



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
AERONAUTIQUE
OPTION : MECANICIEN, SYSTEMES-CELLULE.

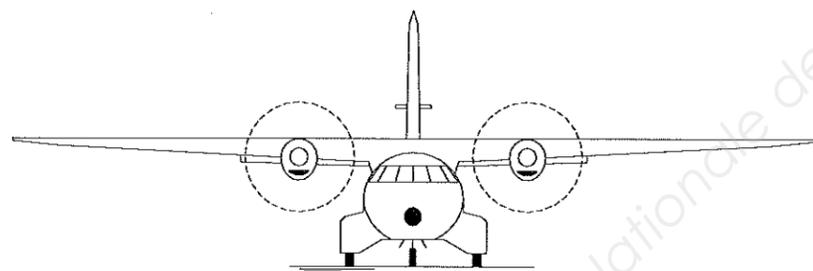
Session 2011

DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 4 heures Coefficient : 2

EPREUVE E1 - EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

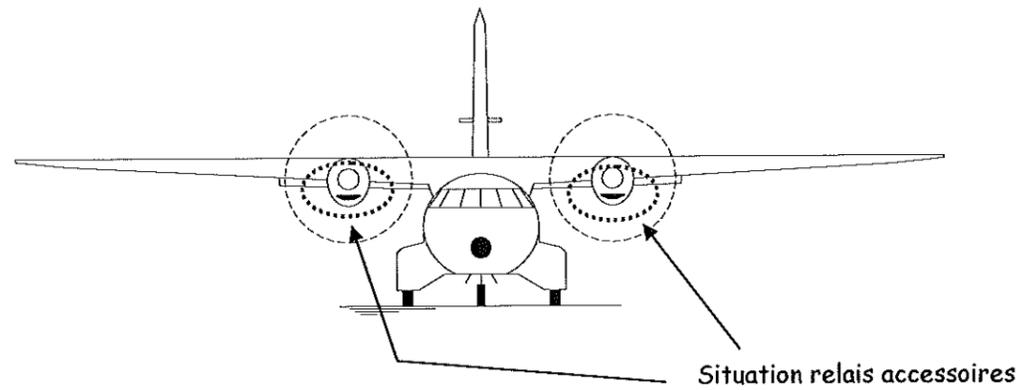
(U11) - ETUDE D'UN SYSTEME D'AERONEF.



Ce dossier technique comporte 16 pages, numérotées de 1/16 à 16/16.
Assurez-vous que cet exemplaire est complet.
S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

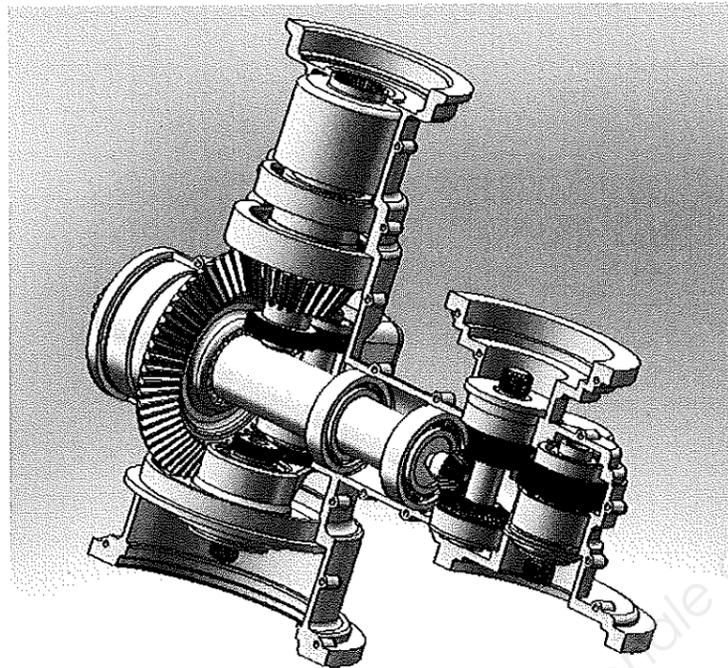
ETUDE D'UN RELAIS D'ACCESSOIRES.

- AVION DE TRANSPORT -



MISE EN SITUATION.

Le système étudié (voir dessin d'ensemble fourni) représente un relais d'accessoires installé sur un avion de transport au niveau de la partie basse des turbopropulseurs. Il y en a un par moteur.



Relais d'accessoires.

Une opération de maintenance est programmée sur le relais d'accessoires du moteur gauche suite à un message de maintenance reçu lors de la dernière sortie de l'aéronef. Cette visite sera effectuée dans le centre de maintenance PART 145 de la compagnie qui exploite l'aéronef.

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT
(INFORMATIONS TYPE AMM - ATA 83 20)

DESCRIPTION

A. GENERALITES

Le relais d'accessoires est une boîte de transmission à engrenages qui transforme une vitesse élevée et un couple faible en entrée du mécanisme en une vitesse faible et un couple élevé en sortie. Il est installé sur la partie basse des turbopropulseurs. Il y en a un par moteur.

Un relais d'accessoires permet d'assurer les fonctions suivantes :

- Transmettre, du démarreur au groupe Turbo propulseur (GTP), la puissance et la vitesse nécessaire et suffisante au démarrage.
- Transmettre du GTP aux accessoires (pompes hydrauliques et génératrice électrique) la puissance mécanique nécessaire à leur bon fonctionnement.

B. DESCRIPTION

1. Généralités

Le relais d'accessoires est composé des éléments suivants :

- deux carters d'assemblage,
- deux étages d'entrée,
- une roue libre,
- quatre étages d'engrenage et de sortie,

2. Carters d'assemblage,

Les carters d'assemblage portent les étages d'entrées et de sorties avec leurs engrenages et la roue libre. Ils sont équipés de surfaces de contacts qui permettent la fixation du démarreur, de la génératrice, de la pompe 2 et de la pompe 1.

3. Entrée Démarreur.

Elle est composée d'un arbre creux qui porte la roue libre, deux roulements et un élément d'engrenage double. Cet élément d'engrenage est composé d'une petite couronne conique et d'une roue dentée classique.

4. Entrée Groupe Turbo Propulseur (GTP).

Elle est composée d'un arbre principal creux, cannelé à une extrémité et équipé d'une petite couronne conique à l'autre. L'arbre principal est en liaison avec le carter d'assemblage grâce à un jeu de quatre roulements : trois à billes et un à rouleaux. L'arbre principal supporte également une grande couronne conique entraînée en rotation par un jeu de cannelures.

5. Sortie génératrice.

Elle est composée d'un petit arbre creux doté de cannelures à une extrémité et d'une roue dentée à l'autre. Il est en liaison avec les carters d'assemblage grâce à un bouchon-potence intermédiaire et deux roulements à billes. L'entraînement en rotation de l'arbre de sortie génératrice est assuré à partir de l'élément d'engrenage double situé sur l'arbre d'entrée du démarreur et par un arbre intermédiaire monté sur le bouchon-potence intermédiaire avec deux roulements à billes. L'arbre intermédiaire est équipé à ses extrémités de roues dentées d'engrenage.

