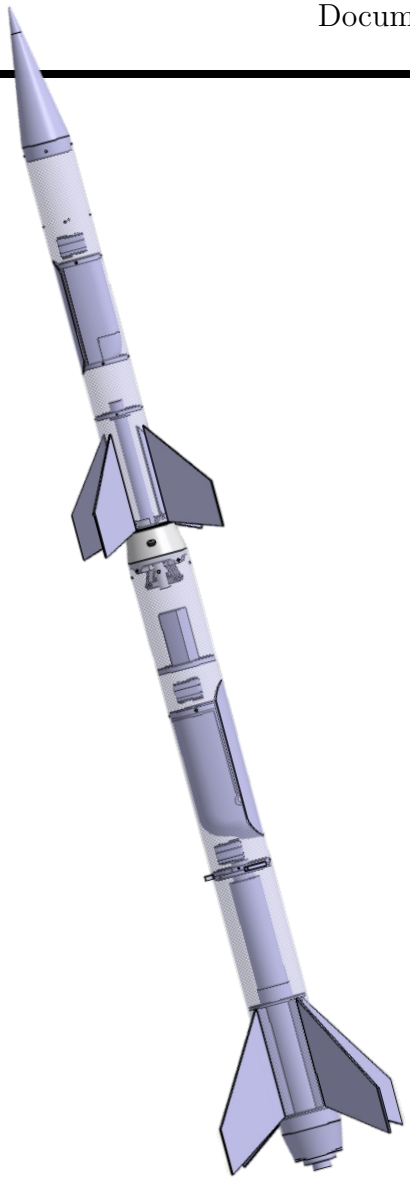
AéroIPSA
63 bvd de Brandbourg
94200 Ivry-sur-Seine

SP - 02

Projet de fusée bi-étage AéroIPSA 2025-2026
Document de définition de projet



Rédacteurs du document :
- AMARANTI Malo
- PAILLARD Alexis
- PICHON Lucas
- LE CAM Maxens
- PEIX Guillaume

Novembre 2025

Table des matières

1 Electronique **3**
1.1 Présentation du système électronique général . . . 3
1.1.1 Principaux éléments du système . . . 4
1.1.2 Interactions entre les éléments du système . . . 4
1.2 Présentation des cartes électroniques . . . 5
1.3 Séquenceurs . . . 6
1.3.1 Architecture matérielle . . . 6
1.3.2 Principes de fonctionnement . . . 7
1.3.3 Robustesse du système et immunité aux perturbations . . . 8
1.3.4 Conception PCB . . . 8
1.4 Ligne de mise à feu . . . 9
1.4.1 Principe de fonctionnement . . . 9
1.5 Expérience . . . 10
1.6 Caméra embarquée . . . 11
1.7 Allimentations et masses électriques . . . 12

Liste des figures **13**

Liste des tableaux **13**

Références **14**

Glossaires et acronymes **15**

A Synoptique de l'ensemble de la fusée **16**
A.1 Deuxième étage . . . 16
A.2 Premier étage . . . 17

B Plan mécaniques **18**
B.1 Plan mécanique de l'ensemble aérofreins . . . 18
B.2 Plan mécanique de la séparation inter-étage . . . 24
B.2.1 Deuxième étage . . . 24
B.3 Plan mécanique du crochet de trappe . . . 26
B.4 Plan mécanique du système de maintien de la pointe de coiffe . . . 27
B.5 Plan mécanique de la pointe de coiffe . . . 28

C Schématiques électriques **29**

1 Electronique

Cette section présente les différents éléments électroniques embarqués à bord de la fusée SP-02. Nous y aborderons :

1. La présentation générale du système électronique.
2. Les séquenceurs.
3. La ligne de mise à feu du moteur du deuxième étage.
4. Les cartes d'expérience APEX et APEXeX.
5. Le système de caméras embarquées.
6. Les systèmes d'alimentation électriques.

1.1 Présentation du système électronique général

Les systèmes électroniques embarqué à bord des deux étages de la fusée ont été conçus pour être sensiblement similaires, afin de faciliter le développement, la maintenance et les opérations au sol. Les seuls différences notables entre les deux étages sont au niveau de la ligne de mise à feu du deuxième étage.

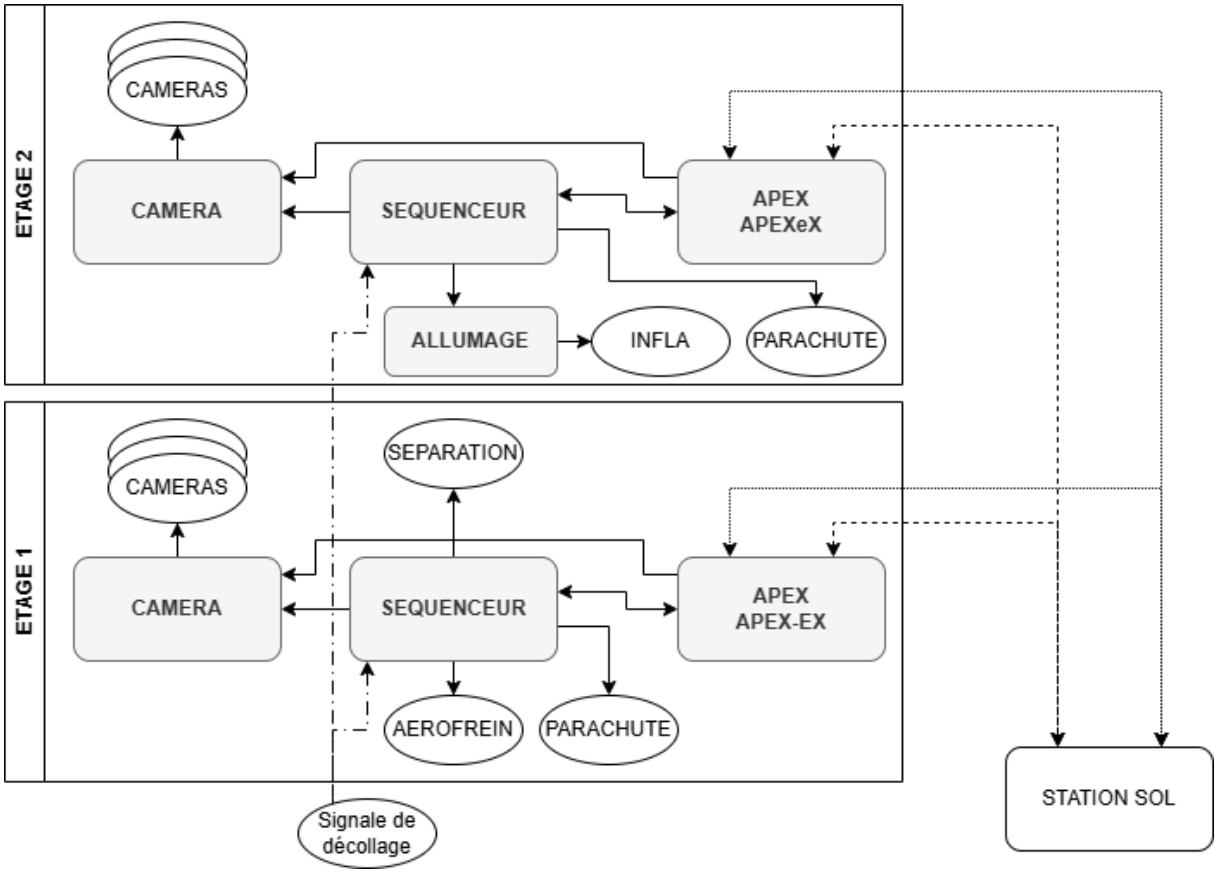


FIGURE 1.1 – Schéma simplifié du système électronique général de la fusée SP-02

Le schéma ci-haut (figure 1.1) présente de manière simplifiée les différents éléments du système électronique général de la fusée SP-02 et leurs interactions.

Un schéma amplement plus détaillé est présenté en annexe A. Ce schéma ne figure pas dans le corps du rapport pour des raisons de lisibilité, mais est essentiel pour comprendre les différentes interactions entre les éléments du système électronique et doit être vue comme la synthèse référente principale.

1.1.1 Principaux éléments du système

On distinguera quatres principaux éléments :

— **SEQUENCEUR** : Responsable de la gestion de tous les événements critiques de la mission et de leur synchronisation. C'est lui qui déclenche les différentes étapes de la mission, comme le déploiment des aérofreins, la séparation des étages, la commande mise à feu du moteur et le déploiement des parachutes.

— **ALLUMAGE** : Circuit de commande de la ligne de mise à feu du moteur. Son rôle est de fournir la puissance nécessaire pour allumer le moteur lorsque le séquenceur l'ordonne et ce en maintenant un niveau de sécurité lorsque le moteur n'est pas censé être allumé.

— **APEX - APEXeX** : Comme énoncé plus tôt dans ce document, le projet SP-02 embarquera une carte APEX pour réaliser l'ensemble des mesures d'enregistrement et d'envoie par télémesure des données de mission. Elle sera accompagnée d'une carte APEXeX [1], qui est une extension de la carte APEX, pour permettre d'embarquer davantage de capteurs et d'interfaces de communication ainsi que l'ajout d'un module de télémesure supplémentaire. Par la suite, dans ce document, nous utiliserons le terme APEX pour faire référence à l'ensemble de la carte APEX et de sa carte d'extension APEXeX.

— **CAMERA** : Système de gestion des caméras embarquées, qui comprend la gestion de l'alimentation des caméras, leur déclenchement et l'enregistrement de données vidéos.

1.1.2 Interactions entre les éléments du système

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **SOL** : Le séquenceur détecte le décollage de la fusée via l'arrachange d'un connecteur branché à la rampe de décollage.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **AEROFREIN** : Le séquenceur du première étage contrôle le servomoteur du système de déploiement des aérofreins.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **PARACHUTE** : Chaque séquenceur contrôle le servomoteur du système de déploiement du parachutes de l'étage dans lequel il se trouve.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **SEPARATION** : Le séquenceur du première étage contrôle le servomoteur du système de séparation.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **ETAGE** : Chaque séquenceur est branché à un circuit passant par l'étage dans lequel il ne se trouve pas. Ainsi, lors de la séparation, ce circuit s'ouvre ce qui permet la détection de la séparation.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **ALLUMAGE** : Lorsque le séquenceur du dexuième étage donne l'odre de la mise à feu du deuxième moteur, il envoie un signal au circuit d'allumage.

— **SEQUENCEUR** $\longleftrightarrow$ **APEX** : Le séquenceur de chaque étage est connecté à APEX de son étage respectif, lui permettant de lui envoyer des informations sur la temporalité des événements critiques de la mission. Cela permet à APEX d'inclure la date de ces événements à sa chaine de données afin de faciliter l'analyse post-vol. La chaine de communication entre le séquenceur et APEX est bidirectionnelle par construction (utilisation d'une liaision UART) ce qui rend possible l'envoi de commandes d'APEX vers le séquenceur, voire du sol vers le séquenceur par radio via APEX pour par exemple effectuer de la paramétrisation et des tests au sol en séquence de pré-vol. Cela n'a cependant pas été considéré comme une fonctionnalité nécessaire à exploiter pour la campagne C'space de 2027.

— **SEQUENCEUR** $\longrightarrow$ **CAMERA** : Le séquenceur de chaque étage est connecté au système de gestion des caméras de son étage respectif, lui permettant de déclencher les caméras embarquées à des moments clés de la mission.

1. Parfois également noté ApexEx.

— **APEX** ⟶ **CAMERA** : APEX de chaque étage est connecté au système de gestion des caméras de son étage respectif, lui permettant de déclencher les caméras embarquées à distance via des commandes envoyées par télémesure depuis le sol, ou de manière autonome en fonction de la logique de vol programmée dans APEX.

— **APEX** ⟷ **STATION SOL** : APEX de chaque étage est connecté à la station sol via deux modules de télémesures, lui permettant d'envoyer des données en temps réel vers le sol et de recevoir des commandes depuis le sol.

Ces intéractions sont succinctement présentées dans le schéma de la figure 1.1 et y sont détaillées dans le schéma plus complet présenté en annexe A.

1.2 Présentation des cartes électroniques

Catégorie	Nom	Description	Etage 1	Etage 2	Total
Expérience	Apex	Carte principal d'acquisition des données de vol et de logique	1	1	2
	ApexEx	Carte d'extension d'Apex	1	1	2
	Pitot	Carte support de capteur de pression de la pointe	0	1	1
	Caméra	Carte de contrôle des caméras	1	1	2
Séquenceur	Séquenceur	Carte séquenceur	1	1	2
	I.H.F.	Carte Interface Homme Fusée	1	1	2
	Allumage principale	Carte servant de logique de puissance et d'interface du système d'allumage	0	1	1
	Condensateur	Banque des condensateurs du système d'allumage	0	1	1
Divers	Connecteur séparation	Connecteur d'interface entre les deux étages	2	0	2
	Routeur	Carte servant d'interface entre le séquenceur de l'étage, le jack et les connecteurs de la séparation	1	1	2
			8	9	17

Table 1 – Présentation de l'ensemble des cartes électroniques

1.3 Séquenceurs

Les deux étages de la fusée SP-02 sont chacun équipés d'un séquenceur embarqué identique, développé pour gérer de manière autonome l'ensemble des événements critiques du vol et assurer la conformité au CDC Fusex. Cette architecture commune facilite la fabrication, les essais et la maintenance, tout en permettant une configuration logicielle propre à chaque étage.

Chaque séquenceur assure notamment :
— la détection du décollage via la coupure de la boucle *jack* ;
— le démarrage du chronomètre interne servant de référence aux fenêtres temporelles ;
— le pilotage du système de récupération (parachute, trappe) ;
— la supervision de la séparation inter-étage et l'inhibition des actions en cas d'anomalie.
Le séquenceurs du première étage devra en plus se charger :
— du pilotage du système d'aérofreins ;
— du déverrouillage du mécanisme de séparation ;
Le séquenceur du second étage devra quant à lui gérer :
— de la détection de l'attitude de la fusée ;
— de l'allumage du moteur du second étage.

1.3.1 Architecture matérielle

Les séquenceurs s'appuient sur une carte électronique dédiée intégrant un microcontrôleur STM32F072R8T6, choisi pour sa robustesse, sa faible consommation et la variété de ses interfaces (UART, timers, GPIO).

La carte intègre :
— un régulateur abaisseur 3,3 V (TPS62172) alimentant l'ensemble de la logique ;
— une liaison UART dédiée à la centrale inertielle WT901B ;
— une ligne half-duplex pour le pilotage des servomoteurs Feetech [2] ;
— plusieurs sorties logiques optocouplées destinées aux déclenchements sécurisés (caméras, cartes expériences) ;
— une entrée isolée assurant la détection du décollage via la boucle *jack* ;
— un connecteur dédié à la carte IHM (commande d'alimentation, armement, indicateurs RGB) ;
— six entrées conditionnées par portes à hystérésis de type *Schmitt trigger*, utilisées pour la détection d'événements discrets tels que décollage, séparation et signaux de capteurs mécaniques.

Choix du microcontrôleur

Le STM32F072R8T6 a été sélectionné pour ses caractéristiques techniques adaptées aux exigences du projet :
— architecture ARM Cortex-M0 32 bits, offrant une puissance de calcul suffisante pour la gestion des séquences et le traitement des données inertielle ;
— faible consommation énergétique, essentielle pour les opérations prolongées en vol ;
— large gamme d'interfaces de communication (UART, SPI, I2C, GPIO), facilitant l'intégration avec les capteurs et actionneurs embarqués ;
— 64 kB de mémoire flash et 16 kB de RAM, permettant le stockage du firmware et des données critiques.

Aussi, ayant déjà travaillé avec cette famille de microcontrôleurs sur des projets antérieurs, l'équipe dispose d'une expertise solide pour le développement et le débogage du firmware.

Portes à hystérésis

Les portes à hystérésis permettent de stabiliser les signaux provenant des capteurs sujets aux rebonds ou aux perturbations (vibrations, variations rapides de tension). Elles assurent également la mise en forme des signaux transmis d'un étage à l'autre, notamment via les connecteurs intégrés dans le mécanisme de séparation.

2. La communication est réalisée sur une ligne *DATA* unique, protégée par buffers SN74LVC1G125/126 pour la commutation TX/RX. Trois sorties PWM restent disponibles en cas d'utilisation de servomoteurs classiques.

