



RAPPORT DE PROJET KARLAVAGNEN

2023

BENAY Clément
CHAUVIN Geoffroy
FAJAL Dimitri
KAE-NUNE Damien
LORIN DE LA GRANDMAISON Alexandre
LORIN DE LA GRANDMAISON Clément
PINGLIER Etienne



SOMMAIRE

I. Présentation de l'équipe	Page 3
1) Présentation générale	Page 3
2) Les membres de l'équipe	Page 3
II. Présentation de Karlavagnen	Page 4
1) OBJECTIFS	Page 4
III. Plan Général	Page 5
IV. Conception mécanique	Page 6
1) Informations générales	Page 6
2) Montage ailerons	Page 6
3) Système de retenue du propulseur	Page 6
V. Système d'éjection	Page 7
1) Plan mécanique	Page 7
2) Plan électrique (séquenceur)	Page 7
VI. Expériences (Tensionomètre, mesures de vitesse et caméra)	Page 8
1) Tensionomètre	Page 8
2) Mesures de vitesse	Page 9
3) Caméra	Page 10
VII. Résultats et exploitation	Page 11
1) Résultats de vol	Page 11
2) Exploitation des données	Page 12



I. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE

1) PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Notre groupe était constitué de 7 lycéens issus de 2 lycées de région parisienne (lycée Sonia Delaunay et lycée La Bruyère). Nous étions presque tous en Terminale et un des participant était en Seconde.

Nous avons déjà mené plusieurs projets auparavant dont un projet Fusex nommé OGMA. Chaque membre avait préalablement mené à bien plusieurs projets et avait donc de l'expérience en terme de conception, d'électronique, de mécanique ou même en programmation. Nous étions encadrés par Roger POISSON, vétérane du C'SPACE et habitué des projets fusées et Sylvain BEAU, ingénieur.

2) LES MEMBRES DE L'ÉQUIPE



Figure 1: L'équipe Karlavagnen



II. PRÉSENTATION DE KARLAVAGNEN

1) OBJECTIFS

Le projet KARLAVAGNEN repartait des connaissances acquises avec le projet OGMA, il avait ainsi pour but d'améliorer les expériences qui s'y trouvaient. Cette Fusex contenait donc notamment une mesure de la tension aux sangles du parachute (avec le système que l'on a appelé «Tensionomètre»).

Toutefois, de nouvelles expériences ont été ajoutées, avec notamment l'ajout d'un bloc de mesure de vitesse à travers deux manières différentes (pitot et venturi), ainsi que d'une caméra pour filmer l'entièreté du vol. Elle contenait également une carte d'acquisition de mesure et de télémétrie "CATS". Enfin, des mesures d'altitudes ont été effectuées dans le but de les comparer avec les valeurs théoriques de l'altitude données par le StabTraj.



