

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
وَصَلِّیْ اللّٰهُ عَلٰی سَیِّدِنَا مُحَمَّدٍ



République Algérienne démocratique et populaire
Ministère d'enseignement supérieure et la recherche scientifique
Université de Blida -1-
Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales



Mémoire De Fin d'Etude
En vue de l'obtention du Diplôme de Master en aéronautique
Option : CNS/ATM

**CONCEPTION D'UN BANC D'ESSAI
DE L'INDICATEUR DOUBLE
PRESSION ET TEMPERATURE D'HUILE DE
LUBRIFICATION DE L'ATR 72-500**

Réalisé par :
- REGGANI Abderrahmane

Encadré par :
Mme AZINE Houria

Plan

- 1 INTRODUCTION
- 2 GENERALITE SUR L'AVION ATR
- 3 LE SYSTEME DE LUBRIFICATION D'ATR
- 4 ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT
- 5 REALISATION ET TEST
- 6 CONCLUSION

INTRODUCTION

INTRODUCTION

l'indicateur PN 5677-420-80-10 est un organe plus important dans l'avion de sorte qu'il évalué la température et la pression d'huile de lubrification de l'avion ATR 72-500.

Pour testé le bon fonctionnement de cette organe ,il faut réalisé un banc d'essai.

The image features a hand on the left side, pointing towards a central glowing rectangular box with rounded corners. The box contains the text 'GENERALITE SUR L'AVION ATR' in white, bold, uppercase letters. The background is a dark blue grid with various white and light blue geometric shapes and a white ECG line at the bottom.

GENERALITE SUR L'AVION ATR

1. Bref historique:

- ❑ L'entreprise Avions de Transport Régional, abrégée en ATR, est un groupement d'intérêt économique (GIE) italo-européen formé par filiale d'Airbus groupe et Finmeccanica, fondé en 1982 spécialisé dans la construction aéronautique d'avions turbopropulseurs pouvant transporter de 48 à 74 personnes.
- ❑ En novembre 1981, l'Aérospatiale et Aeritalia fusionnent leurs projets respectifs d'avion régional, et le 4 novembre 1981, à Paris, donné l'accord pour le lancement de l'ATR 42.
- ❑ Le premier prototype vole pour la première fois le 16 août 1984 et l'avion a été certifié en septembre 1985 par l'Italie et la France. Le 9 décembre 1985, il est mis en service commercial par la compagnie Air Littoral.

GENERALITE SUR L'AVION ATR

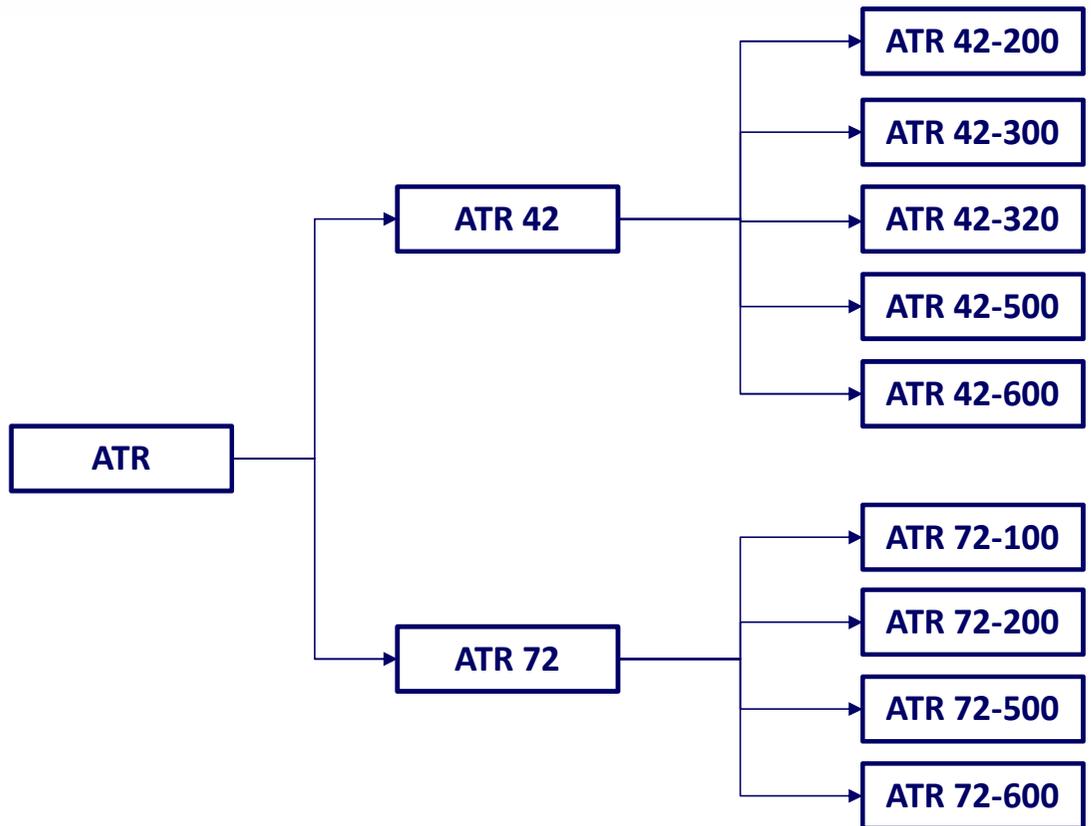
Carte d'identité d'ATR

Création	1981
Fondateurs	Aérospatiale et Aeritalia
Forme juridique	GIE
Siège social	Toulouse (France)
Direction	Patrick de Castelbajac
Activité	Aéronautique
Produits	ATR 42, ATR 72
Société mère	Airbus ATR (50 %) Finmeccanica (50 %)
Effectif	1 300
Site web	http://www.atr-aircraft.com
Chiffre d'affaires	1 630 millions \$ (2013)



GENERALITE SUR L'AVION ATR

2. Versions et types:



GENERALITE SUR L'AVION ATR

3. Specifications et dimension:

Le tableau ci-dessous donne une comparaison entre les principaux modèles d'ATR-42 et ATR-72:

	ATR 42-300	ATR 42-500	ATR 72-200	ATR 72-500	ATR 72-600
Envergure	24,57 m		27,05 m		
Longueur	22,67 m		27,22 m		
Hauteur	7,58 m		7,65 m		
Surface alaire	54,5 m ²		61 m ²		
Masse à vide	10 600 kg	11 250 kg	12 500 kg	12 950 kg	13 500 kg
Masse maximale au décollage	16 700 kg	18 600 kg	21 500 kg	22 000 kg	23 000 kg
Masse maximum à l'atterrissage	16 400 kg	18 300 kg	21 850 kg	21 850 kg	22 350 kg
Passagers	48	48	74	74	78
Masse de carburant	4 500 kg	4 500 kg	5 000 kg	5 000 kg	5 000 kg
Masse marchande maximale	4 600 kg	5 450 kg	7 000 kg	7 500 kg	7 500 kg
Moteurs	2 x PWC 120E 1 340 kW	2 x PWC 127E 1 610 kW	2 x PWC 124B 1 610 kW	2 x PWC 127F 2 052 kW	2 x PWC 127M 2 052 kW
Vitesse maximale	500 km/h	556 km/h	526 km/h	565 km/h	565 km/h
Plafond pratique	7 620 m				
Autonomie	1 580 km	1 580 km	1 600 km	1 600 km	1 600 km

The background is a blue grid with a hand pointing towards the center. A glowing white-bordered box contains the title text. The bottom of the image features a white ECG line.

LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR

LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR

1. Définition:

Le système de lubrification est un système intégré qui alimente en huile le moteur et ses accessoires (roulements, pignons...etc.) ainsi que toutes parties mobiles nécessitant une lubrification.

2. Rôle du système d'huile:

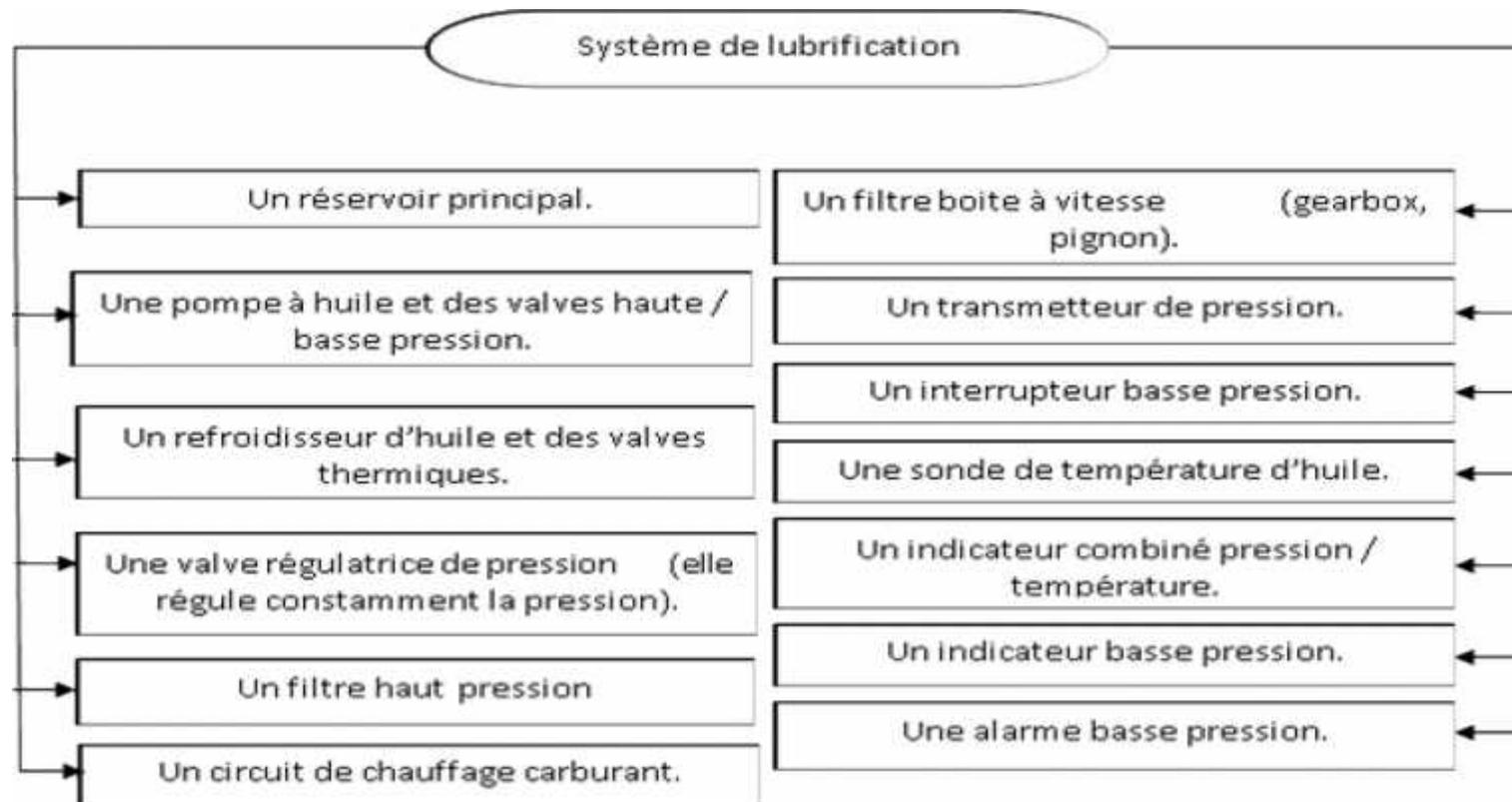
Le circuit de lubrification du moteur assure :

- La lubrification de tous les roulements, pignons du moteur et des boîtes de transmissions.
- Le refroidissement des paliers et des boîtes de transmission
- Le drainage des impuretés vers les filtres.
- Réchauffage du carburant.
- L'alimentation du système de commande d'hélice.

LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR

3. Constituants du système de lubrification:

Pour accomplir son rôle, ce système se compose des principaux éléments suivants:



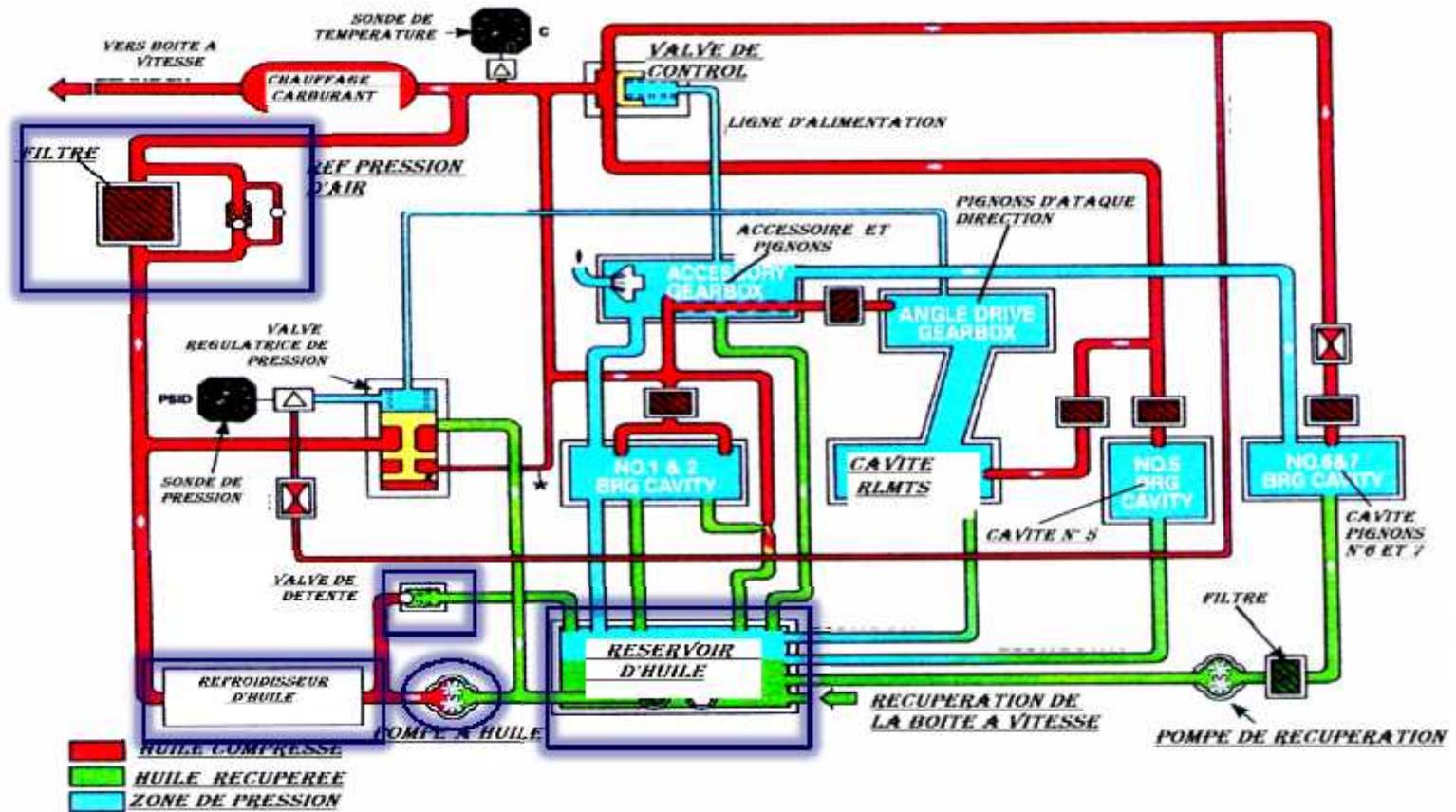
4. Description et fonctionnement du circuit de lubrification :

Notre système a trois (03) fonctions principales:

① **Stockage:**

Le système de stockage d'huile garde suffisamment l'huile pour une alimentation continue au circuit de distribution d'huile.

LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR



LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR

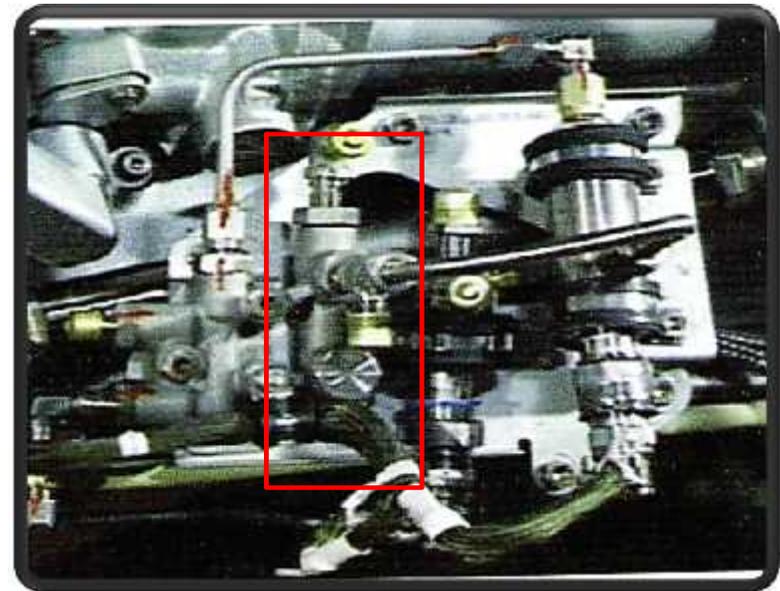
3 Indication et alarme:

Les indications et les alarmes du système d'huile permettent au système d'être surveillé par l'équipage comme :

- Les indications de pression.
- Les indications de température.
- Les alarmes de basse pression.

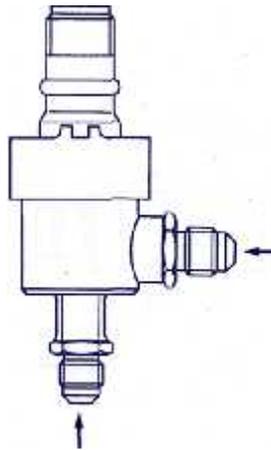
LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'ATR

Sonde de Pression
C'est un capteur mesuré la
pression d'huile en procédé
piézo électrique,

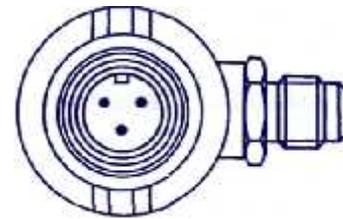


Sonde de Température

Connecteur



Entrée huile compressée



Vue du dessus

The image features a blue background with a grid pattern. A hand is visible in the lower-left corner, pointing towards a glowing, rounded rectangular box in the center. The box contains the text 'ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT'. At the bottom of the image, there is a white line representing a heart rate monitor (ECG) signal. Various semi-transparent rectangular shapes are scattered across the background, some appearing to float or move.

ETUDE ET DESCRIPTION
DE L'INDICATEUR ET
LEUR
FONCTIONNEMENT

1. L'indicateur:

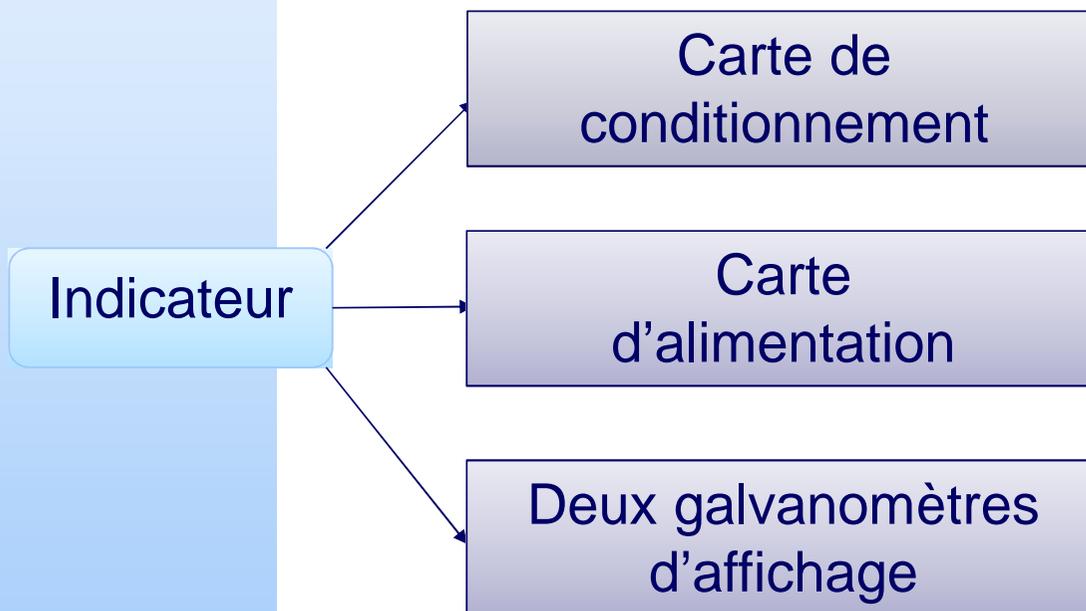
Notre indicateur est destiné à être utilisé à bord des aéronefs pour l'affichage de la température et de la pression de la turbine huile lubrifiante.



2. Les caractéristiques technique de l'indicateur:

Alimentation requise	14 à 32 V DC.
Consommation	180 mA sous une tension de 28 V DC, sans compter l'éclairage.
Indication température	$\pm 4^{\circ}\text{C}$ pour une lecture entre 90°C et 120°C . $\pm 6^{\circ}\text{C}$ pour le reste de l'échelle.
Indication pression	± 1.5 PSI pour une pression entre 40 PSI et 65 PSI. ± 3.5 PSI pour le reste de l'échelle
Précision par rapport à la température	De -10°C à 15°C : tolérance $\times 2$. Entre 15°C et 55°C : tolérance $\times 2$. De $+55^{\circ}\text{C}$ jusqu'à 70°C : tolérance $\times 2$.
Indication alarme	Couleur rouge s'allume pour une plage comprise entre 0 et 40 PSI sauf s'il est expressément inhibé.
L'éclairage	C'est un blanc bleuté, tension d'alimentation électrique de 5 VAC- 400 HZ.
Le poids typique	640 g $\pm 2\%$.

3. Description de l'indicateur:

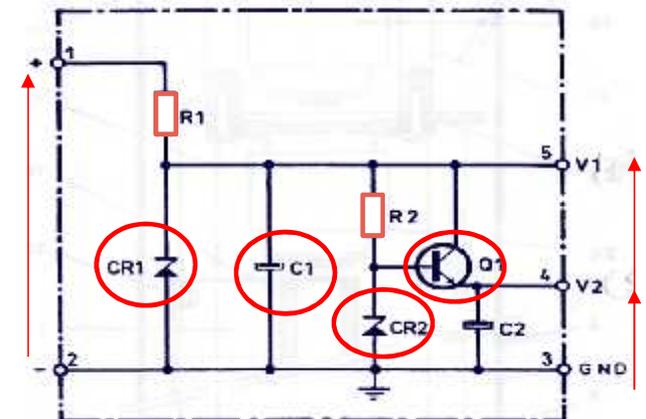


➤ Carte d'alimentation:

1 Bloc d'alimentation:

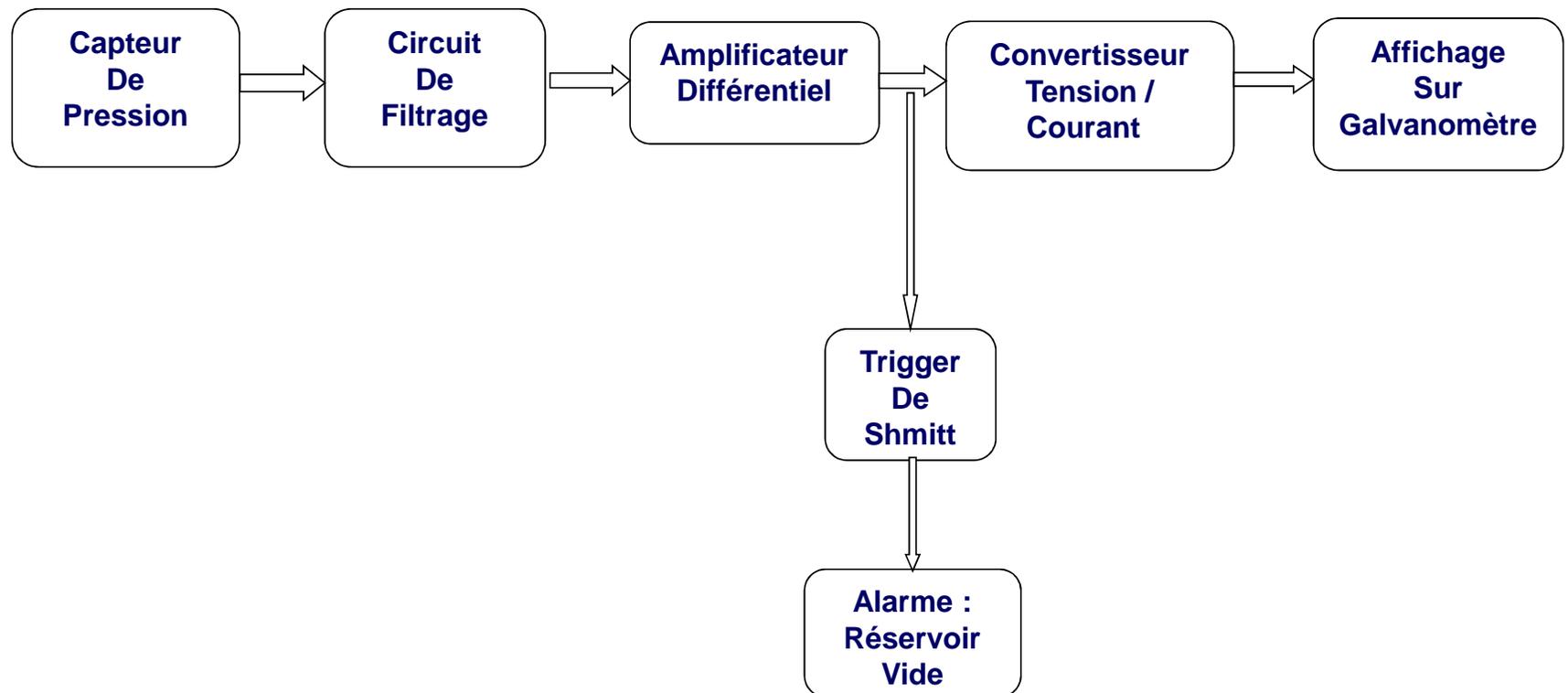


L'alimentation externe de 28VDC est appliquée à l'entrée du bloc alimentation et protection de l'indicateur, et génère deux tensions d'exploitation V1 et V2



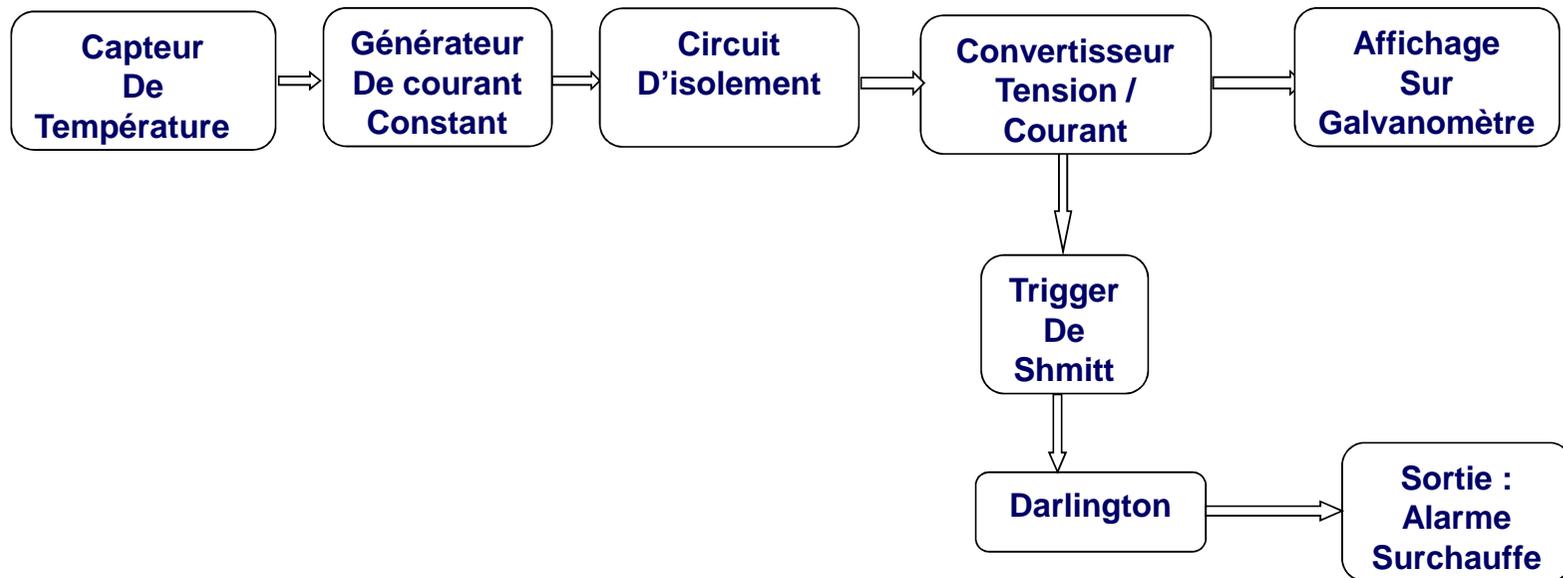
ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT

2 Bloc de Pression:



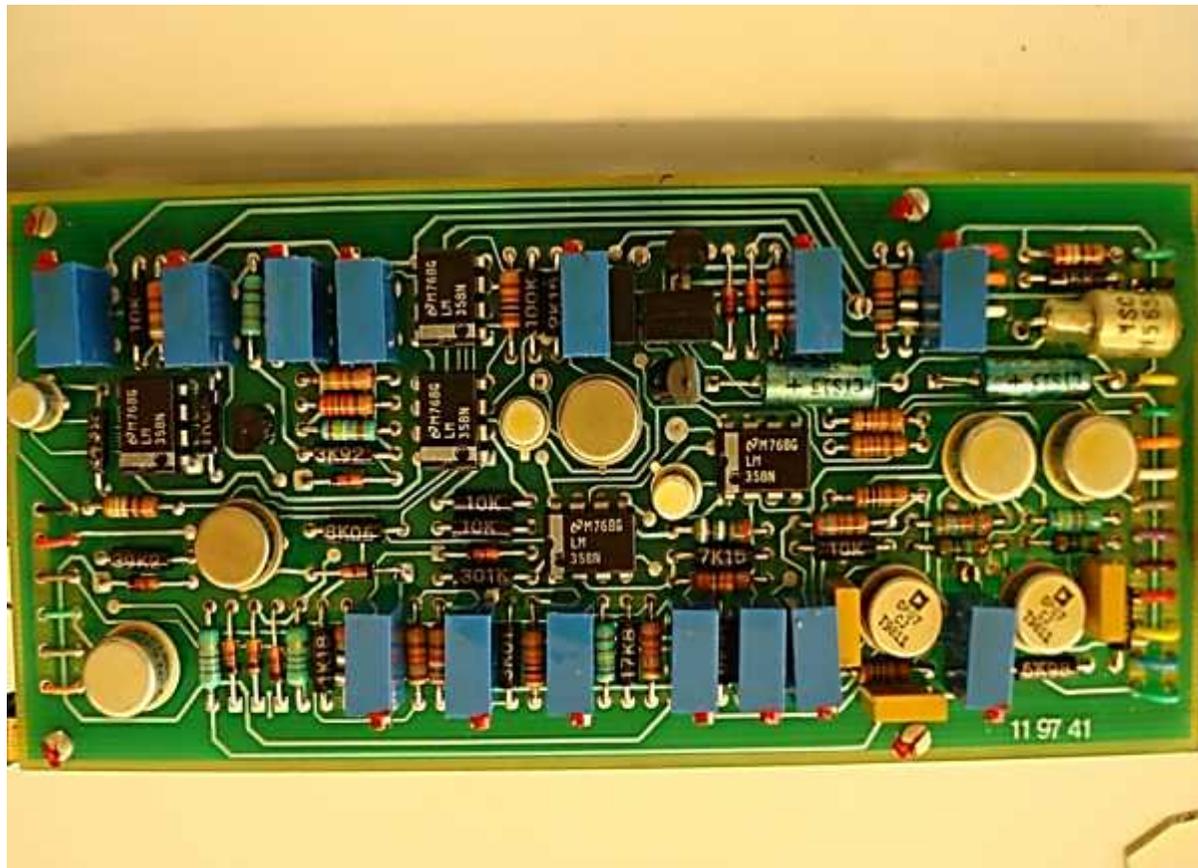
ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT

3 Bloc de température:



ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT

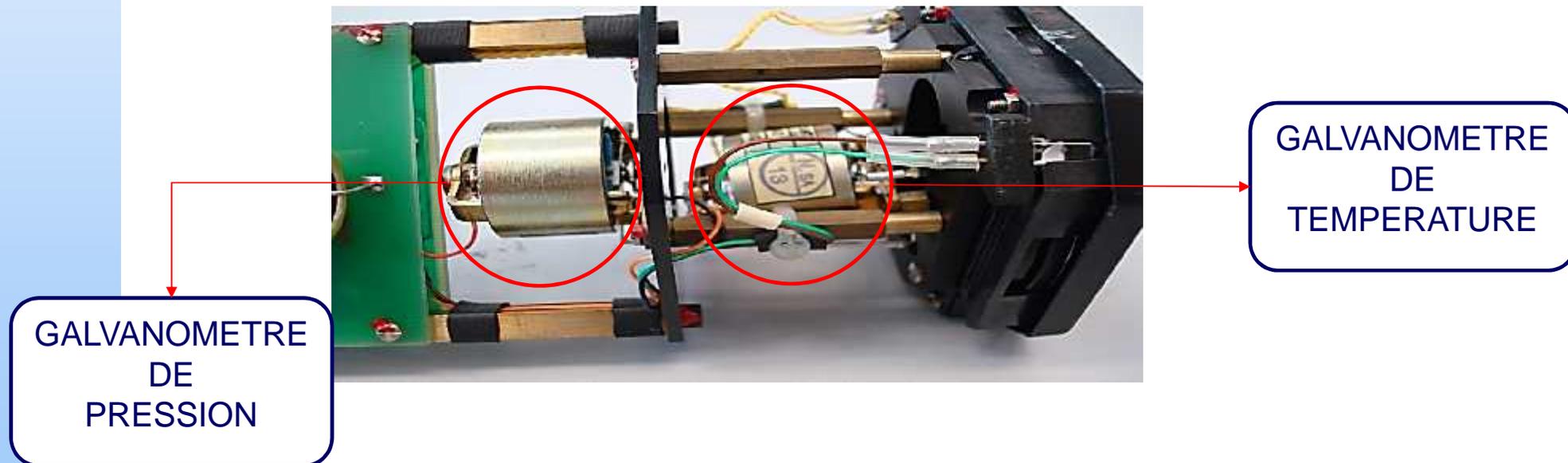
➤ Carte de conditionnement:



ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET LEUR FONCTIONNEMENT

➤ Zone d'affichage:

Deux galvanomètres sont utilisés pour afficher les données température et pression traitées par la carte de traitement.