Boucles électriques inter-étages

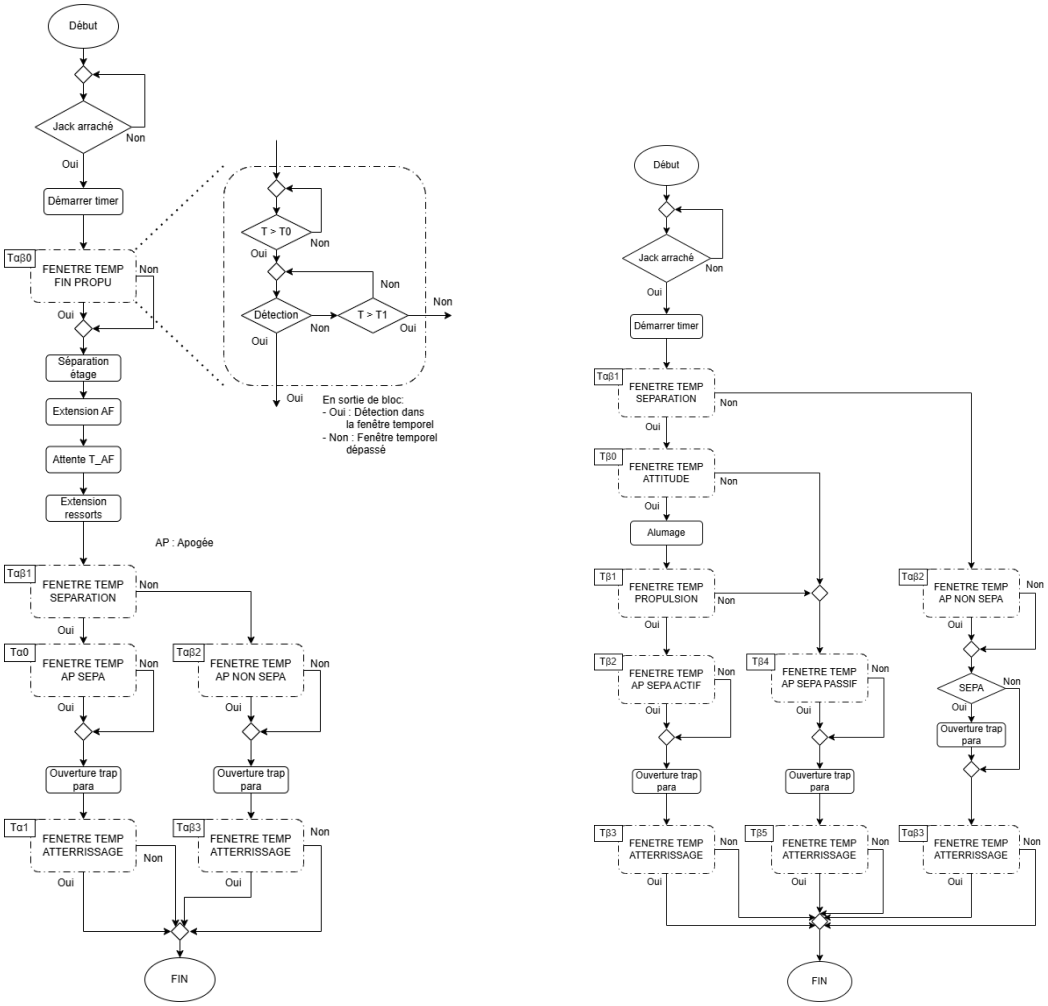
Chaque étage intègre une boucle électrique traversant physiquement l'autre étage. Lors de la séparation mécanique, ces deux boucles sont automatiquement rompues, fournissant une confirmation physique et indépendante de la séparation. L'état de ces boucles est traité par des portes à hystérésis, garantissant une détection franche et insensible aux vibrations ou aux micro-perturbations rencontrées durant le vol.

Double circuit de détection de décollage

Les deux séquenceurs sont connectés au même connecteur *jack* 4-pins de décollage, mais sur deux circuits indépendants, afin d'assurer une synchronisation parfaite tout en préservant l'isolation électrique entre étages. Ce choix permet de limiter les risques de défaillance croisée et garantit que les deux chronomètres internes démarrent à $t = 0$ exactement au même instant.

1.3.2 Principes de fonctionnement

Le fonctionnement repose sur une succession d'états décrits dans le logigramme de chaque séquenceur, cadencés par un chronomètre démarré au décollage.



(a) 1er étage (b) 2e étage

FIGURE 1.2 – Schémas fonctionnels des séquenceurs des deux étages

Voici les principaux évènements surveillés et partagés par les deux séquenceurs :
— $T0$: instant du décollage ;
— $T_{\alpha\beta 0}$: fin de la propulsion du premier étage ;
— $T_{\alpha\beta 1}$: séparation inter-étage ;
— $T_{\alpha\beta 2}$: apogée de l'ensemble du lanceur sans séparation ;
— $T_{\alpha\beta 3}$: atterrissage de l'ensemble du lanceur sans séparation.

Voici les principaux évènements surveillés par le séquenceur du premier étage :
— $T_{\alpha 0}$: apogée du premier étage seul si séparation ;
— $T_{\alpha 1}$: atterrissage du premier étage seul si séparation.

Voici les principaux évènements surveillés par le séquenceur du second étage :
— $T_{\beta 0}$: allumage du moteur du second étage si séparation ;
— $T_{\beta 1}$: date de mesure de la confirmation d'allumage du moteur du second étage ;
— $T_{\beta 2}$: apogée du second étage seul si séparation et allumage confirmé ;
— $T_{\beta 3}$: atterrissage du second étage seul si séparation et allumage confirmé ;
— $T_{\beta 4}$: apogée du second étage seul si séparation et allumage non confirmé ;
— $T_{\beta 5}$: atterrissage du second étage seul si séparation et allumage non confirmé.

1.3.3 Robustesse du système et immunité aux perturbations

Les entrées critiques sont isolées et conditionnées (optocoupleurs, portes à hystérésis), garantissant la stabilité des signaux malgré les vibrations, les parasites haute fréquence et les variations rapides de tension.

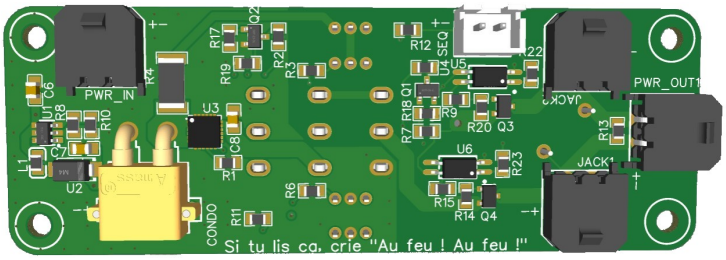
Les masses numérique, analogique et puissance sont séparées, et les sorties critiques isolées empêchent tout retour de perturbation vers le microcontrôleur. Cette architecture assure une excellente fiabilité des déclenchements durant les phases de propulsion, de séparation et de récupération.

1.3.4 Conception PCB

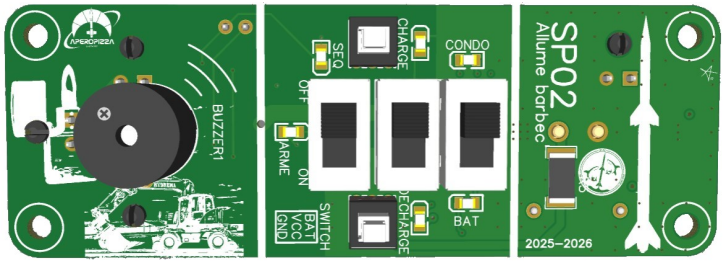
La conception du PCB suit une méthodologie stricte destinée à minimiser les effets EMI : séparation des plans de masse numérique et de puissance, retour de courant maîtrisé, longueurs de pistes critiques réduites, boucles de masse minimisées, et isolements renforcés autour des signaux sensibles. Les composants de commutation (buffers, optocoupleurs, transistors) sont positionnés de manière à réduire les couplages parasites et à garantir une immunité maximale.

1.4 Ligne de mise à feu

La ligne de mise à feu est conçue pour assurer un allumage fiable et sécurisé du moteur du 2e étage de la fusée. Son objectif est d'être capable de fournir assez de puissance à l'inflamateur lorsque le séquenceur donne l'odre de la mise à feu.



(a) (côté composants)



(b) (côté interface)

FIGURE 1.3 – Rendu 3D de la carte allumage principale

1.4.1 Principe de fonctionnement

Le système repose sur une alimentation constituée d'une batterie Li-Po de faible puissance associée à un réhausseur de tension, permettant la charge d'une banque de condensateurs (déportée de la carte d'allumage principale) à travers une résistance, sur une durée courte.

Une fois le système armé, cette banque de condensateurs est connectée à deux transistors MOSFET normalement bloquants. L'ordre de mise à feu est transmis par le séquenceur sous forme d'une impulsion commandant deux optocoupleurs, lesquels pilotent l'ouverture des MOSFET. Ceux-ci deviennent alors conducteurs et autorisent le passage du courant.

Deux shunts de sécurité, réalisés sous forme de courts-circuits, peuvent être insérés afin d'assurer une protection pyrotechnique. En leur absence, un buzzer est activé et la ligne pyrotechnique reliée à l'inflammateur du moteur du second étage est mise sous tension.

La banque de condensateurs, directement connectée à cette ligne de faible impédance, est alors capable de délivrer un courant élevé, suffisant pour activer l'inflammateur et initier la combustion du moteur du deuxième étage.

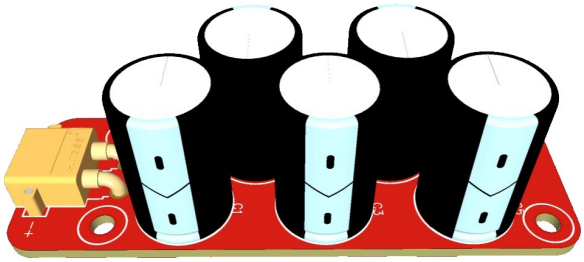


FIGURE 1.4 – Rendu 3D de la carte allumage condensateur

1.5 Expérience

L'expérience embarquée à bord de la fusée SP-02, comme énoncé précédemment, repose en très grande partie sur le projet antérieur APEX. Une amélioration du système sera effectué notamment au niveau de l'ajout d'un port externe où sera brancher un tube pitot, permettant de mesurer la vitesse dynamique durant le vol, et à l'ajout d'un deuxième module de télémesure. L'idée est que le module de télémesure déjà présent sur la carte APEX sert à transmettre les données d'état de vol et de position GNSS via une modulation LORA avec une faible vitesse de transmission mais une grande portée et un SNR importante. Le second module de télémesure, dédié à l'expérience, transmettra les données issues des capteurs. Ce module utilisera une modulation FSK à plus haute vitesse de transmission mais avec une portée plus faible.

Comme chaque étage est composé de sa propre carte APEX, la fusée SP-02 embarquera donc 4 modules de télémesure, deux par étage. Comme 2 modulations sont utilisées, le projet nécessitera 2 fréquences différentes dédiées. La différentiation de deux module utilisant la même modulation sera assurée par l'utilisation de deux channels temporelles différents.

1.6 Caméra embarquée

1.7 Allimentations et masses électriques

Les systèmes de séquenceurs, d'allumage de l'inflamateur et de l'expérience générale (APEX et caméras) sont fortement isolés les uns des autres, notamment au niveau de leurs alimentations électriques. En effet, chaque système dispose de son propre circuit d'alimentation, de ces propres batteries et donc de ces propres masses électriques, ce qui permet d'assurer une meilleure fiabilité et sécurité du système global : une défaillance ou un court-circuit dans un système n'affectera pas les autres systèmes. De plus, cela permet de mieux gérer les consommations électriques de chaque système, en adaptant les capacités des batteries et les circuits d'alimentation en fonction des besoins spécifiques de chaque système.

Les principales batteries utilisées pour alimenter les différents systèmes de la fusée sont des batteries Li-Ion de 3.7V et 2.6Ah, comme celle présentée à la figure 1.5. Ces batteries sont choisies pour leur bonne densité énergétique, leur fiabilité et la présence d'un circuit de protection intégré contre les surcharges, les décharges profondes et les courts-circuits, ce qui est essentiel pour assurer la sécurité du système électronique de la fusée.

Figure 1.5 – Batterie Li-Ion 18650-26H

Dans chaque étage de la fusée, on trouve :

- **`SEQUENCEUR`** : 2 batteries 18650-26H en bloc 1P2S (1 parallèle de 2 batteries en série) pour une tension totale de 7.4V et une capacité de 2.6Ah. Cette tension a été choisie pour coupler au choix de nos servomoteurs.
- **`EXPERIENCE`** : 2 batteries 18650-26H en bloc 2P1S (2 parallèles de 1 batterie en série) pour une tension totale de 3.7V et une capacité de 5.2Ah. Cette configuration a été choisie pour assurer une capacité suffisante pour alimenter l'ensemble des capteurs et des caméras embarquées pendant toute la durée de la mission, tout en maintenant une tension compatible avec les composants électroniques utilisés.

Pour ce qui est de l'alimentation du circuit d'allumage de la ligne de mise à feu du moteur du deuxième étage, elle est assurée par une petite batterie Li-Po plate de 3.7V et 500mAh. Cette dernière a été choisi essentiellement pour son format compact et sa capacité suffisante pour assurer la mise à feu du moteur du deuxième étage, qui ne nécessite pas une grande quantité d'énergie, tout en permettant de réduire le poids et l'encombrement du système d'allumage.

Figure 1.6 – Batterie Li-Po plate

Table des figures

1.1 Schéma simplifié du système électronique général de la fusée SP-02 3
1.2 Schémas fonctionnels des séquenceurs des deux étages 7
1.3 Rendu 3D de la carte allumage principale 9
1.4 Rendu 3D de la carte allumage condensateur 10
1.5 Batterie Li-Ion 18650-26H 12
1.6 Batterie Li-Po plate 12

Liste des tableaux

1 Présentation de l'ensemble des cartes électroniques 5

Références

[1] Planète Sciences et le CNES, "Cahier des charges des fusées expérimentales bi-étages." https://www.planete-sciences.org/espace/scae/doc/cdc_fusex_bietage, 2017.

[2] AéroIPSA, "Site officiel d'AéroIPSA." https://www.aeroipsa.com.

[3] Lucas Pichon, "Rapport de projet arcturus." https://www.aeroipsa.com/arcturus, 2024.

[4] Malo Amaranti and Mathieu Coquelle-Grandsimon, "Rapport de projet sp-01." https://www.aeroipsa.com/sp01, 2024.

[5] Malo Amaranti and Alexis Paillard, "Rapport de projet d'APEX." https://www.aeroipsa.com/apex, 2025.

[6] Planète Sciences et le CNES, "Le vol de la fusée, stabilité et trajectographie." https://www.planete-sciences.org/espace/IMG/pdf/vol-de-la-fusee.pdf, 2008.

[7] Julien Denat, "Rapport de projet fast forward." https://www.aeroipsa.com/fastforward, 2023.

[8] Wikipedia, "Equations de navier-stokes." https://fr.wikipedia.org/wiki/ÃĽquations_de_Navier-Stokes, 2025.

[9] Planète Sciences et le CNES, "Logiciel de simulation de trajectoire Stabtraj." https://www.planete-sciences.org/espace/Documentation-technique/Trajectoire, 2024.

Glossaire

A

APEX Système de mesure embarqué développé par l'association AéroIPSA pour la collecte, l'enregistrement et la télémesure des données d'avionique durant le vol de fusée expérimentale. ([5]). 10

P

Planète Sciences Association française de promotion des sciences et des techniques auprès des jeunes, organisatrice de la campagne C'Space en collaboration avec le CNES.. 14

S

Stabtraj Outil de dimensionnement et de simulation de trajectoire de fusée développé par l'association Planète Sciences en collaboration avec le CNES. Il permet d'analyser la stabilité, la performance et la trajectoire des fusées amateur. [9]. 14

U

Universal Asynchronous Receiver-Transmitter Interface de communication série asynchrone utilisée pour la transmission et la réception de données entre dispositifs électroniques. Ce protocole utilise deux lignes principales : une pour la transmission (TX) et une pour la réception (RX) mais peut également fonctionner en mode Half-UART avec une seule ligne de données bidirectionnelle.. 15

Acronymes

C

CDC Cahier des Charges. 6

CNES Centre National d'Études Spatiales. 14

F

FSK Frequency-Shift Keying (Modulation par Déplacement de Fréquence). 10

G

GNSS Global Navigation Satellite System. 10

L

LORA Long Range. 10

M

MOSFET Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (transistor à effet de champ à structure métal-oxyde-semiconducteur). 9

S

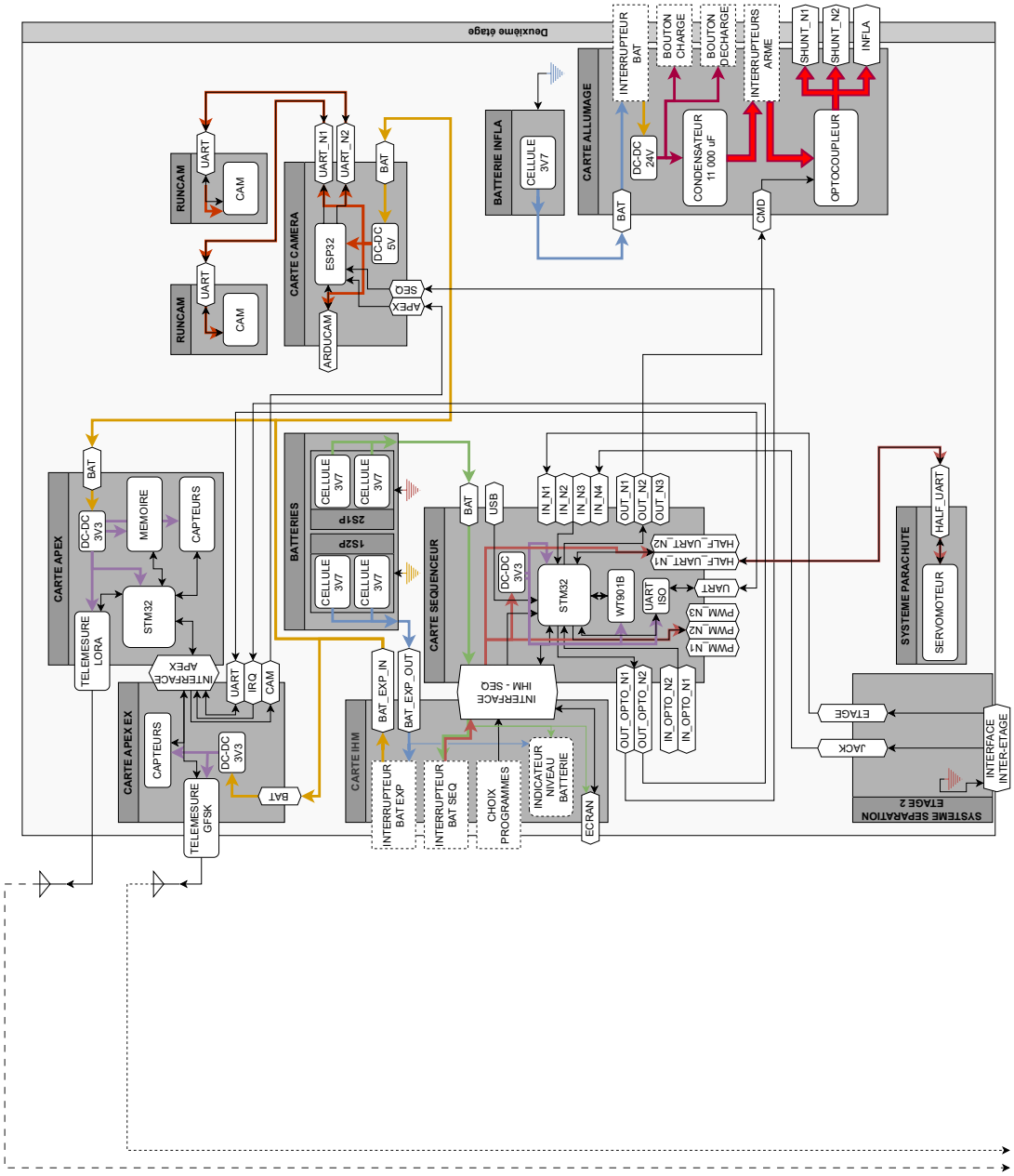
SNR Signal-to-Noise Ratio (Rapport Signal sur Bruit). 10