Figure 2: Karlavagnen

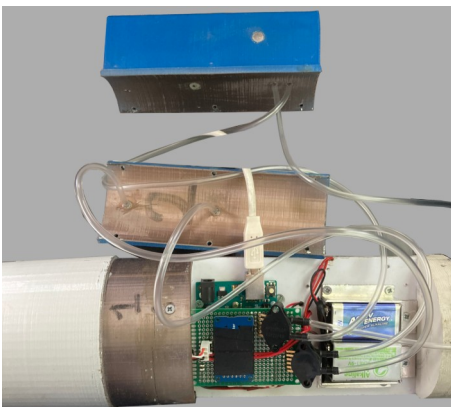


Figure 3: Electronique de l'expérience

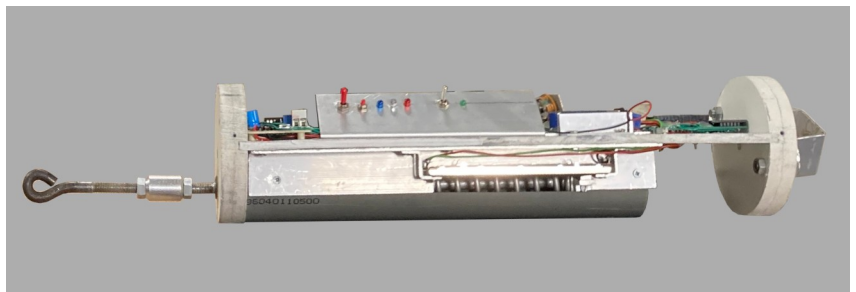


Figure 4: Electronique du séquenceur

III. PLAN GÉNÉRAL

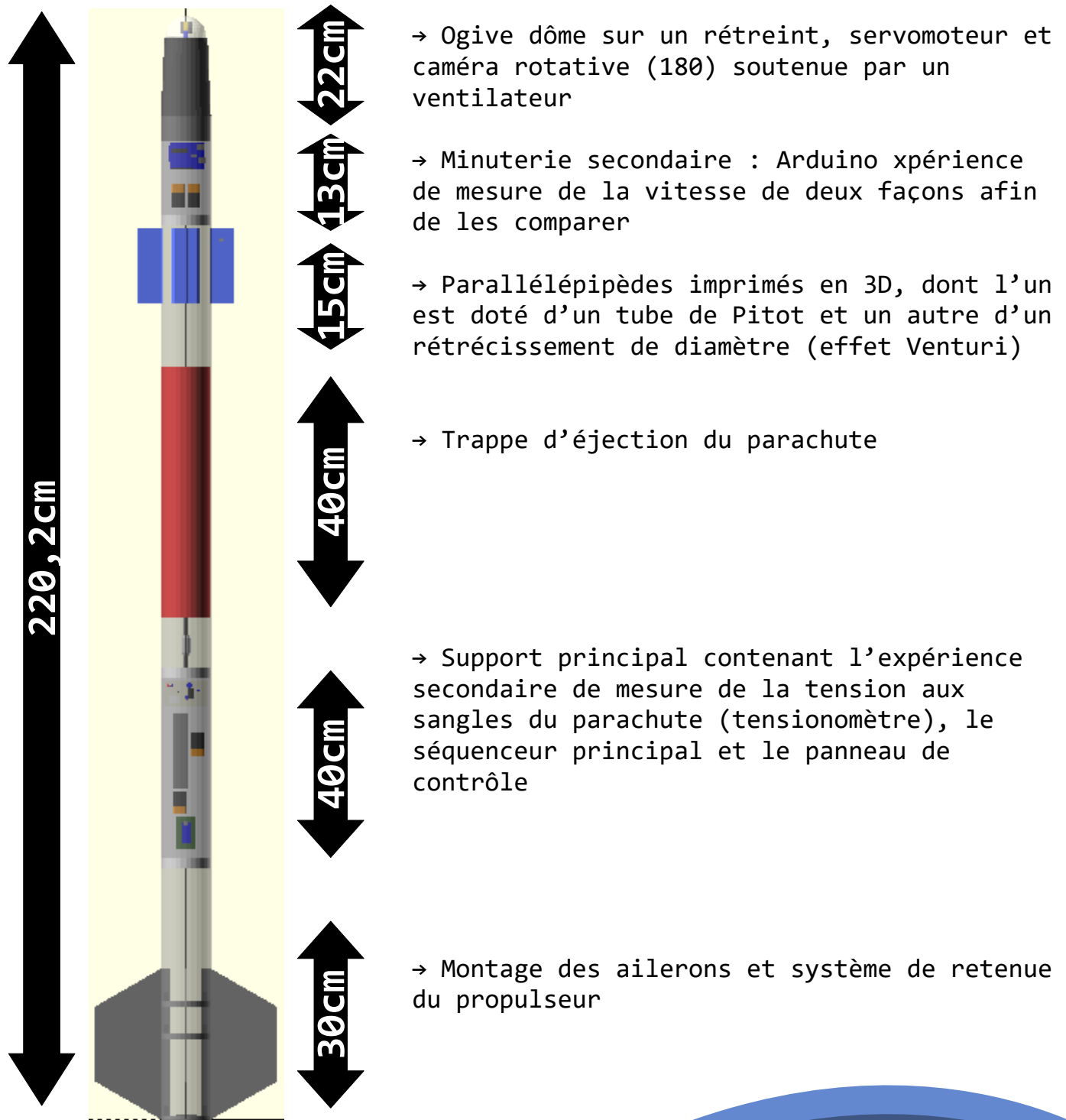


Figure 5:
Implantation

IV. CONCEPTION MÉCANIQUE

1) INFORMATIONS GÉNÉRALES

La peau porteuse est un tube en aluminium de 2mm d'épaisseur, de 100mm de diamètre et de 2m de long. L'ogive est formée de deux parties : un rétreint réduisant le diamètre à 80mm et un dôme de plastique sur le dessus (ce montage permet l'installation d'une caméra). Le tout mesure 19,5 cm en hauteur.

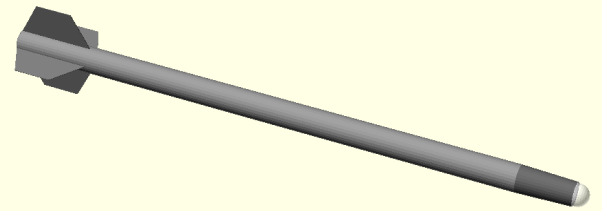


Figure 6: Corps de la fusée

2) MONTAGE AILERONS

Les ailerons sont attachés à trois bagues en aluminium à l'aide d'équerres de métal.