ATA 83 20

Baccalauréat professionnel Aéronautique. Option : mécanicien systèmes-cellule	Dossier technique. E1 - épreuve scientifique et technique. (U11) - étude d'un système d'aéronef.	3/16
--	--	------

6. Sortie pompe 2.

Elle est composée d'un arbre creux équipé d'une petite couronne conique et d'une roue dentée classique. La roue dentée entraîne une roue intermédiaire qui entraîne à son tour l'arbre de sortie de la pompe 1. L'ensemble est guidé dans les carters d'assemblage par deux roulements à billes. Une des extrémités de l'arbre est équipée de cannelures.

7. Sortie pompe 1.

Elle est composée d'un arbre creux équipé d'une roue dentée classique. L'ensemble est guidé dans les carters d'assemblage par deux roulements à billes. L'un des roulements est un roulement à deux rangées de billes. Une des extrémités de l'arbre est équipée de cannelures.

8. Roue libre.

La roue libre qui équipe le relais à accessoires est une roue libre de type combinée. Elle intègre dans le même composant des paliers de guidage à roulements qui permettent de supporter des efforts radiaux et des couples de rotation.

C. FONCTIONNEMENT.

Le relais d'accessoires fonctionne dans les configurations suivantes :

- **DEMARRAGE** : son rôle est de transmettre, du démarreur au groupe Turbo propulseur (GTP), la puissance et la vitesse nécessaire et suffisante au démarrage.
- **FONCTIONNEMENT NORMAL** : son rôle est de transmettre du GTP aux accessoires (pompes hydrauliques et génératrice électrique) la puissance mécanique nécessaire à leur bon fonctionnement.

1. Fonctionnement en mode « démarrage ».

L'entrée se fait par l'intermédiaire de l'arbre creux qui porte la roue libre et l'élément d'engrenage double (petite couronne conique et roue dentée). Le mouvement est transmis vers le GTP par l'intermédiaire de la roue libre et un renvoi conique dont la grande roue est montée sur l'arbre principal.

Tant que le GTP n'est pas autonome c'est à dire tant que sa vitesse de rotation est inférieure à la vitesse de rotation du démarreur, le mouvement passe par la roue libre : elle est en mode embrayée.

2. Fonctionnement en mode « normal ».

L'entrée se fait par l'arbre principal. La vitesse de rotation du GTP est supérieure à la vitesse de rotation du démarreur, la roue libre passe en mode débrayée désolidarisant ainsi le démarreur du relais. La transmission se fait alors directement du GTP vers les accessoires.

L'arbre principal entraîne l'arbre intermédiaire qui est monté sur le bouchon-potence et qui entraîne à son tour l'arbre de sortie vers la génératrice. Les transmissions entre chaque arbre se font par des engrenages simples.

L'arbre principal entraîne aussi l'arbre de sortie vers la pompe 2 par un engrenage conique simple. L'arbre de sortie pompe 2 est équipé sur sa partie haute d'une roue dentée qui entraîne une roue intermédiaire qui va enfin donner le mouvement à l'arbre de sortie vers la pompe 1.

ATA 83 20

Baccalauréat professionnel Aéronautique. Option : mécanicien systèmes-cellule	Dossier technique. E1 - épreuve scientifique et technique. (U11) - étude d'un système d'aéronef.	4/16
--	--	------

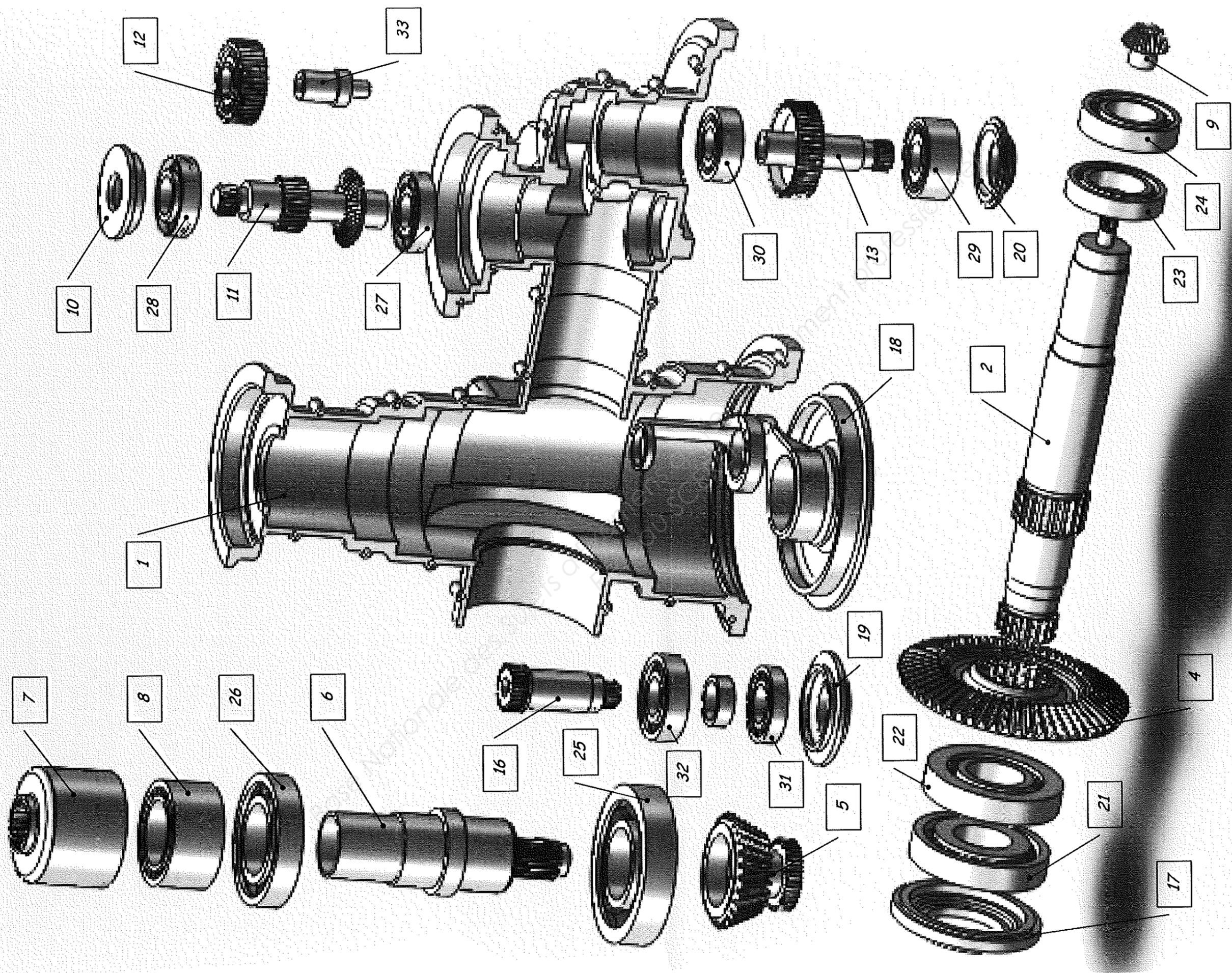
Pour le relais étudié, les accessoires sont les suivants :

