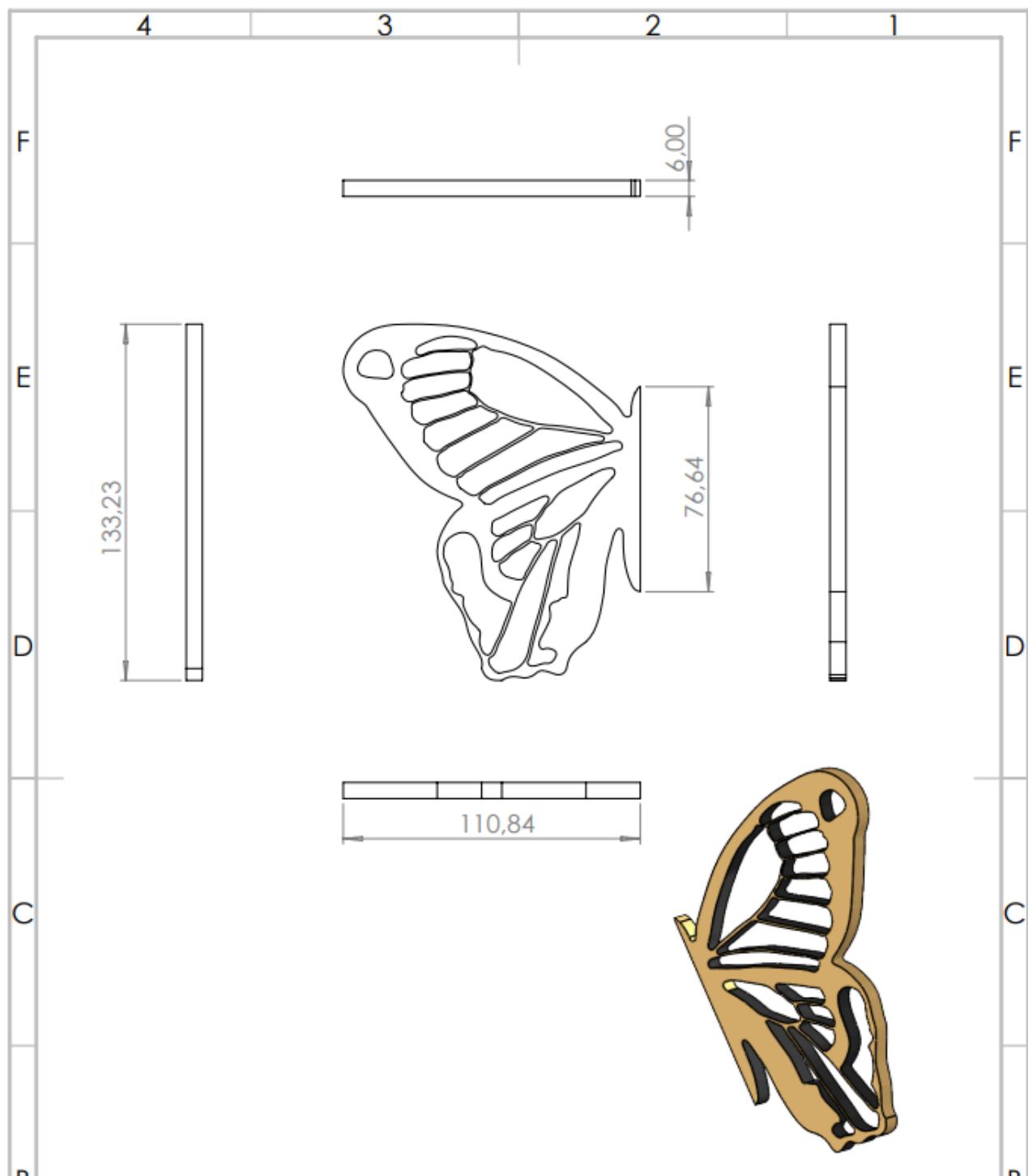
Ce support nous a permis de fixer, grâce à une vis et un écrou, la sarbacane, le carter supérieur ainsi que les ailes de papillon. De plus, cette pièce possède une plateforme suffisamment large pour accueillir notre reine des neiges, Elsa.

## Mise en plan - Serbacane



Voici notre sarbacane, afin que notre dragon puisse cracher des boules de feu.

## Mise en plan - Ailes de papillon



Les ailes de papillons roses qu'on a modéliser que les enfants on choisi qui remplacent les ailes de dragons.