Le montage complet est accroché au tube par avec des vis. La bague la plus inférieure est la plaque de poussée. Elle transfère la poussée du propulseur au corps de la fusée.

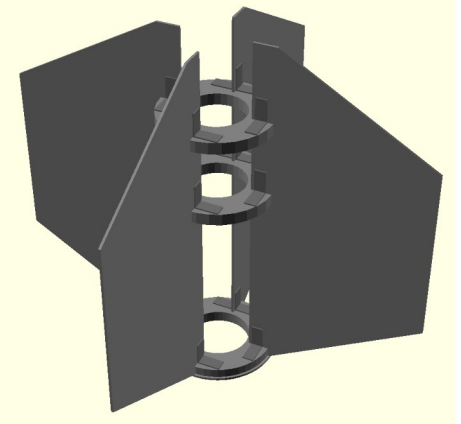


Figure 7: Montage des ailerons

3) SYSTÈME DE RETENUE DU PROPULSEUR

Le propulseur est retenu par un petit montage en métal accroché à la plaque de poussée.

Celui-ci est construit à l'aide d'un « Sandwich » de pièces en aluminium usinées.

Pour monter le propulseur, il suffit de l'insérer dans le corps de la fusée. Lorsqu'il est bien montée, un petit « clic » est audible lorsque la pêne ressort du montage.

Pour enlever le propulseur, il faut pousser la poignée avec le doigt. Étant accroché à la pêne il relâchera le propulseur qui peut alors être retiré.

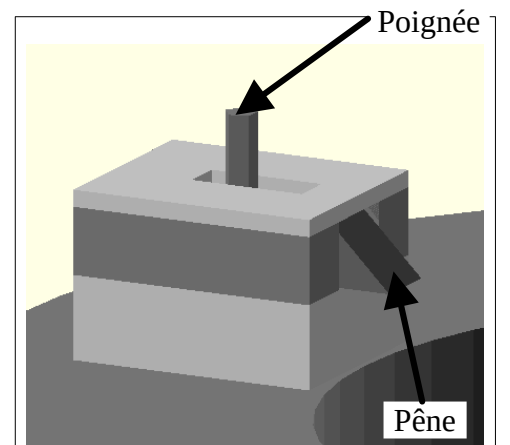
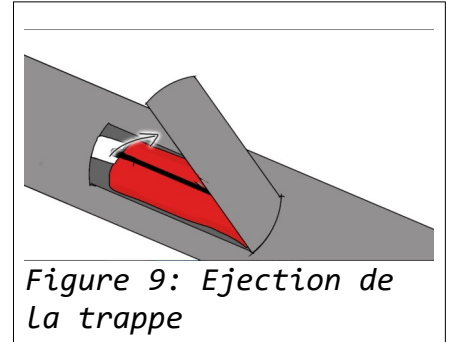


