

Document Technique

Système motorisé d'un empennage horizontal

1. Mise en situation

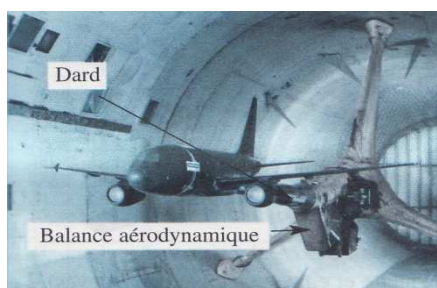
L'Airbus A320, dont le lancement débuta en 1984, marque l'introduction, dans l'aviation civile, de commandes de vol électriques « fly-by-wire ». Ces dernières facilitent le pilotage de l'appareil en laissant à un ordinateur le soin de gérer son comportement à partir des consignes du pilote, mais aussi des données fournies par différents capteurs de bord.



Cet appareil, d'une masse maximum au décollage égale à 73,5 tonnes, est capable de transporter 150 passagers sur une distance de 4900km, et ce, à une vitesse pouvant atteindre Mach 0,82, soit 944km/h. Il peut actuellement disposer de l'une de ces deux motorisations : deux moteurs CFM56-5 de la société CFM International (regroupant la Snecma et General Electric) ou deux moteurs IAE V2500 du consortium International Aero Engines (principalement constitué de Rolls-Royce et Pratt & Whitney). Chacun de ces deux moteurs développe une poussée d'intensité proche de 120000 newtons.



Des tests aérodynamiques ont été nécessaires afin de valider et d'optimiser les formes de l'appareil dans ses différentes configurations de vol. Une maquette a donc été construite à l'échelle 1/11 dans le but d'effectuer ces essais dans les souffleries « S1MA » du centre Modane-Avrieux et « F1 » du centre du Fauga-Mauzac de l'ONERA.



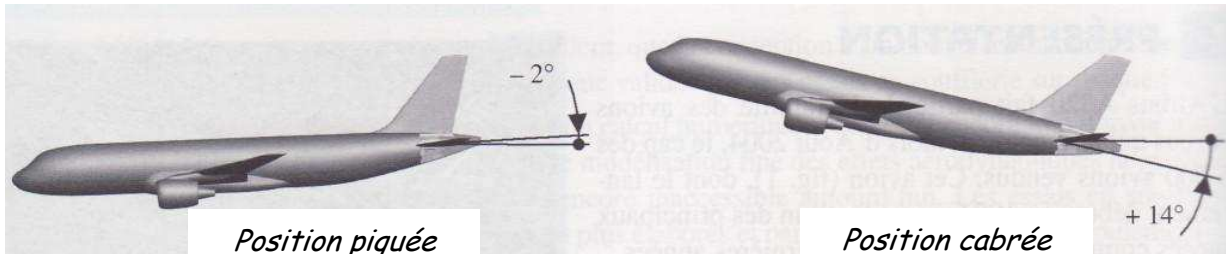
La maquette est maintenue en position dans la veine d'étude de la soufflerie à l'aide d'un « dard », lui-même relié à une « balance aérodynamique » qui mesure l'intensité des différentes actions aérodynamiques qui s'exercent sur la maquette.

Cette maquette est maintenant utilisée pour tester différentes évolutions des formes aérodynamiques de l'appareil.