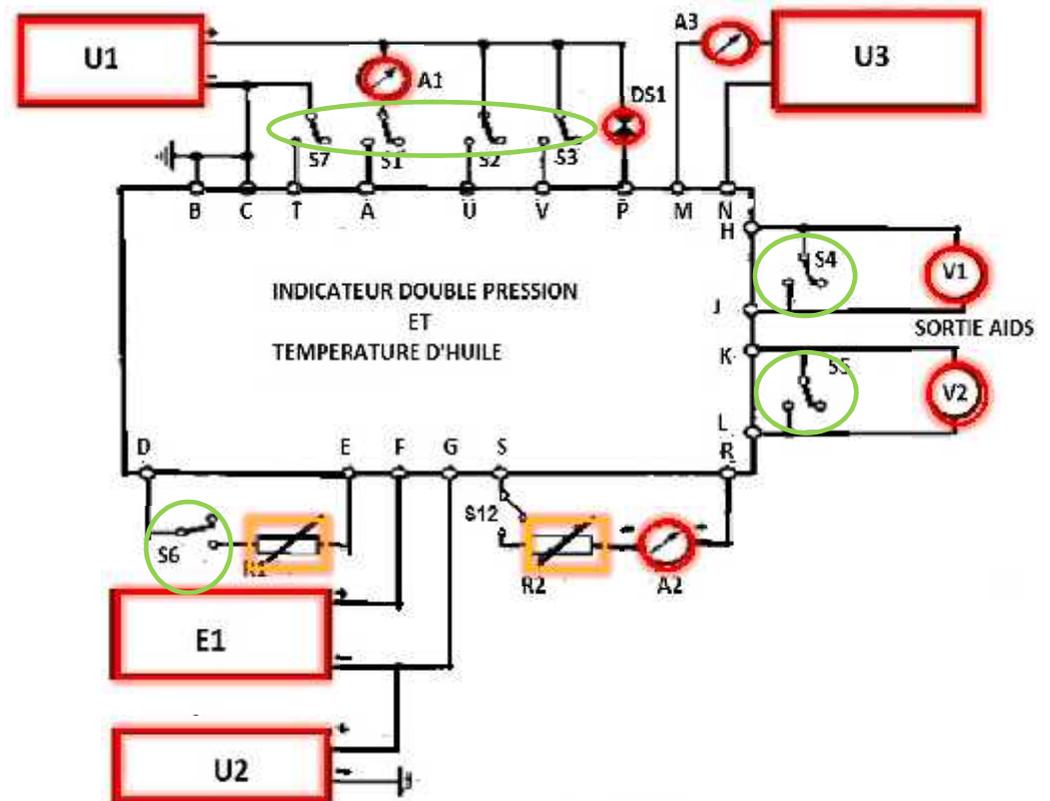


The image features a hand on the left side, pointing towards a central glowing rectangular box with rounded corners. The box contains the text 'REALISATION ET TEST' in a white, sans-serif font. The background is a blue grid with various white and light blue geometric shapes and a white ECG line at the bottom.

REALISATION
ET
TEST

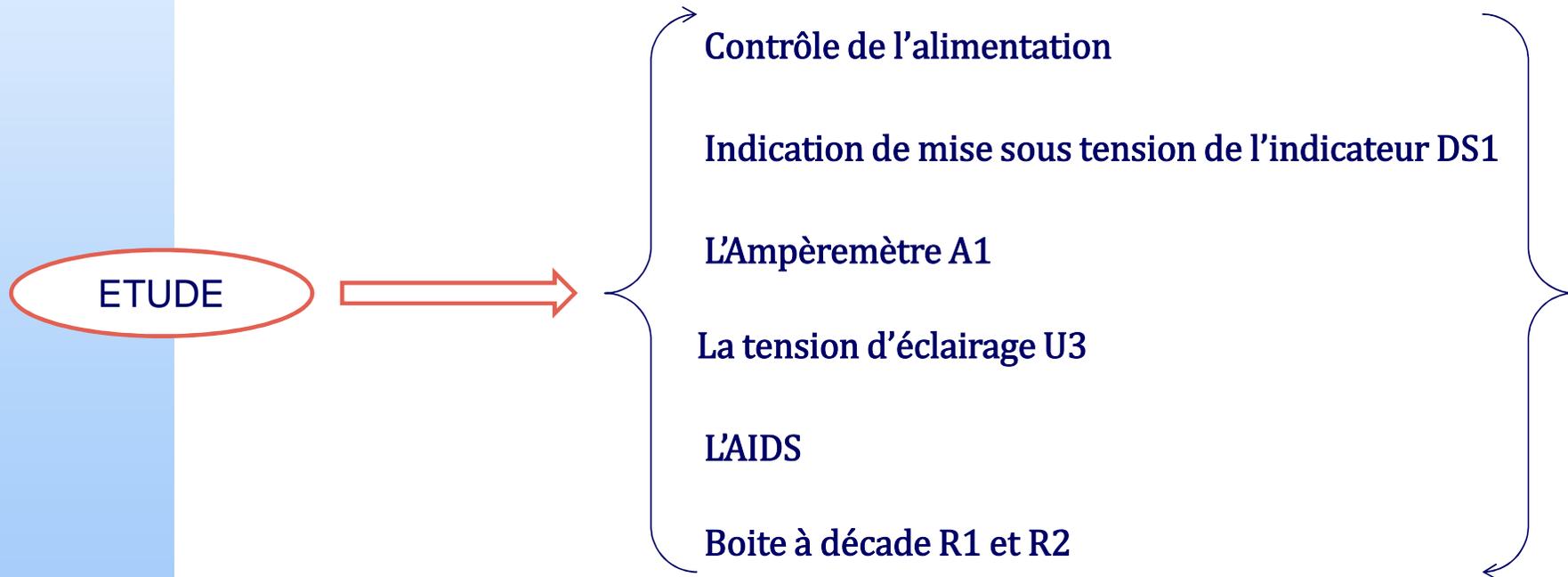
REALISATION ET TEST

Le banc d'essai est un simulateur de l'environnement de l'indicateur. Pour tester le fonctionnement de ce dernier, selon les paramètres établis par le constructeur contenu dans (la réglementation Aéronautique) nous oblige d'appliquer scrupuleusement les paramètres du manuel, il est constitué des équipements suivants :



2. Etude du Banc d'essai:

Pour facilité la réalisation il faut prendre en considération les principaux parties suivantes:



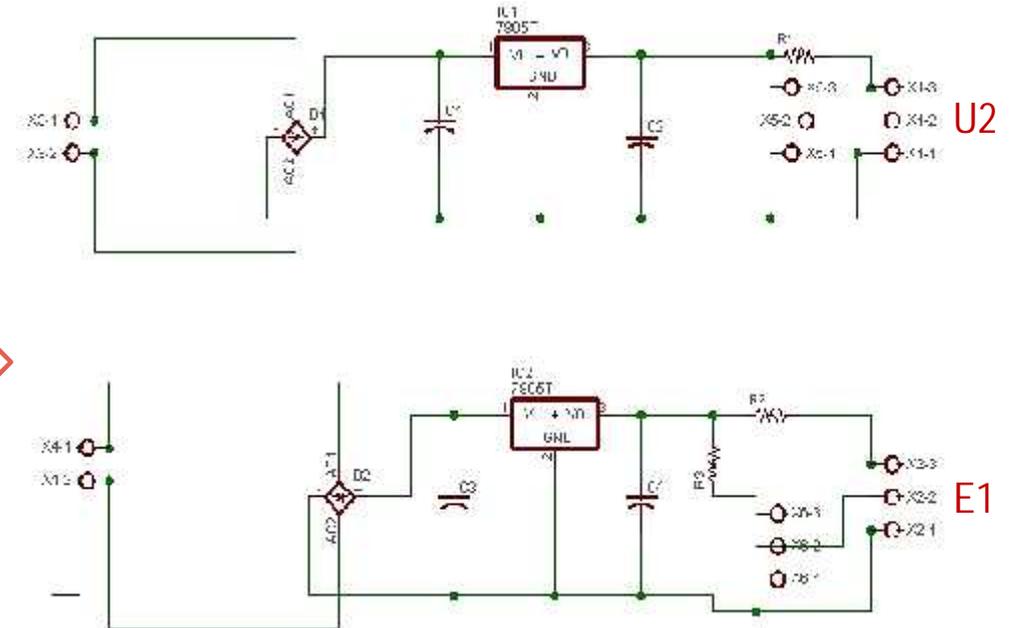
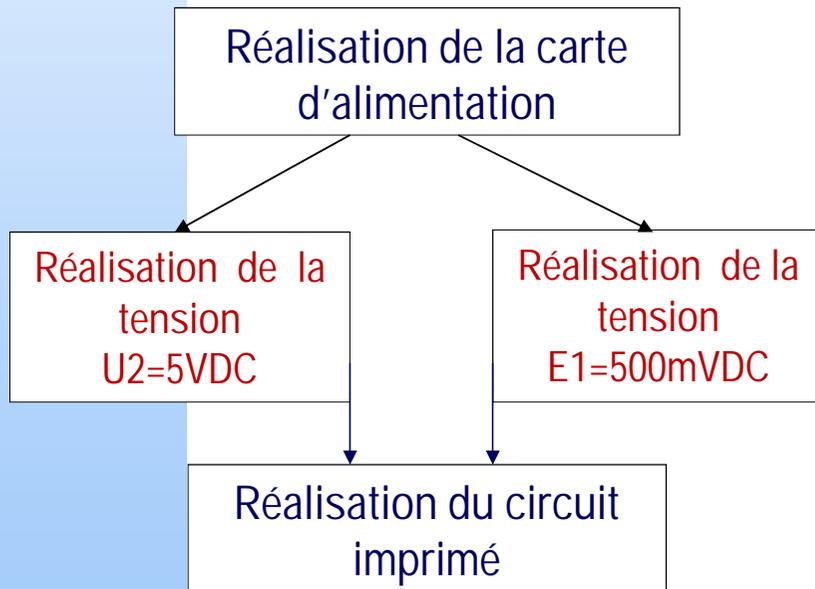
REALISATION ET TEST

3. Réalisation:

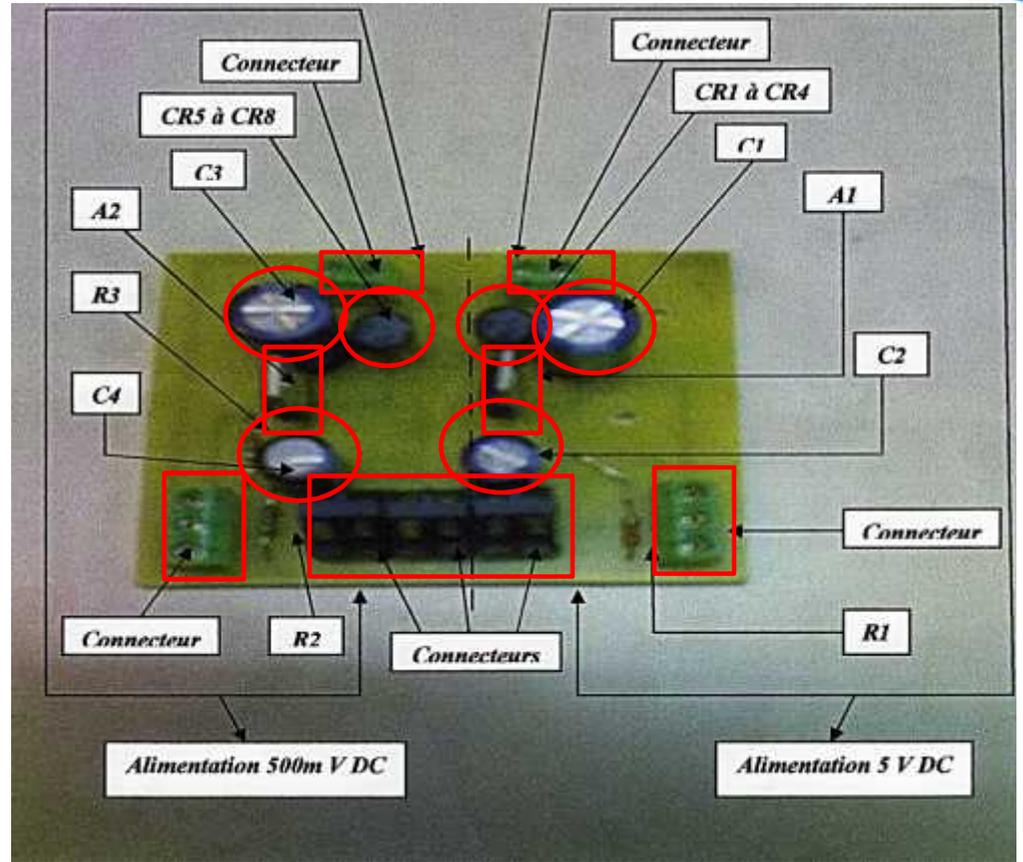
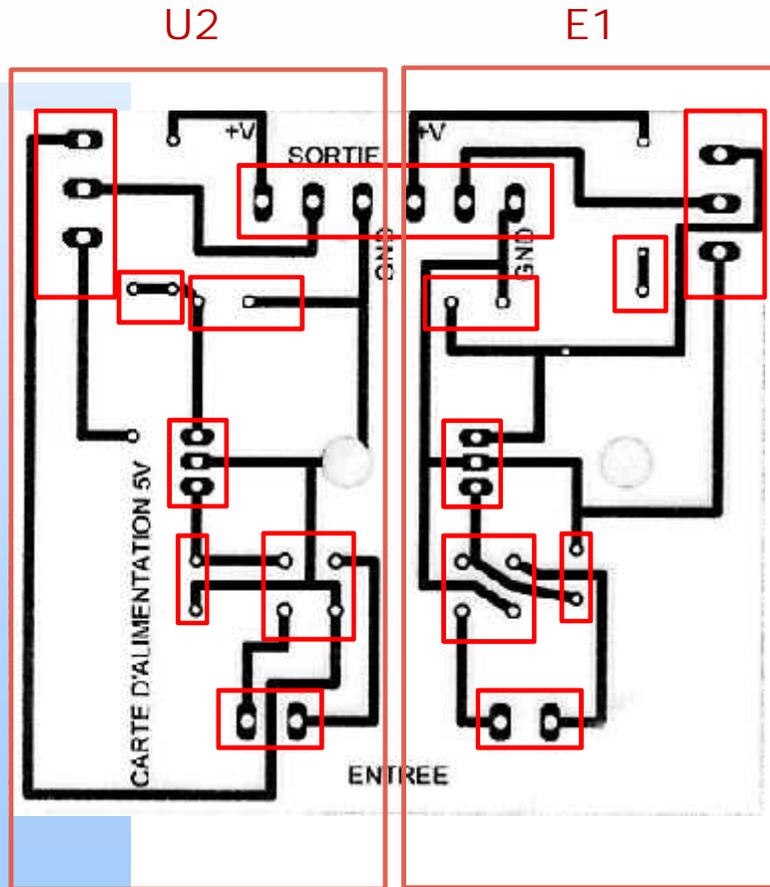
Le banc d'essai est réalisé par les étapes suivantes:



Réalisation de la carte d'alimentation:

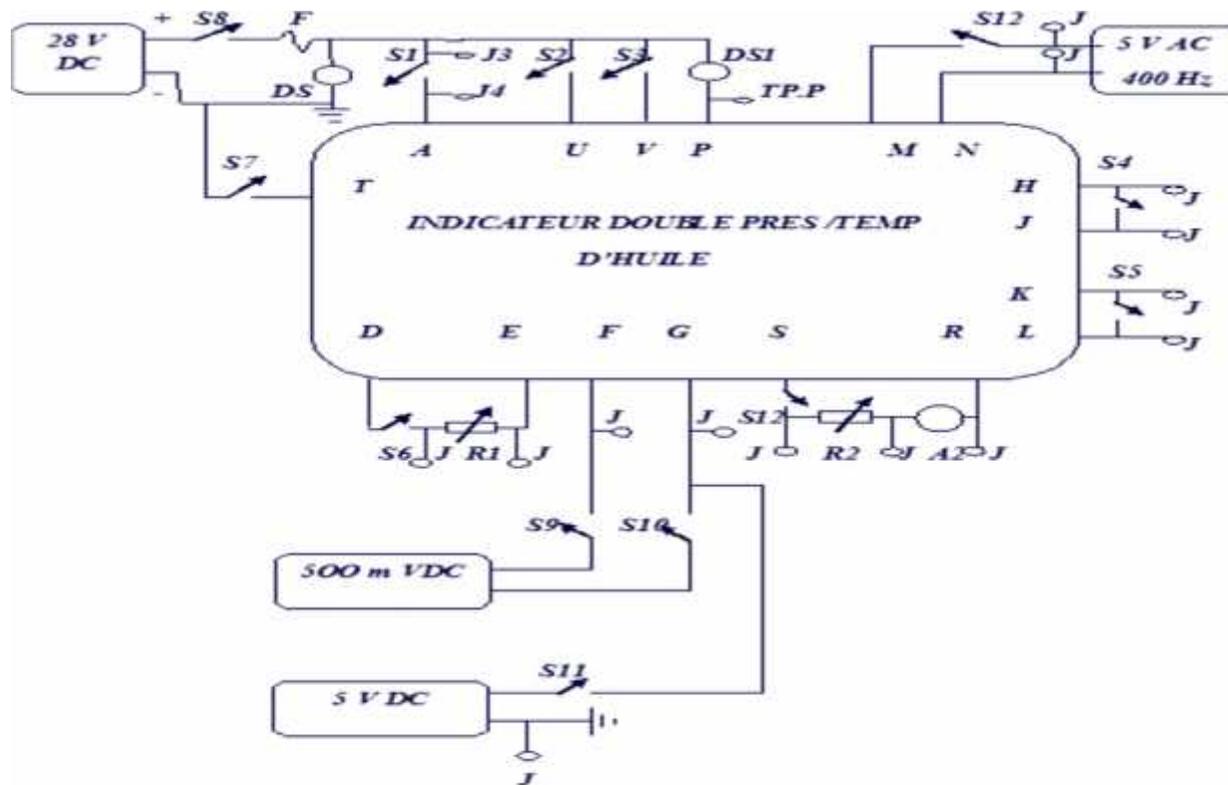


REALISATION ET TEST



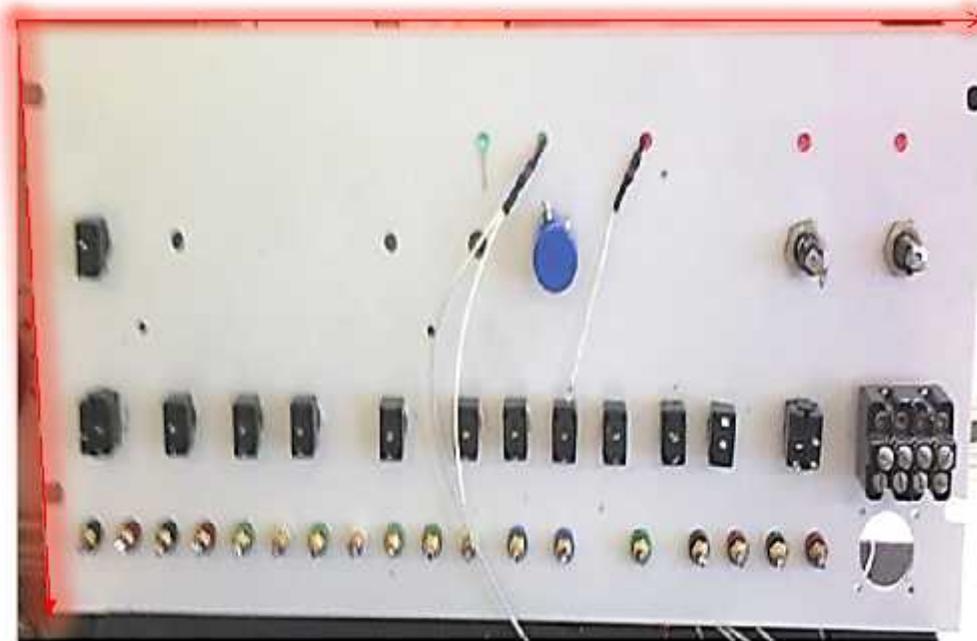
REALISATION ET TEST

2 Schéma du banc d'essai finalisé:

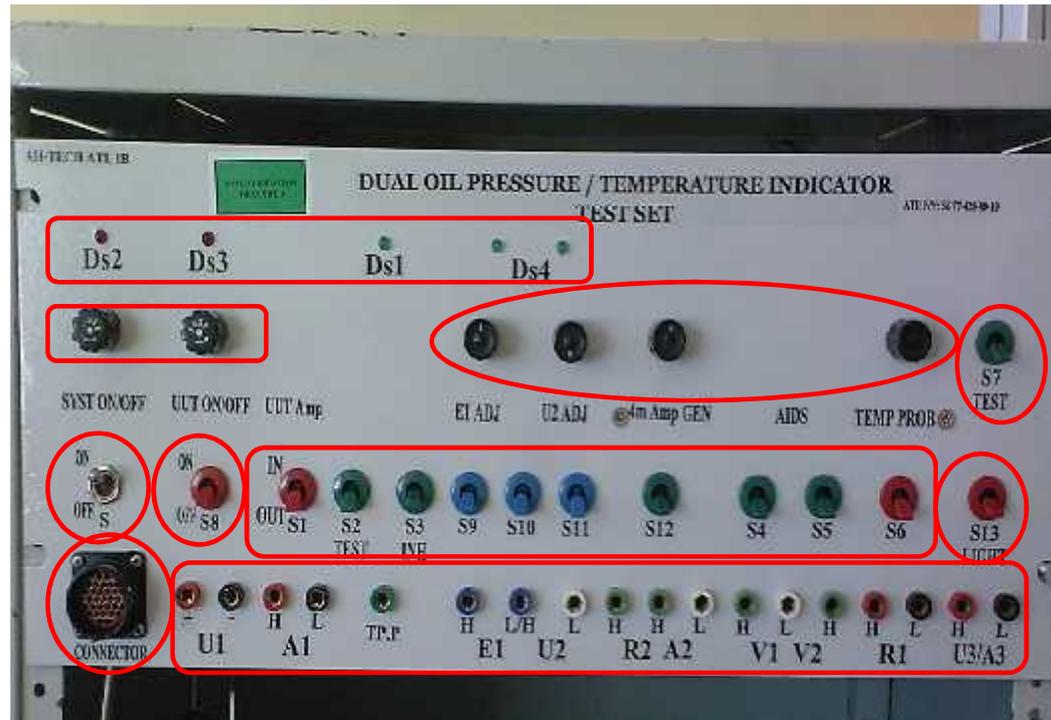


REALISATION ET TEST

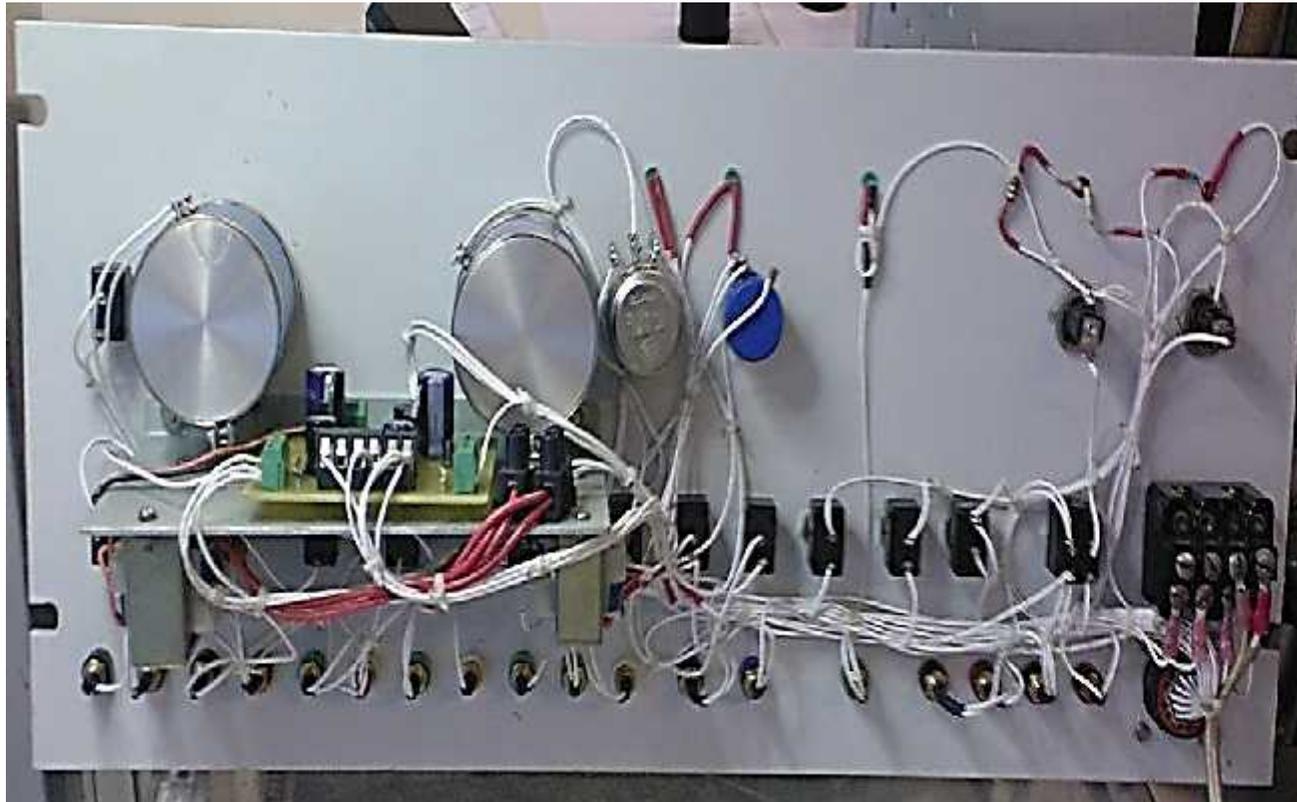
③ Montage des composants et Câblage:



REALISATION ET TEST



REALISATION ET TEST



REALISATION ET TEST

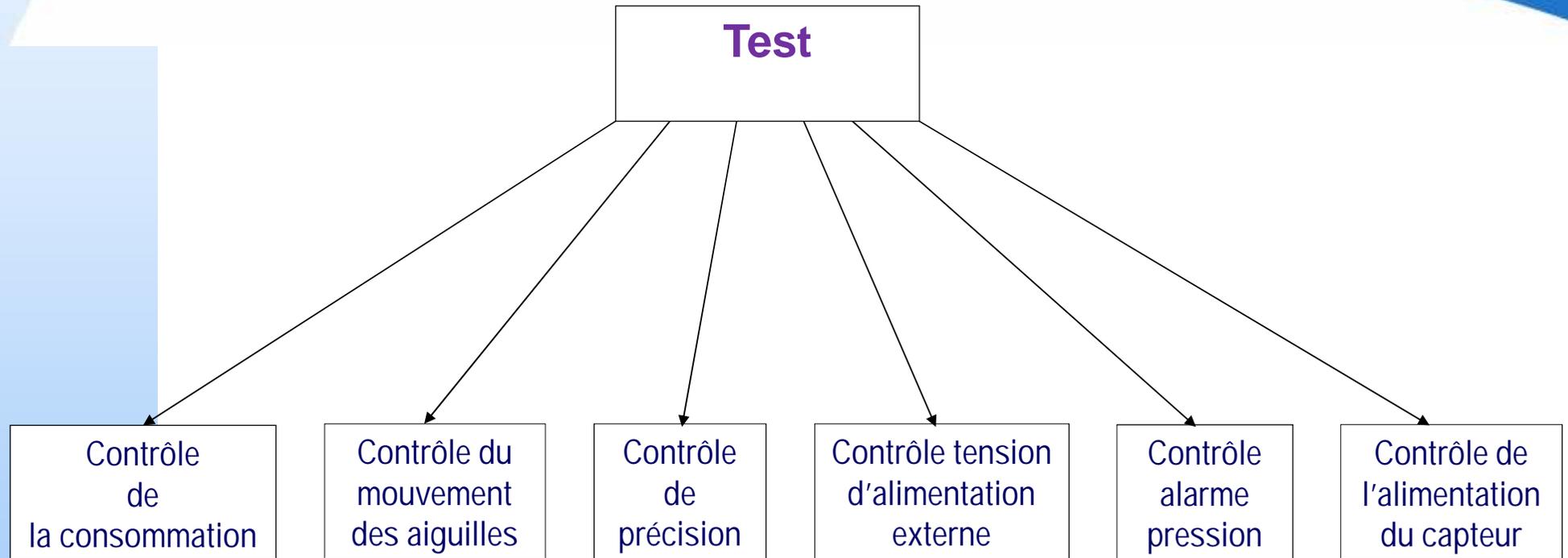
4. Test opérationnel: Indicateur PN : 5677-420-80-10

Réglages Initiales :

- Régler la résistance variable R1 à 48535Ω .
- Régler la résistance variable R2 à 2900Ω .
- Régler l'alimentation U1 pour 28 V DC.
- Régler l'alimentation U2 pour 3 V DC.
- Régler l'alimentation U3 pour 5VAC 400HZ.
- Ajuster le générateur E1 pour 0 mV DC.



REALISATION ET TEST



REALISATION ET TEST

1 Contrôle de la consommation :

- ✓ Contrôler avec l'Ampèremètre A1 que la consommation en courant de l'alimentation U1 ne doit pas dépasser 180 mA

⇒ Résultat trouvé: U1 170 mA

- ✓ Contrôler avec l'Ampèremètre A3 que la consommation en courant de l'éclairage doit être comprise entre 390 mA et 530 mA

⇒ On trouve A3 430mA

2 Contrôle du mouvement des aiguilles :

a) Canal de température:

- ✓ Ajuster R1 de 48535 ohms à 150 ohms et vice versa.
- ✓ S'assurer que l'aiguille de l'indication température augmente en valeur et reviens sur l'échelle entière sans accroche ⇒ Le résultat est positif

REALISATION ET TEST

b) Canal de pression:

- ✓ Varier l'alimentation E1 de 0 à 310 mV, après de 310 mV à 0.
- ✓ Contrôler l'aiguille de l'indication pression se déplace de minimum au maximum et inversement sans accroche. \Longrightarrow **Le résultat est positif**

3 Contrôle de précision :

a) Fonction température:

En utilisons R1, fait bouger l'aiguille de l'indicateur et contrôler que la résistance variable est dans la tolérance présentée dans le tableau suivant :

Valeurs (C°)	-20	40	80	100	120	140
R1 max	69250	3403.5	767	381.7	216.7	136
(Ohms) min	34490	2100.5	518	302.2	175.3	102
Résultats	45600	2730,5	525	317,9	205	115,5

\Longrightarrow **Le résultat est positif**

REALISATION ET TEST

b) Fonction pression:

En utilisons E1 amener l'aiguille aux points 40, 60,70 et 90 PSI et vérifier que les valeurs du générateur E1 sont dans la tolérance dans le tableau qui suit :

Valeurs(PSI)	40	60	70	90
E1 max	149.8	211.8	253.2	322.1
(mV) min	125.7	201.5	229.1	297.9
Résultats	130,2	211	233,4	290

⇒ Le résultat est positif

4 Contrôle tension d'alimentation externe :

- Aligner l'aiguille de température sur 100°C .
- Aligner l'aiguille de pression sur 60 PSI.
- Ajuster U1 à 14V
- Ensuite ajuster U1 à 32V
- Confirmer que les valeurs indiquées sur l'indicateur sont dans les tolérances pour chacune des valeurs de U1 ⇒ Le résultat est positif

REALISATION ET TEST

5

Contrôle alarme pression:

Varié la tension de E1 et contrôler l'allumage de la lampe d'indication d'alarme sur l'indicateur selon le tableau suivant :

E1 (mV)	< 130.9	130.9 à 144.7	> 144.7
Alarme Indicateur	Allumée	Allumée ou Eteint	Eteint

Les résultats:

E1 (mV)	100	110	120	130	135	140	150	160	170
Alarme Indicateur	Allumée	Allumée	Allumée	Allumée	Eteint	Eteint	Eteint	Eteint	Eteint

⇒ Le résultat est positif

REALISATION ET TEST

⑥ Contrôle de l'alimentation du capteur :

Contrôler en A2 que le courant d'alimentation du capteur de pression soit $4 \text{ mA} \pm 6 \mu\text{A}$

Dans les cas suivants :

- Ajuster U1 à 14 VDC \longrightarrow I 3,997mA
- Ajuster U1 à 28 VDC \longrightarrow I 4,001mA
- Ajuster U1 à 32 VDC \longrightarrow I 4,004mA

\Longrightarrow Le résultat est positif

- les résultats étaient identiques aux résultats présentés dans le manuel du constructeur, donc notre indicateur fonctionne correctement.

CONCLUSION

CONCLUSION

les résultats obtenus sont satisfaisants donc l'indicateur PN 5677-420-80-10 fourni par la structure d'accueil fonctionne correctement, cet indicateur n'est pas tout le temps disponible car il dépend de la révision générale de l'ATR ,

Nous aurions souhaités avoir deux indicateurs différents dont un serait défectueux pour pouvoir faire la différence des résultats.

**MERCI POUR
VOTRE
ATTENTION**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

INSTITUT D'AERONAUTIQUE ET DES ETUDES SPATIALES



Mémoire De Fin d'Etude
En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en aéronautique
Option : CNS/ATM

CONCEPTION D'UN BANC D'ESSAI
DE L'INDICATEUR DOUBLE
PRESSION ET TEMPERATURE D'HUILE DE
LUBRIFICATION DE L'ATR 72-500

Réalisé par:

REGGANI Abderrahmane

Encadré par :

Mme AZINE Houria

Promotion 2016

ملخص

في هذا المشروع سنقوم بدراسة وتركيب محاكي اختبار من اجل اختبار المؤشر الثنائي لضغط ودرجة حرارة زيت التشحيم الخاص بطائرة اتي ار 72 – 500 استنادا الى دليل الصيانة المقدم من طرف مصنع المؤشر، بحيث سيكون العمل والانجاز داخل ورشة صيانة ادوات لوحة تحكم الطائرة على مستوى قاعدة الصيانة الخاصة بشركة الخطوط الجوية الجزائرية.

Résumé

Dans notre projet, nous nous sommes intéressé à la conception (étude et réalisation) d'un banc d'essai de l'indicateur double de pression et température d'huile de lubrification spéciale pour l'avion ATR 72-500, pour but de testé le bon fonctionnement de ce dernier selon les paramètres établis par le constructeur contenu dont (la réglementation aéronautique) nous oblige d'appliquer scrupuleusement les paramètres et les procédures du manuel de maintenance, et ce travail est réalisé dans l'atelier des instruments de bord au niveau de base maintenance de compagnie AIR ALGERIE.

Abstract

In our project, we are interested in design (study and production) of a test simulator of the dual oil pressure and temperature indicator special to the ATR 72-500 aircraft, intended to tested the functioning of this indicator within the parameters established by the manufacturer whose contents (the aviation regulations) requires us to scrupulously apply the settings and procedures in the Component Maintenance Manual CMM, and this work is done in the workshop of the instrumentation within the own base maintenance company AIR ALGERIE.

Remercîment

Ce projet a été réalisé en vue de l'obtention du diplôme du MASTER en Aéronautique option « CNS/ATM», au sein du département Aéronautique de Blida.

Je veux à remercier en premier lieu « ALLAH » tout puissant de nous avoir donné la chance et le courage et la volonté pour terminer notre projet de fin d'études et de nous avoir attribué la faveur de réussir nos études.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toute ma famille et surtout mes parents pour tout le soutien qu'ils m'ont apporté, les valeurs qu'ils ont su me transmettre et les sacrifices qu'ils ont bien voulu opérer pendant ces longues années.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mon promotrice madame AZINE Houria, pour l'encadrement, l'aide et l'orientation, malgré ses charges académiques et professionnelles.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers l'équipe d'Air Algérie spécialement à monsieur le chef d'atelier des instruments de bord, et à l'équipe des techniciens de cette atelier, pour leurs contribution à tout instant à la réalisation de ce travail.

Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur de juger ce travail.

Un spécial remerciement à tous mes enseignants de département d'aéronautique et aussi tous qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci Beaucoup

DEDICACE

*Au nom de DIEU clément et miséricordieux et que le salut
de DIEU soit sur son Prophète MOHAMED*

Je dédie ce modeste travail A:

*Mes chers parents pour leur soutien
et leur réconfort*

A Mes Frères : Ahmed et Yazid

A Ma Sœur : Zahra

A Ma grande maman : Lalla Setti

A Mon oncles et Mon tantes

A toute la famille REGGANI

A tous mes Amis

A tous mes collègues de la promotion

*A toutes les personnes qui me connaissent de
prés ou de loin...*

En fin à tous ceux que j'aime !!!!!!!!!!!

