

Le dossier technique se compose de 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

Dès que le dossier technique vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

DOSSIER TECHNIQUE

1406-AER C T 21

Boite mécanique de la commande des gaz sur l'avion A340

1. Fonctionnement :

Action sur la poussée :

La vitesse de l'avion dépend de plusieurs paramètres parmi lesquels la poussée des réacteurs est le plus influent. La poussée peut être commandée en agissant sur le régime du moteur. Ce dernier, un **CFM56-5A** est un turbo réacteur à flux axial et à double rotor.

Dans sa conception générale on distingue :

1-Plusieurs étages de compression que l'on regroupe en deux modules :

Un module de compression basse pression (CBP) ; il comprend

- la soufflante étage 1
- le booster étages 2 à 4.

Un module de compression haute pression (CHP) étages 1 à 9.

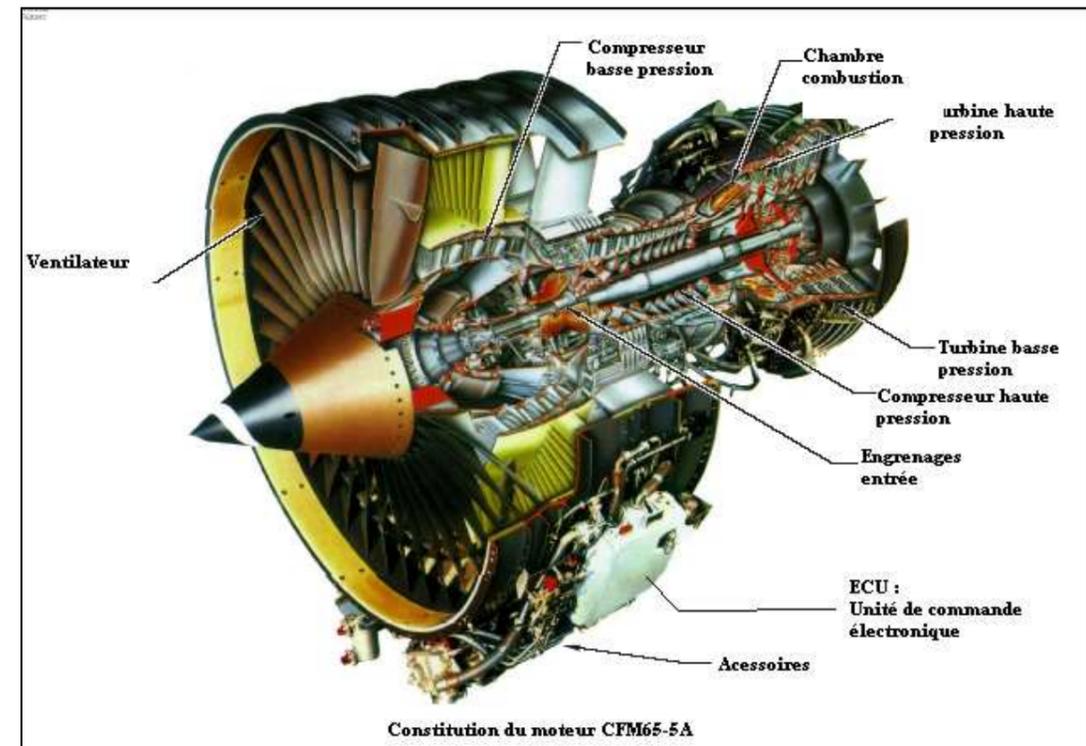
2-Une chambre de combustion (annulaire)

3-Une turbine Haute pression 1 étage

4-Une turbine basse pression 4 étages.

L'air est aspiré dans les réacteurs grâce à la soufflante pour être séparé en deux flux : primaire et secondaire.

- Le flux primaire passant par la partie inférieure de l'aubage de la soufflante est dirigé vers le booster. Il le traverse pour entrer dans le compresseur haute pression. Enfin il arrive dans la chambre de combustion où il sera mélangé au carburant. Un allumage assure l'explosion du mélange et l'énergie produite est récupérée dans les turbines haute et basse pressions. La consigne du pilote qui agit sur la manette des gaz se traduit par la commande des injecteurs qui introduisent le carburant dans la chambre de combustion.
- Le flux secondaire passe par la partie périphérique des aubages. Il traverse les vannes extérieures pour sortir par la tuyère à l'arrière du turboréacteur produisant ainsi 80% de la poussée. Ce flux secondaire permet également l'inversion de poussée lors de l'atterrissage.



Le moteur CFM56-5A est constitué de deux systèmes rotatifs (rotors) indépendants :

- Le rotor du système basse pression, c'est l'axe de la soufflante (fréquence de rotation notée N1)
- Le rotor du système haute pression, c'est l'axe de la turbine haute pression (fréquence de rotation notée N2).

2. Le FADEC :

Le moteur **CFM56-5A** qui équipe les réacteurs de l'avion A340 fonctionne au travers d'un système connu sous le nom de **FADEC** (Full Authority Digital Engine Control).

Le FADEC prend totalement en charge le pilotage des moteurs. Il répond aux ordres du pilote (cabine), fournit les informations nécessaires au tableau de bord, rend compte des défaillances et gère la maintenance.

Fonctions principales du FADEC :

Commander le carburant et la vitesse des turbines basse pression (N1) et haute pression (N2).

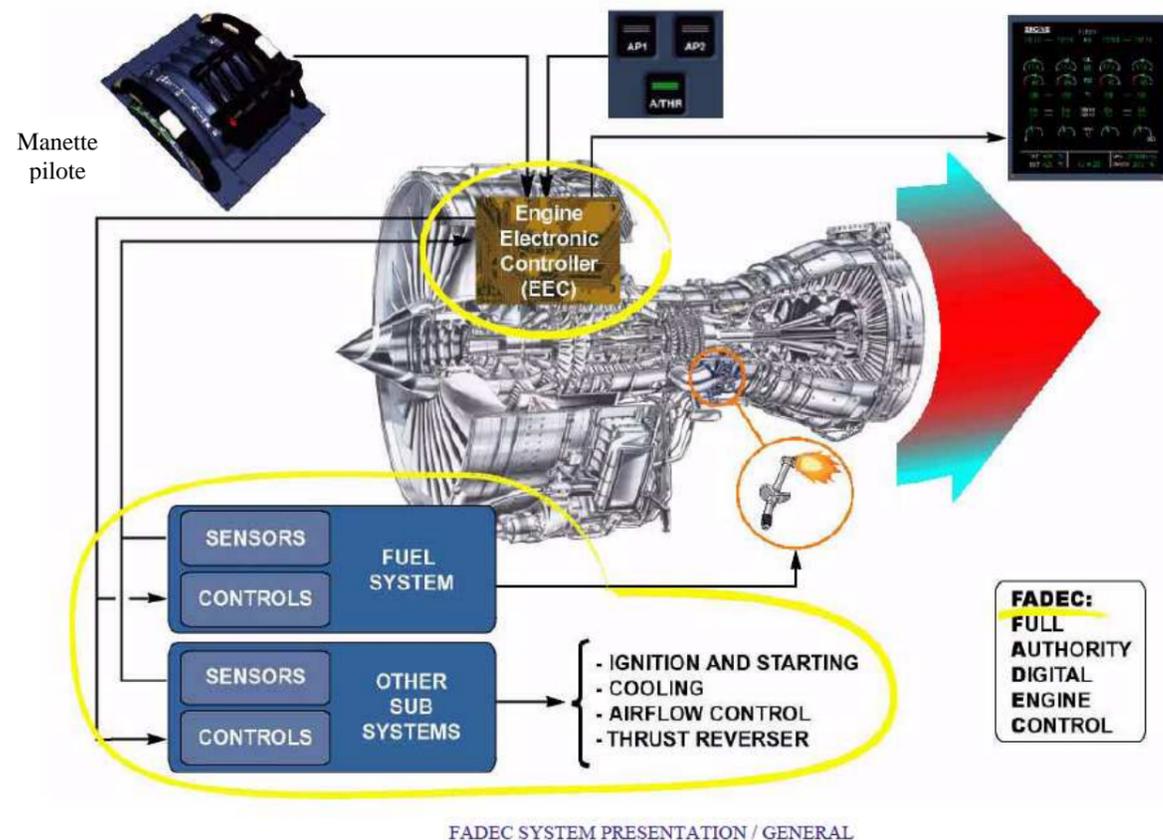
Gérer la propulsion en deux modes : manuel et automatique.

Contrôler le démarrage du moteur et surveiller la température des gaz d'échappement avion au sol.

Optimiser le régime moteur en pilotant le flux du compresseur et l'ajustement de la turbine.

Superviser entièrement l'opération d'inversion de poussée.

Contrôler l'écoulement du fluide de refroidissement.