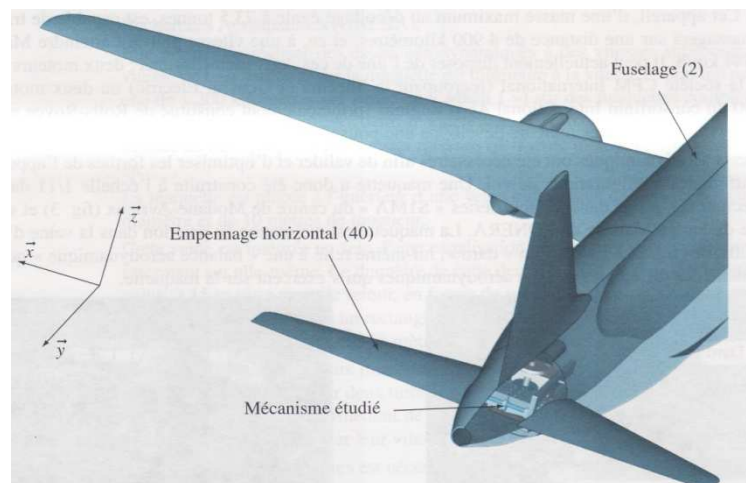
En raison des coûts importants des essais en soufflerie, près de 10000 euros de l'heure, il est préférable d'éviter de trop longues interventions manuelles sur la maquette au cours des essais. Il a donc été décidé d'en motoriser certaines parties.

2. Présentation du système motorisé de commande d'un empennage horizontal

L'étude que vous allez mener concerne le système de commande du mouvement de l'empennage horizontal. Ce système, conformément à l'avion de ligne A320, autorise l'inclinaison de l'empennage par rapport à l'axe du fuselage dans un domaine allant de -2° (position piquée) à $+14^\circ$ (position cabrée).



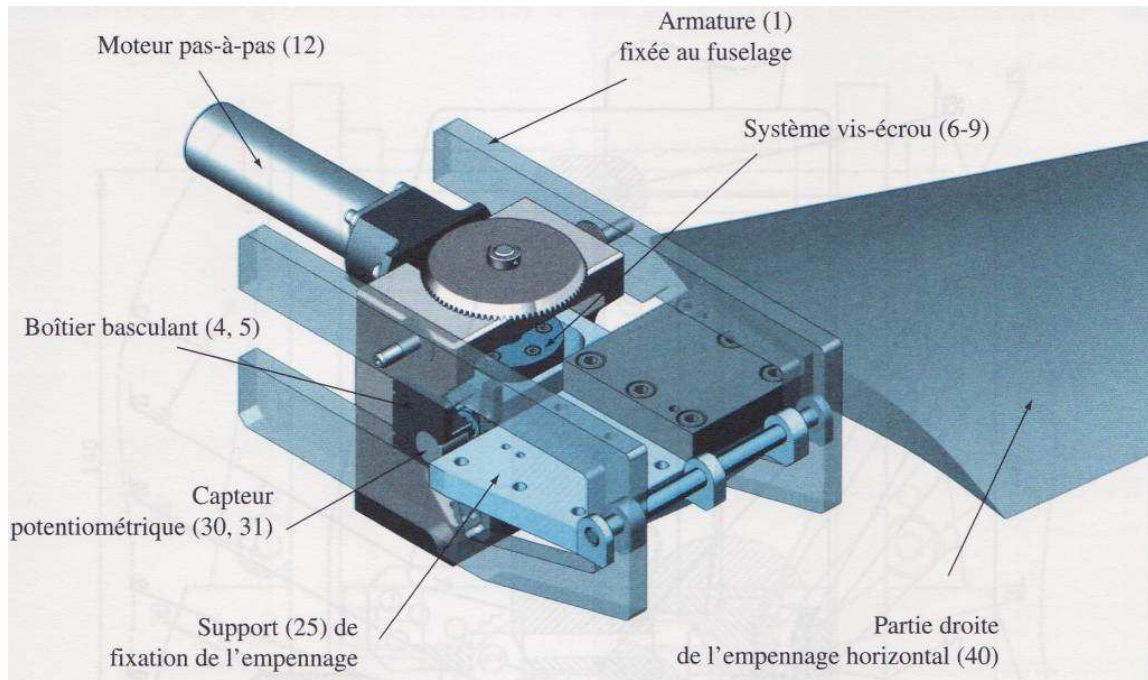
Ce système de commande du mouvement de l'empennage horizontal est placé à l'arrière de la maquette.