Figure 8: Sytème de retenue du propulseur

V. SYSTÈME D'ÉJECTION

1) PLAN MÉCANIQUE

Le système de récupération est un parachute de ballon sonde circulaire éjecté latéralement de la fusée. Pour cela, il est attaché à la trappe qui l'emporte lors de son ouverture. Afin de s'assurer de l'ouverture de la trappe, elle est poussée par une lame d'essuie-glace à la manière d'un ressort.



2) PLAN ÉLECTRIQUE (SÉQUENCEUR)

Une minuterie analogique soudée par nos soins permet le décompte de l'ouverture de la trappe. Un peu avant l'apogée, le séquenceur enclenche un moteur. Sur celui-ci est accroché une cloche qui en tournant libère la trappe.

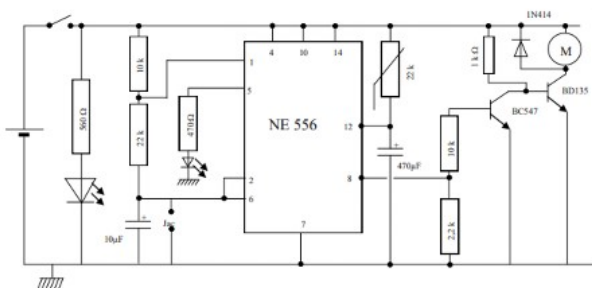
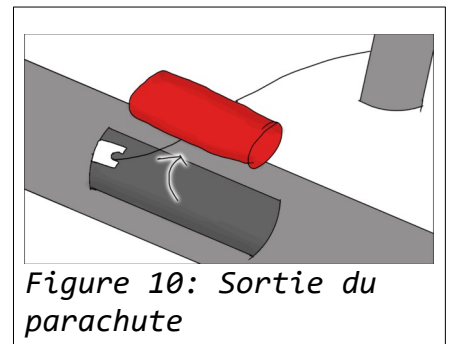


Figure 11: Schéma électronique du séquenceur

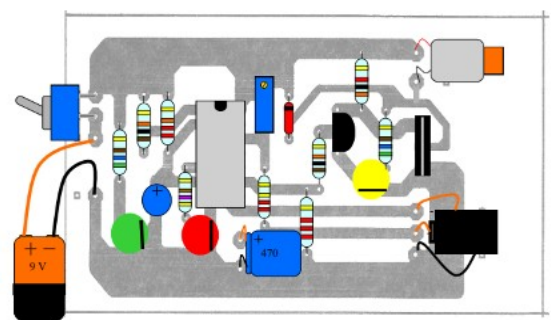


Figure 12: Représentation imagée du séquenceur

VI. EXPÉRIENCES (TENSIONOMÈTRE, MESURES DE VITESSE ET CAMÉRA)

1) TENSIONOMÈTRE

La tension sera mesurée sur les sangles du parachute. Deux ressorts de 15cm chacun sont compressés par de la sortie du parachute. Ainsi le potentiomètre linéaire relié à un Arduino permettent d'effectuer l'acquisition des données qui sont sauvegardées en temps réel sur carte microSD.



Figure 13: Le système est le même que l'an dernier à la différence qu'il sera maintenant composé de deux ressorts pour une plus grande résistance (1000 N) et qu'il n'est plus aligné avec la sangle (il faut maintenant une poulie dans la trappe)

Après vol, les données sont récupérées et passées au travers d'une fonction de conversion qui transforme les données brutes (de 0 à 1023 données par la carte arduino) en données exploitables (force exercée en kg).