U

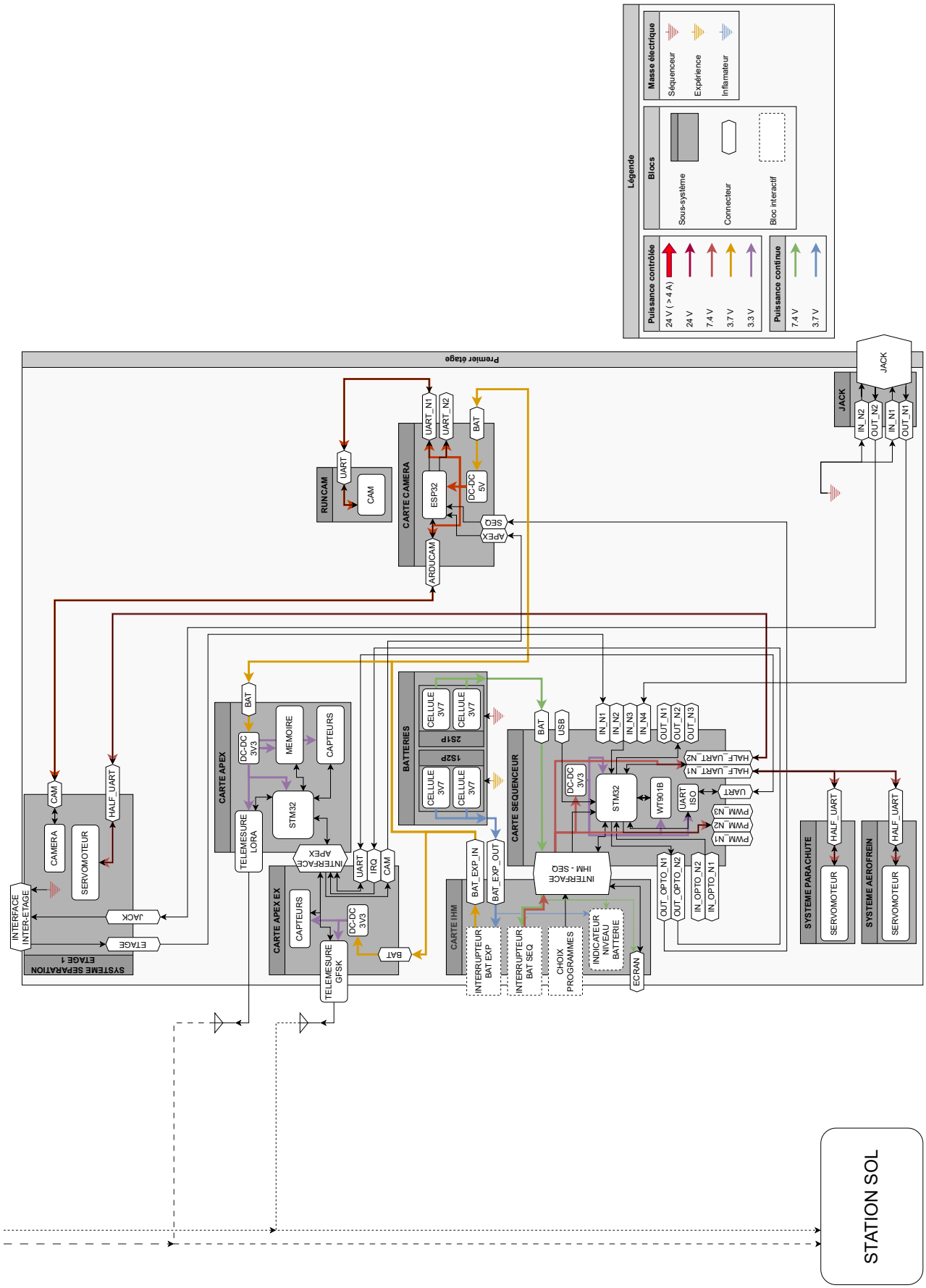
UART Universal Asynchronous Receiver-Transmitter. 4