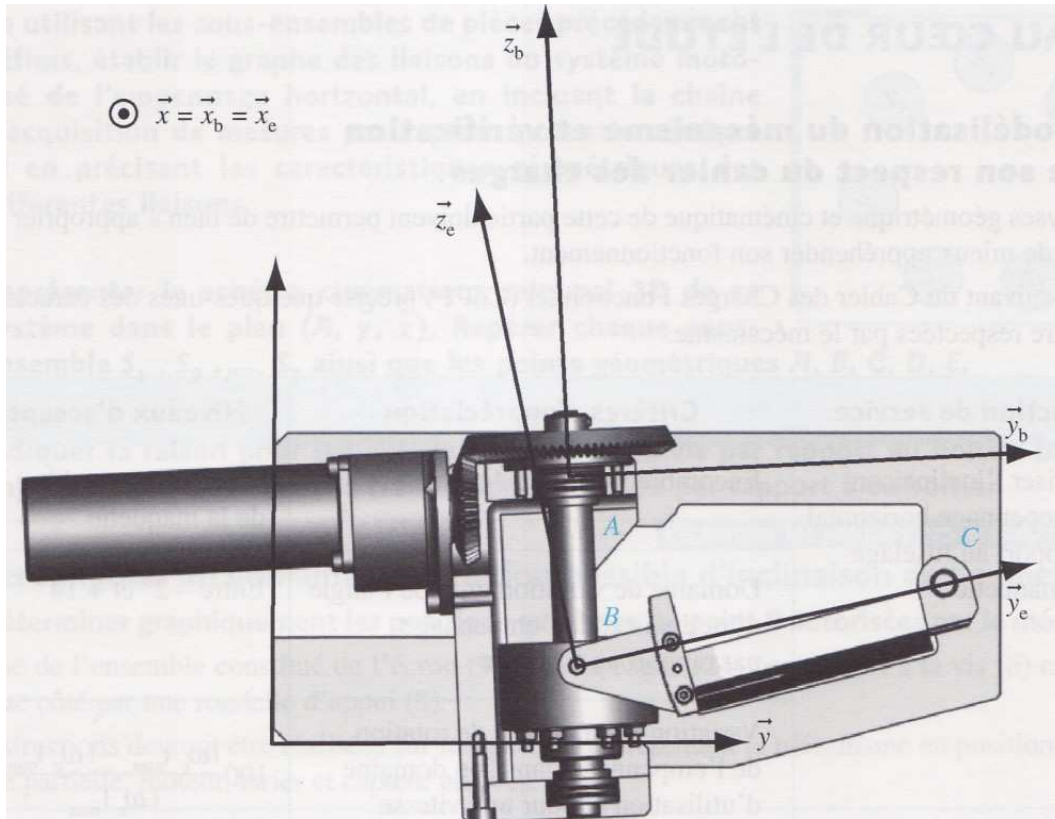
L'énergie mécanique est fournie par un moteur électrique **12** de type pas à pas, lié rigidement au boîtier basculant **(4,5)** par l'intermédiaire du support moteur **17**. Le boîtier basculant **(4,5)** est en liaison pivot par rapport à l'armature **1** fixée au fuselage **2** de la maquette. Cette énergie est transmise à la vis du système vis-écrou à rouleaux **(6-9)** par l'engrenage à denture droite **(18-23)**.