Cette fonction de conversion est déterminée en appliquant des masses connues (poids d'altère et autres) au système entièrement assemblé. Une courbe d'étalonnage est alors établie sur un tableur pour ensuite faire apparaître la courbe de tendance dont l'équation est la fonction de conversion.

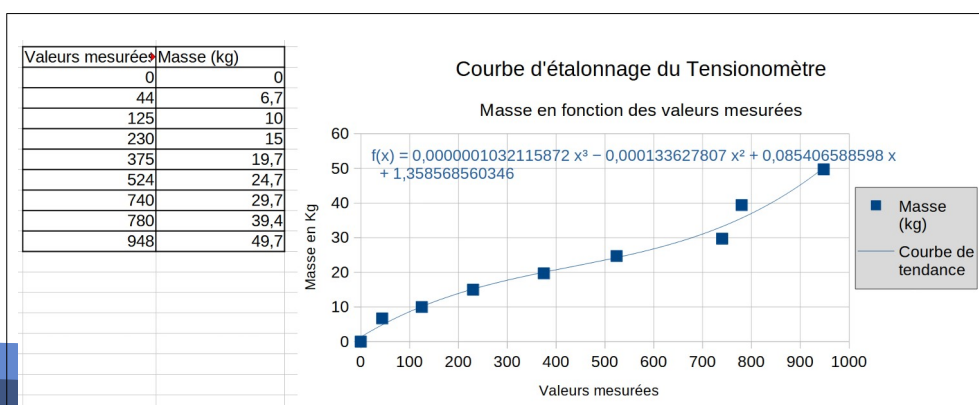


Figure 14: Courbe d'étalonnage du tensionomètre

2) MESURES DE VITESSE

Nous utilisons deux systèmes de mesures de vitesse afin de les comparer. Le premier utilise un tube de Pitot et le second exploite l'effet venturi. Les deux systèmes sont montés sur un support en PVC et les données sont compilées grâce à une carte Arduino, puis enregistrées sur carte SD.



Figure 15: Tube de venturi

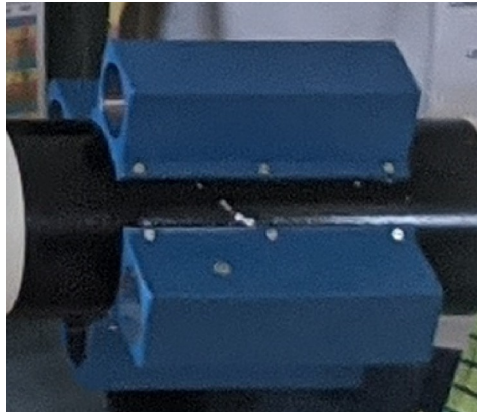


Figure 16: "Ailerons" permettant les mesures



Figure 17: Tube de pitot

Sur le tube sont placé quatre « ailerons » dont deux d'entre eux contiennent les tubes de mesures qui acheminent l'air jusqu'aux MPX5010DP, capteurs différentiels de pression permettant le calcul de vitesse. Les deux autres permettent simplement d'assurer la stabilité et sont passifs.