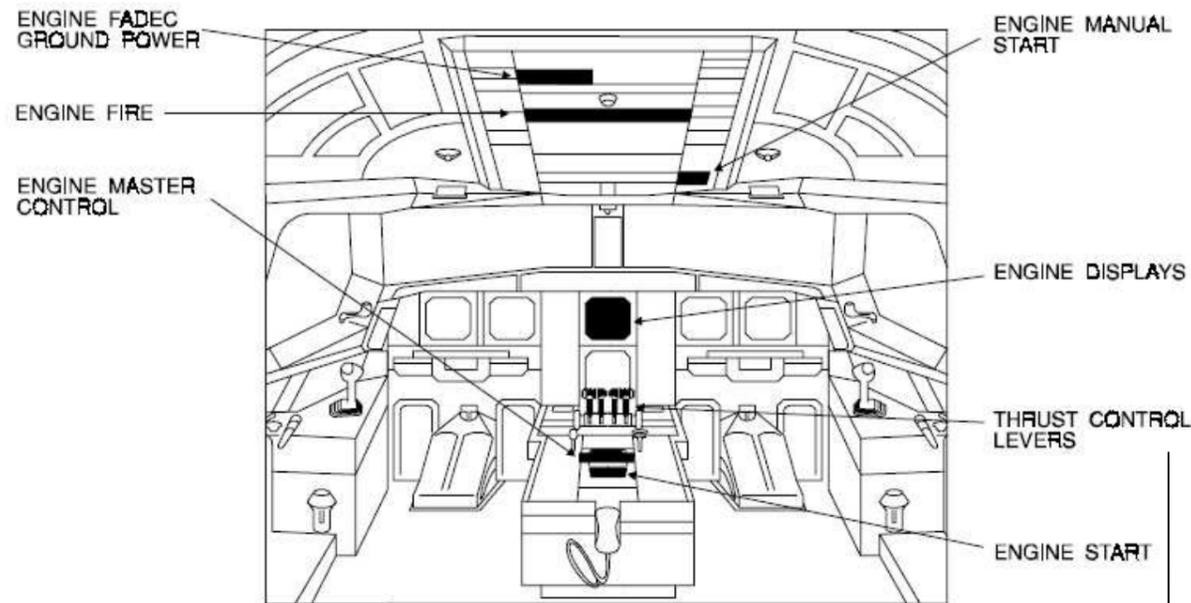
Les composants et interfaces du FADEC :

Le FADEC se compose des éléments suivants :

- (+ECU) L'unité de commande électronique : comporte deux ordinateurs identiques (A et B) chargés d'effectuer les calculs relatifs aux moteurs et d'élaborer les signaux de commande.
- (HMU) l'unité hydromécanique : convertit les signaux électriques de l'ECU en pression hydraulique pour piloter les pré-actionneurs.
- L'alternateur de l'ECU
- Identificateur moteur (ID plug)
- Les capteurs de pression, de température et de vitesse des moteurs
- Les actionneurs des vannes variables du stator (VSV)
- Les actionneurs des valves des aubages (VBV)
- La commande d'ajustement de la turbine haute pression (HPTCC)
- La commande d'ajustement de la turbine basse pression (LPTCC)
- Valve d'aubage transitoire (TBV)
- Valve de démarrage du brûleur (BSV)
- Valve retour carburant (FRV)
- Commande d'inversion de poussée (TRC)
- Valve du démarreur pneumatique (SAV)
- Composants et commande d'allumage.

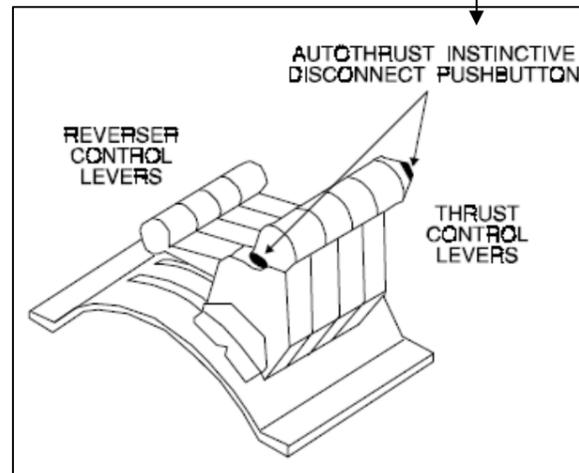
3. FONCTIONNEMENT DE LA MANETTE DES GAZ :

Les commandes de moteurs sont situées sur le panneau supérieur et le socle du cockpit.



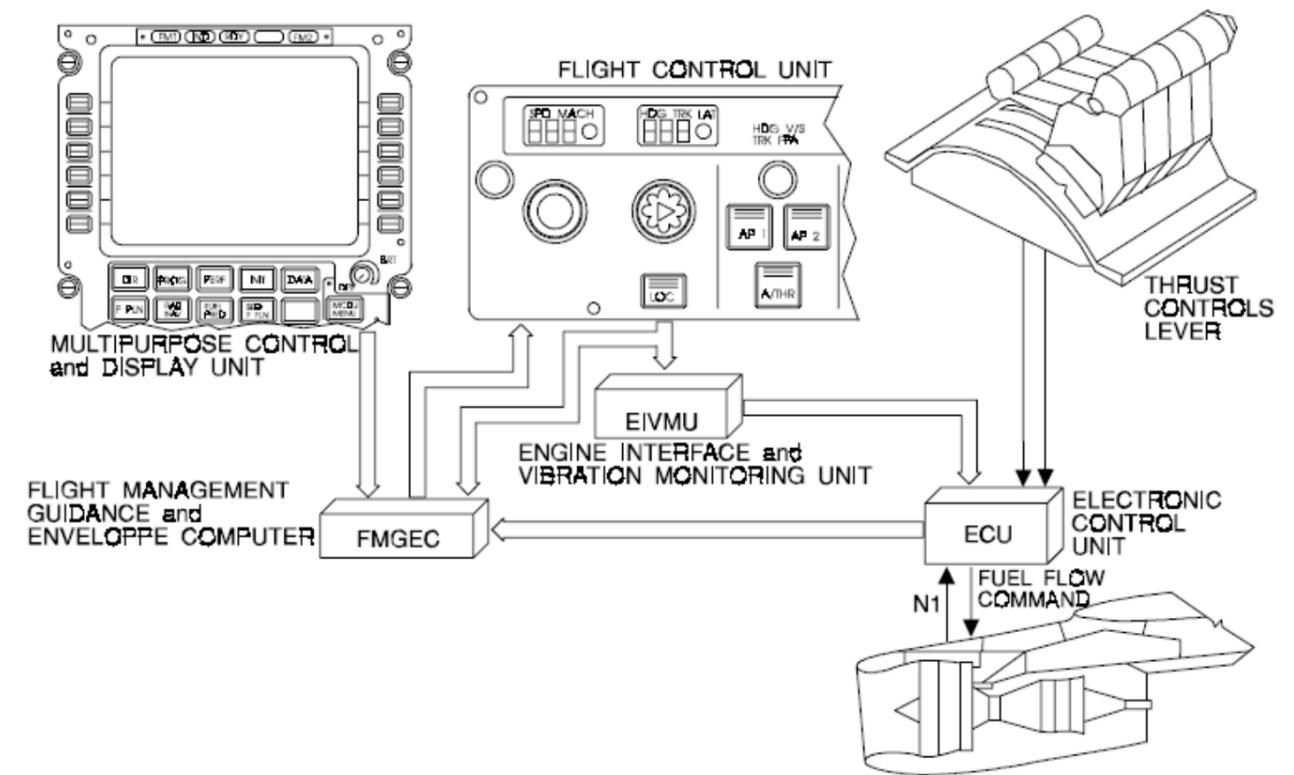
Il y a quatre manettes des gaz (THRUST LEVERS) qui sont utilisés comme manettes conventionnelles de poussée et comme sélecteurs de poussée. Chaque manette des gaz est équipée d'un levier de commande d'inverseur de poussée.

Deux boutons-poussoirs de poussée automatique instinctive sont fournis sur les leviers de la commande des gaz des moteurs.



de

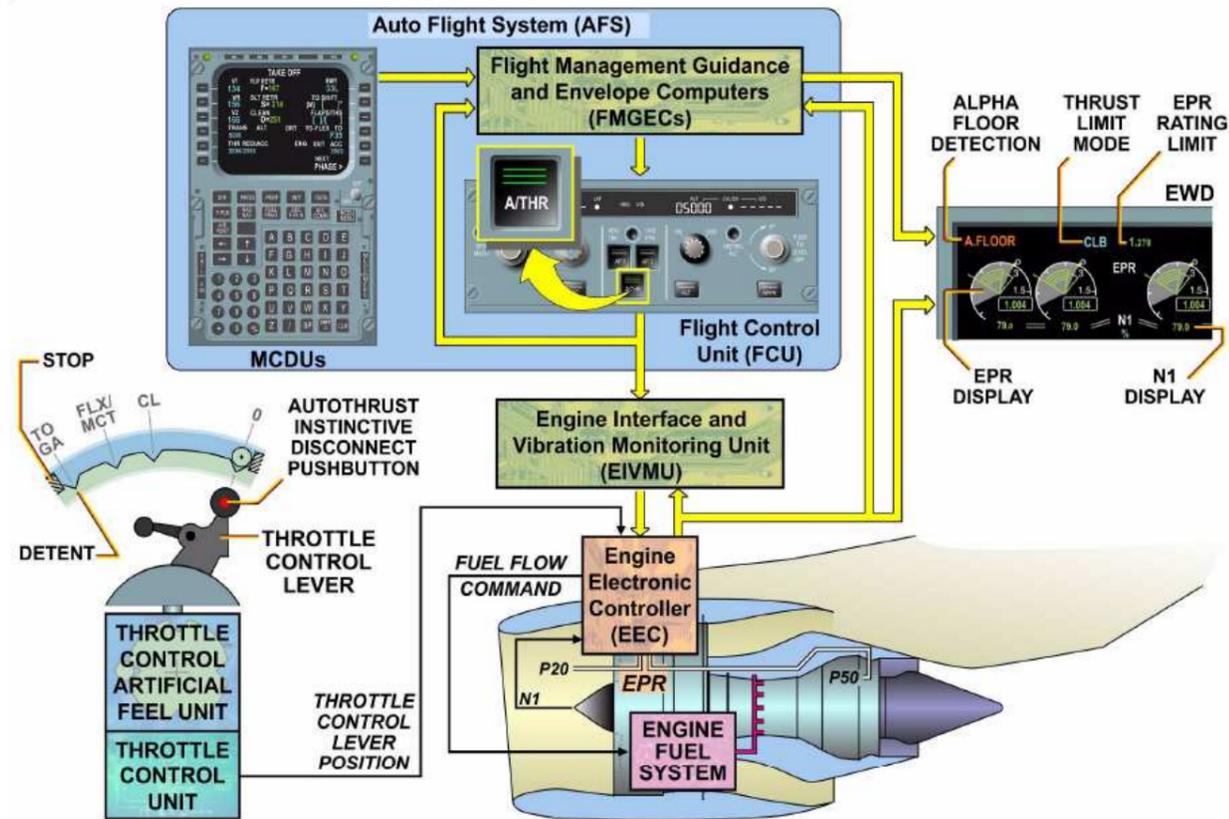
3.1. ARCHITECTURE de la commande de poussée :



3.2. Les manettes des gaz agissent comme :

- Un contrôle direct de la fréquence N1 en mode manuel,
- Un sélecteur de moteur lorsque l'un est en détente,
- Une limite supérieure à la fréquence N1 dans la fonction auto-poussée.