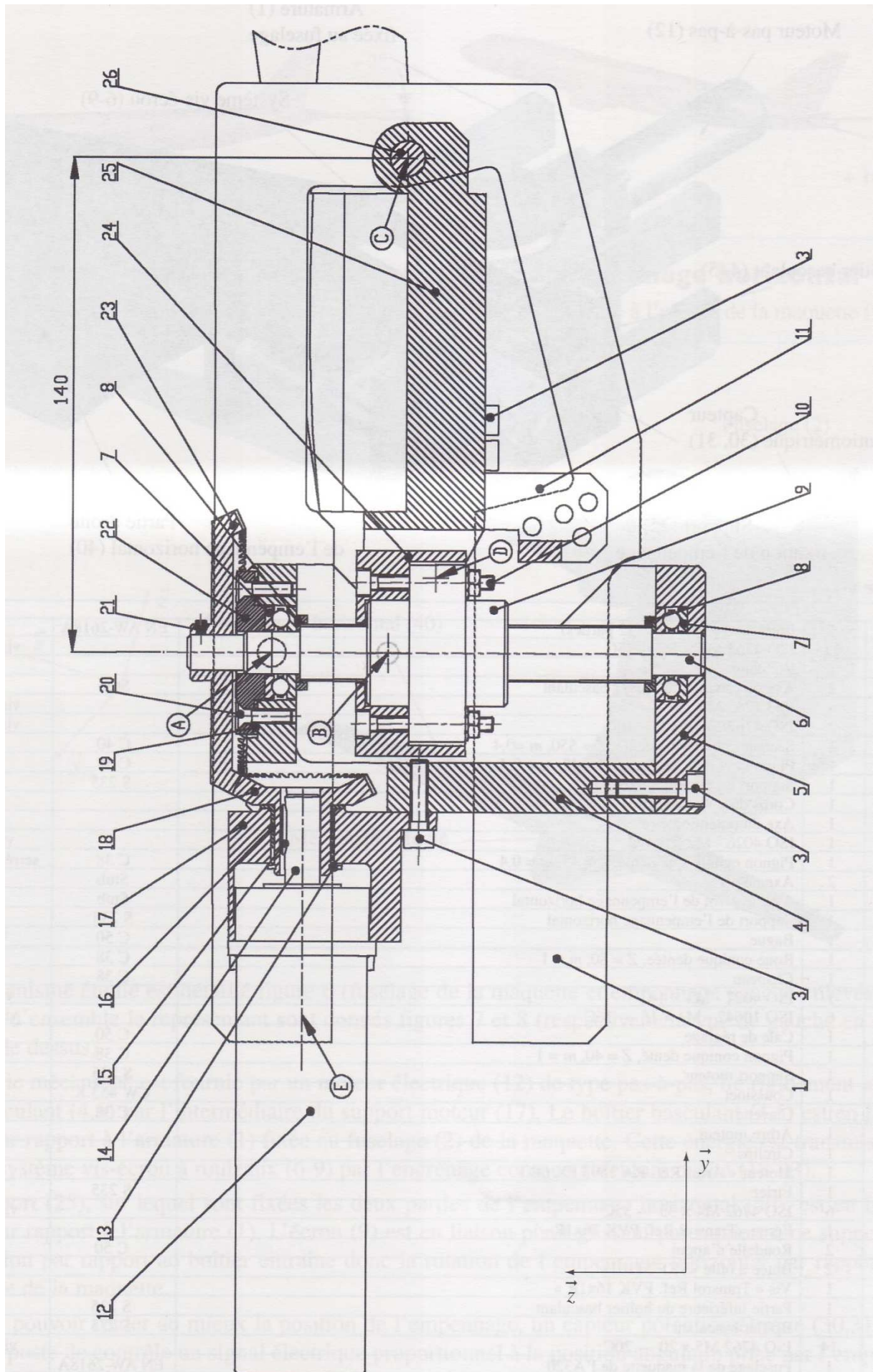
Le support **25**, sur lequel sont fixées les deux parties de l'empennage horizontal **40**, est en liaison pivot par rapport à l'armature **1**. L'écrou **9** est en liaison pivot glissant par rapport à ce système. Sa translation par rapport au boîtier entraîne donc la rotation de l'empennage horizontal par rapport à la structure de la maquette.