Accessoires	Puissance mécanique nécessaire ou à transmettre.
Génératrice électrique	45 kW
Démarrreur à air comprimé	125 kW
Pompe 1 - génération principale	62 kW
Pompe 2 - génération secondaire	55 kW

L'arbre de transmission principal n'est pas directement relié à la turbine de puissance du GTP. Une première réduction amène sa vitesse de rotation à $N_{2/1} = 9000$ tr/mn.

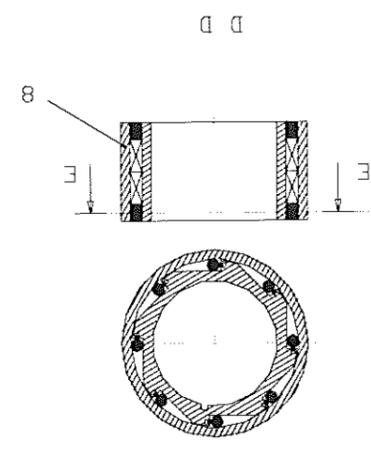
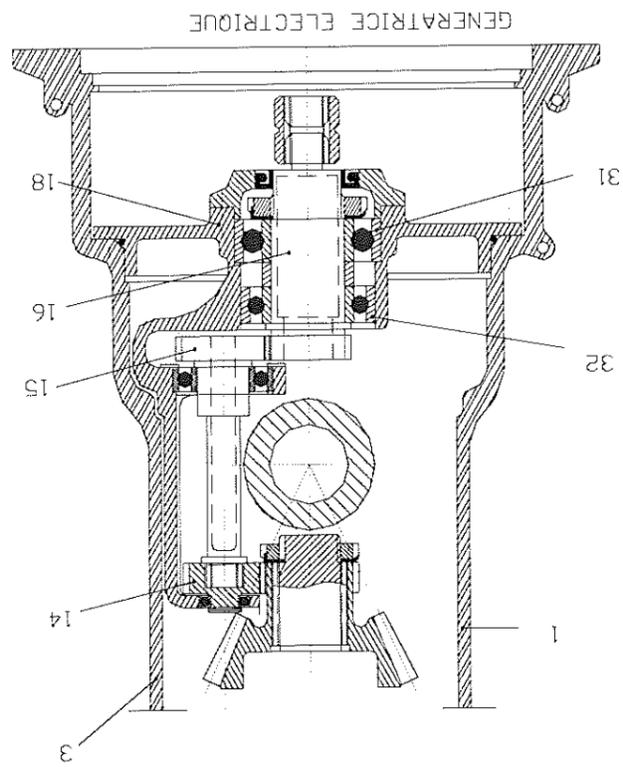
ATA 83 20