A Synoptique de l'ensemble de la fusée

A.1 Deuxième étage

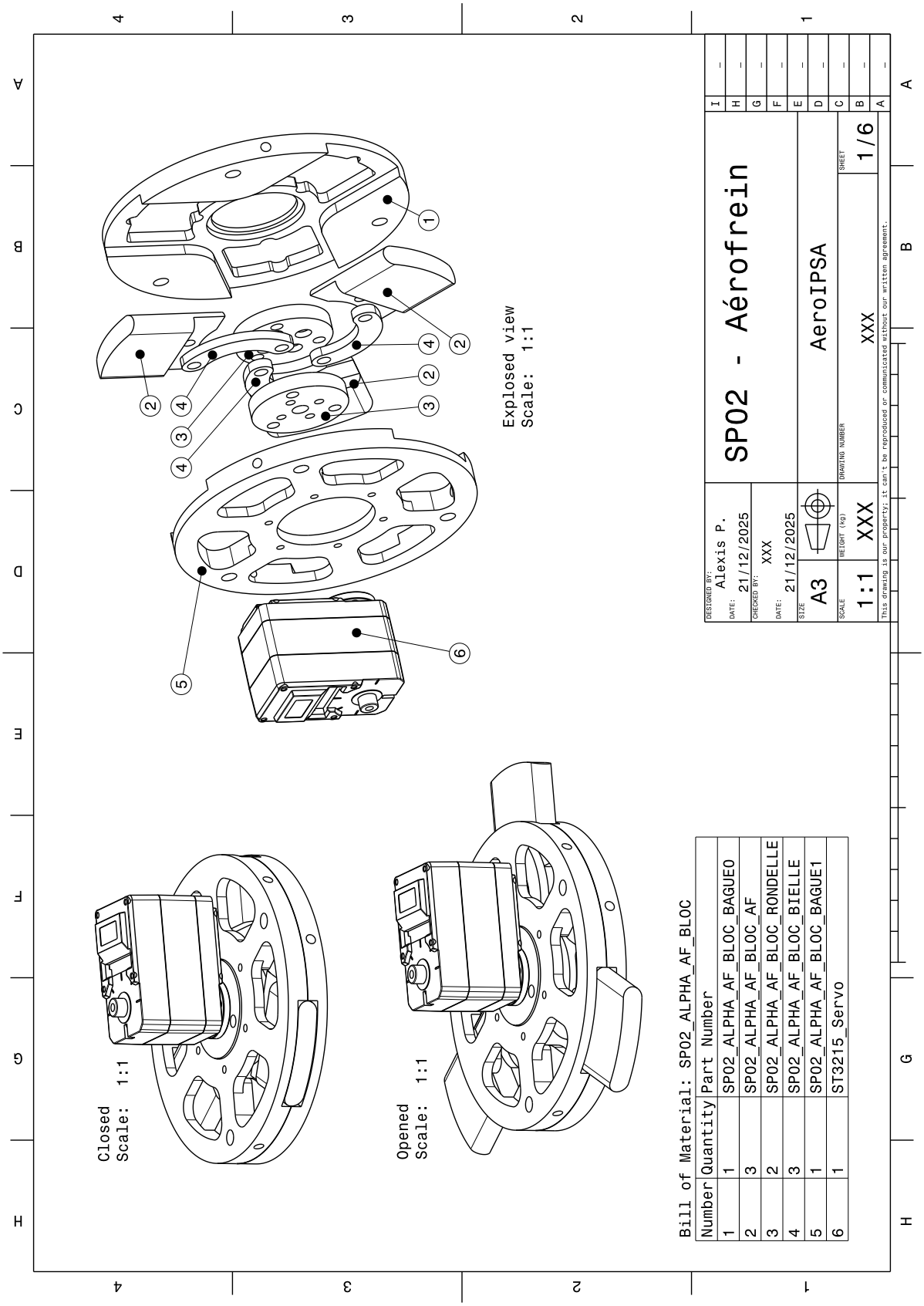


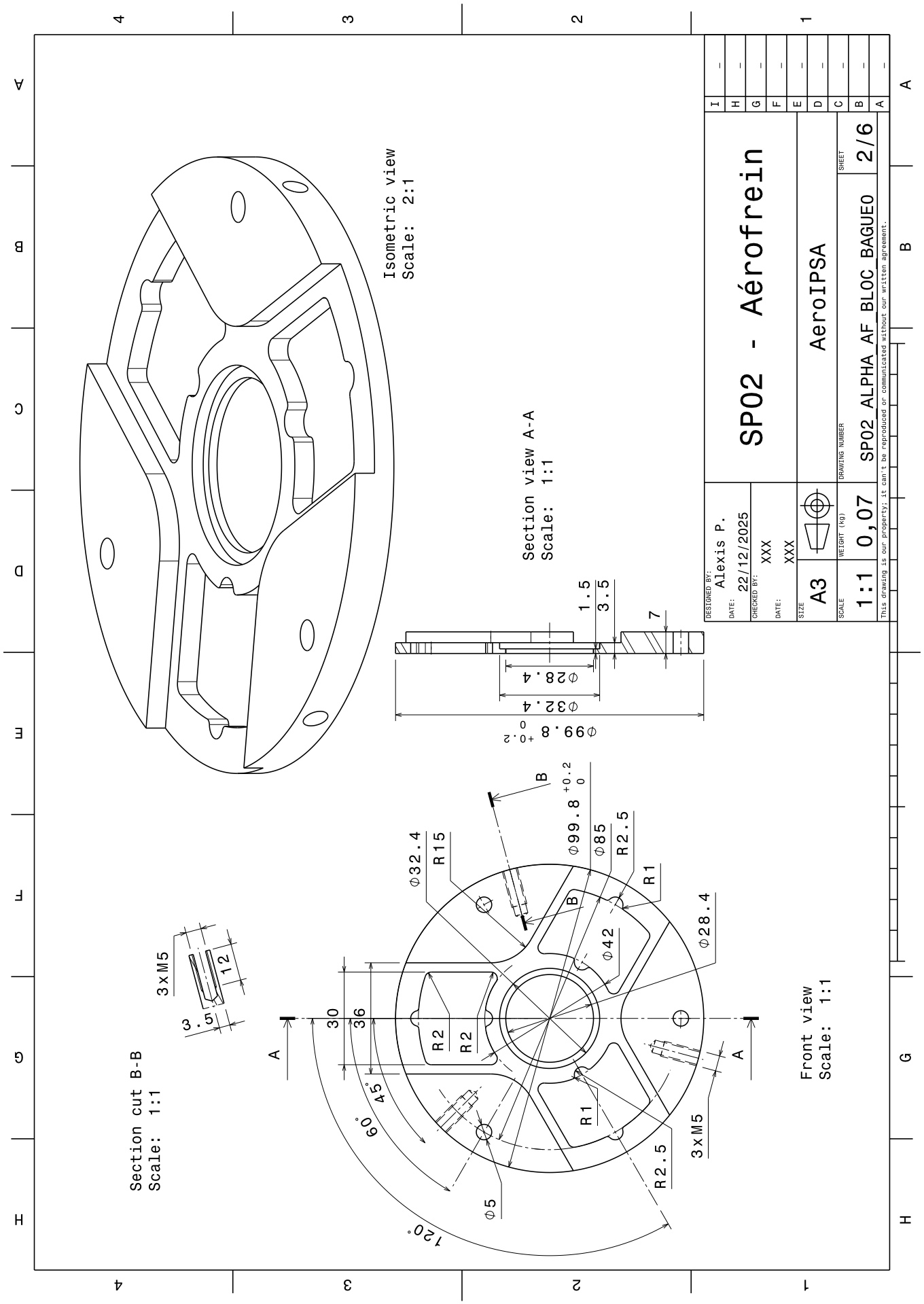
A.2 Premier étage

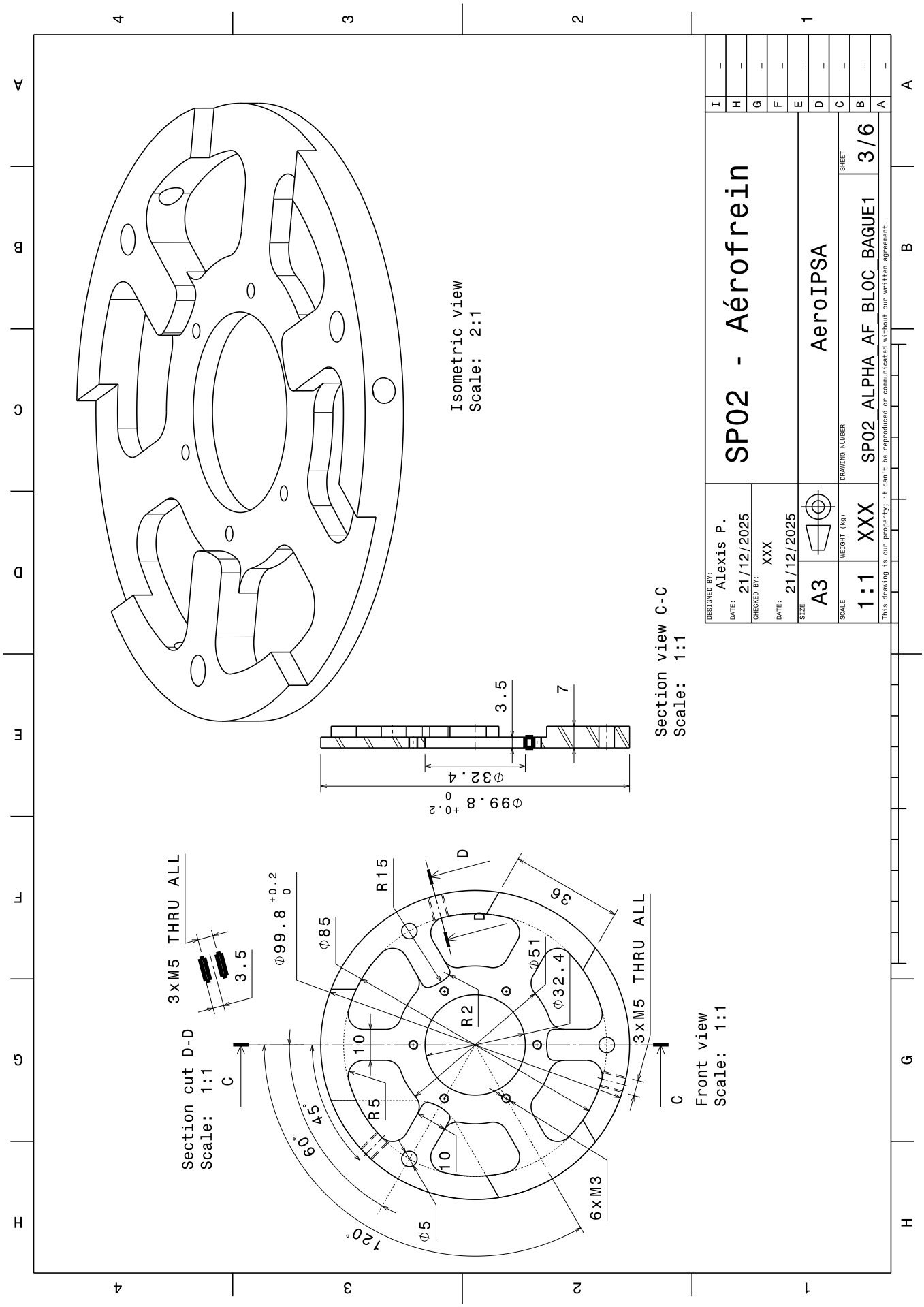


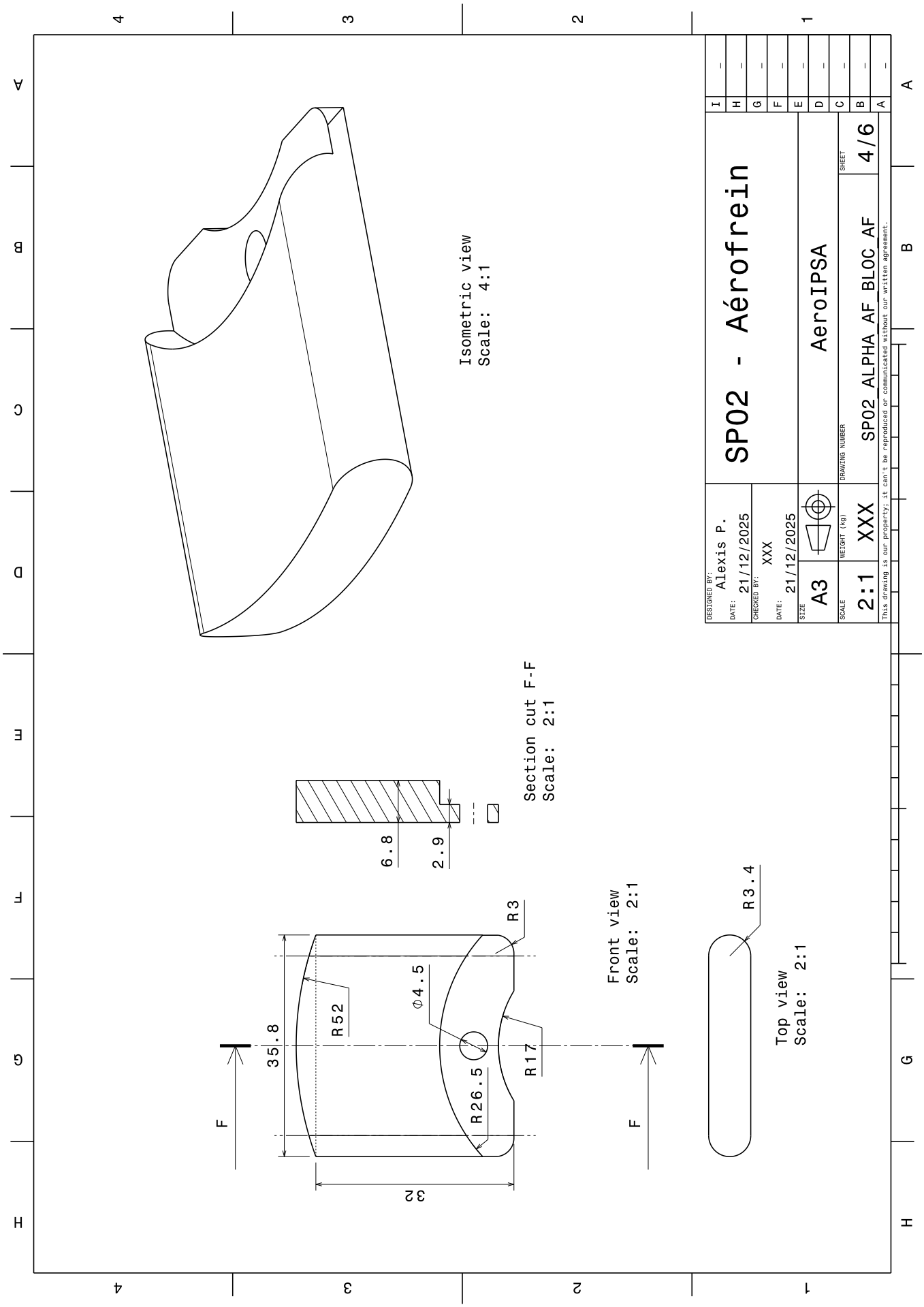
B Plan mécaniques

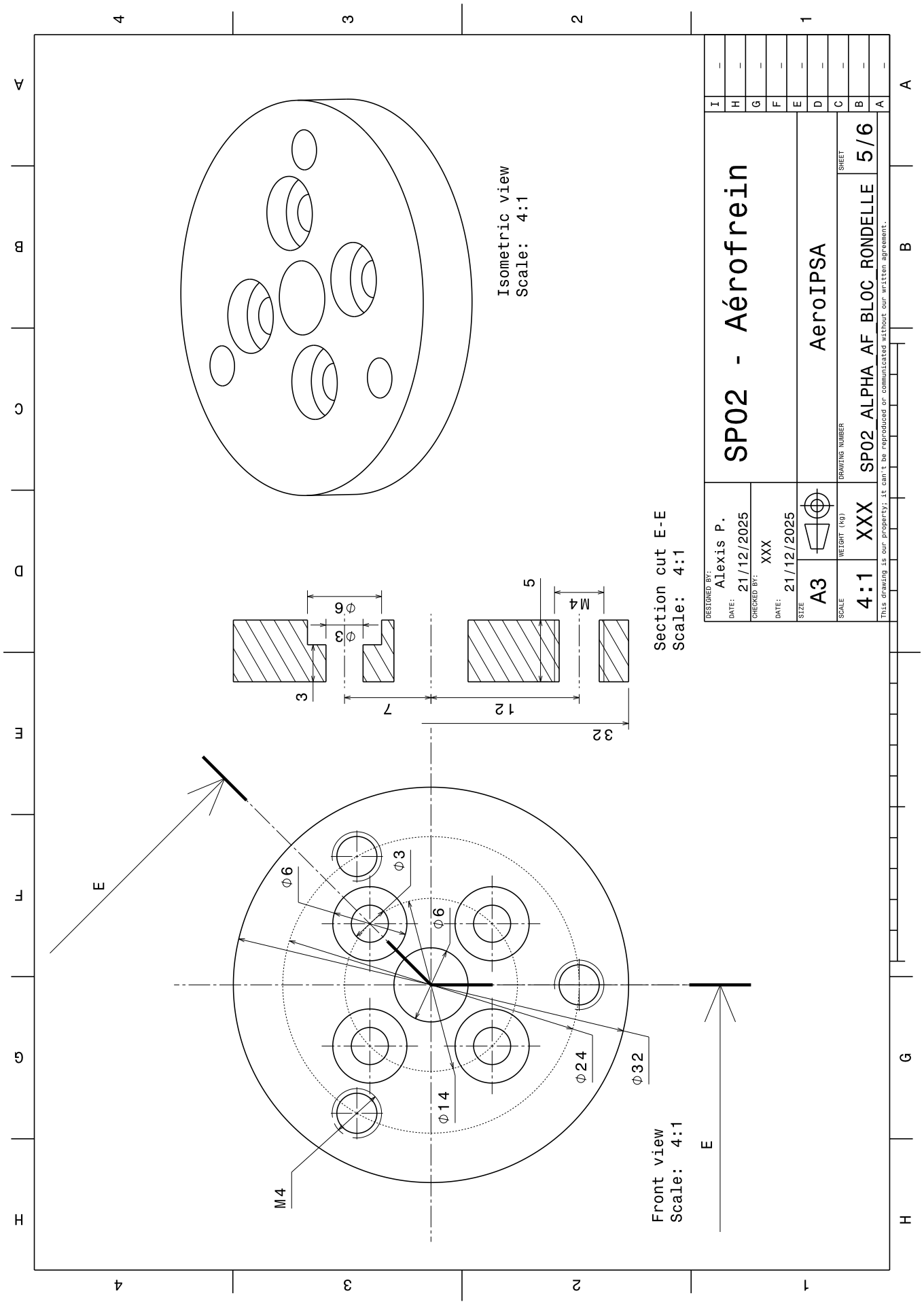
B.1 Plan mécanique de l'ensemble aérofreins

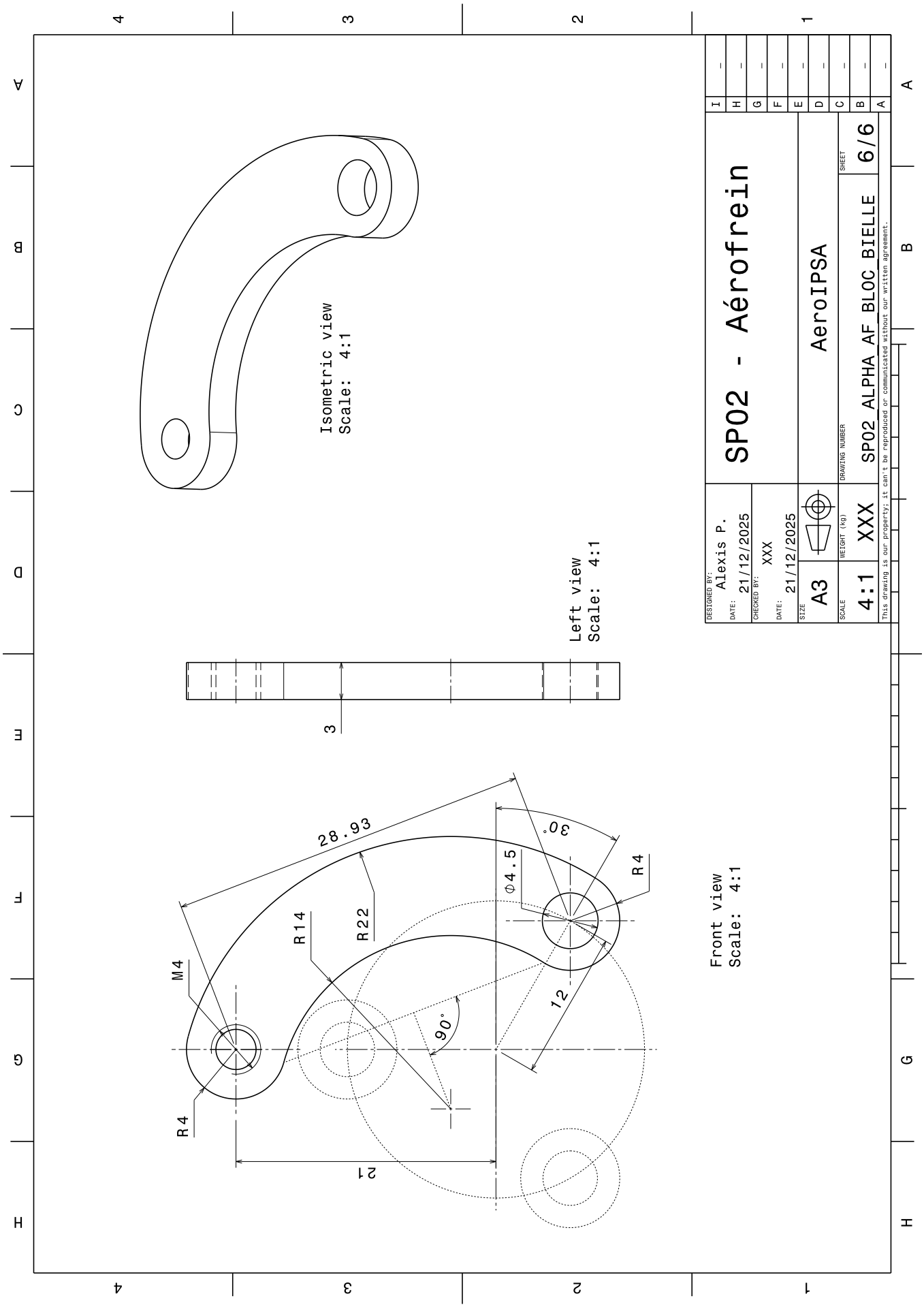



Isometric view
Scale: 2:1
Section view A-A
Scale: 1:1
Section cut B-B
Scale: 1:1
Front view
Scale: 1:1
SP02 - Aérofrein
AeroIPSA
SP02 ALPHA AF BLOC BAGUEO
DESIGNED BY: Alexis P.
DATE: 22/12/2025
CHECKED BY: XXX
DATE: XXX
SIZE A3
SCALE 1:1
WEIGHT (kg) 0,07
DRAWING NUMBER
SHEET 2/6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.


Isometric view
Scale: 2:1
Section view C-C
Scale: 1:1
Front view
Scale: 1:1
Section cut D-D
Scale: 1:1
3xM5 THRU ALL
6xM3
R15
R5
R2
Φ85
Φ51
Φ32.4
Φ5
Φ99.8 +0.2 0
Φ32.4
Φ99.8 +0.2 0
3.5
7
36
10
45°
60°
120°
DESIGNED BY: Alexis P.
DATE: 21/12/2025
CHECKED BY: XXX
DATE: 21/12/2025
SIZE A3
SCALE 1:1
WEIGHT (kg) XXX
SP02 - Aérofrein
AeroIPSA
DRAWING NUMBER SP02 ALPHA AF BLOC BAGUE1
SHEET 3/6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

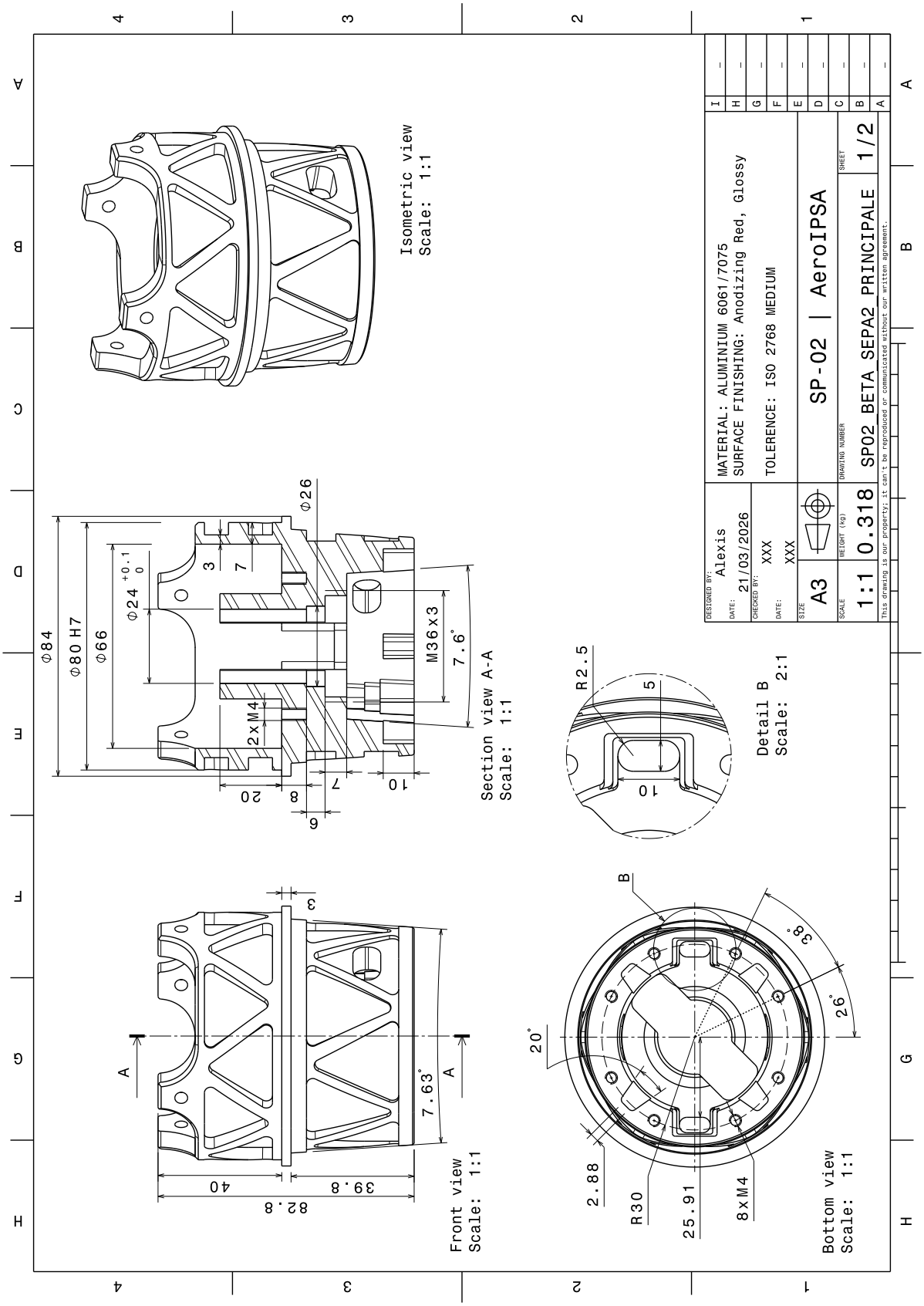

Isometric view
Scale: 4:1
Section cut F-F
Scale: 2:1
6.8
2.9
R3
Front view
Scale: 2:1
35.8
R52
Φ4.5
R26.5
R17
32
F
F
R3.4
Top view
Scale: 2:1
DESIGNED BY: Alexis P.
DATE: 21/12/2025
CHECKED BY: XXX
DATE: 21/12/2025
SIZE A3
SCALE 2:1
WEIGHT (kg) XXX
SP02 - Aérofrein
AeroIPSA
DRAWING NUMBER SP02 ALPHA AF BLOC AF
SHEET 4/6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

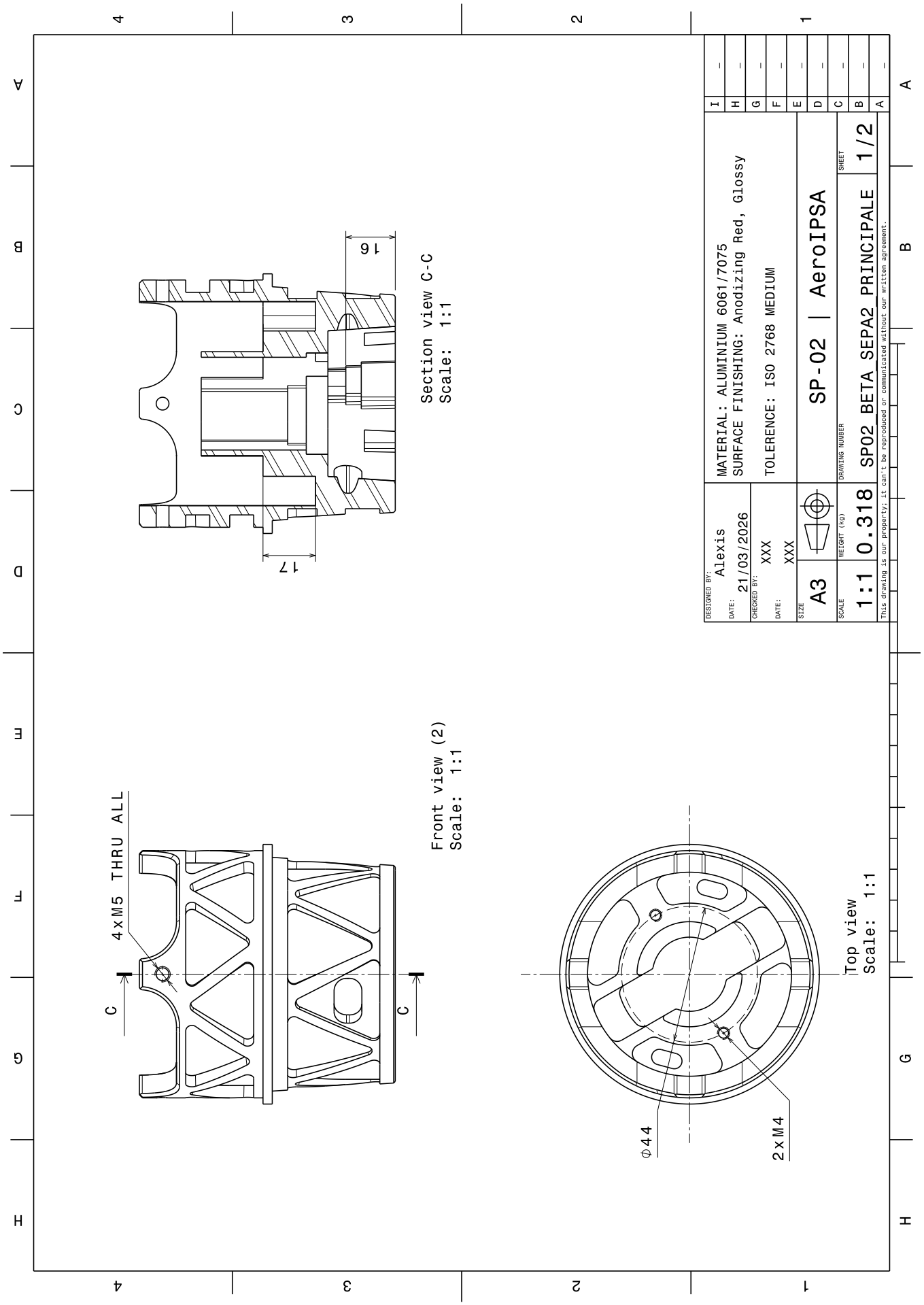

Isometric view
Scale: 4:1
Section cut E-E
Scale: 4:1
Front view
Scale: 4:1
E
E
Φ6
Φ3
Φ6
Φ3
Φ14
Φ24
Φ32
M4
M4
3
7
12
32
5
DESIGNED BY: Alexis P.
DATE: 21/12/2025
CHECKED BY: XXX
DATE: 21/12/2025
SIZE A3
SCALE 4:1
WEIGHT (kg) XXX
SP02 - Aérofrein
AeroIPSA
DRAWING NUMBER SP02 ALPHA AF BLOC RONDELLE
SHEET 5/6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.