SOMMAIRE

RESUME.....	
REMERCIEMENT	
DEDICACE.....	
SOMMAIRE	
LISTE DES ABREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	
STRUCTURE D'ACCUEIL	1
INTRODUCTION GENERALE.....	9
CHAPITRE I : GENERALITE	
I.1. Historique de l'ATR.....	11
I.2. Versions et types d'ATR.....	13
I.2.1.ATR 42.....	13
I.2.1.1.Caractéristiques	13
I.2.1.2. Variantes	14
I.2.1.3. Spécifications	14
I.2.2. ATR 72.....	15
I.2.2.1. Développement	15
I.2.2.2. Les différentes versions.....	16
I.2.1.3. Spécifications	18
I.3. Généralités sur les moteurs	18
I.3.1. Introduction	18
I.3.2. Description du moteur	19
I.3.2.1. Définition d'un moteur.....	19
I.3.2.2. Classification des moteurs.....	19
I.3.2.3. Description fonctionnelle des moteurs.....	19
I.3.3. Fonctionnement du moteur	22
I.4. Conclusion	22
CHAPITRE II : LE SYSTEME DE LUBRIFICATION	
II.1. Introduction.....	24
II.2. Circuit de lubrification.....	25
II.2.1. Rôle du système d'huile.....	25
II.2.2. Constituants du système de lubrification	25
II.2.3. Localisation des parties du moteur	26
II.3. Description et fonctionnement du circuit de lubrification	28

II.3.1. Stockage.....	28
II.3.2. Distribution.....	28
II.3.3. Indication et Alarmes.....	31
II.4. Conclusion.....	33

CHAPITRE III : ETUDE ET DESCRIPTION DE L'INDICATEUR ET SON FONCTIONNEMENT

III.1. Introduction.....	35
III.2. Spécifications techniques de l'indicateur.....	36
III.3. Description de l'indicateur.....	38
III.4. Représentation synoptique.....	38
III.4.1. Bloc d'alimentation.....	40
III.4.2. Bloc de pression.....	41
III.4.3. Bloc de température.....	42
III.5. Etude du schéma électronique.....	43
III.5.1. Utilité des 4 mA.....	45
III.5.2. Zone de température (processeur thermique).....	45
III.5.3. Zone de pression.....	46
III.5.4. Zone d'affichage.....	47
III.6. Conclusion.....	47

CHAPITRE IV: REALISATION DU BANC D'ESSAI (SOUDAGE, CABLAGE ET TEST)

IV.1. Introduction.....	49
IV.2. Schéma du banc d'essai proposé par le constructeur.....	50
IV.3. Etude du banc d'essai.....	52
IV.3.1. Contrôle de l'alimentation.....	52
IV.3.2. Indication de mise sous tension de l'indicateur DS1.....	52
IV.3.3. L'Ampèremètre A1.....	52
IV.3.4. La tension d'éclairage U3.....	52
IV.3.5. L'AIDS.....	52
IV.3.6. Boite à décade R1 et R2.....	52
IV.4. Réalisation du banc d'essai.....	53
IV.4.1. Réalisation de la carte d'alimentation.....	53
IV.4.1.1 Confection de U2.....	53
IV.4.1.2 Confection de E1.....	55
IV.4.1.3 Circuits de U2 et E1 finalisés.....	55
IV.4.1.4 Réalisation du circuit imprimé.....	55
IV.4.1.5 Schéma définitif du circuit d'alimentation.....	56
IV.4.2. Schéma finalisé du banc d'essai.....	57

IV.4.3. Schéma d'implantation des points de contrôle et de test	58
IV.4.4. Liste des composants utilisés pour la réalisation du banc d'essai	61
IV.5. Procédure de test_	63
IV.5.1. Contrôle de la consommation	64
IV.5.2. Contrôle du mouvement des aiguilles_	64
IV.5.3. Contrôle de précision	64
IV.5.4. Contrôle tension d'alimentation externe.....	65
IV.5.5. Sortie AIDS_	65
IV.5.6. Contrôle alarme pression	66
IV.5.7. Paramètres de protection.....	66
IV.5.8. Contrôle de l'alimentation du capteur.....	67
IV.5.9. Seille d'indication température.....	67
IV.5.10. Caractéristiques diélectriques (isolement).....	67
IV.6. Conclusion.....	68
CONCLUSION GENERALE	69
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE	

LISTE DES ABREVIATIONS

ATR : Avion de Transport Régionale

EADS: European Aeronautic Defence and Space Company

SAS : Secteur Aéronautique et Spatial

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

AS: Aerospatiale

AIT: Airitalia

PW: Pratt & Whitney

EASA: European Aviation Safety Agency

EEC : Electronic Engine Control

MFCU : Unité Hydromécanique

ACOC: Air Cooler Oil Cooler (eng)

FCOC: Fuel Cooler Oil Cooler

AIDS: Aircraft Integrated Data System

mV: Milli Volte

mA: Milli Ampère

VDC: Volt Direct Current

VAC: Volt Alternative Current

DC: Direct Current

AC : Alternative Current

Hz : Hertz

LISTE DES FIGURES

Figure.I.1.ATR42	12
Figure.I.2.ATR75	12
Figure.I.4. Un ATR 42 de Hop	13
Figure.I.6. Dimension d'ATR 72-210.....	15
Figure.I.7. Comparaison entre les dimensions d'ATR 42 et ATR 72	15
Figure.I.8. Avion ATR 72-500 d'AIR ALGERIE	17
Figure.I.10. Description du moteur turbo jet	20
Figure.I.11. Description du moteur turbo fan	20
Figure.I.12. Description du moteur à turbopropulseur.....	21
Figure.I.13. Schéma interne du moteur à turbopropulseur < ATR >.....	21
Figure.II.1. Schéma du système de lubrification	24
Figure.II.2. Schéma bloc des constituants du système de lubrification	25
Figure.II.3. Face droite du moteur.....	26
Figure.II.5. La face gauche du moteur	27
Figure.II.7. Circuit de distribution d'huile.....	28
Figure.II.8.Valve de régulation	29
Figure.II.9. Chauffage carburant FCOC	30
Figure.II.10. Photo de la sonde de pression dans le moteur.....	32
Figure.II.11. La sonde de température	33
Figure.III.1. Tableau de bord de l'avion.....	35
Figure.III.2. L'indicateur double température /pression d'huile.....	35
Figure.III.4. Dimensions physiques de l'indicateur.....	37
Figure.III.5. Les différentes parties de l'indicateur.....	38
Figure.III.6. Schéma du système de l'indicateur.....	39
Figure.III.7. Schéma bloc de la carte d'alimentation.....	40
Figure.III.8. Circuit d'alimentation (à gauche), photo de la carte (à droite)	40
Figure.III.9. Schéma bloc de la zone de pression.....	41
Figure.III.10. Schéma bloc de la zone de température.....	42
Figure.III.11. Photo de la carte de conditionnement de l'indicateur	43
Figure.III.12. Schéma électronique détaillé de l'indicateur	44
Figure.III.13. Générateur de 4 m A.....	45
Figure.III.14. Les deux galvanomètres d'affichage	47
Figure.IV.2. Schéma synoptique du banc d'essai	50
Figure.IV.3. Schéma du banc d'essai proposé par le constructeur	51

Liste des figures et tableaux

Figure.IV.4. Plan de réalisation de banc d'essai	53
Figure.IV.5. Schéma synoptique de confection de tension U2	54
Figure.IV.6. Schémas U2 et E1.....	55
Figure.IV.7. Circuit imprimé de la carte d'alimentation	55
Figure.IV.8. Photo d'implantation des composants de la carte d'alimentation.....	56
Figure.IV.9. Schéma finalisé du banc d'essai.....	57
Figure.IV.10. Photo face arrière du banc d'essai.....	58
Figure.IV.11. Photo face avant du banc d'essai.....	58
Figure.IV.12. Photo du banc finalisé (face avant).....	60
Figure.IV.13. Photo du banc câblé et finalisé (face arrière).....	60
Figure.IV.15. Montage du banc d'essai avant le teste	63
Figure.IV.16. Schéma synoptique des procédures de test	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau.I.3. Carte d'identité d'ATR	12
Tableau.I.5. Spécification des modèles d'ATR-42	14
Tableau.I.9. Spécification des modèles d'ATR-72	18
Tableau.II.4. Les compositions de la face droite du moteur	26
Tableau.II.6. Les compositions de la face gauche du moteur	27
Tableau.III.3. Spécifications techniques de l'indicateur	36
Tableau.IV.1. Tableau des constituants du banc.....	49
Tableau.IV.14. Tableau des composants utilisés pour la réalisation du banc d'essai.....	62

Structure d'accueil

1. Historique d’Air Algérie

La compagnie AIR ALGERIE est une compagnie aérienne nationale.

C’est en 1947 qu’Air Algérie en tant que compagnie a été créé pour palier aux besoins du transport des français établis en ALGERIE et prie le nom officiel d’AIR ALGERIE.

Après l’indépendance, le 18.02.1963, l’Algérie nationalisa à hauteur de 51% du capital social d’Air Algérie et devint ainsi l’actionnaire principale de la compagnie du transport aérien.

Le 15.02.1972 la compagnie devient entièrement nationale après que l’état eu récupéré le reste des actions détenues par les sociétés étrangères.

Le 30.07.1983 par le décret N° 83-405, le transport aérien sur les lignes domestiques est confié à la compagnie « INTER-AIR-SERVICE ».

Le 14.11.1984 par le décret N° 84-347, les activités d’AIR ALGERIE sont de nouveaux élargies aux activités de l’entreprise « INTER-AIR-SERVICE », à ce titre Air Algérie repend la dénomination suivante :

« ENTREPRISE NATIONALAE D’EXPLOITATION DES SERVICES AERIENS ».

Le 17.02.1997 la compagnie devient une E.P.E Air Algérie (SPA) Entreprise Publique Economique -société par actions – (Détenue par le holding service, unique actionnaire publique au compte de l’état). [7]

2. Missions et objectifs d’Air Algérie

2.1. Mission

L’entreprise AIR ALGERIE est une entreprise de prestation de service dans le domaine des transports aériens de passagers et de fret. Elle est chargée d’assurer :

L’exploitation des lignes aériennes intérieures et internationales en vue de garantir les transports publics de personnes, de bagages, du fret et du courrier.

L’offre des prestations de services à des fins commerciales, éducatives et scientifiques pour des besoins de l’agriculture, de protection civile, de l’hygiène publique, de l’action sanitaire et du transport des personnes et de la marchandises à la demande.

Dans le domaine des activités commerciales :

- La vente et l'émission de titres pour son compte ou pour le compte d'autres compagnies de transport liés par conventions mutuelles.
- L'achat, et l'affrètement d'aéronefs.
- La représentation, l'assistance et toute prestation en rapport avec son objet.
- Le ravitaillement des avions.
- L'obtention de toute licences, tout permis de survoler et toute autorisation des états étrangers pour l'accomplissement des opérations d'entretien, de réparation, de révision et de toutes opérations de maintenance des équipements et des types d'aéronefs, soit pour son propre compte ou pour le compte des tiers dans le cadre des conventions d'assistance mutuelles. [7]

2.2. Objectifs

Air Algérie s'est fixée comme objectifs :

- Une meilleure gestion de l'entreprise afin de fournir aux gestionnaires des informations fiables dans les meilleurs délais impartis.
- L'amélioration de la qualité offerte à sa clientèle
- Gestion du personnel
- Formation du personnel
- Représentation de l'entreprise au sein des organisations nationales et internationales.