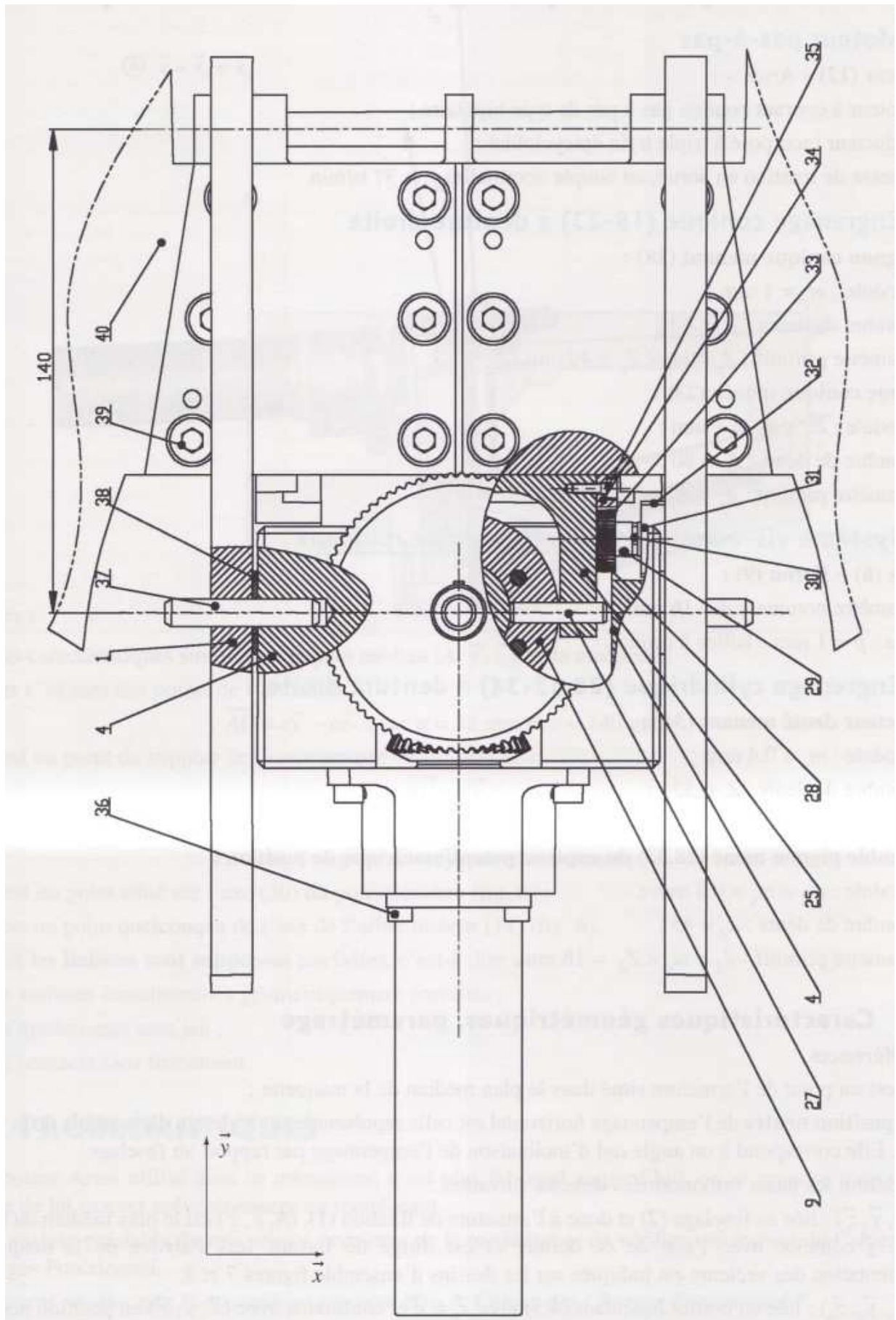
Afin de pouvoir régler au mieux la position de l'empennage, un capteur potentiométrique **(30,31)** renvoie au poste de contrôle un signal électrique proportionnel à la position angulaire prise par l'empennage. Une démultiplication par engrenages droits **(28, 33-34)** permet d'utiliser dans de meilleures conditions le potentiomètre.