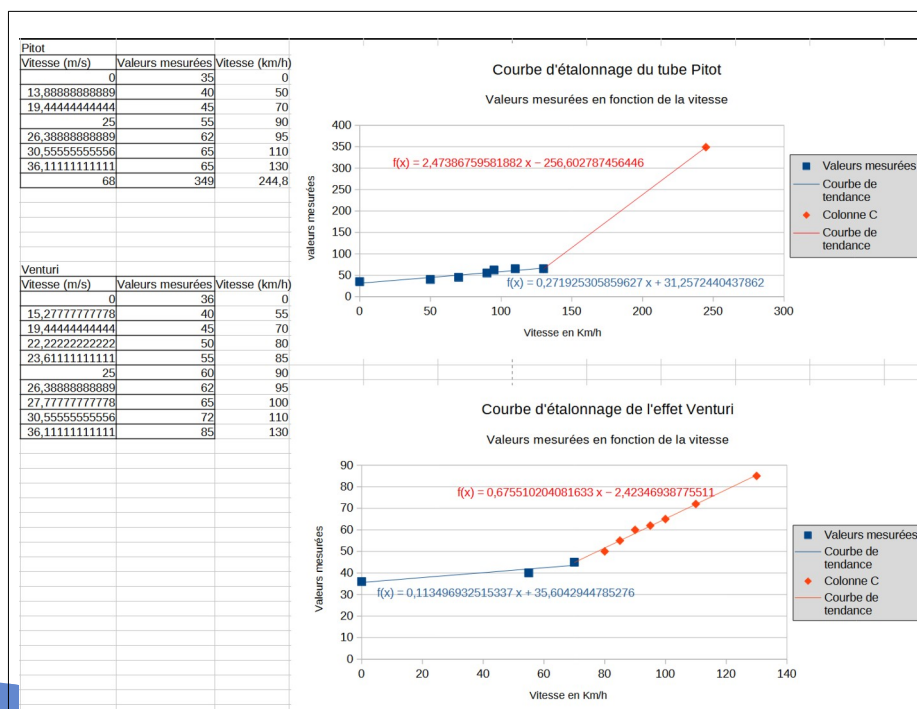


Figure 18: Courbes d'étalonnage des capteurs de vitesse



3) CAMÉRA

Une caméra cubique, de 3.1 cm de côté, se trouve au sommet de la fusée, protégée par un dôme de plexiglas. Les images seront enregistrées sur une carte microSD et pourront être récupérées après le vol. Un système de servomoteur, faisant des allers-retours entre 0° et 180° , permet de l'orienter.

Ayant remarqué une perte de performance de la caméra lorsqu'elle surchauffait, nous avons décidé d'installer un ventilateur dans le dôme.

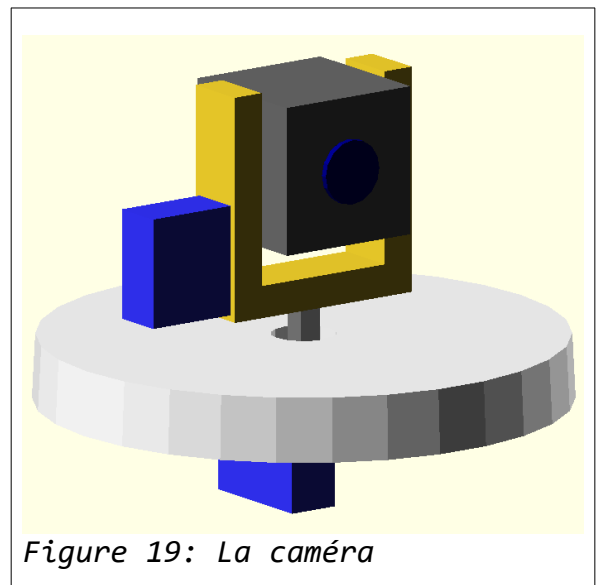


Figure 19: La caméra



VII. RÉSULTATS ET EXPLOITATION

1) RAPPORT DE VOL

La fusée a été lancée le 19 juillet 2023, le plafond nuageux étant relativement bas, il n'a pas été possible de suivre l'entièreté du vol.

La fusée a cependant effectué un vol nominal et toutes les mesures ont été enregistrées avec succès.

Lors de la récupération, la fusée s'était posée dans un buisson de ronces ce qui l'a amortie à l'atterrissage. Grâce à ça, la fusée était donc intacte.



Figure 20:
Décollage



Figure 21: Descente



Figure 22: Récupération



2) EXPLOITATION DES DONNÉES