# V. Étude de la Sarbacane

## V.1 : Dimensionnement

Pour dimensionner le mécanisme de sarbacane, nous commençons par définir une vitesse cible pour la bille en nous appuyant sur des systèmes de tir similaires. Nous estimons ensuite la masse du projectile, puis fixons une course de ressort cohérente avec l'encombrement du robot. À partir de ces hypothèses, nous déterminons l'énergie nécessaire, la raideur théorique du ressort, la force transmise à la crémaillère, puis le couple requis au niveau du pignon. Enfin, nous vérifions que ces besoins restent compatibles avec les performances du servomoteur choisi et avec le ressort réellement utilisé.

### Estimation de la vitesse

Pour estimer la vitesse de projection des billes nous nous sommes basés sur les petits pistolets à billes, qui utilisent eux aussi un ressort, projettent généralement leurs projectiles entre 15 et 25 m/s. En se basant sur cette plage typique, et compte tenu de la faible masse de notre bille, une vitesse cible autour de 18-20 m/s semble cohérente. On prends donc une vitesse de **18.5 m/s**.

### Estimation de la masse

Les billes choisies sont en plastique PP de diamètre 6 mm. La masse a été estimée à 0,102 g à partir de la densité typique du polypropylène ( $\approx 0,9 \text{ g/cm}^3$ ) et du volume sphérique de la bille :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 1,13 \times 10^{-7} \text{ m}^3, \quad m = \rho V \approx 0,000102 \text{ kg}$$

### Choix de la course

Nous avons choisi une course de **2cm** car elle correspond à ce qui fonctionnait déjà les années précédentes, respecte l'encombrement limité du robot et reste cohérente avec les petits lanceurs à ressort du commerce. C'est donc une valeur adaptée à notre mécanisme. Cette course correspondra à la course de la cremaillère mais également celle du ressort car nous estimons que l'angle entre la cremaillère et le ressort est très faible.

## Calcul de la raideur théorique

Nous avons calculé l'énergie que le ressort doit fournir pour atteindre la vitesse cible de la bille. Comme le mécanisme comporte des pertes (frottements, inertie de la crémaillère, guidage imparfait), nous avons supposé un rendement global de 0,5 pour rester large .

On trouve une énergie cinétique souhaitée fonction de la masse de la bille et de la vitesse cible :

$$E = \frac{1}{2} m_p v^2$$

$$E = 0,5 \cdot 0,000102 \cdot 18,5^2 \approx 0,0175 \text{ J}$$

En prenant en compte le rendement , on trouve une énergie de :

$$E_{\text{ressort}} = \frac{E}{\eta} = \frac{0,0175}{0,5} \approx 0,035 \text{ J}$$

Enfin , on trouve une raideur théorique  $k_{\text{th}}$  :

$$k_{\text{th}} = \frac{2E_{\text{ressort}}}{x^2} = \frac{2 \cdot 0,035}{0,02^2} \approx 176 \text{ N/m}$$

Il faut maintenant trouver un ressort à une raideur d'environ 176 N/m pour assurer le bon fonctionnement de notre Sarbacane

## Estimation du rayon primitif

Pour le pignon, nous avons testé plusieurs combinaisons de nombre de dents et de rayon avec Solidworks afin que la crémaillère puisse couvrir la course utile de 2cm du ressort et pour respecter l'encombrement du robot. Le choix retenu est donc 6 dents sur environ 1/3 du diamètre total, avec un rayon primitif de 1,6/2 cm .

## Force sur la crémaillère et couple requis

Il faut maintenant vérifier que les hypothèses choisies précédemment respectent les caractéristiques de notre servomoteur. Nous avons sélectionné un servomoteur : FS90R qui possède un Couple max à 6V : 1,5 N.m (d'après la fiche technique).