40	1	Empennage horizontal (2 parties)	EN AW-2618A	
39	12	ISO 4762 M8 x 25 --- 25C		vis CHC
38	2	Rondelle		
37	2	Axe de rotation du boîtier basculant	Stub	
36	4	ISO 4762 M4 x 6 --- 6C		vis CHC
35	2	ISO 4762 M3 x 10 --- 10C		vis CHC
34	1	Secteur cylindrique denté, $Z = 550, m = 0,4$	C 40	
33	1	Pignon cylindrique denté, $Z = 45, m = 0,4$	C 38	
32	1	Support du potentiomètre	S 235	
31	1	Corps du potentiomètre		
30	1	Axe du potentiomètre		
29	1	ISO 4026 - M2.5 x 4-C		vis HC
28	1	Pignon cylindrique denté, $Z = 45, m = 0,4$	C 38	serré sur l'axe
27	2	Axe de pivot	Stub	
26	1	Axe de pivot de l'empennage horizontal	Stub	
25	1	Support de l'empennage horizontal	S 235	
24	1	Bague	C 50	
23	1	Roue conique dentée, $Z = 80, m = 1$	C 38	
22	1	Chapeau	C 38	
21	1	ISO 4027 - M3 x 4-C		vis HC
20	6	ISO 10642 - M4 x 16 --- 16C		vis FHC
19	1	Cale de réglage	C 50	
18	1	Pignon conique denté, $Z = 40, m = 1$	C 38	
17	1	Support moteur	S 235	
16	1	Coussinet	CW 453 K	
15	1	Clavette	C 38	
14	1	Arbre moteur		
13	1	Circlips		
12	1	Moteur « Artus Ref. RA 1593 FX 6B »		
11	1	Étrier	S 235	
10	6	ISO 4762 M4 x 35 --- 35C		vis CHC
9	1	Écrou « Transrol Ref. PVK 16x1R »		
8	2	Rondelle d'appui	C 50	
7	2	Butée à bille « SKF 51101 »		
6	1	Vis « Transrol Ref. PVK 16x1R »		
5	1	Partie inférieure du boîtier basculant	S 235	
4	1	Boîtier basculant	S 235	
3	14	ISO 4762 M5 x 20 --- 20C		vis CHC
2	1	Fuselage de la maquette de l'A320	EN AW-2618A	
1	1	Armature de fixation	S 235	
Rep.	Nb	Désignation	Matière	Observations







3. Caractéristiques techniques des différents éléments du système

Moteur pas à pas

- Vitesse de rotation au couple nominal : $\omega_m = 37 \text{tr/min}$
- Puissance moteur : $P_m = 0,8 \text{W}$

Engrenage conique (18-23) à denture droite

- Pignon conique menant **18** :
 - Module : $m = 1 \text{mm}$
 - Nombre de dents : $Z_{18} = 40$
 - Diamètre primitif : $D_{18} = 40 \text{mm}$
- Pignon conique mené **23** :
 - Module : $m = 1 \text{mm}$
 - Nombre de dents : $Z_{23} = 80$
 - Diamètre primitif : $D_{23} = 80 \text{mm}$
- Rendement : $\eta_V = 0,9$

Système vis-écrou (6-9)

- Diamètre nominal : $d = 16 \text{mm}$
- Pas : $p = 1 \text{mm}$
- Rendement : $\eta_E = 0,8$

Engrenage cylindrique (28,33-34) à denture droite

- Secteur denté menant **34** :
 - Module : $m_S = 0,4 \text{mm}$
 - Nombre de dents : $Z_S = 550$
 - Diamètre primitif : $D_S = 220 \text{mm}$
- Double pignon mené **28,33** du capteur potentiométrique de position :
 - Module : $m_d = 0,4 \text{mm}$
 - Nombre de dents : $Z_d = 45$
 - Diamètre primitif : $D_d = 18 \text{mm}$
- Rendement : $\eta_c = 0,9$