Isometric view
Scale: 4:1
Left view
Scale: 4:1
Front view
Scale: 4:1
28.93
30°
Φ4.5
R4
R14
R22
M4
90°
12
21
3
DESIGNED BY: Alexis P.
DATE: 21/12/2025
CHECKED BY: XXX
DATE: 21/12/2025
SIZE A3
SCALE 4:1
WEIGHT (kg) XXX
SP02 - Aérofrein
AeroIPSA
DRAWING NUMBER SP02 ALPHA AF BLOC BIELLE
SHEET 6/6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

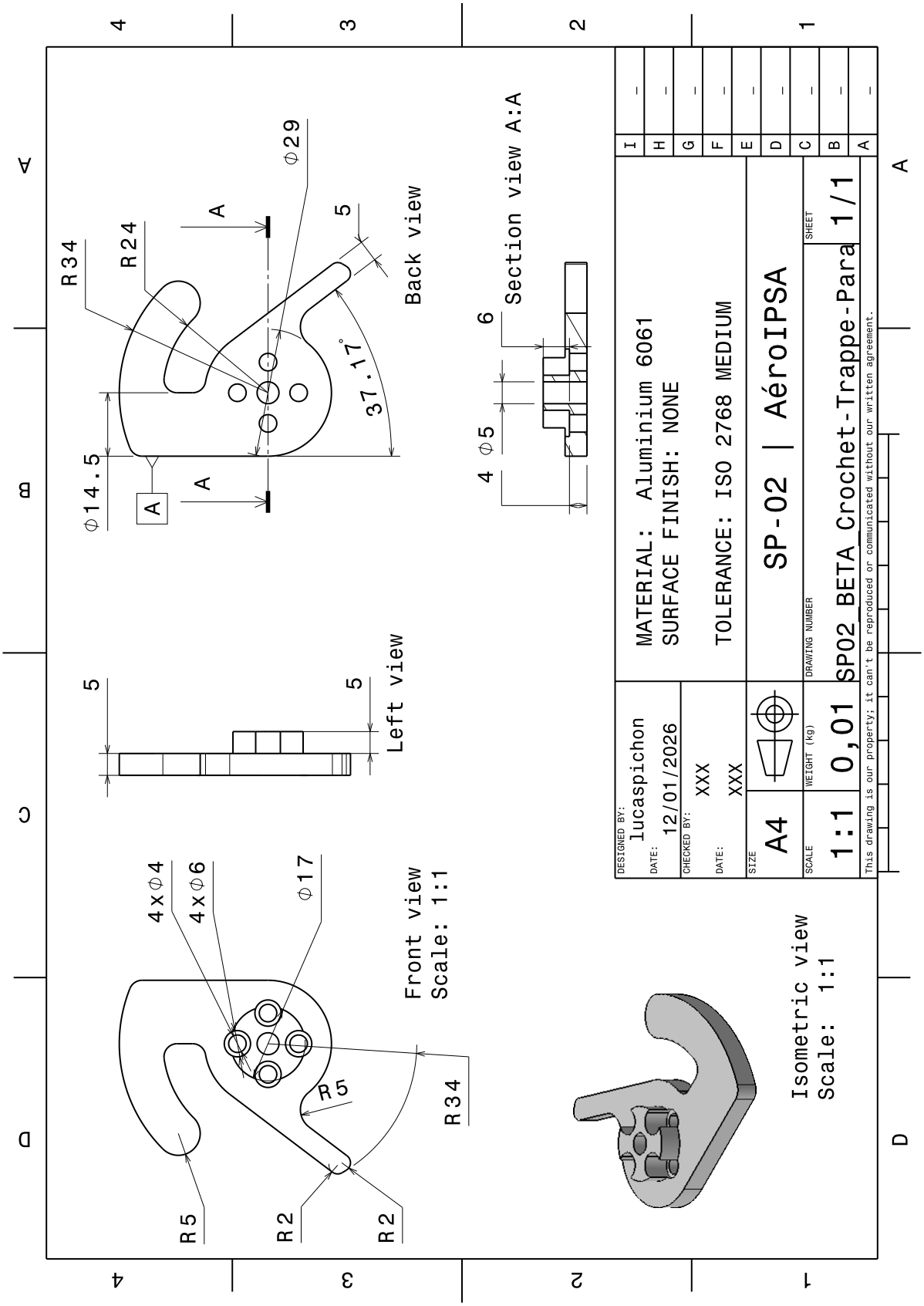
B.2 Plan mécanique de la séparation inter-étage

B.2.1 Deuxième étage

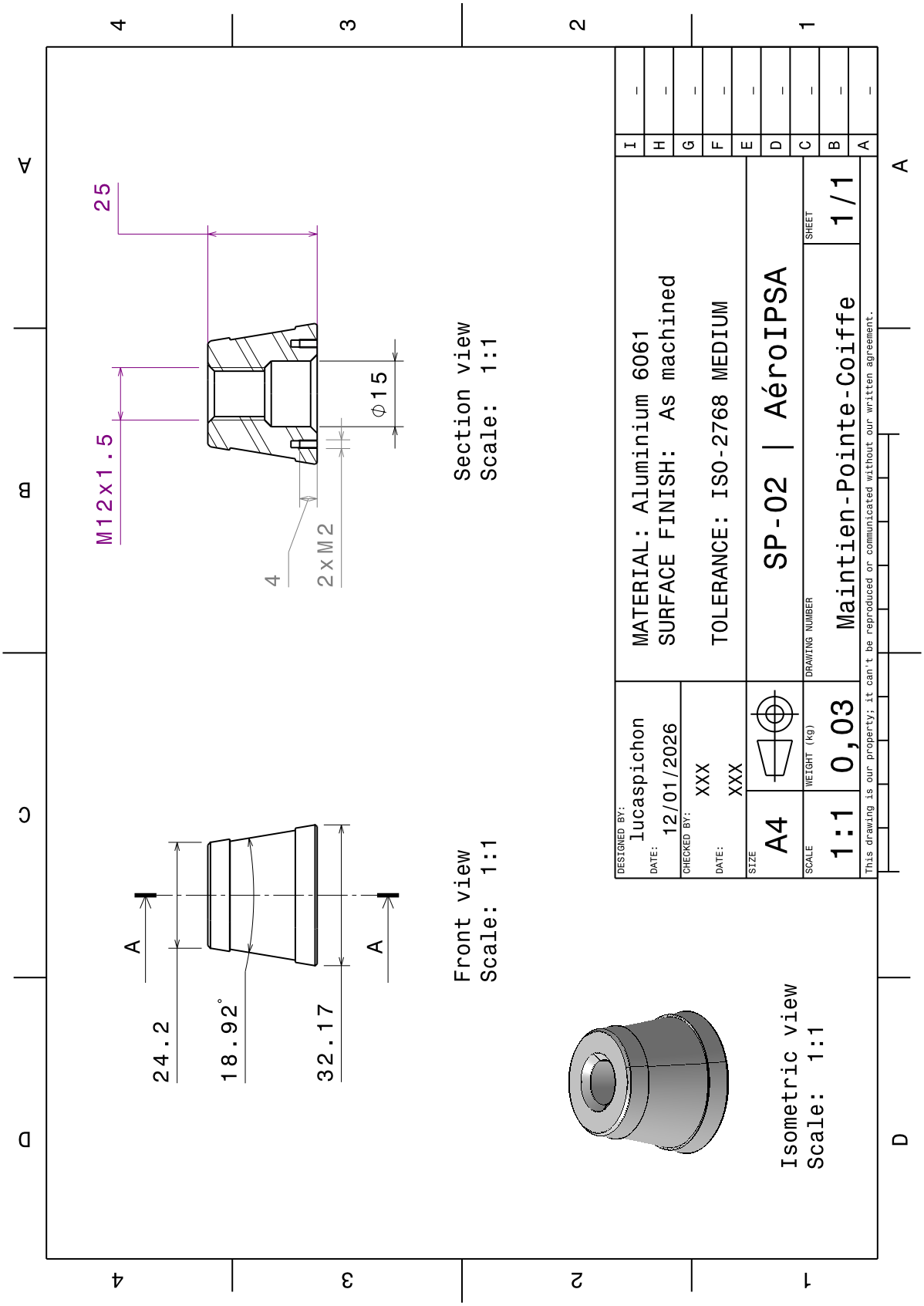



Section view C-C
Scale: 1:1
16
17
Front view (2)
Scale: 1:1
4xM5 THRU ALL
C
C
Top view
Scale: 1:1
Φ44
2xM4
MATERIAL: ALUMINIUM 6061/7075
SURFACE FINISHING: Anodizing Red, Glossy
TOLERENCE: ISO 2768 MEDIUM
DESIGNED BY: Alexis
DATE: 21/03/2026
CHECKED BY: XXX
DATE: XXX
SIZE A3
SCALE 1:1
WEIGHT (kg) 0.318
DRAWING NUMBER SP-02 | AeroIPSA
SP02 BETA SEPA2 PRINCIPALE
SHEET 1/2
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

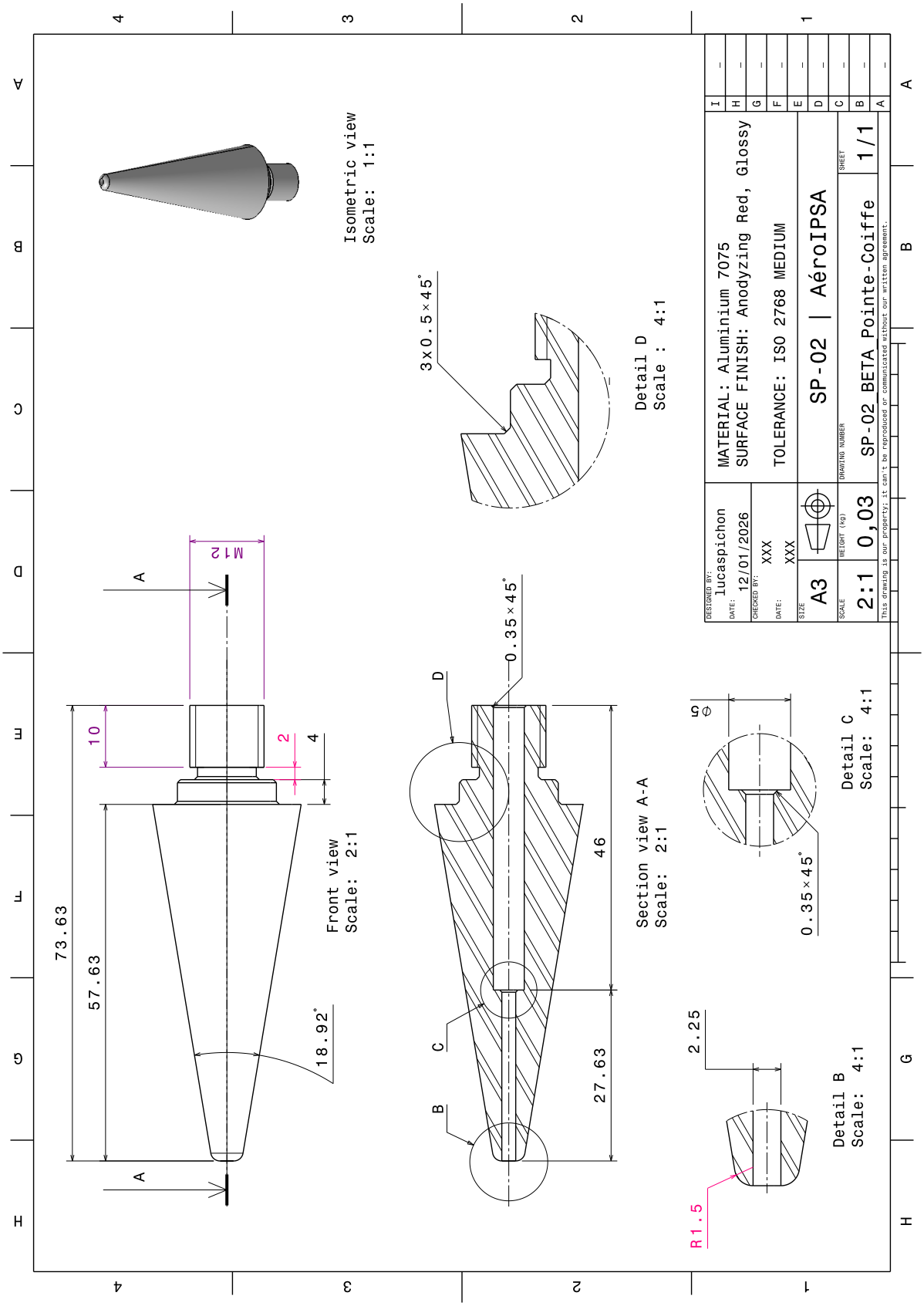
B.3 Plan mécanique du crochet de trappe



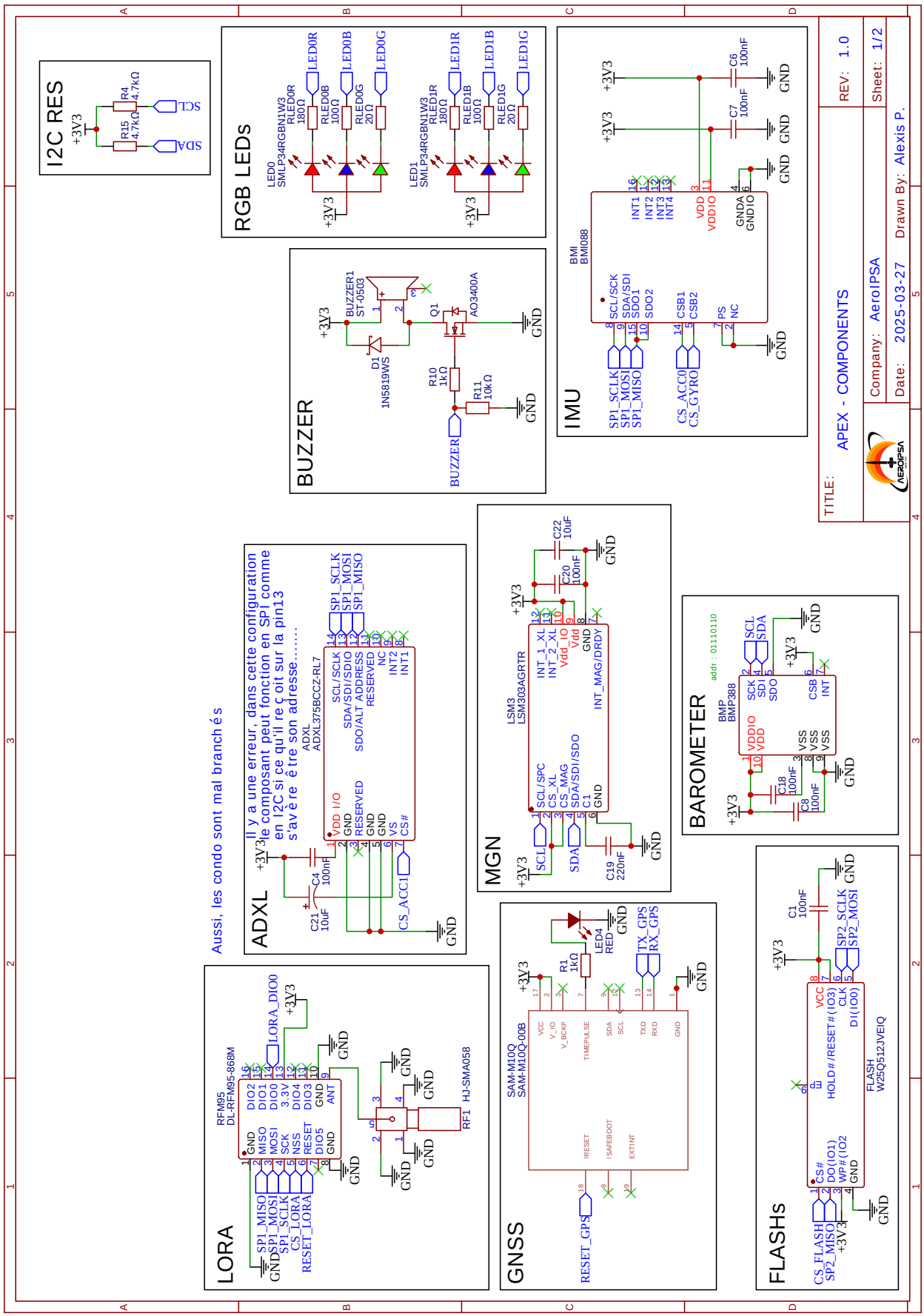
B.4 Plan mécanique du système de maintien de la pointe de coiffe