La force exercée par le ressort sur la crémaillère est estimée à :

$$F = k \cdot x = 176 \cdot 0,02 = 3,52 \text{ N}$$

Le rayon primitif retenu pour le pignon est :

$$r_p = 0,008 \text{ m}$$

Le couple nécessaire pour actionner la crémaillère est donc :

$$0.28 \text{ N.m} < 1.5 \text{ N.m}$$

## Recherche ressort

Pour sélectionner le ressort disponible au Crealab, dont la raideur n'était pas indiquée sur la boîte, nous avons décidé de l'estimer expérimentalement en appliquant une masse connue et en mesurant l'allongement correspondant. Voici les calculs expérimentaux réalisés sur un ressort:

Essai 1:

$$L_0 = 1.35\text{cm} = 0.0135\text{m}$$

$$m_1 = 156\text{g} = 0.156\text{kg}$$

$$L_1 = 2.45\text{cm} = 0.0245\text{m}$$

$$k_1 = mg/(L_1 - L_0) = 167 \text{ N/m}$$

Essai 2:

$$L_0 = 1.35\text{cm} = 0.0135\text{m}$$

$$m_2 = 76\text{g} = 0.076\text{kg}$$

$$L_2 = 1.7\text{cm} = 0.0170\text{m}$$

$$k_2 = mg/(L_2 - L_0) = 192 \text{ N/m}$$

Essai 3:

$$L_0 = 1.35\text{cm} = 0.0135\text{m}$$

$$m_3 = 96\text{g} = 0.096\text{kg}$$

$$L_3 = 1.85\text{cm} = 0.0185\text{m}$$

$$k_3 = mg/(L_3 - L_0) = 180 \text{ N/m}$$

On trouve donc une raideur moyenne de 180N/m, nous recherchions initialement une raideur de 176 N/m, donc nous pouvons sélectionner ce ressort en assurant une bonne transmission de couple et en restant inférieur au couple admissible du servomoteur

## V.2 : Etude élément finis

Pour vérifier que le pignon puisse supporter les efforts de la crémaillère et du ressort, on a fait une simulation par éléments finis dans SolidWorks.

On a défini le matériau du pignon avec les propriétés typiques du plastique et on a fixé l'axe central, encastré au servomoteur.

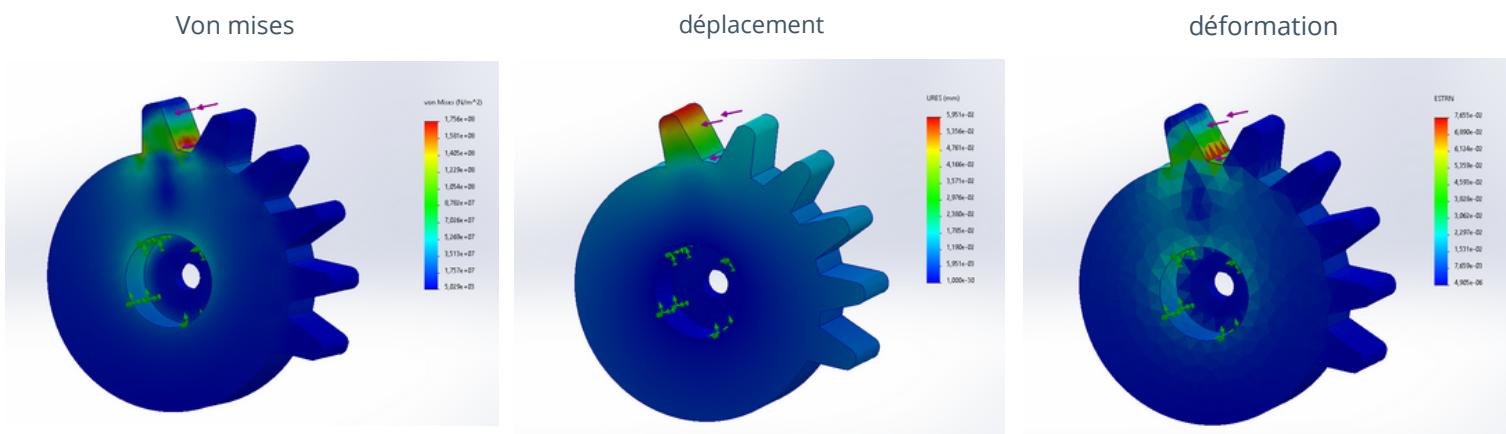
Pour simplifier l'étude, nous appliquons la force maximale (3,52 N) à la dent qui reçoit le plus de pression . On estime que c'est la première dent car c'est celle qui doit fournir le plus d'efforts avant que le ressort ne revienne à sa position initiale . En pratique cette force est répartie entre plusieurs dents en prise .

Nous avons dans un premier temps défini un maillage "normal".

Le premier maillage nous a permis d'avoir une vue globale.