3.3. Les différentes positions de la manette des GAZ :



La position du levier d'accélérateur contrôle est nommé TLA (Throttle Lever Angle) . Les leviers de commande d'accélérateur peuvent passer d'une plage de 0 deg TLA (arrêt au ralenti : IDLE) à 55 deg TLA.

- Take Off / Go Around (TOGA) détente et point d'arrêt fixé à 55 degrés TLA (Position 3)
- Point de détente Climb (CL) fixé à 30 deg TLA. (Position 1)
- Flexible décollage / poussée maximale continue (FLX / MCT) point de détente fixé à 42 degrés TLA. (Position 2)

3.3. MANETTE de POUSSÉE :

La manette des gaz peut être utilisée comme un levier de réglage de poussée classique entre la position 0 / IDLE et la position 3 Max Take Off.

En vol de croisière :

- la manette position est sur la position IDLE,
- le FADEC gère la poussée

3.4. Levier de poussée INVERSEUR DE CONTRÔLE :

Le levier inverseur de poussée est nommé RLA (Reverse Lever Angle).

Le levier d'inverseur de poussée se déplace sur une plage de 0 deg RLA (arrêt au ralenti) à 96 deg RLA (stop reverse max).

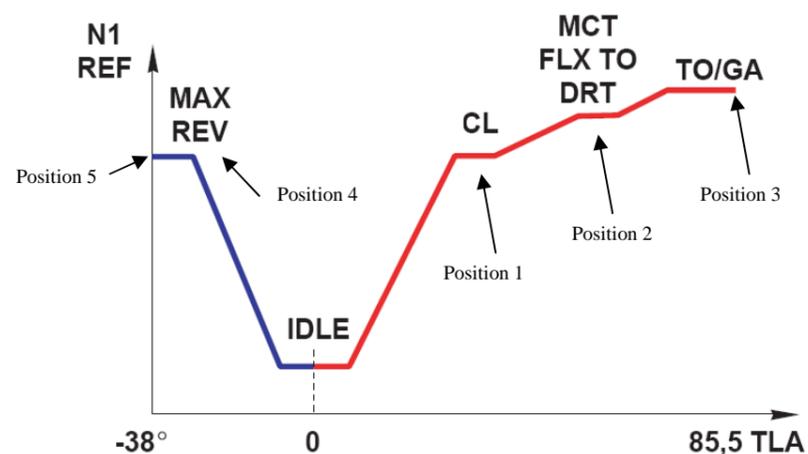
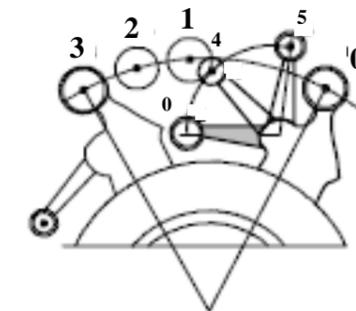
À 51,5 degrés RLA il ya un point détente inversée nommée ralenti inverse (position 4)

3.5. MANETTE de la REVERSE :

Les inverseurs de poussée peuvent être activés quand les manettes des gaz sont en position 0 et l'avion touche le sol avec les moteurs en marche.

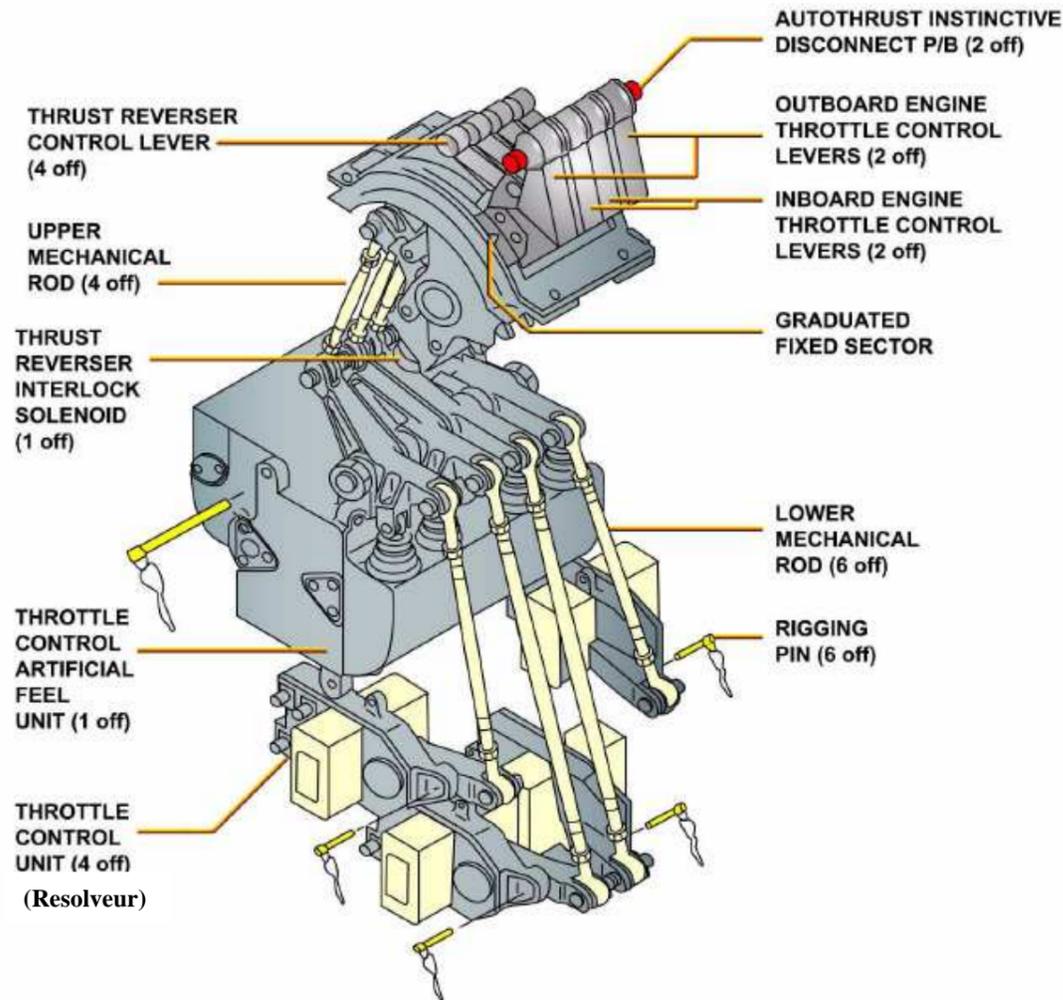
Les inverseurs de poussée peuvent être activés lorsque:

- L'avion est sur le sol;
- Les moteurs sont en marche;
- Les manettes de poussée sont au ralenti au point 0



4. STRUCTURE DE LA MANETTE DES GAZ (voir DOSSIER 1 7/13) :

La boîte est constituée de 4 modules identiques (1 par réacteur) montés en parallèle dans un boîtier encastré sur la structure de l'avion. Chaque module est constitué d'un guignol pivotant sur un axe et commandant une bielle bi articulée, un secteur denté engrène avec un pignon solidaire d'une came. Un frotteur agit sur le secteur denté. Un galet monté sur un porte galet pivotant appuie sur la came grâce à un ressort réglable.