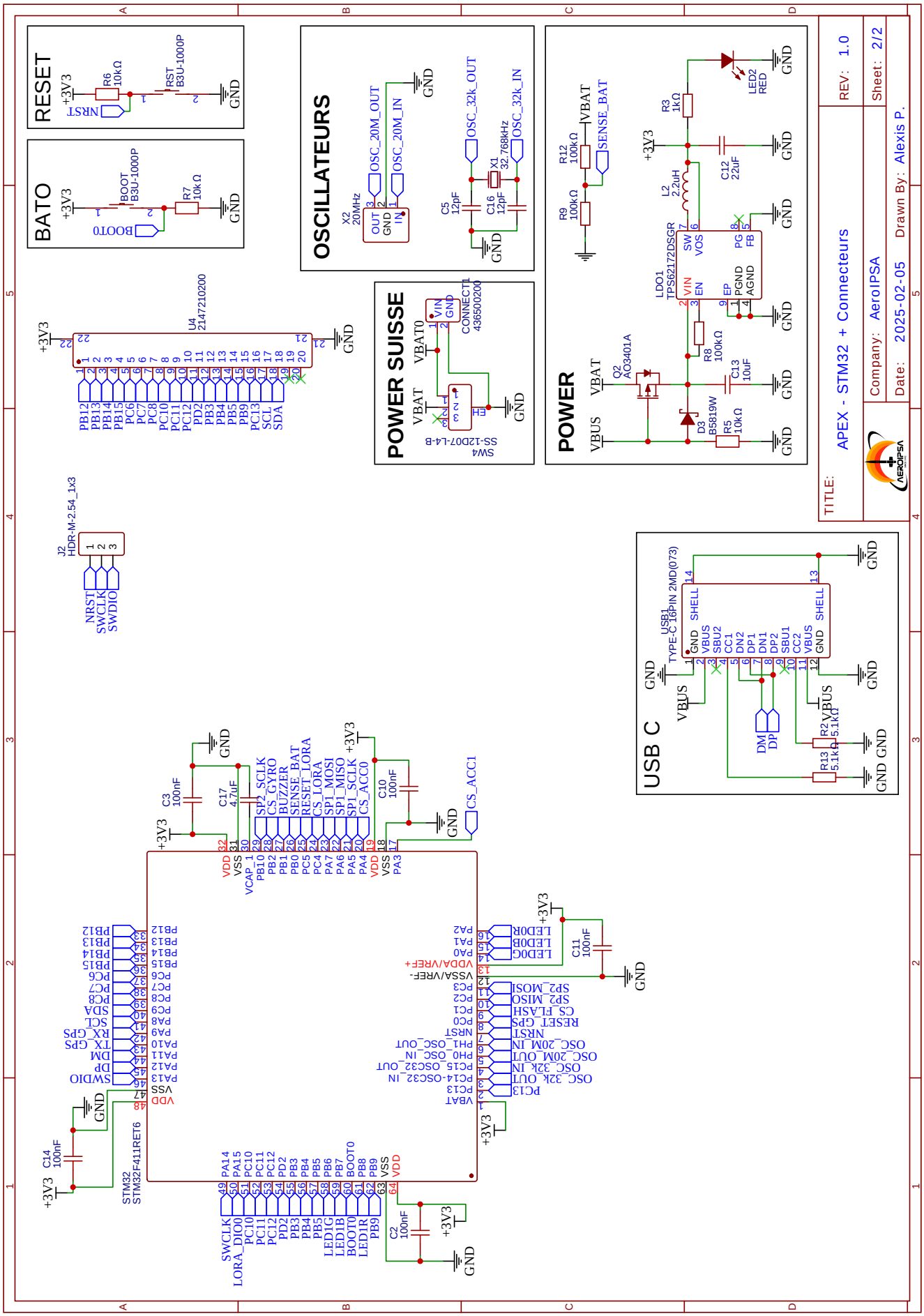


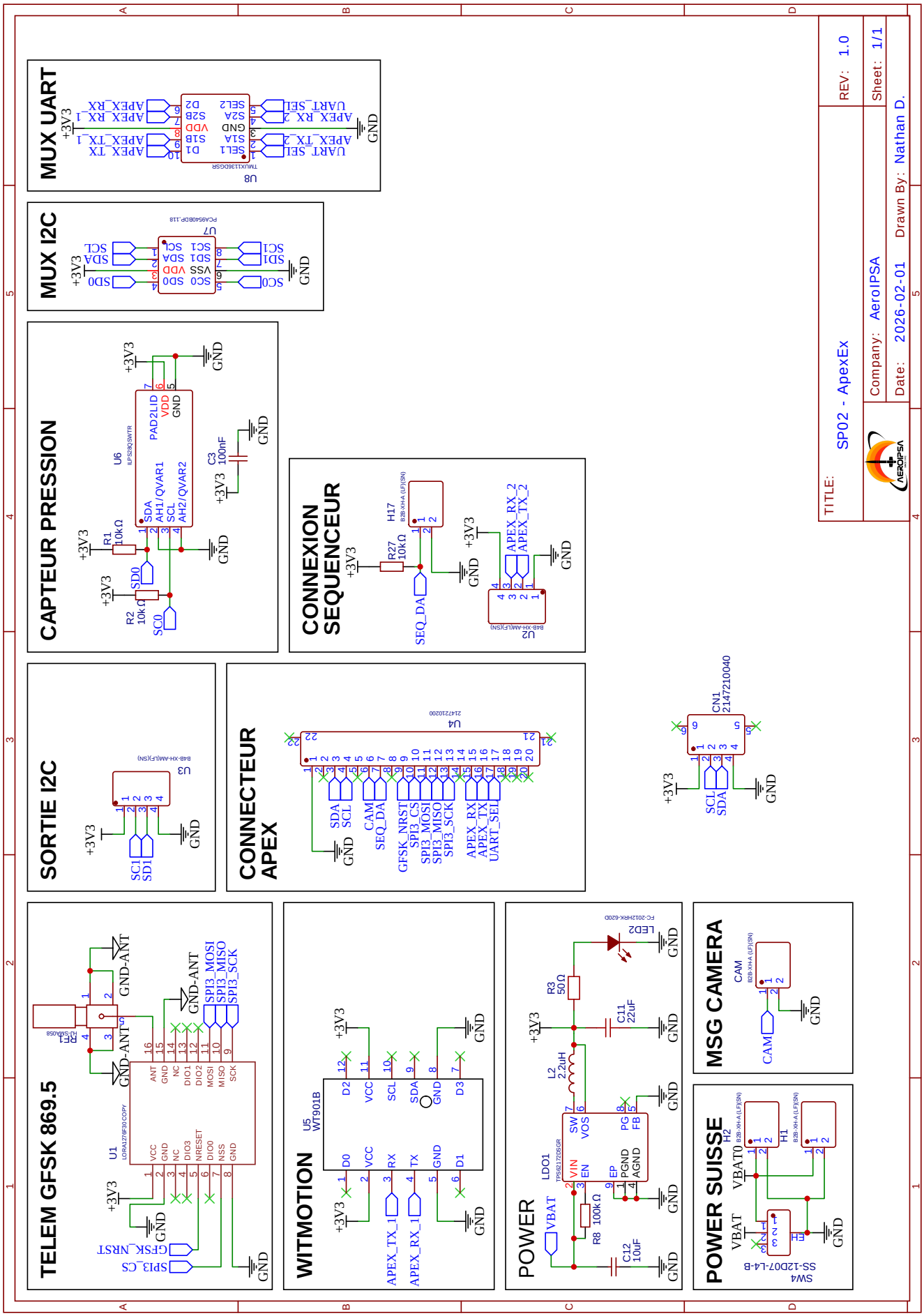
B.5 Plan mécanique de la pointe de coiffe