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

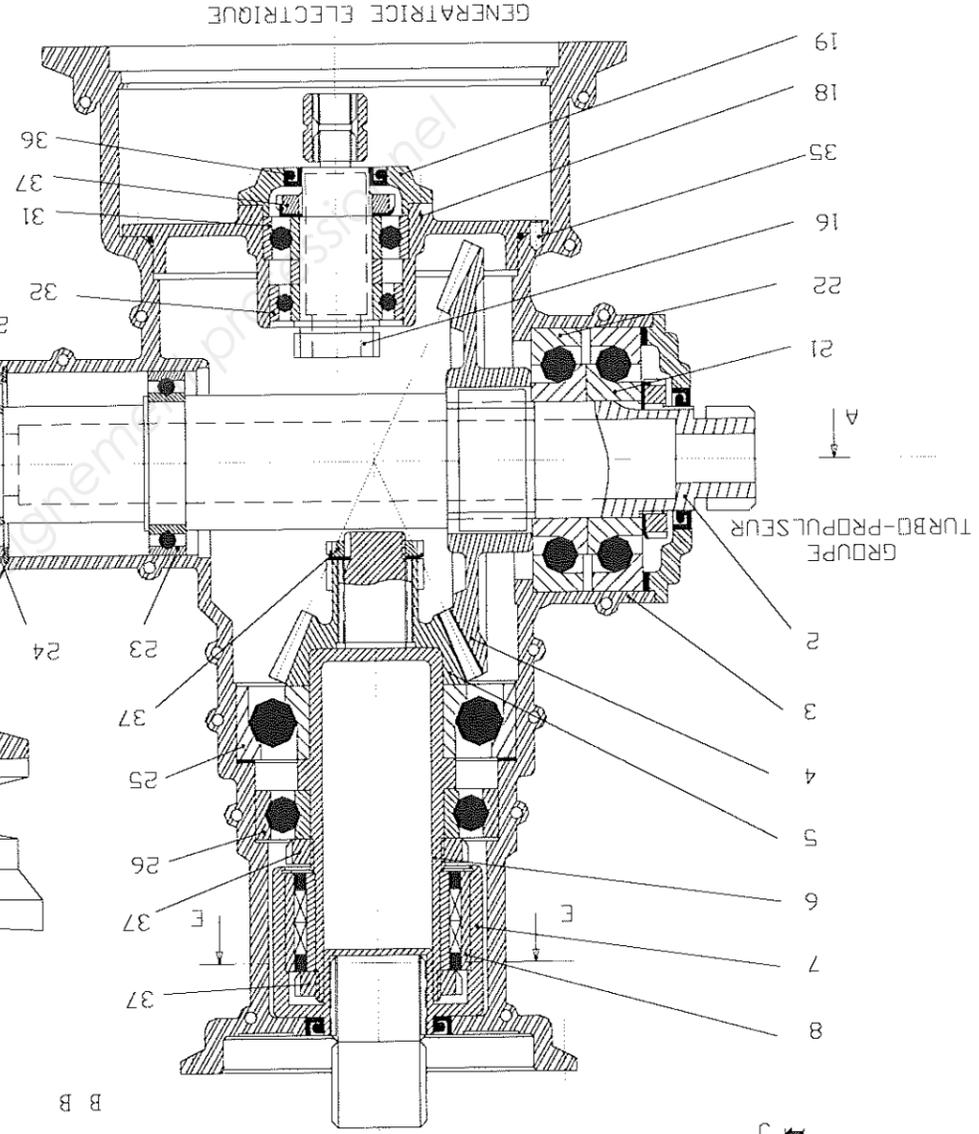
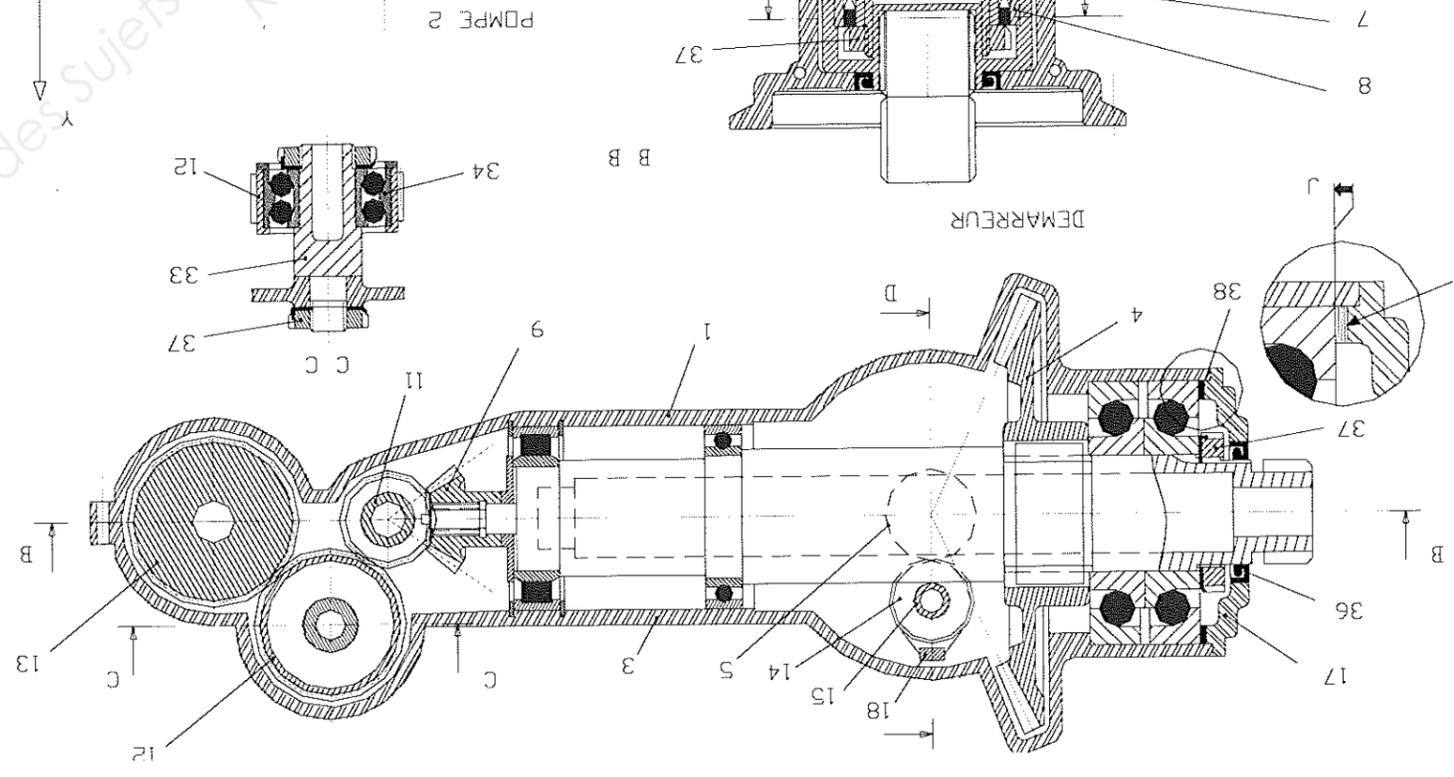
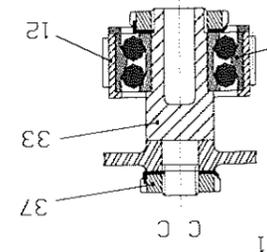
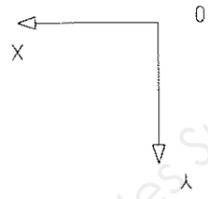
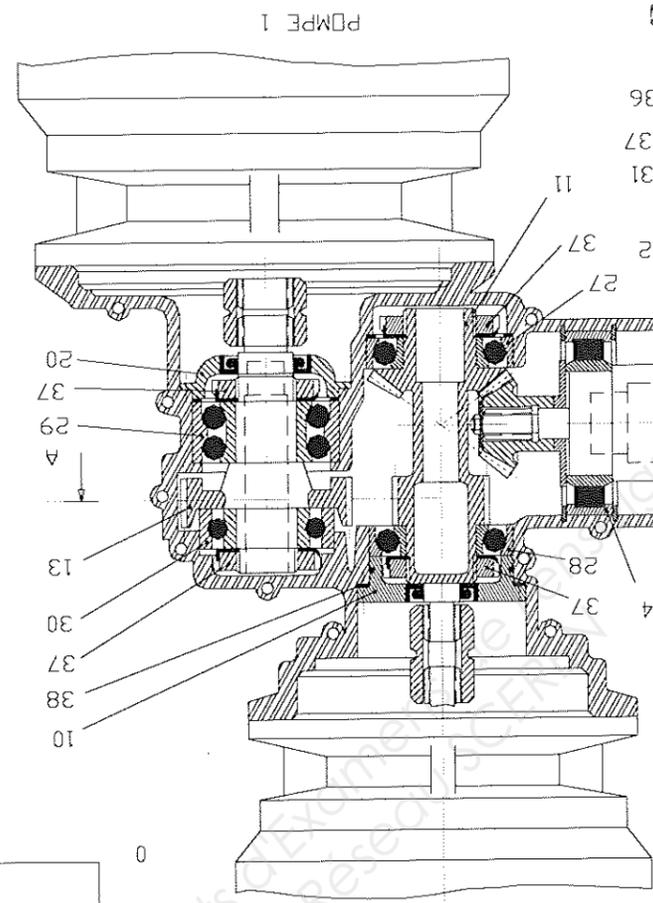