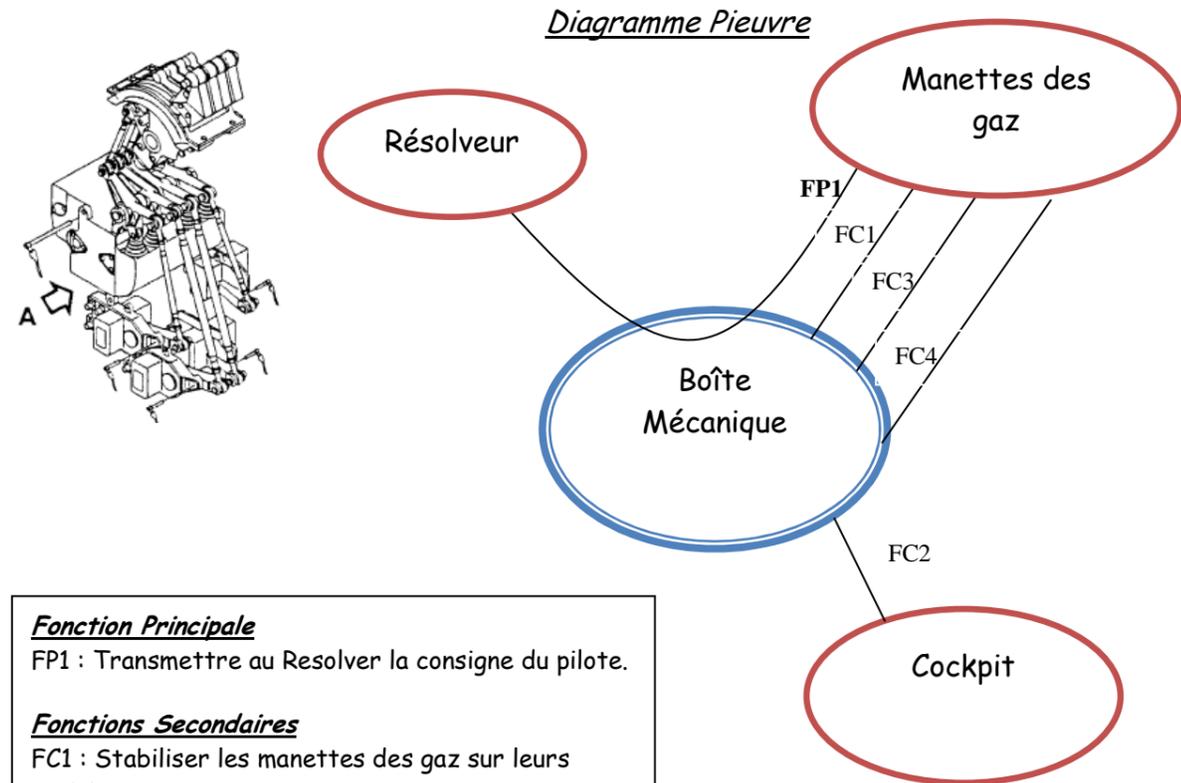


Quatre biellettes (LOWER MECHANICAL) extérieures à la boîte sont commandées également par le guignol, elles transmettent la rotation à un capteur de type « resolveur » et limitent le débattement angulaire du guignol entre les positions de -38° et 85.5° .

5. FONCTION DE LA BOITE MECANIQUE :

La boîte mécanique de la commande des gaz sur un avion A340 a pour fonction de :

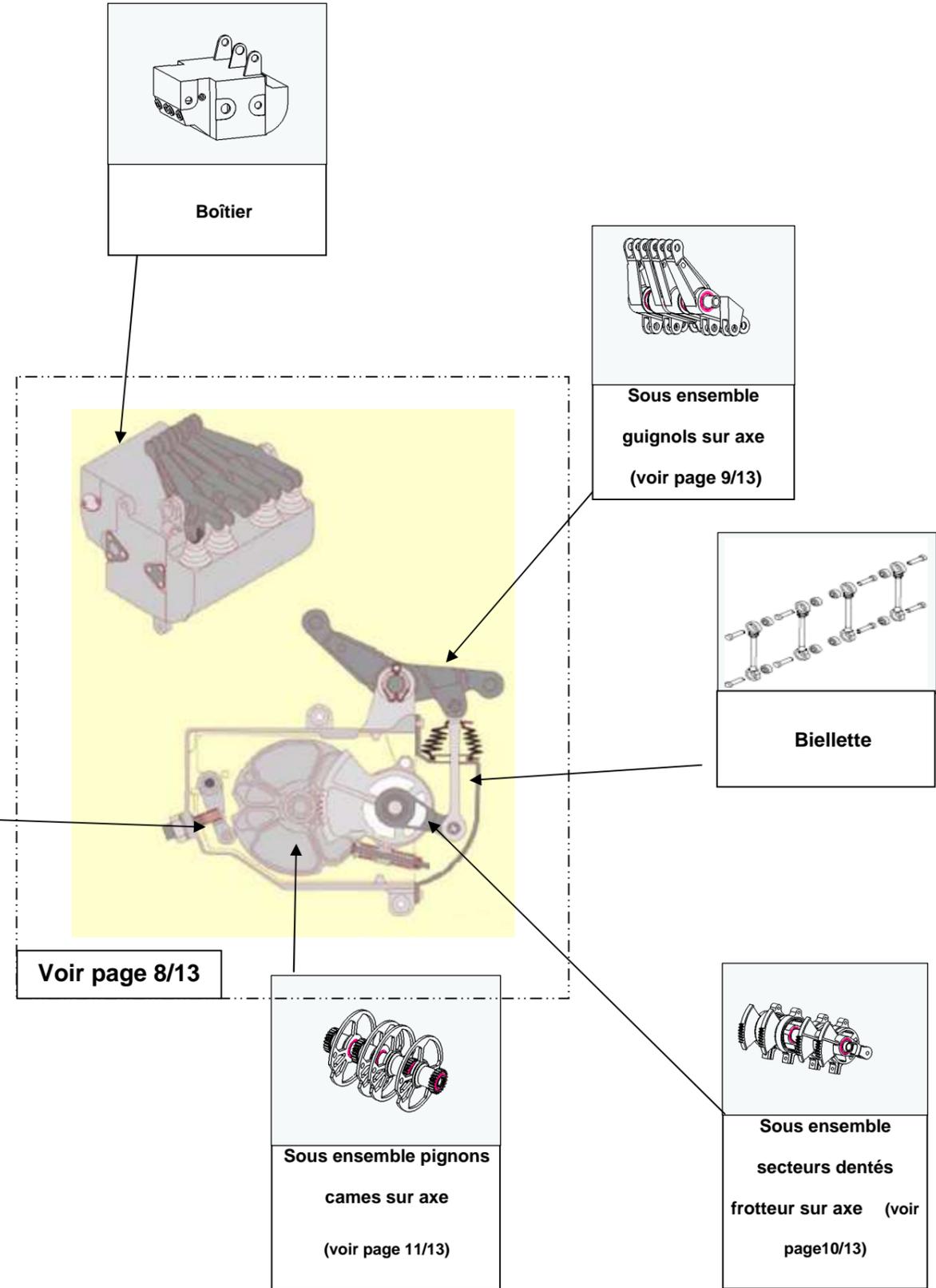
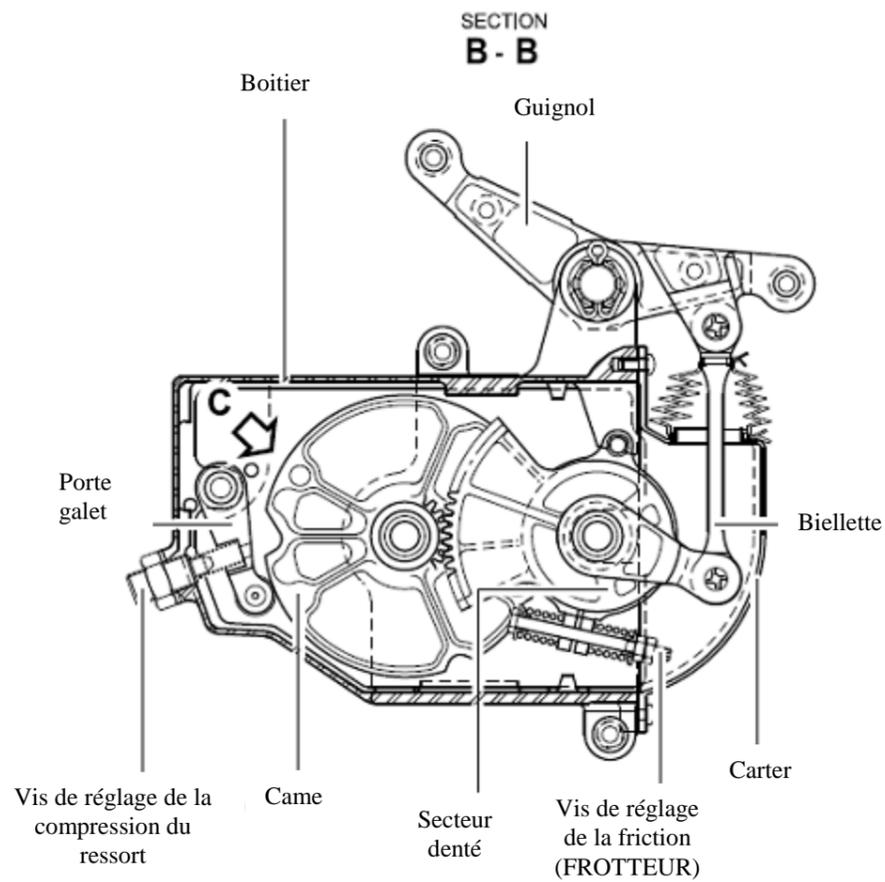
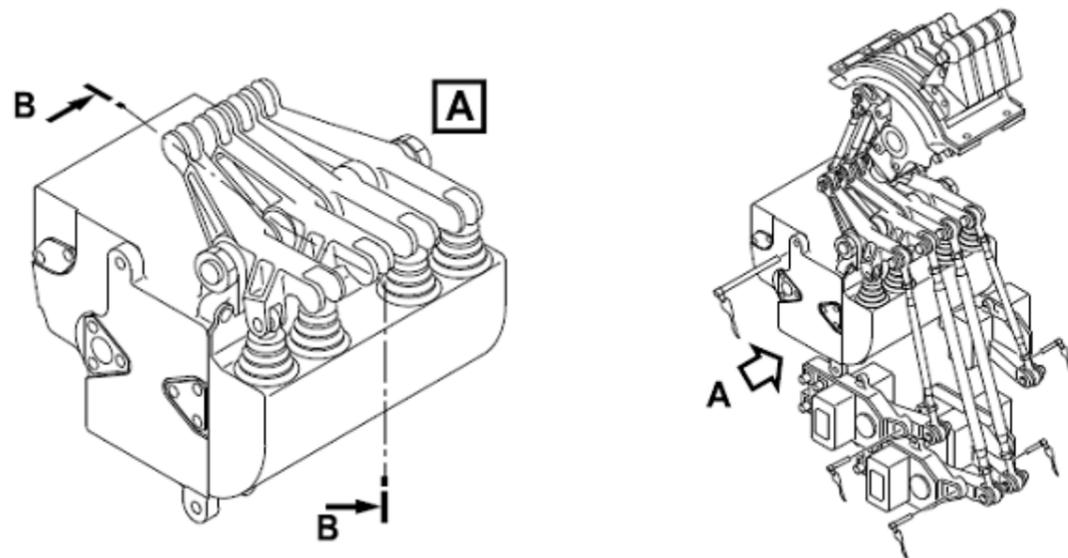
- **Transmettre** la commande du pilote à des capteurs (« Resolver »).
- **Stabiliser** la manette sur sa position
- **Restituer** au pilote la sensation de l'effort.
- **Marquer** par des points durs les quatre consignes.