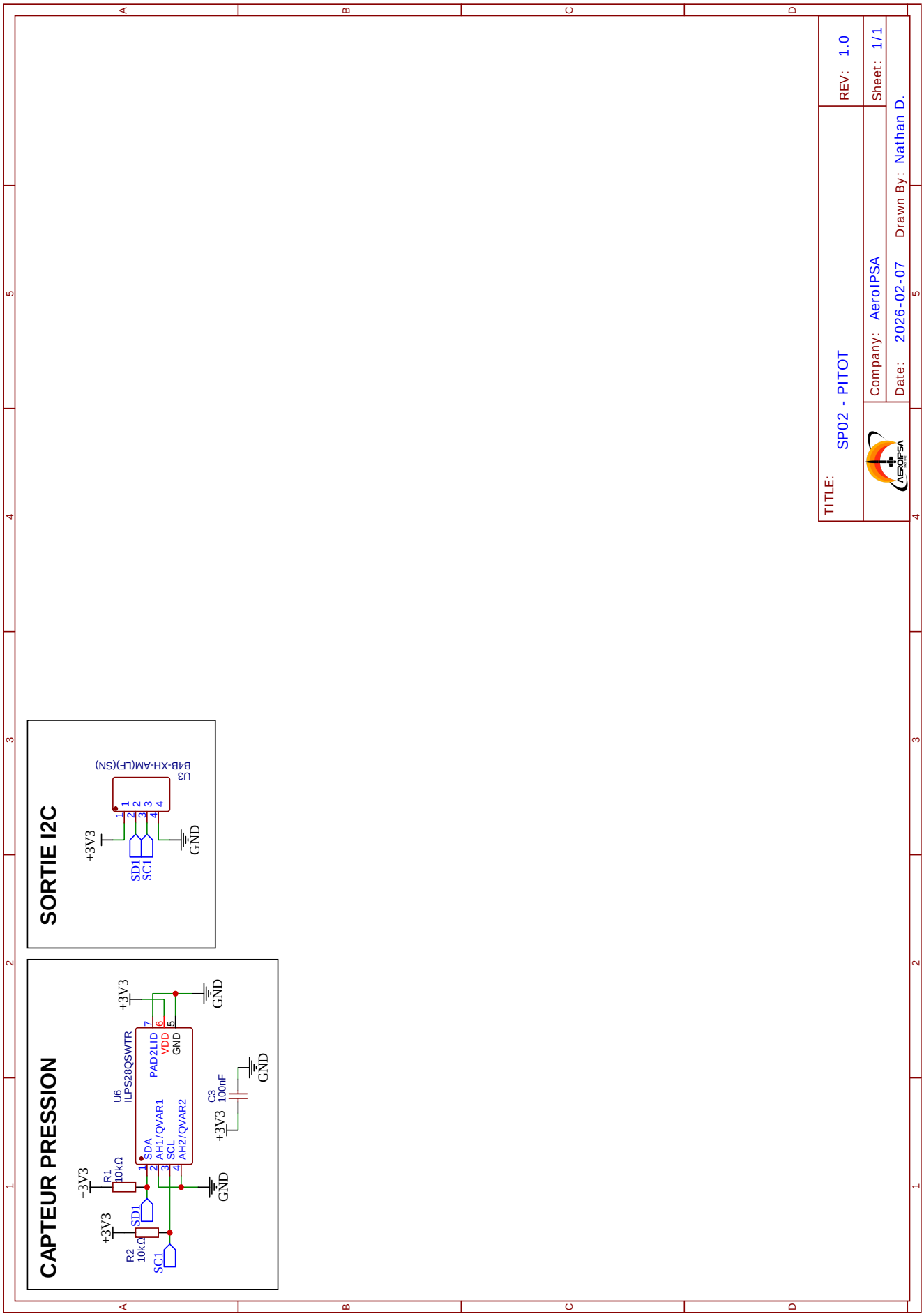


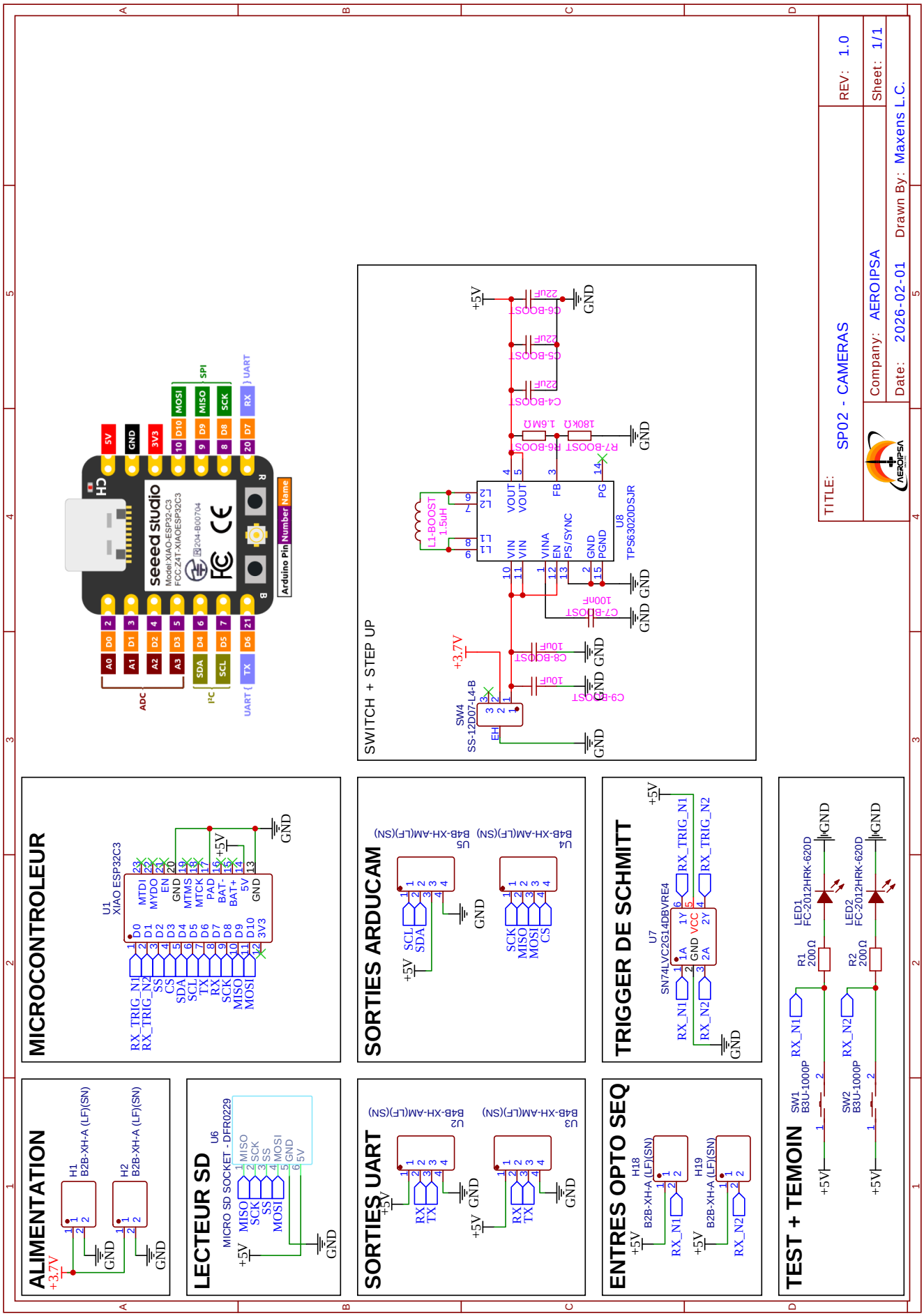
C Schématiques électriques

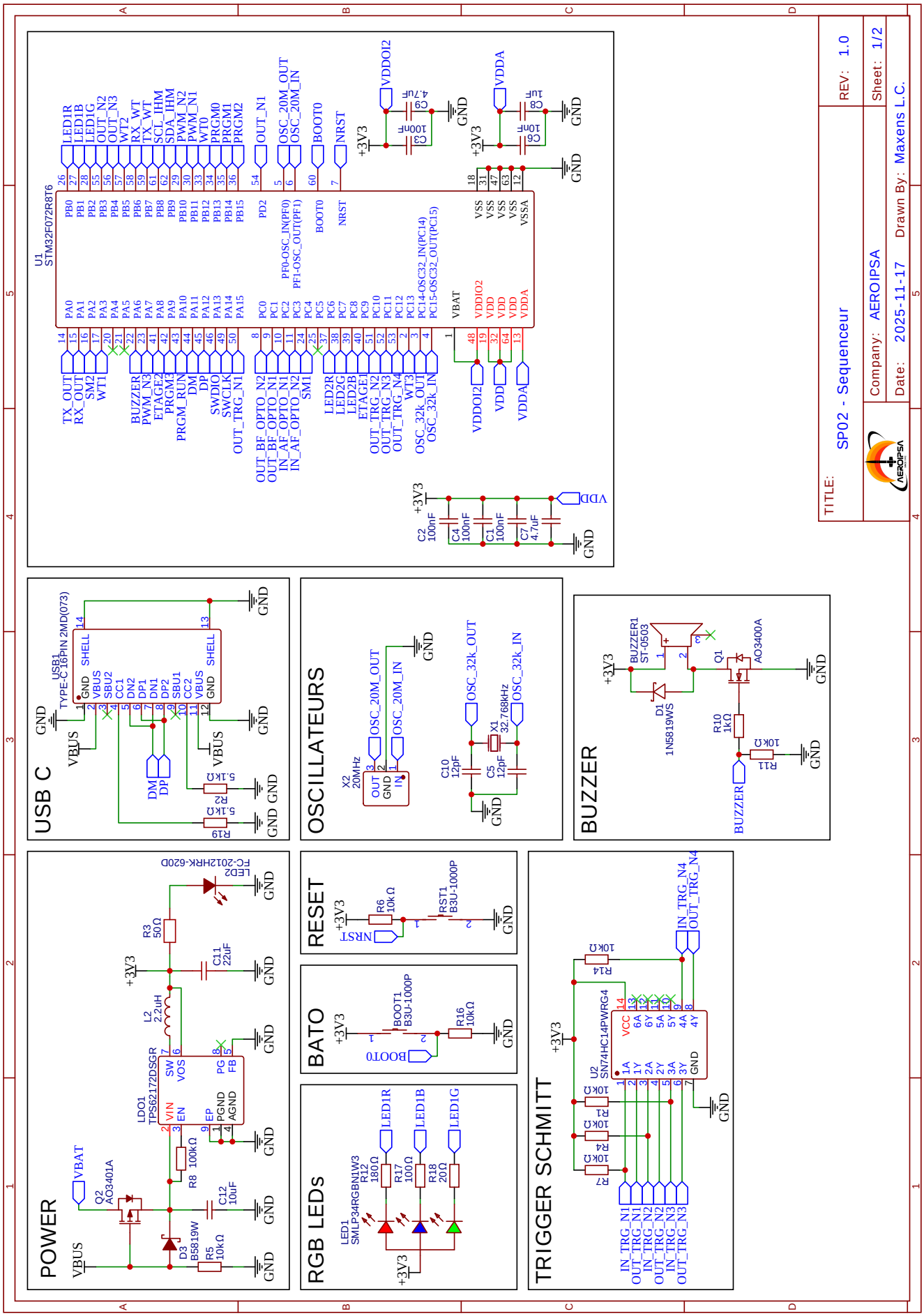


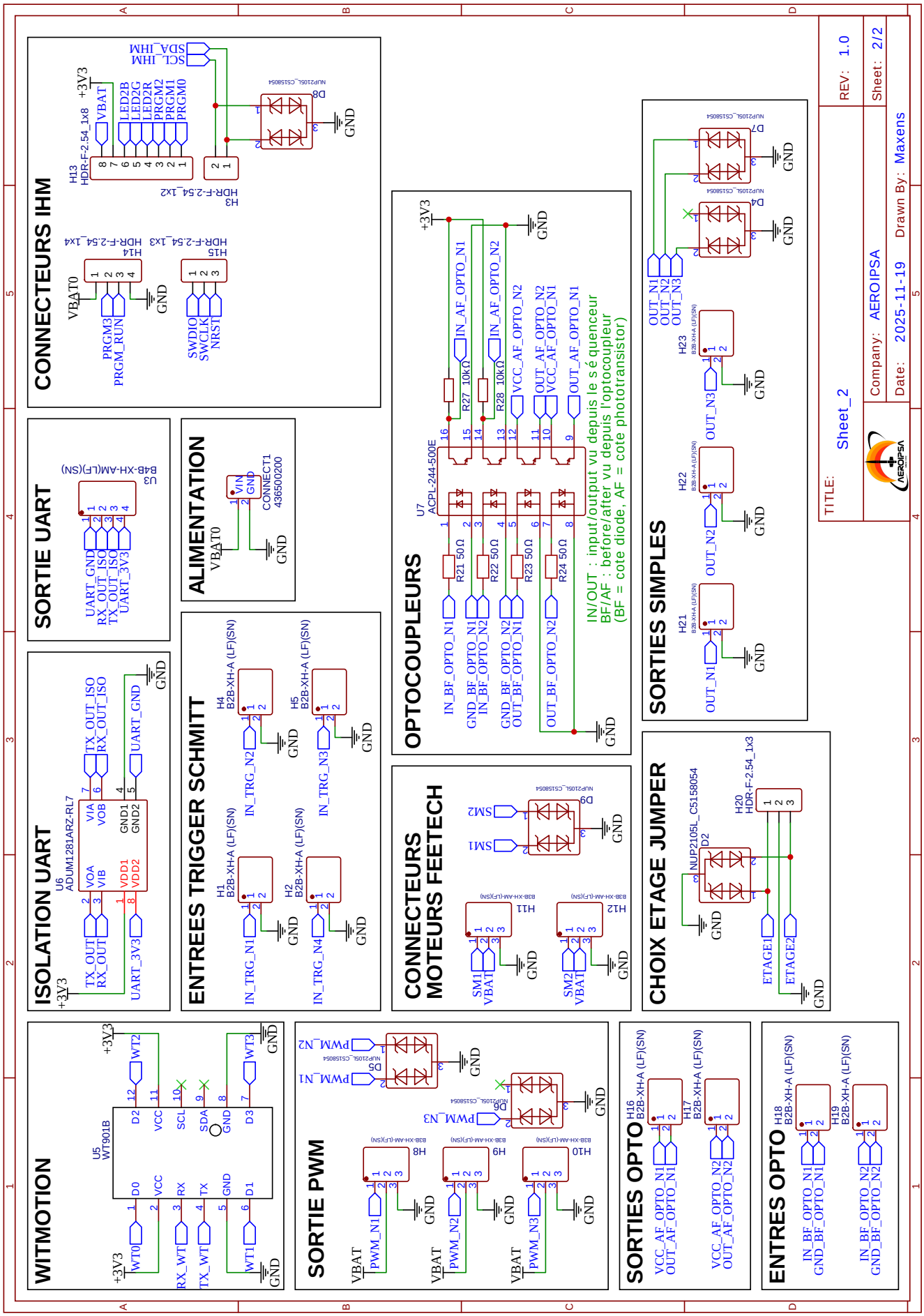

RESET
BATO
OSCILLATEURS
POWER SUISSE
POWER
USB C
TITLE:
APEX - STM32 + Connecteurs
REV: 1.0
Sheet: 2/2
Company: AeroIPSA
Date: 2025-02-05
Drawn By: Alexis P.
STM32
STM32F411RET6
U4
2147210200
J2
HDR-M-2.54_1x3
X2
20MHz
X1
32.768kHz
SW4
SS-12D07-L4-B
CONNECT1
436500200
LDO1
TPS62172DSGR
Q2
AO3401A
D3
B5819W
USB1
TYPE-C 16PIN 2MD(073)
LED2
RED
+3V3
GND
VBAT
VBUS
SENSE_BAT
OSC_20M_OUT
OSC_20M_IN
OSC_32k_OUT
OSC_32k_IN
BOOT0
NRST
SWCLK
SWDIO
SDA
SCL
RX_GPS
TX_GPS
DM
DP
CS_ACC1
CS_GYRO
CS_LORA
CS_FLASH
SP2_MOSI
SP2_MISO
SP2_SCLK
SP1_MOSI
SP1_MISO
SP1_SCLK
SENSE_BAT
RESET_LORA
BUZZER
LED1G
LED1B
LED1R
LEDDG
LEDDB
LEDDR
LORA_DIO0

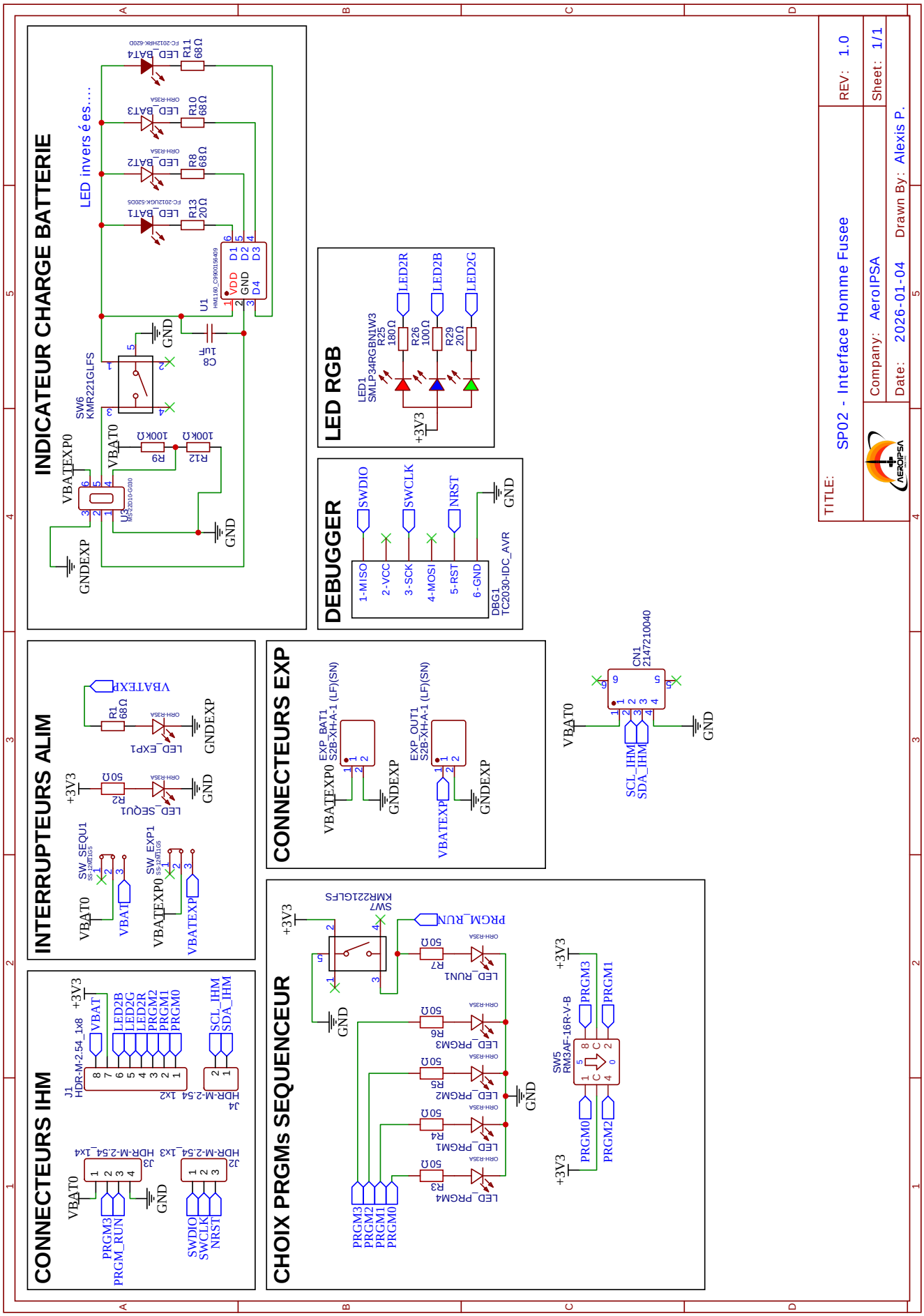

MUX UART
MUX I2C
CAPTEUR PRESSION
CONNEXION SEQUENCEUR
SORTIE I2C
CONNECTEUR APEX
TELEM GFSK 869.5
WITMOTION
POWER
MSG CAMERA
POWER SUISSE
TITLE:
SP02 - ApexEx
REV: 1.0
Sheet: 1/1
Company: AeroIPSA
Date: 2026-02-01
Drawn By: Nathan D.

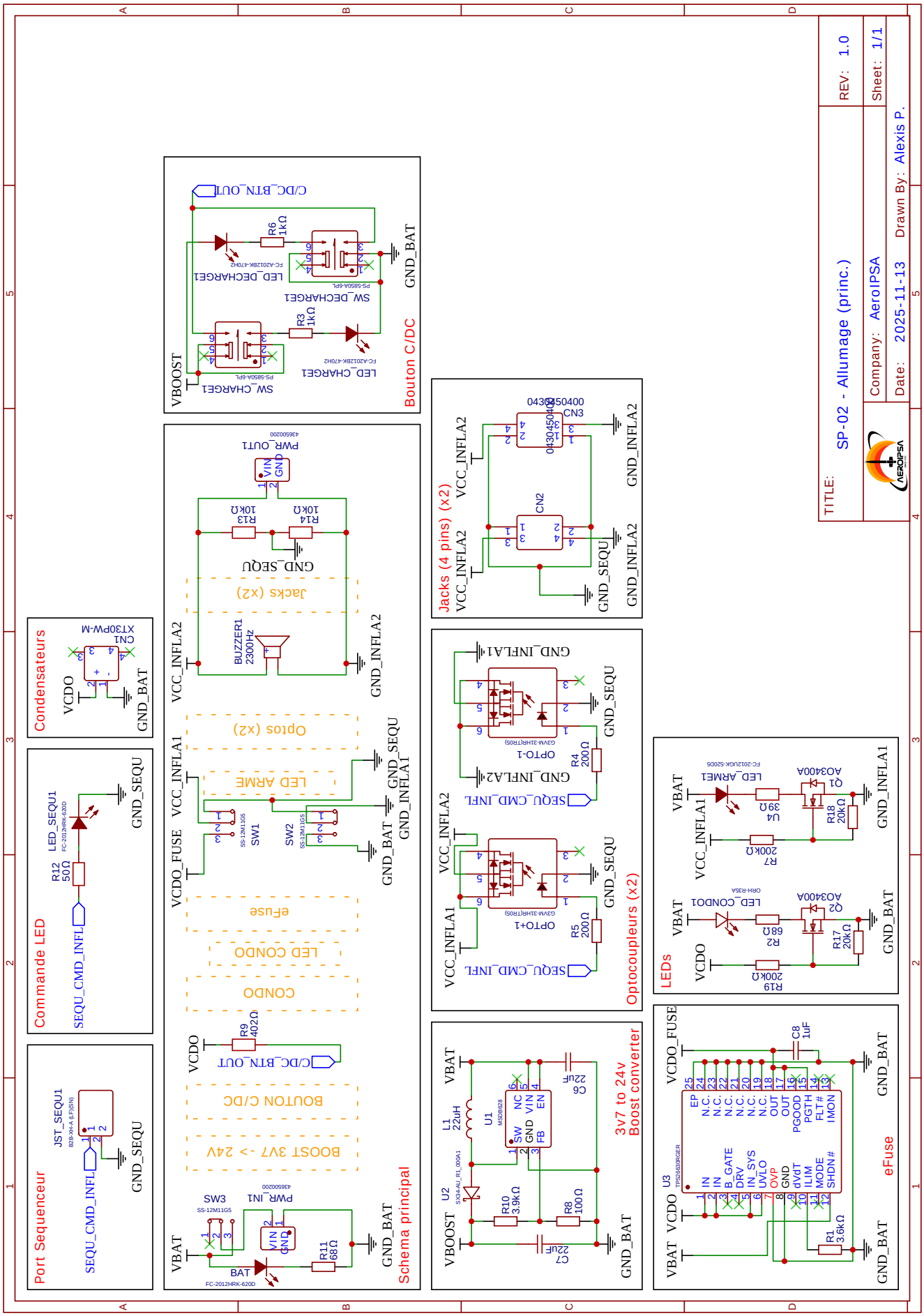

CAPTEUR PRESSION
+3V3
R1
10kΩ
R2
10kΩ
SD1
SC1
U6
ILPS28QSWTR
SDA
AH1/QVAR1
SCL
AH2/QVAR2
PAD2LID
VDD
GND
C3
100nF
GND
SORTIE I2C
U3
B4B-XH-AM(LF)(SN)
TITLE:
SP02 - PITOT
REV: 1.0
Company: AeroIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2026-02-07
Drawn By: Nathan D.