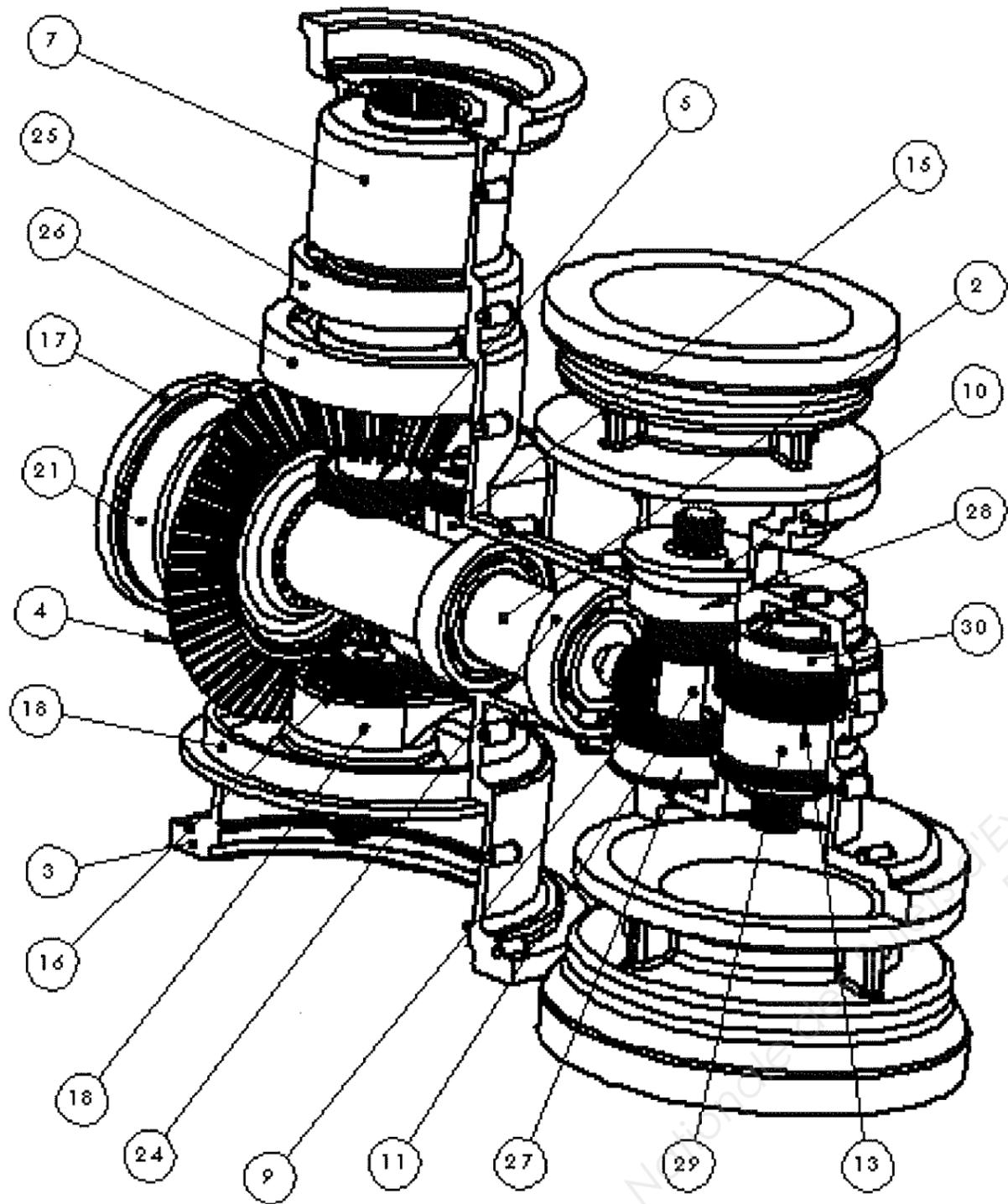
Nomenclature du relais d'accessoires.

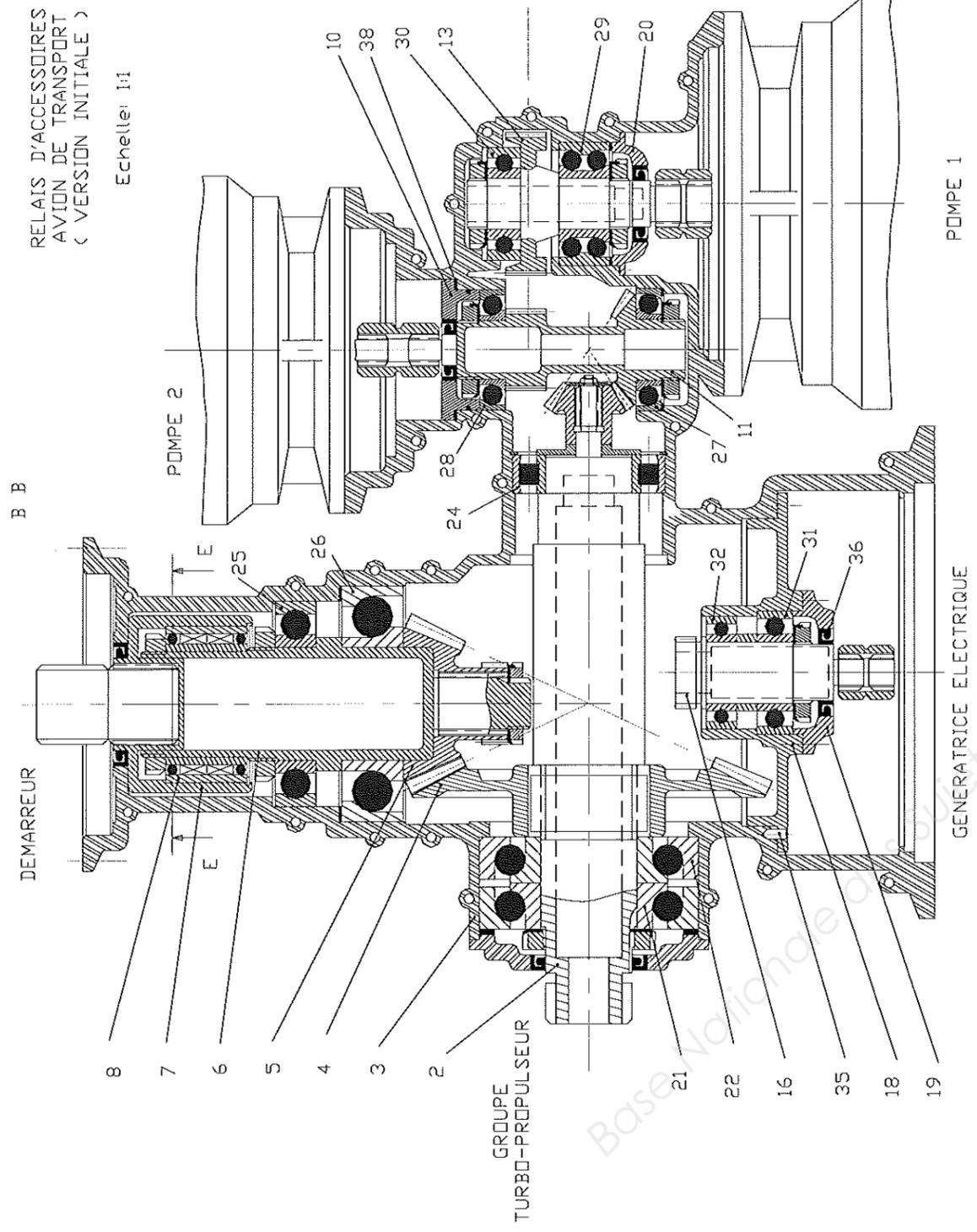
Rep.	nbre	Désignation.	Observation.
1	1	Demi-carter supérieur	
2	1	Arbre de transmission principal	$N_{2/1} = 9000 \text{ tr/mn}$
3	1	Demi-carter inférieur	
4		Roue dentée conique	$Z_4 = 58$ 25 Ni Cr Mo 6-4
5	1	Roue dentée	Roue conique : $Z_5 = 27$ Pignon cylindrique : $Z_{5'} = 40$
6	1	Arbre de transmission relais / démarreur	
7	1	cloche	
8	1	Roue libre	
9	1	Pignon conique	$Z_9 = 30$
10	1	Chapeau arbre entraînement pompe 2	
11	1	Arbre de transmission relais / pompe 2	Roue conique : $Z_{11} = 48$ Pignon cylindrique : $Z_{11'} = 28$
12	1	Roue dentée intermédiaire	$Z_{12} = 44$
13	1	Arbre de transmission relais / pompe 1	$Z_{13} = 49$
14	1	pignon	$Z_{14} = 24$
15	1	Pignon arbré	$Z_{15} = 40$
16	1	Arbre transmission relais / génératrice	$Z_{16} = 33$
17	1	Couvercle corps principal	
18	1	Bouchon-potence (intermédiaire liaison génératrice)	
19	1	Couvercle Boîtier de liaison génératrice	
20	1	Couvercle arbre entraînement pompe 1	
21	1	roulement principal 1 - arbre 2	
22	1	roulement principal 2 - arbre 2	
23	1	roulement secondaire 1 - arbre 2	
24	1	roulement secondaire 2 - arbre 2	
25	1	roulement principal arbre de transmission relais / démarreur	
26	1	roulement secondaire arbre de transmission relais / démarreur	
27	1	roulement bas arbre de transmission relais / pompe 2	
28	1	Roulement haut arbre de transmission relais / pompe 2	
29	1	roulement bas arbre de transmission relais / pompe 1	
30	1	Roulement haut arbre de transmission relais / pompe 1	
31	1	Roulement bas arbre transmission relais / génératrice	
32	1	roulement haut arbre transmission relais / génératrice	
33	1	arbre support roue dentée intermédiaire	
34	1	Roulement roue dentée intermédiaire	
35	1	Pion de centrage	
36	5	Joint d'étanchéité	
37	8	Ecrou de serrage	
38	2	Jeu de cale pelable.	
39	1	Rondelle frein.	