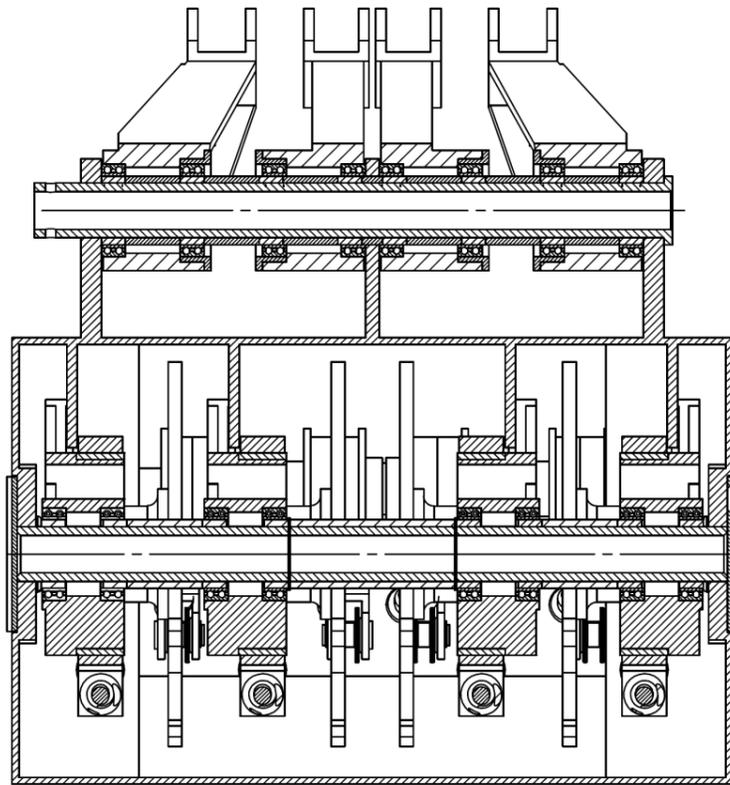
Fonction Principale
 FP1 : Transmettre au Resolveur la consigne du pilote.

Fonctions Secondaires
 FC1 : Stabiliser les manettes des gaz sur leurs positions.
 FC2 : S'adapter au cockpit.
 FC3 : Restituer au pilote la sensation de l'effort.
 FC4 : Présenter des points durs aux positions remarquables.

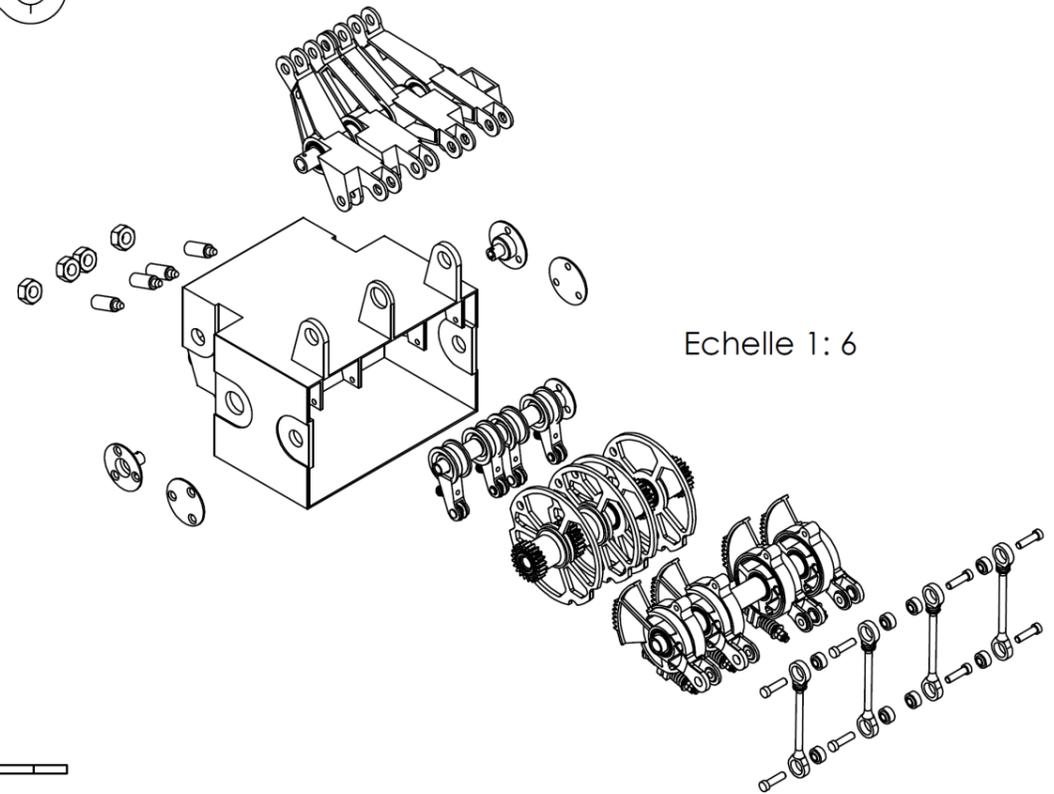
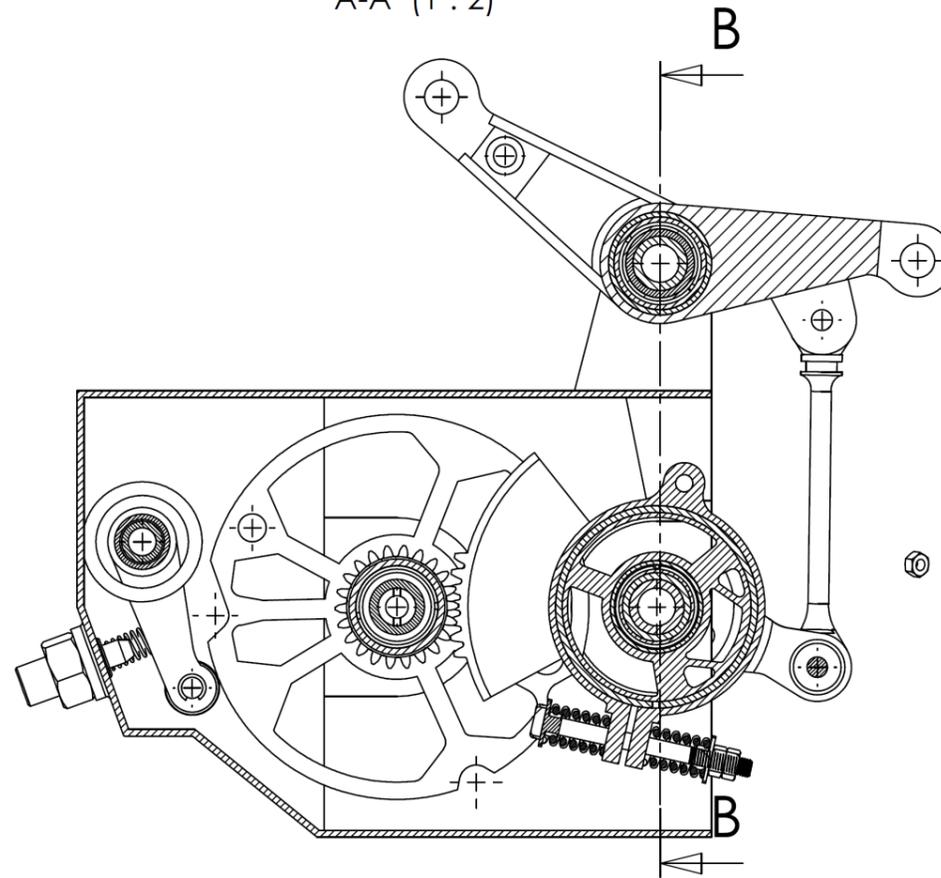
6. SOUS ENSEMBLES CONSTITUTIFS DE LA BOITE MECANIQUE :