On voit que les contraintes restent en dessous de la limite élastique du matériau, ce qui veut dire que le pignon ne risque pas de se déformer de façon permanente. La zone la plus sollicitée se situe à la base de la dent, là où la géométrie crée une concentration de contraintes.

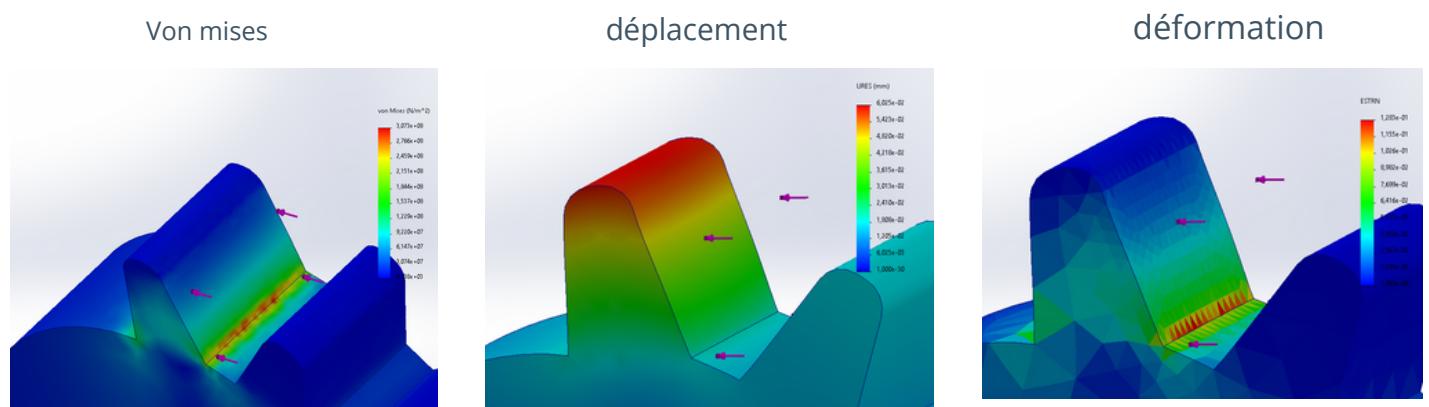
Le déplacement maximal apparaît, lui, au sommet de la dent, ce qui est logique : c'est la partie la plus éloignée de l'axe et donc la plus flexible. Pour la déformation, on retrouve également un maximum à la base de la dent, ce qui confirme que cette zone est la plus critique mécaniquement.



Ensuite, on a affiné le maillage localement sur la dent qui reçoit la force, afin de vérifier si la concentration de contrainte n'est pas uniquement un soucis de géométrie du maillage.

Avec ce maillage plus précis, la contrainte maximale s'est déplacée vers l'arête inférieure de la dent, mais sa valeur reste faible et toujours sous la limite élastique. Cela montre que l'analyse est stable et que même en affinant les calculs, le pignon reste suffisamment résistant.

En résumé, le pignon supporte bien les efforts, les contraintes critiques sont localisées et maîtrisées, et la déformation reste acceptable pour le fonctionnement du mécanisme.



## Conclusion

En pratique, notre mécanisme a bien fonctionné, mais nous avons constaté que la course initialement prévue était sous-estimée. Pour obtenir un déplacement suffisant, nous avons ajouté deux dents au pignon. Cette modification change légèrement la force appliquée par le ressort (car la course augmente), mais cela n'a pas d'impact majeur sur l'analyse par éléments finis, puisque la simulation porte sur une seule dent et reste donc représentative.

## VI. Conclusion

Ce projet nous a permis de concevoir toute la partie mécanique du robot Sumo, en suivant les idées et le cahier des charges définis par les enfants. Nous avons dimensionné le mécanisme, estimé la raideur du ressort, vérifié le couple moteur et analysé le pignon par éléments finis.

Il nous a surtout appris à s'adapter sur le terrain : ajuster le mécanisme après impression, gérer le manque d'informations (comme la raideur des ressorts), adapter la course après conception et tenir compte des tolérances liées à l'impression 3D.

De plus, le pare-choc qu'on a décidé de réaliser pour améliorer les performances de notre robot, a été un véritable atout, car il nous a permis de surélever les robots adverses et de les pousser hors de la piste.

Lors des tests et de la compétition, tout a bien fonctionné, aucune pièce n'a été endommagée, et le robot a terminé 3<sup>e</sup>, montrant que notre conception était fiable et efficace.