RELAYS D'ACCESSOIRES
(AVION DE TRANSPORT)
(VERSION FINALE)
Echelle: 1:1



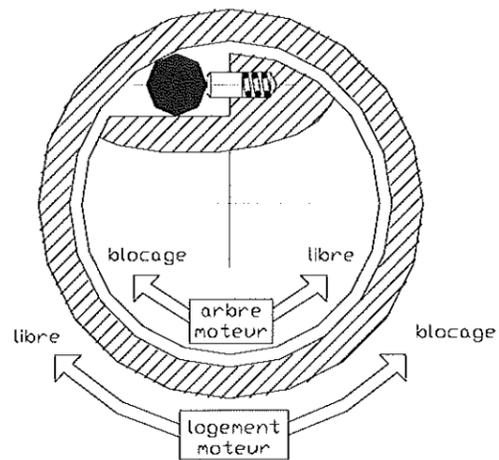




Baccalauréat professionnel Aéronautique.
Option : mécanicien systèmes-cellule

Dossier technique.
E1 - épreuve scientifique et technique
(U11) - étude d'un système d'aéronef.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA ROUE LIBRE.

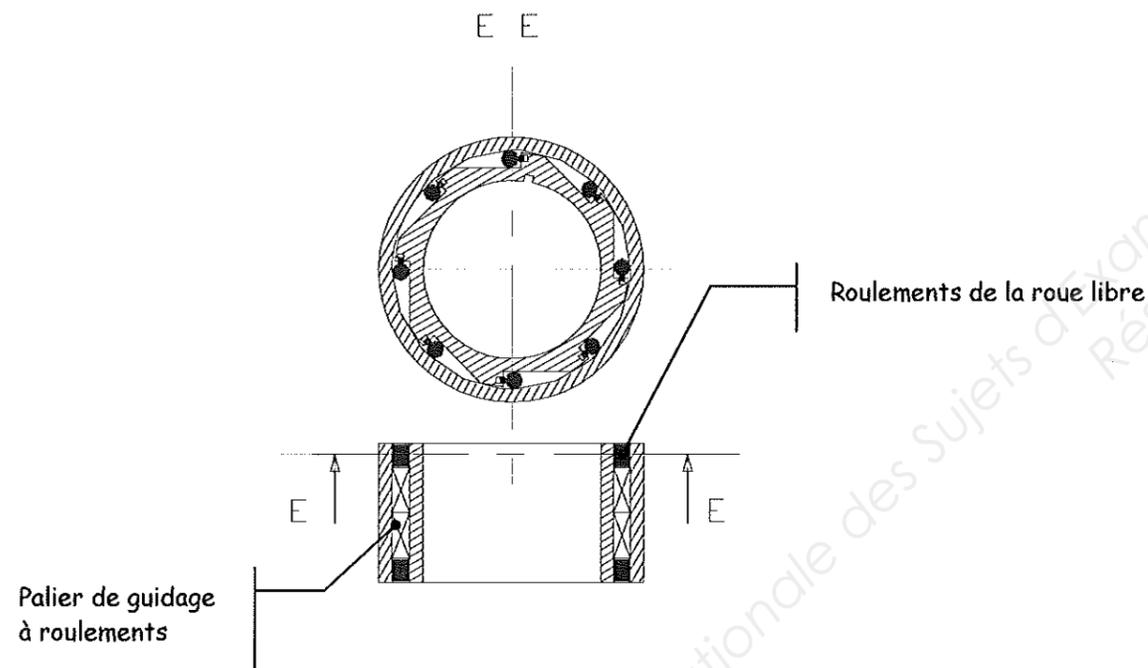


La roue libre est un élément mécanique qui permet la transmission dans un seul sens de rotation et le débrayage dans l'autre. L'entraînement est obtenu par coincement ou arc-boutement d'un rouleau ou d'une bille entre deux arbres, «effet de cône», le ressort assurant le contact entre les trois éléments.

La roue libre qui équipe le relais d'accessoires est une roue libre de type combinée. Ces roues libres présentent les avantages suivants :

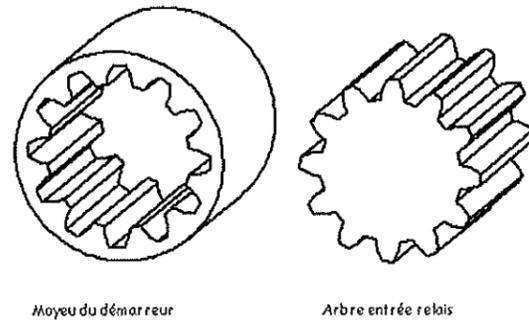
- d'être d'un encombrement relativement réduit,
- d'être facile à fixer par simple ajustement serré ne nécessitant aucune immobilisation axiale supplémentaire.