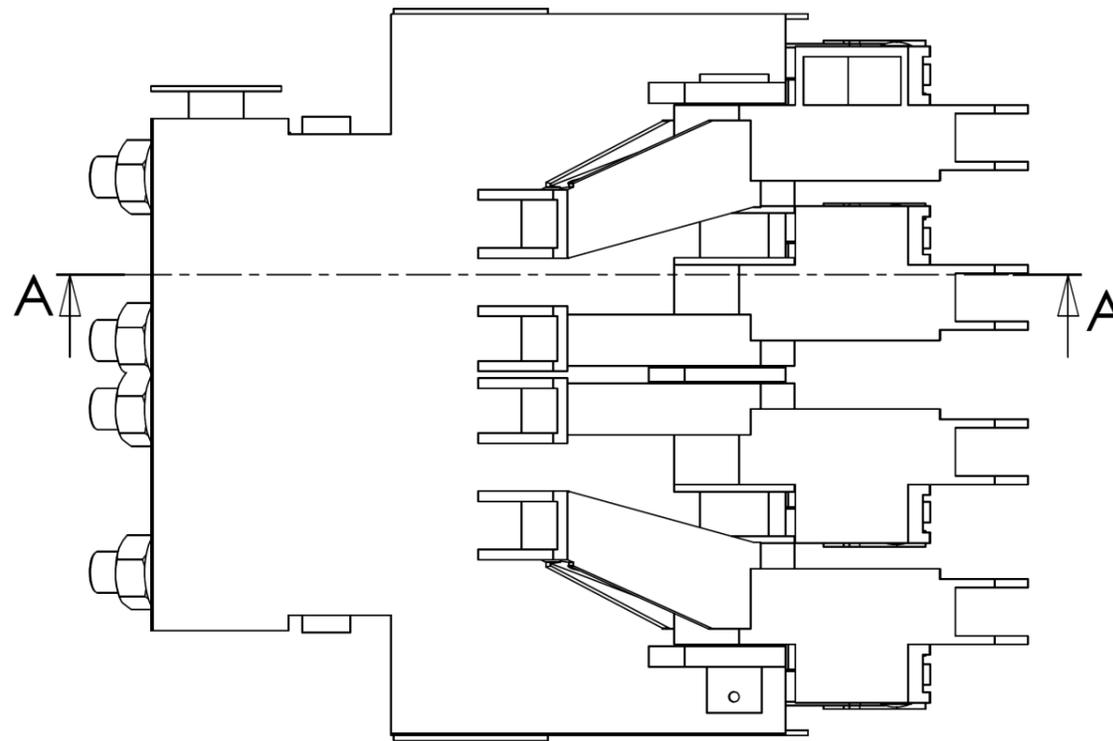
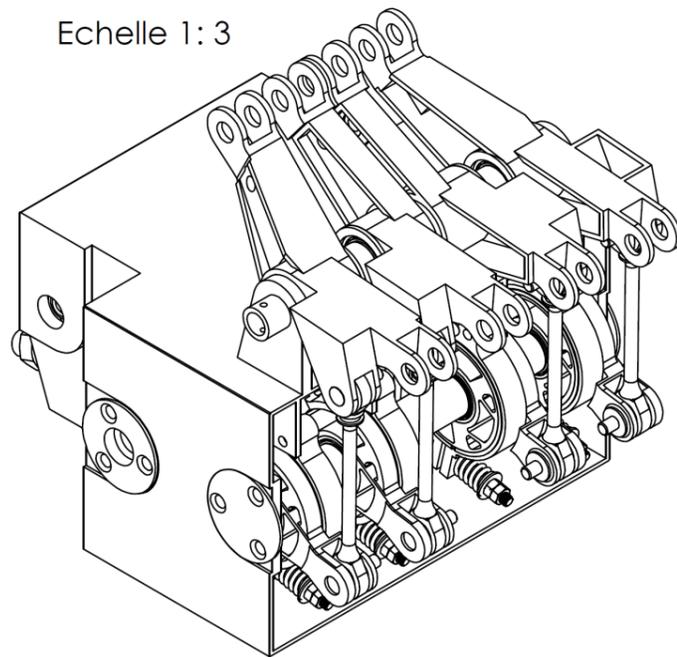
B-B (1 : 2)

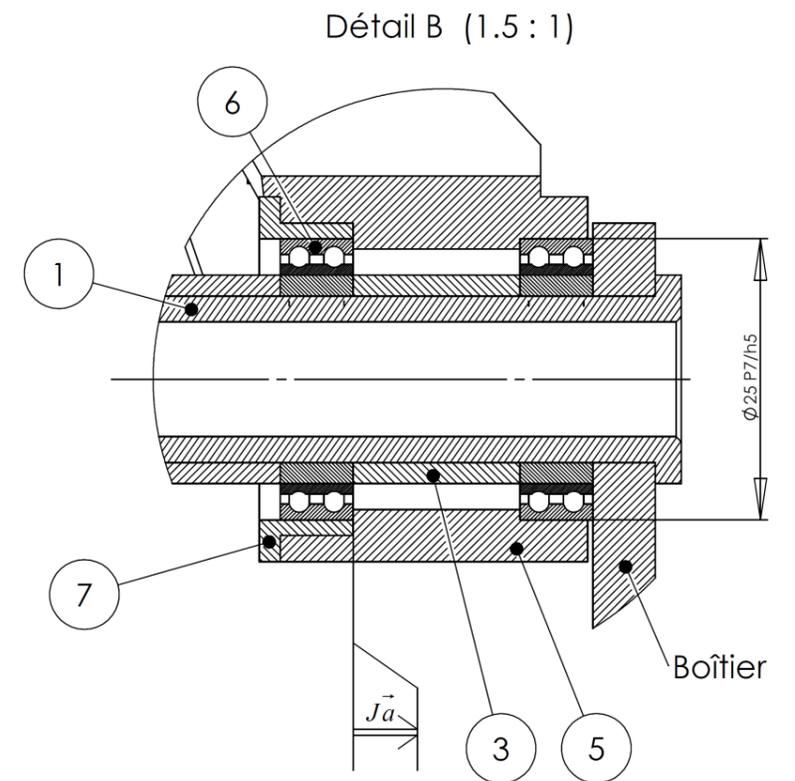
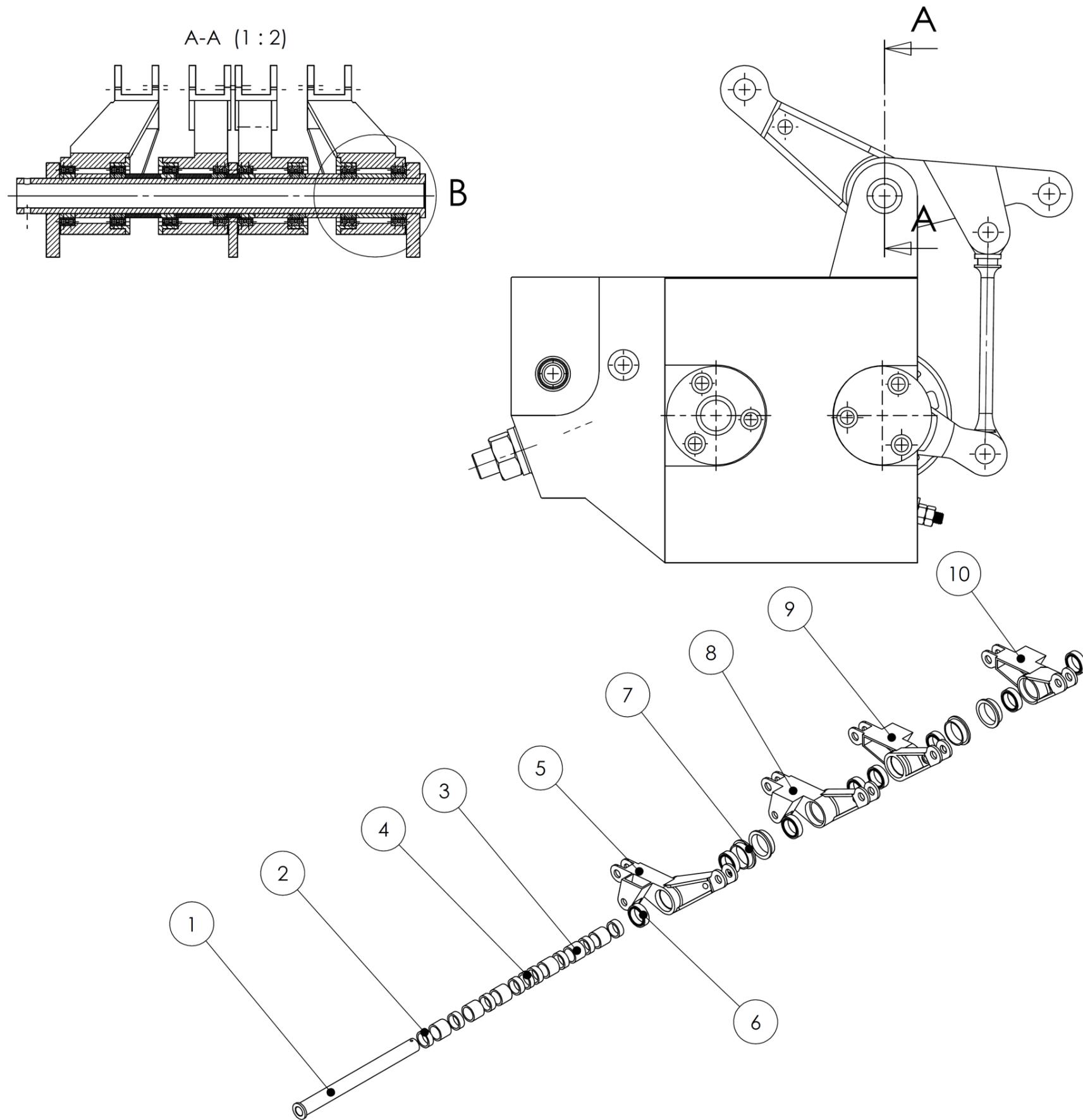