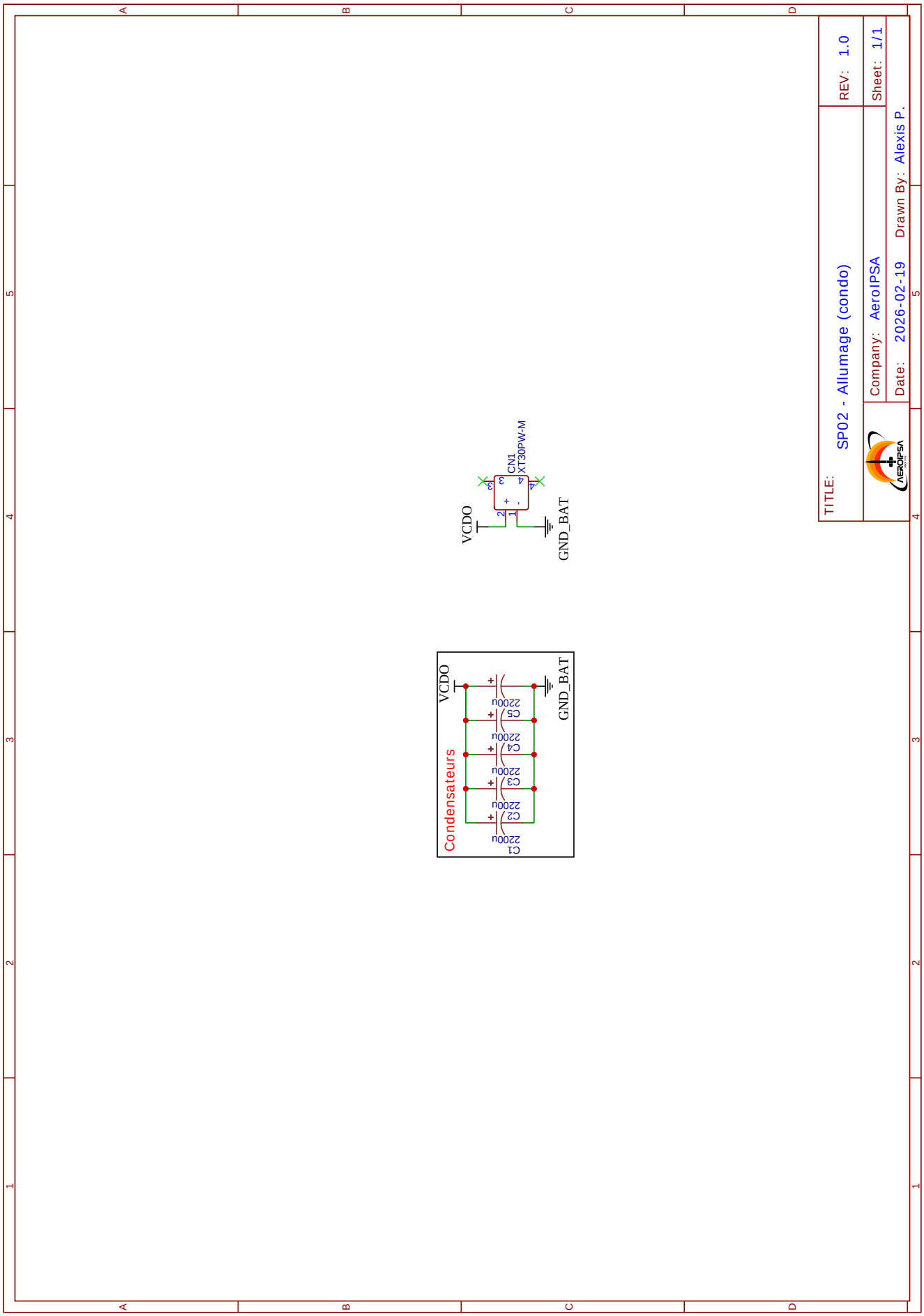

ALIMENTATION
MICROCONTROLEUR
SWITCH + STEP UP
LECTEUR SD
SORTIES ARDUCAM
SORTIES UART
TRIGGER DE SCHMITT
ENTRES OPTO SEQ
TEST + TEMOIN
TITLE: SP02 - CAMERAS
REV: 1.0
Company: AEROIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2026-02-01
Drawn By: Maxens L.C.

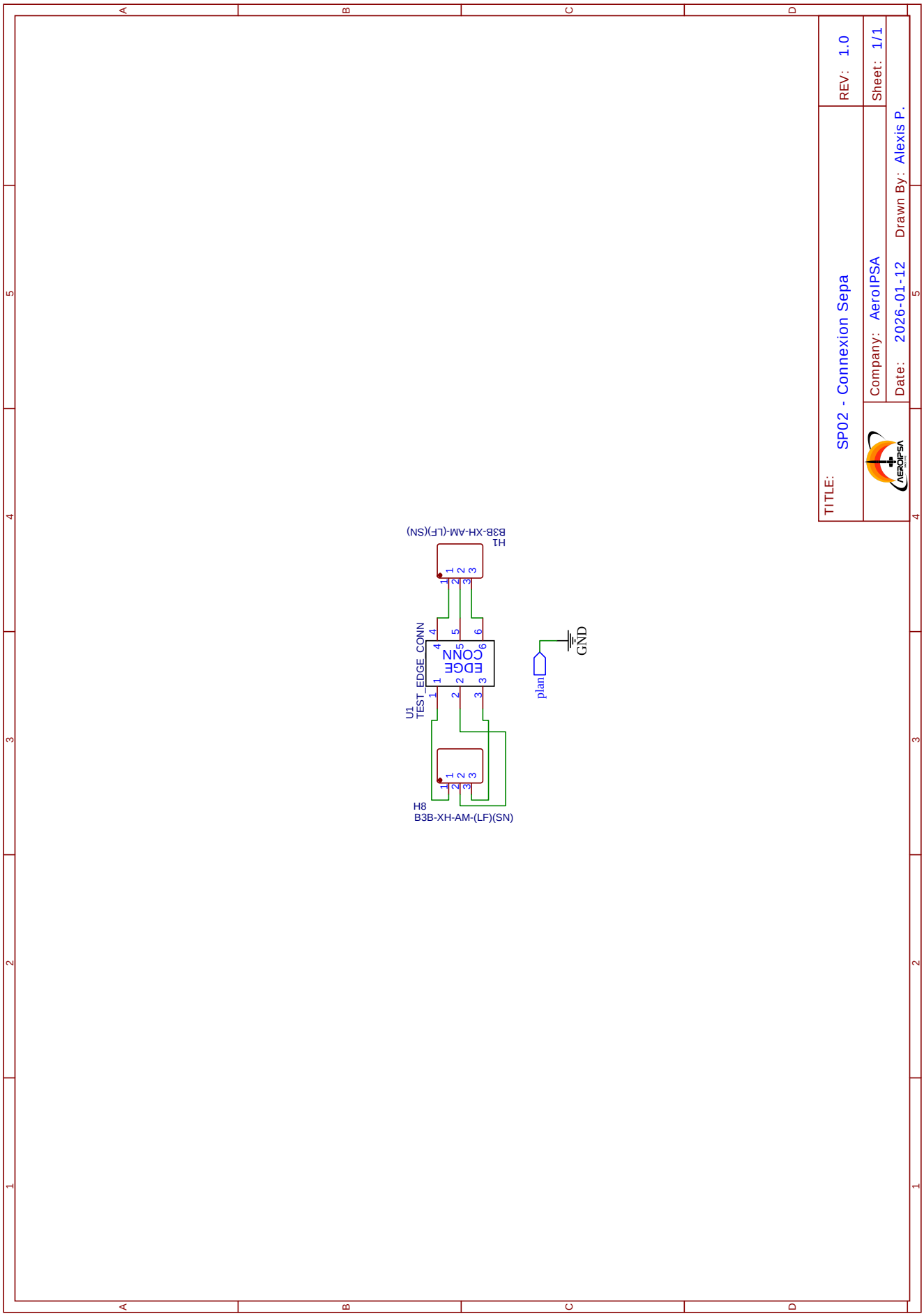

TITLE:
SP02 - Sequenceur
REV: 1.0
Company: AEROIPSA
Sheet: 1/2
Date: 2025-11-17
Drawn By: Maxens L.C.
U1
STM32F072R8T6
USB C
OSCILLATEURS
BUZZER
POWER
RESET
BATO
RGB LEDs
TRIGGER SCHMITT

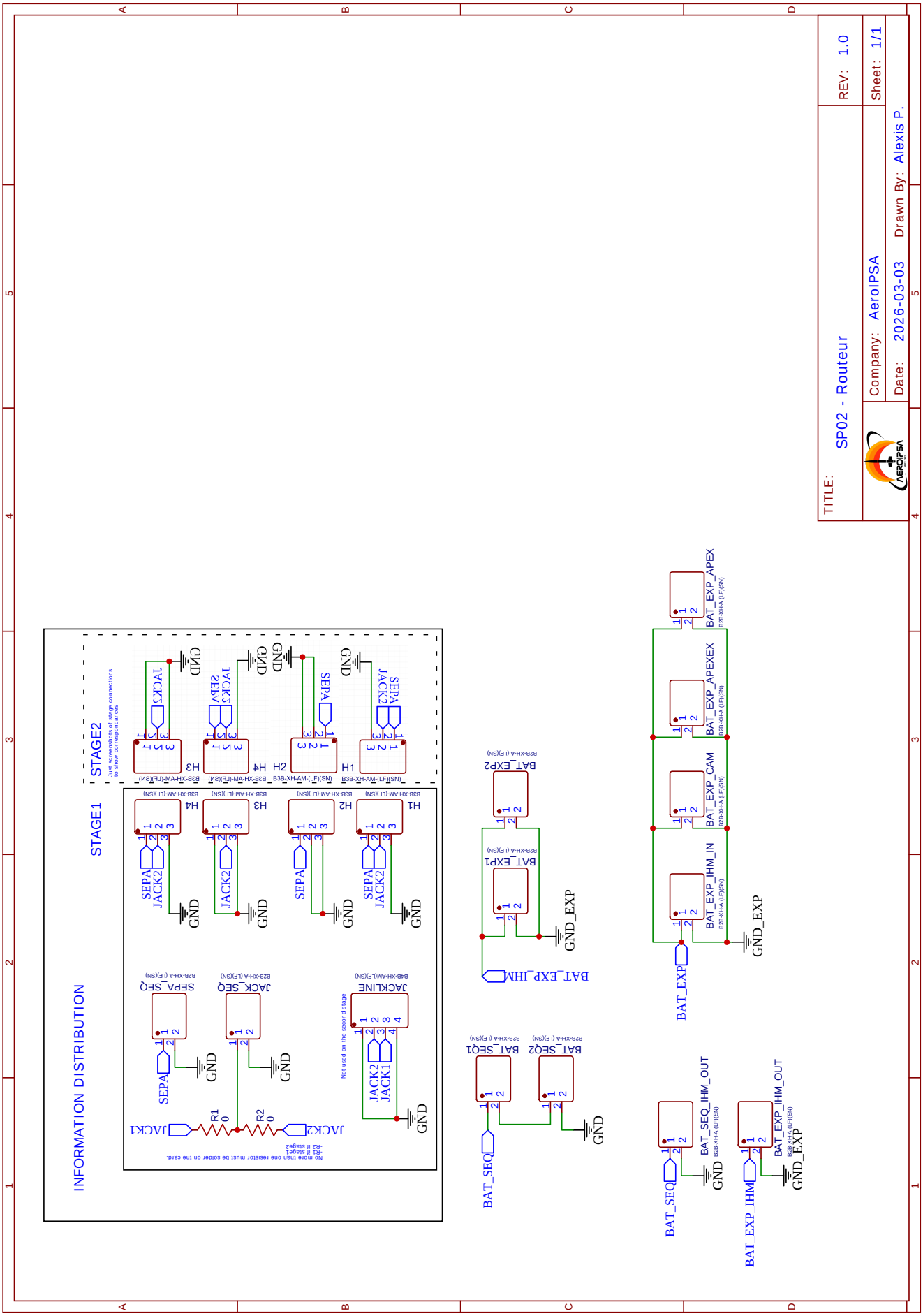

CONNECTEURS IHM
SORTIE UART
ALIMENTATION
ISOLATION UART
ENTREES TRIGGER SCHMITT
OPTOCOUPLEURS
SORTIES SIMPLES
CONNECTEURS MOTEURS FEETECH
CHOIX ETAGE JUMPER
WITMOTION
SORTIE PWM
SORTIES OPTO
ENTRES OPTO
IN/OUT : input/output vu depuis le s é quenceur
BF/AF : before/after vu depuis l'optocoupleur
(BF = cote diode, AF = cote phototransistor)
TITLE: Sheet_2
REV: 1.0
Sheet: 2/2
Company: AEROIPSA
Date: 2025-11-19
Drawn By: Maxens


INDICATEUR CHARGE BATTERIE
LED invers é es....
LED_BAT4
LED_BAT3
LED_BAT2
LED_BAT1
R11 68Ω
R10 68Ω
R8 68Ω
R13 20Ω
U1
VDD
GND
D1
D2
D3
D4
C8 1µF
SW6 KMR221GLFS
VBATEXP0
VBAT0
R9 100kΩ
R12 100kΩ
U3
GNDEXP
LED RGB
LED1 SMLP34RGBN1W3
R25 180Ω
R26 100Ω
R29 20Ω
LED2R
LED2B
LED2G
+3V3
DEBUGGER
SWDIO
SWCLK
NRST
1-MISO
2-VCC
3-SCK
4-MOSI
5-RST
6-GND
DBG1 TC2030-IDC_AVR
INTERRUPTEURS ALIM
VBATEXP
R1 68Ω
LED_EXP1
GNDEXP
+3V3
R2 50Ω
LED_SEQU1
GND
SW_SEQU1
SW_EXP1
VBAT
VBATEXP0
CONNECTEURS EXP
EXP_BAT1 S2B-XH-A-1 (LF)(SN)
EXP_OUT1 S2B-XH-A-1 (LF)(SN)
CN1 2147210040
SCL_IHM
SDA_IHM
CONNECTEURS IHM
J1 HDR-M-2.54_1x8
J4 HDR-M-2.54_1x2
J3 HDR-M-2.54_1x4
J2 HDR-M-2.54_1x3
PRGM3
PRGM_RUN
SWDIO
SWCLK
NRST
CHOIX PRGMs SEQUENCEUR
SW7 KMR221GLFS
PRGM_RUN
LED_RUN1
LED_PRGM3
LED_PRGM2
LED_PRGM1
LED_PRGM4
R7 50Ω
R6 50Ω
R5 50Ω
R4 50Ω
R3 50Ω
SW5 RM3AF-16R-V-B
PRGM0
PRGM1
PRGM2
PRGM3
TITLE:
SP02 - Interface Homme Fusee
REV: 1.0
Sheet: 1/1
Company: AeroIPSA
Date: 2026-01-04
Drawn By: Alexis P.


Port Sequenceur
JST_SEQU1
B2B-XH-A (LF)(SN)
SEQU_CMD_INFL
GND_SEQU
Commande LED
R12
50Ω
LED_SEQU1
FC-2012HRK-620D
SEQU_CMD_INFL
GND_SEQU
Condensateurs
CN1
XT30PW-M
VCDO
GND_BAT
Schema principal
VBAT
SW3
SS-12M11G5
PWR_IN1
4365002D
BAT
FC-2012HRK-620D
R11
68Ω
GND_BAT
BOOST 3V7 -> 24V
BOUTON C/DC
C/DC_BTN_OUT
VCDO
R9
402Ω
CONDO
LED CONDO
eFuse
VCDO_FUSE
VCC_INFLA1
LED ARME
SW1
SS-12M11G5
SW2
SS-12M11G5
GND_BAT
GND_INFLA1
GND_SEQU
Optos (x2)
VCC_INFLA2
BUZZER1
2300Hz
Jacks (x2)
GND_SEQU
R14
10kΩ
R13
10kΩ
PWR_OUT1
4365002D
GND_INFLA2
Bouton C/DC
VBOOST
SW_CHARGE1
PS-5850A-6PL
LED_CHARGE1
FC-A2012BK-470H2
R3
1kΩ
SW_DECHARGE1
PS-5850A-6PL
LED_DECHARGE1
FC-A2012BK-470H2
R6
1kΩ
C/DC_BTN_OUT
GND_BAT
3v7 to 24v
Boost converter
VBAT
L1
22uH
U1
MSP8628
SW
GND
FB
NC
VIN
EN
C6
22uF
U2
SX34-AU_R1_000A1
VBOOST
R10
3.9kΩ
R8
100Ω
C7
22uF
GND_BAT
Optocoupleurs (x2)
VCC_INFLA1
VCC_INFLA2
OPTO+1
GJVM-31HRTR05
SEQU_CMD_INFL
R5
200Ω
GND_SEQU
OPTO-1
GJVM-31HRTR05
GND_INFLA2
GND_INFLA1
R4
200Ω
Jacks (4 pins) (x2)
VCC_INFLA2
CN2
CN3
0430450400
GND_SEQU
GND_INFLA2
LEDs
VCDO
R19
200kΩ
VBAT
LED_CONDO1
ORH-R5A
R2
68Ω
Q2
AO3400A
R17
20kΩ
GND_BAT
VCC_INFLA1
R7
200kΩ
LED_ARME1
FC-2012UGK-6200S
U4
39Ω
Q1
AO3400A
R18
20kΩ
GND_INFLA1
eFuse
VCDO_FUSE
U3
TPS2663DRGER
EP
N.C.
IN
B_GATE
DRV
IN_SYS
UVLO
OVP
GND
dVdT
ILIM
MODE
SHDN#
PGOOD
PGTH
FLT#
IMON
C8
1uF
R1
3.6kΩ
GND_BAT
TITLE:
SP-02 - Allumage (princ.)
REV: 1.0
Company: AeroIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2025-11-13
Drawn By: Alexis P.


VCDO
CN1
XT30PW-M
GND_BAT
Condensateurs
C1
2200u
C2
2200u
C3
2200u
C4
2200u
C5
2200u
VCDO
GND_BAT
TITLE:
SP02 - Allumage (condo)
REV: 1.0
Company: AeroIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2026-02-19
Drawn By: Alexis P.


U1
TEST_EDGE_CONN
EDGE CONN
H8
B3B-XH-AM-(LF)(SN)
H1
B3B-XH-AM-(LF)(SN)
plan
GND
TITLE:
SP02 - Connexion Sepa
REV: 1.0
Company: AeroIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2026-01-12
Drawn By: Alexis P.


INFORMATION DISTRIBUTION
STAGE1
STAGE2
Just screenshots of stage connections to show correspondances
No more than one resistor must be solder on the card.
-R1 if stage1
-R2 if stage2
Not used on the second stage
JACK1
JACK2
R1 0
R2 0
SEPA
GND
JACKLINE
SEPA_SEQ
JACK_SEQ
H1
H2
H3
H4
BAT_SEQ
BAT_SEQ1
BAT_SEQ2
BAT_EXP
BAT_EXP_IHM
BAT_EXP1
BAT_EXP2
GND_EXP
BAT_EXP_IHM_IN
BAT_EXP_CAM
BAT_EXP_APEXEX
BAT_EXP_APEX
BAT_SEQ_IHM_OUT
BAT_EXP_IHM_OUT
TITLE:
SP02 - Routeur
REV: 1.0
Company: AeroIPSA
Sheet: 1/1
Date: 2026-03-03
Drawn By: Alexis P.