Schéma de la roue libre combiné du relais d'accessoires.

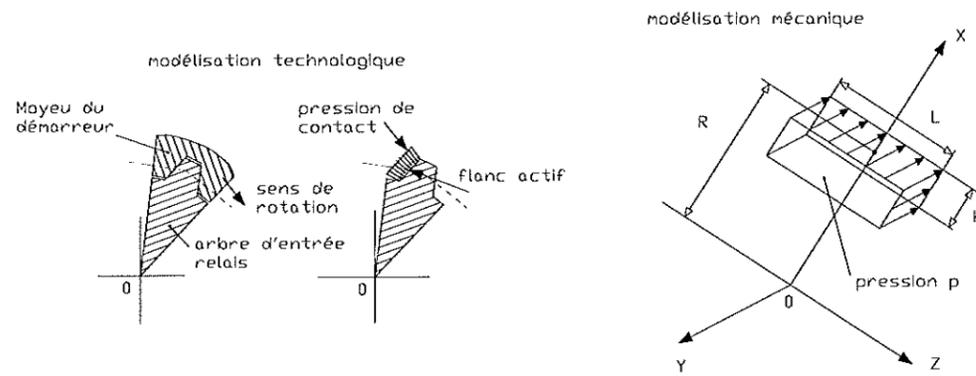


TRANSMISSION DE PUISSANCE - CANNELURES

Pour fournir de la puissance au relais d'accessoire, l'arbre du démarreur comporte un moyeu cannelé (voir figure suivante) qui s'emmanche sur l'arbre cannelé du relais en liaison avec la cloche.



La transmission de puissance entre le moyeu du démarreur et l'arbre d'entrée du relais crée une pression de contact sur les flancs actifs des cannelures (voir figure suivante).



Le couple C_D nécessaire au démarrage est transmis par $n = 19$ surfaces (19 *cannelures*) de longueur $L = 25$ mm, de hauteur $h = 1.5$ mm de largeur $b = 2.6$ mm et disposées à une distance $R = 16$ mm du centre O.

Le couple nécessaire au démarrage est tel que : $C_D = 63$ N.m

La contrainte maximum subit par une cannelure à sa base est donnée par la formule suivante :

$$\sigma_{\max i} = 0.12 \times \frac{F}{L} \times \left(\frac{h}{b}\right)^2$$

Où

F est exprimé en Da Newton,

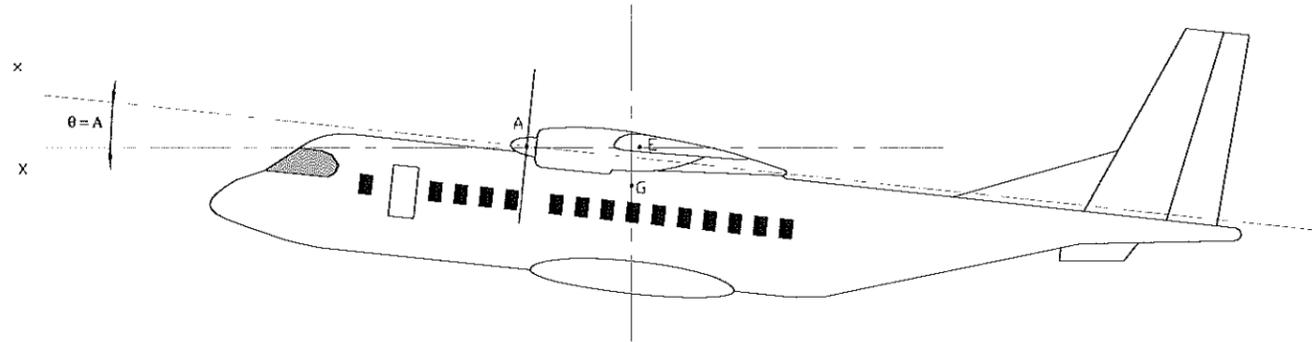
h, L et b en mm.

Les dimensions de la cannelure seront acceptables si :

$$\sigma_{\max} < \sigma_{\text{critique}} \quad \text{avec: } \sigma_{\text{critique}} = 11 \text{ daN} / \text{mm}^2$$

ETUDE DU VOL DE MONTEE.

Schéma.



Hypothèses.

- L'angle de calage voilure / avion est nul : incidence avion = incidence profil.
- Mouvement rectiligne (trajectoire est une droite) et uniforme (l'accélération est nulle et la vitesse est constante).
- L'angle d'incidence α est négligeable devant la pente θ d'où : $A = \theta$.
- Vol symétrique.
- Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m / s}^2$
- Masse = 25 tonnes

Dans cette configuration l'avion est soumis à trois forces.

- Le poids P : point d'application le centre de gravité G.
- La résultante aérodynamique Ra : point d'application le point E.
- La force de traction des hélices Tr : point d'application le point A.

Remarque : on négligera la portance aérodynamique générée par le Plan Horizontal Arrière (PHA).

GENERATION HYDRAULIQUE.

Schéma de la génération hydraulique de l'avion de transport.

La génération hydraulique de l'avion est composée de deux circuits :

- Le circuit de la génération principale - pression d'alimentation délivrée par la pompe GTP 1 : HP1
- Le circuit de la génération secondaire - pression d'alimentation délivrée par la pompe GTP 2 : HP2

Remarque de conception : la redondance.

Certaines servitudes sont pilotées par la génération principale - exemple : aileron G