A-A (1 : 2)



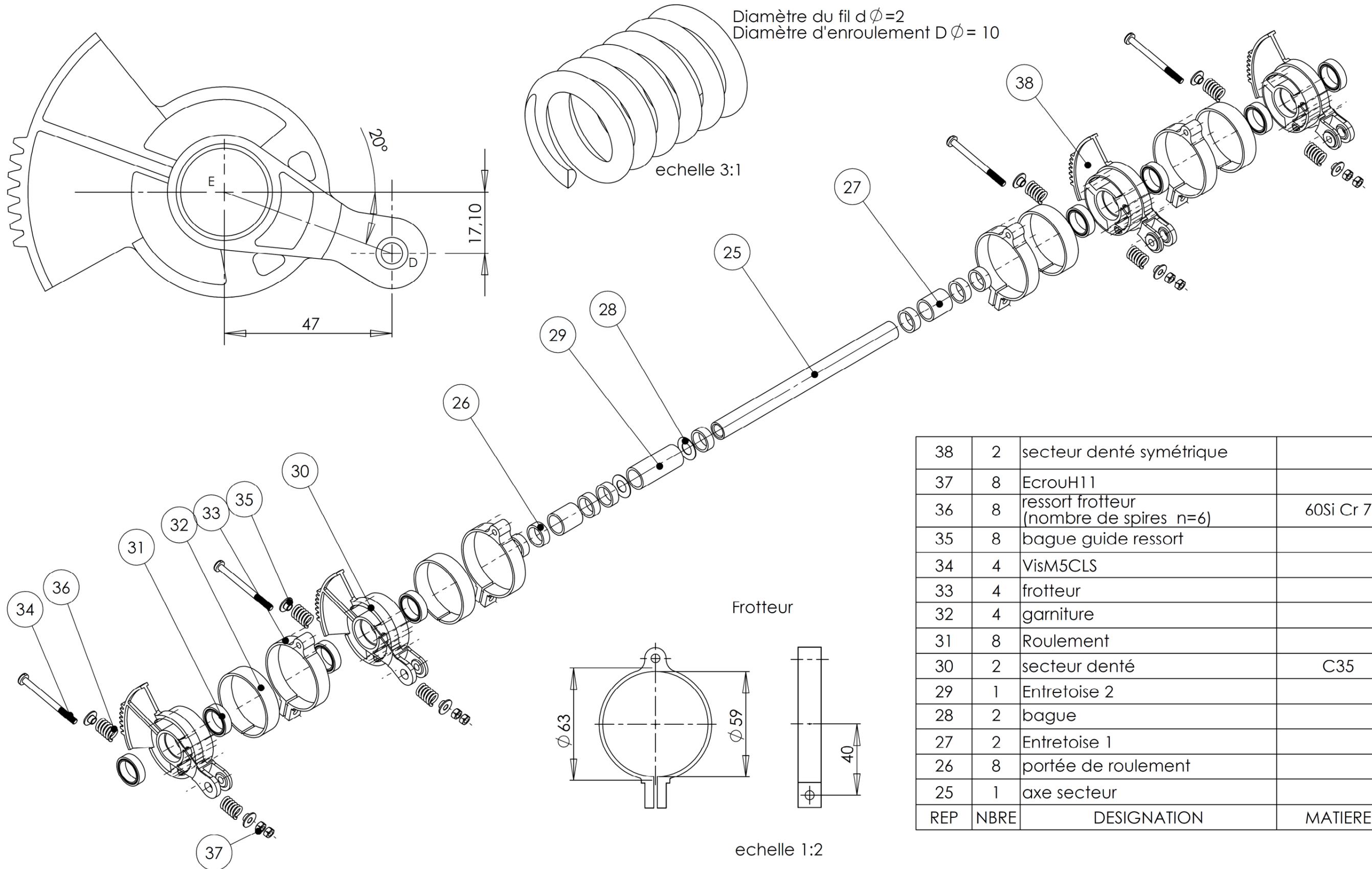
Echelle 1:3



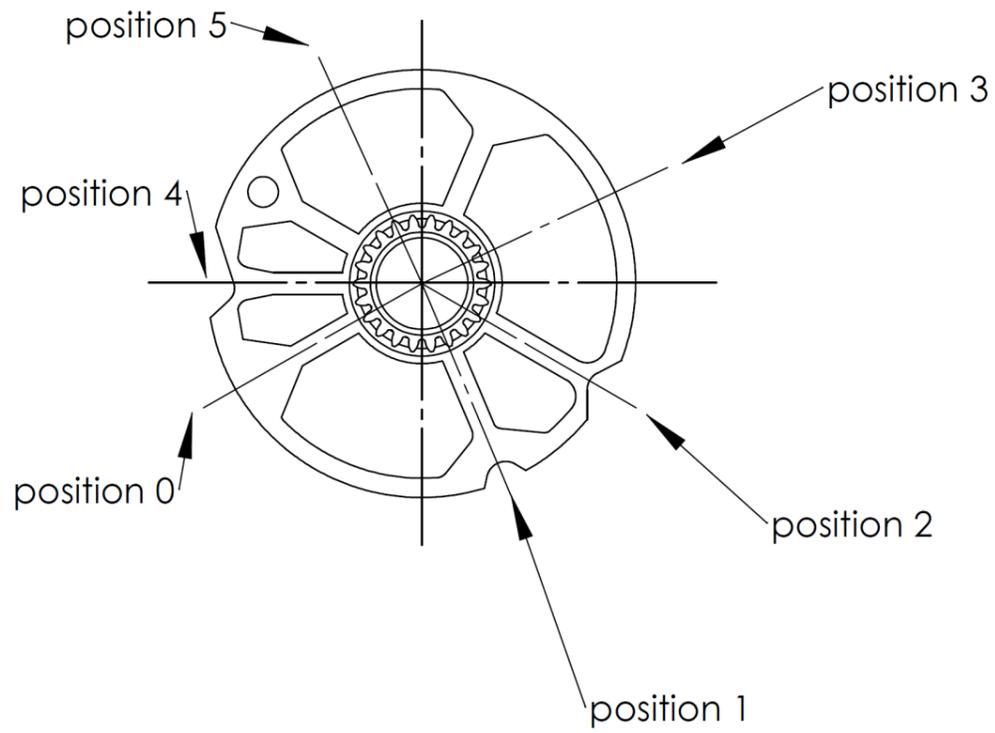


10	1	Guignol symétrie	
9	1	Guignol intérieur symétrie	
8	1	Guignol intérieur	
7	4	bague épaulée 1	
6	8	Roulement	
5	1	Guignol extérieur	
4	1	Entretoise 4	
3	6	Entretoise 14	
2	8	portée de roulement	
1	1	axe levier	
REP	NBRE	DESIGNATION	MATIERE

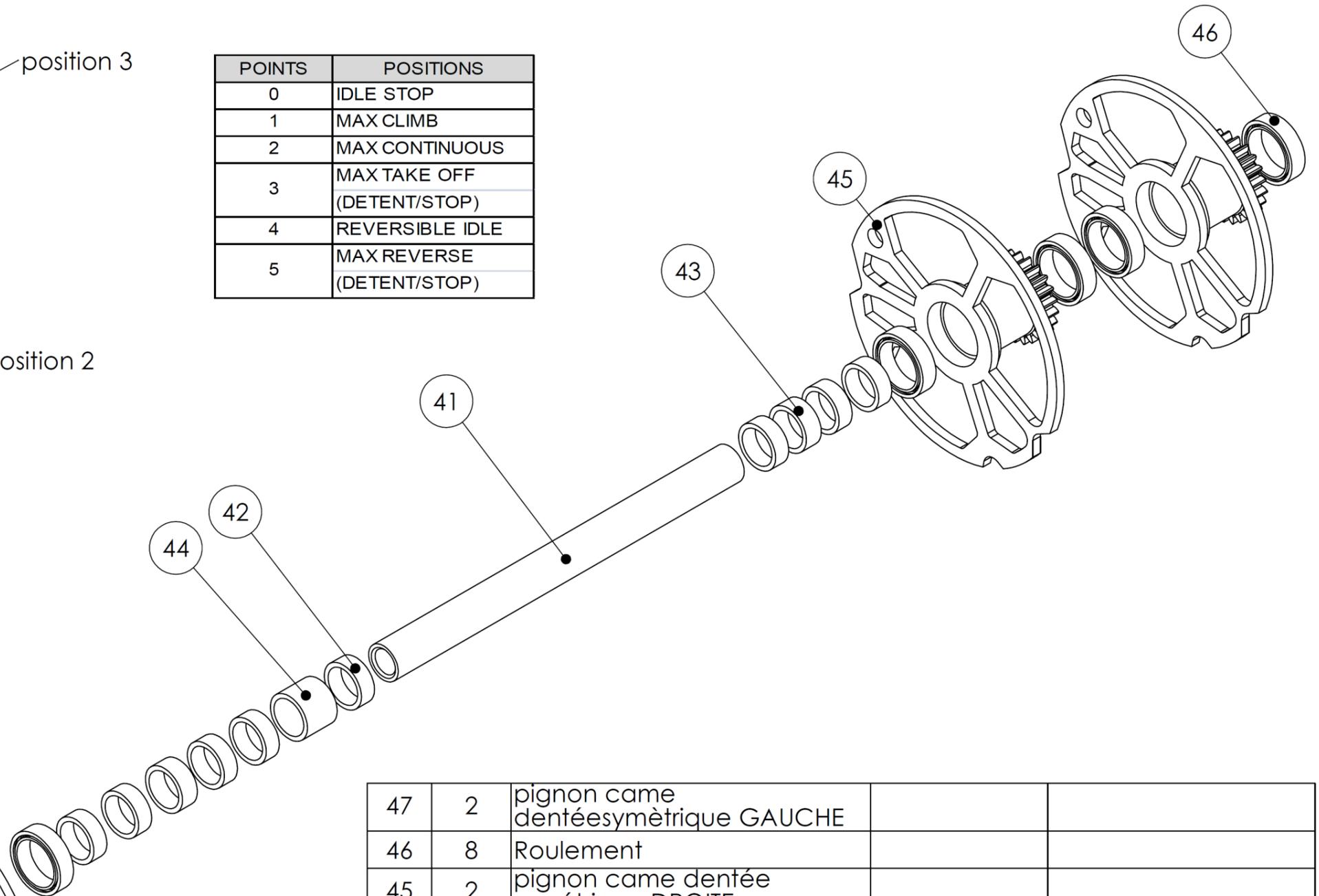
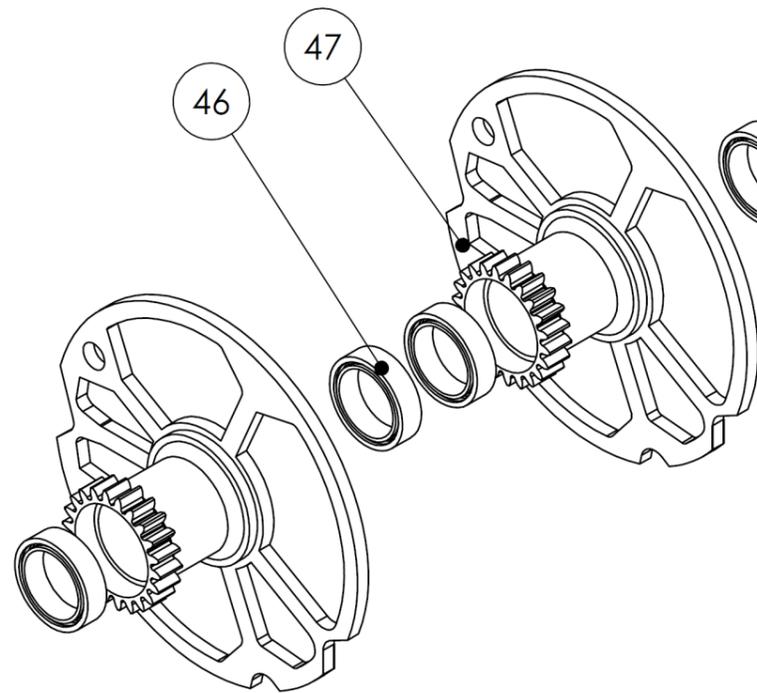
Ressort frotteur



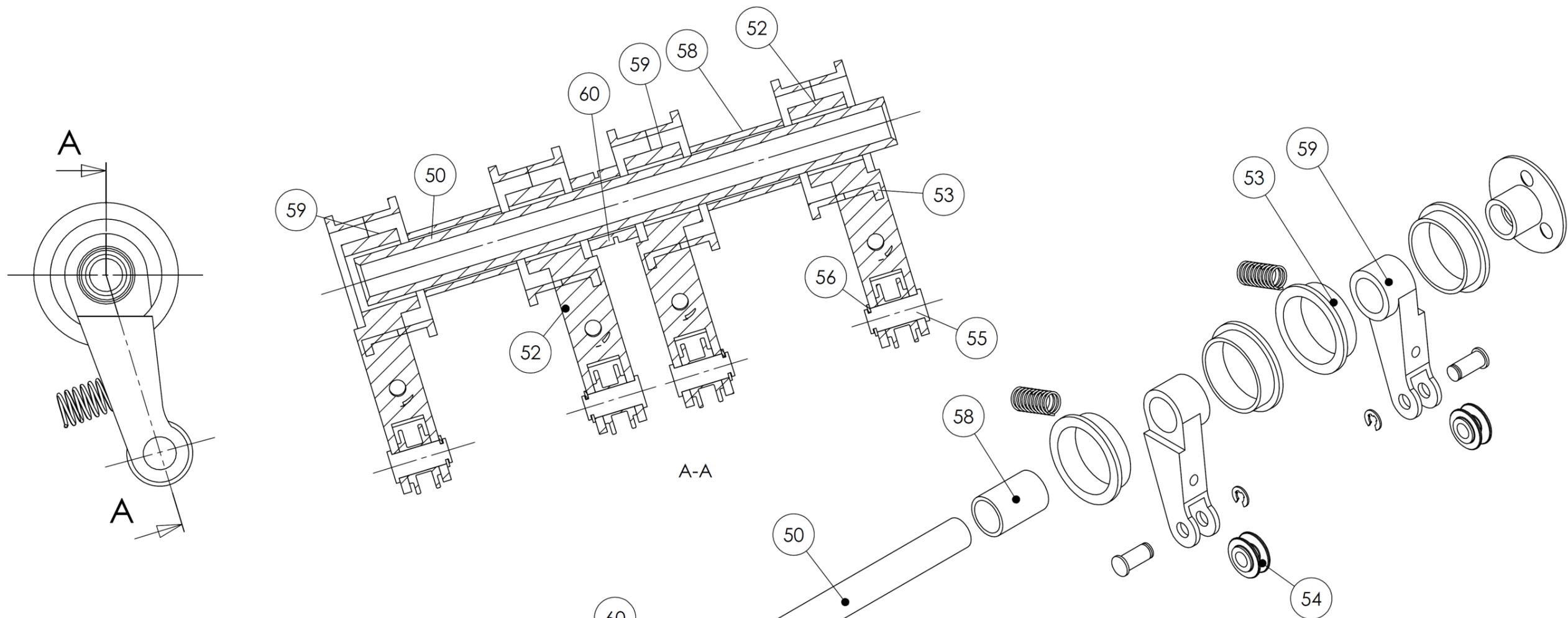
38	2	secteur denté symétrique	
37	8	Ecrou H11	
36	8	ressort frotteur (nombre de spires $n=6$)	60Si Cr 7
35	8	bague guide ressort	
34	4	Vis M5CLS	
33	4	frotteur	
32	4	garniture	
31	8	Roulement	
30	2	secteur denté	C35
29	1	Entretoise 2	
28	2	bague	
27	2	Entretoise 1	
26	8	portée de roulement	
25	1	axe secteur	
REP	NBRE	DESIGNATION	MATIERE



POINTS	POSITIONS
0	IDLE STOP
1	MAX CLIMB
2	MAX CONTINUOUS
3	MAX TAKE OFF (DETENT/STOP)
4	REVERSIBLE IDLE
5	MAX REVERSE (DETENT/STOP)



47	2	pignon came dentéesymétrique GAUCHE		
46	8	Roulement		
45	2	pignon came dentée symétrique DROITE		
44	1	Entretoise 4		
43	2	Entretoise 3		
42	8	portée de roulement		
41	1	axe pignon came		
REP	NBRE	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION



60	1	Entretoise 6		
59	2	porte_galet		
58	2	Entretoise 5		
57	4	ressort galet (nombre de spires n=10)	60 Si Cr 7	
56	4	Anneau élastique		
55	4	axe galet		
54	4	galet		
53	8	bague épaulée		
52	2	porte_galet		
51	2	flasque palier		
50	1	axe porte galet		
REP	NBRE	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION

diamètre du fil : $\phi d=1$
diamètre d'enroulement : $\phi D=10$

echelle 2:1

Principaux écarts des AJUSTEMENTS

Alésages	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
J7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
h5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
h8	0 - 14	0 - 18	0 - 22	0 - 27	0 - 33	0 - 39	0 - 46	0 - 54	0 - 63	0 - 72	0 - 81	0 - 89	0 - 97
h9	0 - 25	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
h10	0 - 40	0 - 48	0 - 58	0 - 70	0 - 84	0 - 100	0 - 120	0 - 140	0 - 160	0 - 185	0 - 210	0 - 230	0 - 250
h11	0 - 60	0 - 75	0 - 90	0 - 110	0 - 130	0 - 160	0 - 190	0 - 220	0 - 250	0 - 290	0 - 320	0 - 360	0 - 400
h13	0 - 140	0 - 180	0 - 220	0 - 270	0 - 330	0 - 390	0 - 460	0 - 540	0 - 630	0 - 720	0 - 810	0 - 890	0 - 970

Principaux coefficients multiplicateurs pour les MATERIAUX

Coefficient multiplicateur			
Élément d'alliage	Coef.	Élément d'alliage	Coef.
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Ce, N, P, S	100
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10	B	1 000

Formulaire

$K = \frac{Gd^4}{8D^3n} (N/mm)$ <p>avec G=80000N/mm² pour les aciers</p>	P = F V
<p>F = K . (lo - l)</p> <p>avec (lo - l) =compression du ressort</p>	Fz = ½ ρ S V ² Cz
p = F / S	Fx = ½ ρ S V ² Cx
ω = π N / 30	P = C ω
η = Ps / Pe	r = Ns / Ne = ωs / ωe
C = F.d.f	Ec = ½ J ω ²
C = F d	P = U I
U = R I	W = F d cosφ