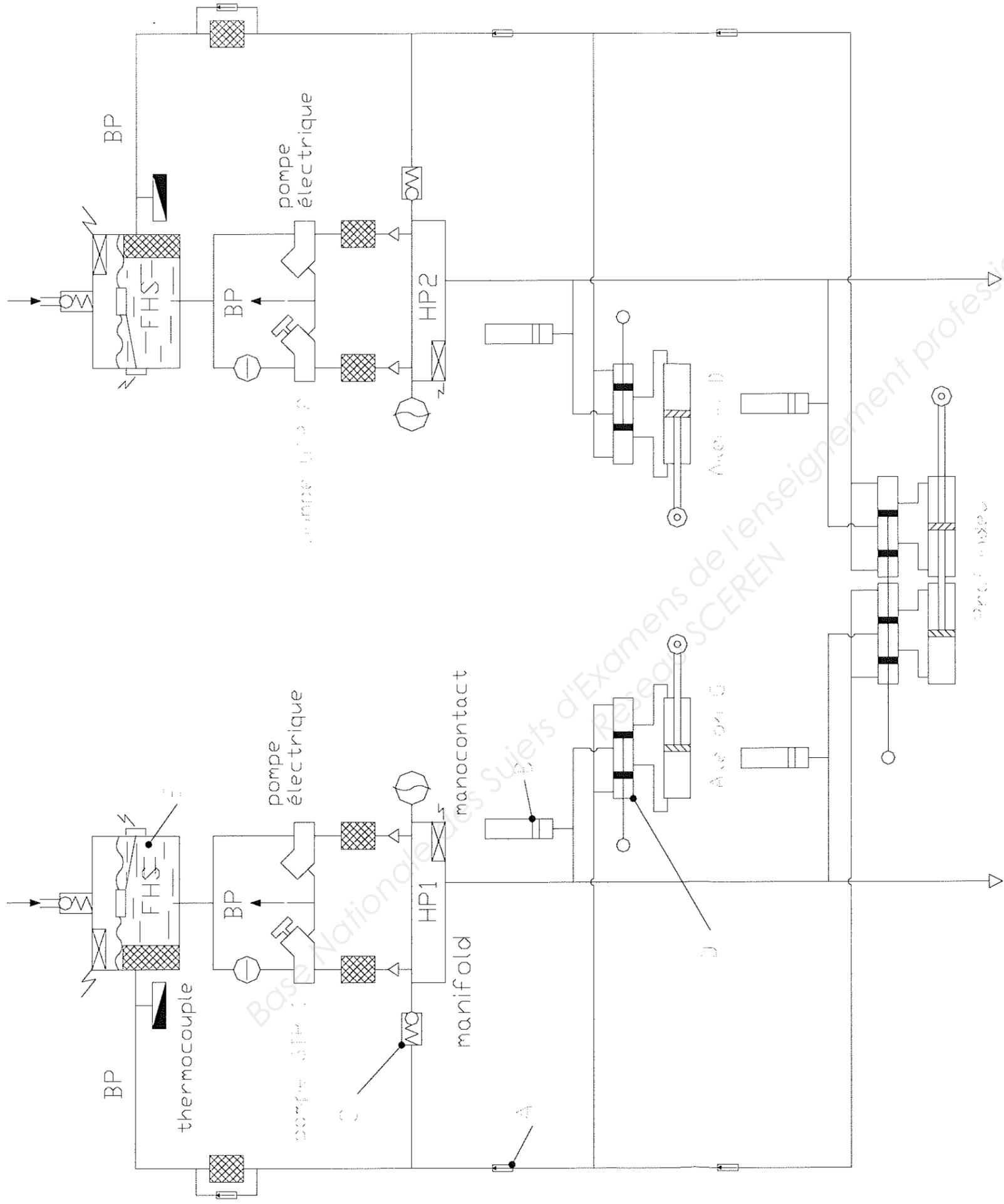
D'autres servitudes sont pilotées par la génération secondaire - exemple : aileron D

Enfin certaines servitudes jugées plus nobles bénéficient d'un traitement particulier et sont attaquées par les deux circuits.

Lorsqu'une servitude est attaquée simultanément par les deux circuits, le système est dit « multiplex ». Dans ce cas, deux servocommandes sont attaquées simultanément en push-pull, l'ensemble portant le nom de servocommande double corps.

Génération principale

Génération secondaire



GENERATION HYDRAULIQUE

ANNEXE I

Désignation normalisée des aciers faiblement alliés :

(Coefficient multiplicateur des éléments d'addition)

$\times 4$	$\times 10$	$\times 100$	$\times 1000$
Chrome - Cr Cobalt - Co Nickel - Ni Manganèse - Mn Silicium - Si Tungstène - W	Aluminium - Al Bérylium - Be Cuivre - Cu Molybdène - Mo Niobium - Nb Plomb - Pb Tantale - Ta Titane - Ti Vanadium - V Zirconium - Zr	Cérium - Ce Azote - N Phosphore - P Soufre - S	Bore - B

ANNEXE II

Formulaire.

$$\tan \theta = \frac{T_r}{P} - \frac{1}{f}$$

ANNEXE III
EXTRAIT - NORME ATA 100.

65 00	<i>Rotors</i>	77 00	<i>Contrôles moteurs</i>
10	<i>Rotor principal</i>	10	<i>Puissance</i>
20	<i>Ensemble rotor anti-couple</i>	20	<i>Température</i>
30	<i>Entraînements accessoires</i>	30	<i>Analyseurs</i>
40	<i>Commandes</i>		
50	<i>Freinage</i>		
60	<i>signalisation</i>		
71 00	<i>Groupe propulseur</i>	78 00	<i>Echappement</i>
10	<i>Capotage</i>	10	<i>Collecteur / tuyère</i>
20	<i>Bâtis moteurs</i>	20	<i>Silencieux</i>
30	<i>Elément pare-feu</i>	30	<i>Inverseur de poussée</i>
40	<i>Ferrure d'attache</i>	40	<i>Air supplémentaire</i>
50	<i>Harnais électrique</i>		
60	<i>Entrées d'air</i>		
70	<i>drains</i>		
72 00	<i>turbomoteur / turbopropulseur</i>	79 00	<i>Lubrification</i>
10	<i>Section réducteur et arbres turboprop.</i>	10	<i>Emmagasinage</i>
20	<i>Section entrée d'air</i>	20	<i>Distribution</i>
30	<i>Section compresseur</i>	30	<i>Signalisation</i>
40	<i>Section combustion</i>		
50	<i>Section turbine</i>		
60	<i>Entraînements accessoires</i>		
70	<i>Section déviation</i>		
72 00	<i>Moteur à pistons</i>	80 00	<i>Démarrage</i>
10	<i>Section avant section motrice</i>	10	<i>ventilation</i>
20	<i>Section cylindres</i>		
30	<i>Section compresseur</i>		
40	<i>lubrification</i>		
73 00	<i>Circuit carburant et de commande</i>	81 00	<i>Turbines</i>
10	<i>Alimentation</i>	10	<i>Turbine de récupération</i>
20	<i>Régulation</i>	20	<i>Turbocompresseur</i>
30	<i>Signalisation</i>		
74 00	<i>Allumage</i>	82 00	<i>Injection d'eau</i>
10	<i>Génération électrique</i>	10	<i>Emmagasinage</i>
20	<i>Distribution</i>	20	<i>Alimentation</i>
30	<i>Commutation</i>	30	<i>Vidange et purge</i>
		40	<i>signalisation</i>
75 00	<i>Air</i>	83 00	<i>Relais d'accessoires</i>
10	<i>Dégivrage moteur</i>	10	<i>Section arbre d'entraînement</i>
20	<i>Refroidissements accessoires</i>	20	<i>Section boîte d'engrenage</i>
30	<i>Régulation du compresseur</i>		
40	<i>Signalisation</i>		