3. Description de l'organisme d'accueil

Air Algérie est une entreprise organisée en secteurs d'activités comme suit :

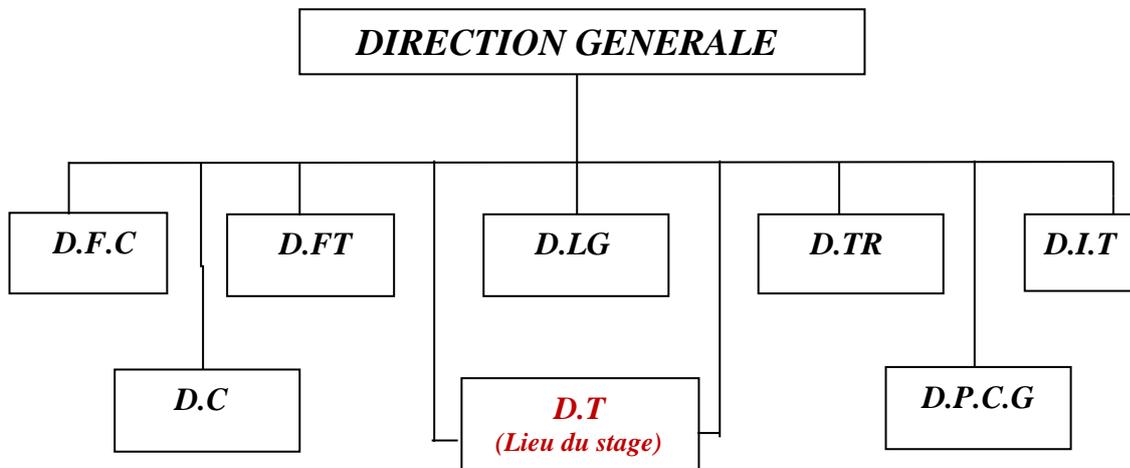


Figure.1. Organigramme d'Air Algérie [7]

Nous citerons à titre d'exemple quelques directions :

3.1. Direction financière (D.F.C)

La direction financière est chargée de la mise en œuvre de la politique générale de l'entreprise dans les domaines financiers et comptables.

3.2. Direction commerciale (D.C)

La direction commerciale, comme son nom l'indique s'occupe du volet vente et la promotion des services que peut exécuter Air Algérie.

3.3. Direction des transports (D.TR)

La direction des transports est chargée essentiellement des opérations d'embarquement des passagers et leurs bagages dans toutes les escales.

3.4. Direction de la logistique (D.LG)

La direction de la logistique est chargée de l'étude et de la réalisation des divers projets d'aménagement et de réparation de l'immobilier et du parc roulant utilisé par la compagnie.

3.5. Direction des frets (D.FT)

La direction des frets s'occupe du volet prestations transport des colis et des marchandises.

3.6. Direction de la planification et du contrôle de gestion (D.P.C.G)

La direction de la planification et du contrôle de gestion procède à l'élaboration et la révision annuelle des plans de développement de l'entreprise à long, moyen et court terme.

3.7. Direction de l'informatique et de télécommunication (D.I.T)

La direction de l'informatique et de télécommunication a pour mission de définir la politique de l'entreprise dans le domaine de l'informatique et mettre à la disposition de la compagnie tous les moyens de communication téléphonique et Internet ; volet hardware ou software.

3.8. Direction technique (D.T)

La direction technique est chargée essentiellement des opérations d'entretien et de maintenance des aéronefs.

4. La Direction Technique



Figure.2. Photo aérienne de la base de maintenance d’Air Algérie

4.1. Objectifs de la direction technique :

La direction technique à plusieurs rôles, les plus importants sont :

- Mettre en œuvre les moyens humains à l’exécution des programmes d’entretien dans les meilleures conditions.
- Aligner les avions selon le programme établi par la direction d’exploitation avec un minimum d’écart.
- Représentation de l’entreprise au sein des organisations internationales sur le plan technique.
- Amélioration de la qualité des services de la direction technique.

4.2. Organisation de la direction technique

La direction technique est chargée d’assurer la maintenance des appareils propres à Air Algérie ainsi que ceux qui lui sont confiés par les tiers (étrangers), elle est organisée et structurée pour faire face aux travaux d’entretien de réparation et de révision des équipements et accessoires aéronautique.

Le personnel de maintenance est en majeure parti, d'agent ayant un profil technique correspondant aux qualifications requises pour l'entretien des avions et leurs équipements.

Aussi la direction technique est organisée en sous directions, chacune a un rôle déterminé dont la description de quelques-unes à titre d'exemple est confiée à l'organigramme ci-après. Juste pour rappel que ce schéma change souvent aux grés des changements du personnel de gestion.



Figure.3. Vue intérieur de l' hangar ou sont inspectes les avions

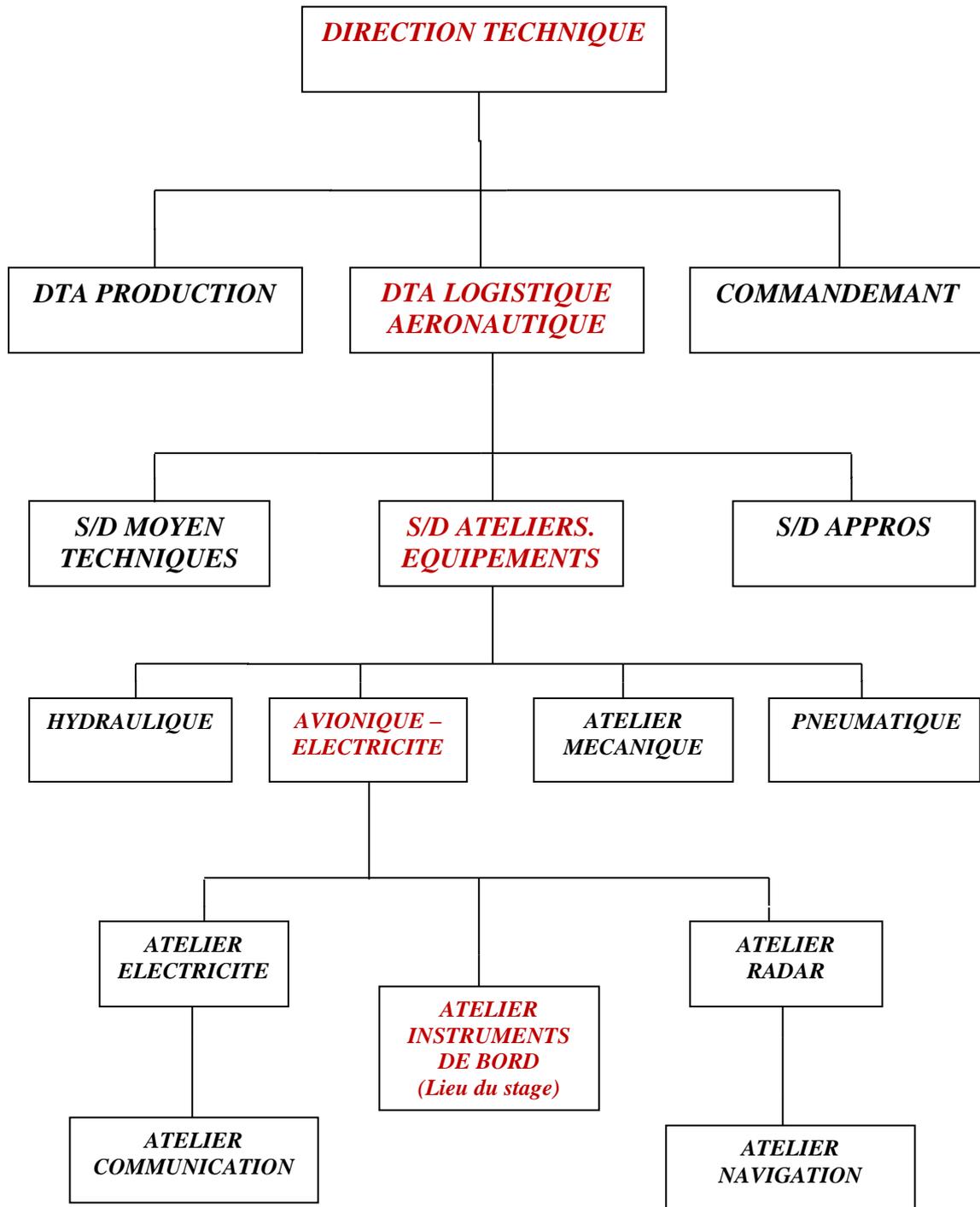


Figure.4. Tableau d'organisation de la DT [7]

5. Composition de la flotte d'Air Algérie :

Air Algérie a acquis dans son histoire des aéronefs toujours à la pointe de la technologie pour répondre aux besoins de sa clientèle.

Une opération de rajeunissement de sa flotte a été entamée par l'acquisition de 14 avions Boeing B737 nouvelle génération et de 5 avions gros porteurs airbus A330-200 pour le transport a long et moyen-courrier et 8 avions de transport régional donc court courrier du type ATR 72-500 dont la description suivra aux prochains paragraphes. La dite opération est continue vers le renforcement de la flotte par le lancement d'opération d'achat de 5 autres avions B737 NG et de 4 avions type ATR 72-600 toujours la dernière version (voir tableau ci-après pour plus de détails).

<i>TYPE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>CAPACITE PASSAGERS</i>
AIRBUS 330	05	216
BOING 767-300	03	357
BOING 737-600 (NG)	05	101
BOING 737-800 (NG)	10	147
ATR 72-500	10	74
HERCULE L 382G	01	CARGO

Tableau.5. Flotte d'Air Algérie année 2011 [8]

Introduction

Le trafic aérien est basé sur des équipements et des matériaux très sensibles, efficaces et fiables. Afin de veiller sur le bon fonctionnement de ce matériels et d'assurer sa continuité et sa durée de vie, on doit contrôler et tester périodiquement l'état de cette équipements.

Dans ce contexte nous avons réalisés un banc d'essai qui permet de tester un organe d'avion qui est l'indicateur PN 5677-420-80-10, qui évalué la température et la pression d'huile de lubrification de l'avion ATR 72-500.

Mon étude est basé sur les moteurs, le système de lubrification de l'avion ATR et les connaissances théoriques des différents appareils de mesure et de vérifications ainsi que le vérificateur de pression et température d'huile, de l'emplacement des différentes cartes électroniques telle que : la carte de protection, la carte d'alimentation et la carte de conditionnement, avec une analyse approfondit de ces derniers.

Pour mieux mener cette étude j'ai tracé le plan suivant :

Le chapitre I est consacré à la partie généralité des avions ATR suivi du chapitre II qui va traiter le système de lubrification d'ATR. Le chapitre III est consacré à l'étude et description de l'indicateur et leur fonctionnement. Par contre le chapitre IV est la partie réalisation du banc d'essai (Soudage, Câblage et Test) et enfin nous terminons par une Conclusion.

Chapitre I

Généralité

I.1. Historique de l'ATR

L'entreprise Avions de Transport Régional (en italien Aerei da Trasporto Regionale), abrégée en ATR, est un groupement d'intérêt économique (GIE) italo-européen fondé en 1982 spécialisé dans la construction aéronautique d'avions turbopropulseurs pouvant transporter de 48 à 74 personnes.

Ce groupement est formé par Airbus ATR SAS (filiale d'Airbus Group, ex : EADS, Aerospatiale) et Finmeccanica SPA (ex : Alenia Aermacchi, Aeritalia) chacun ayant 50 % des parts du GIE. Une présidence tournante tous les quatre ans est inscrite dans les statuts.

- En novembre 1981, l'Aerospatiale et Aeritalia fusionnent leurs projets respectifs d'avion régional (AS-35 pour l'Aérospatiale et AIT 320 pour Aeritalia).
- le 4 novembre 1981, à Paris, un accord est conclu pour le lancement de l'ATR 42, un avion confortable, facile à faire voler et à entretenir. Les avionneurs tablent alors sur un marché potentiel de plus de mille appareils de ce type.
- Le programme de l'ATR 42-300, le premier de la famille, est lancé en novembre 1981. [1]

En avril 1982, sont placées les premières commandes pour l'ATR 42, par **Cimber Air**, **Command Airways**, **Air Littoral** et **Finnair**.

- Le premier prototype vole pour la première fois le 16 août 1984 et l'avion a été certifié en septembre 1985 par l'Italie et la France. Le 9 décembre 1985, il est mis en service commercial par la compagnie **Air Littoral**.

À la fin des années 2000, le groupe livre environ 50 appareils par ans. Le 3 mai 2012, **ATR** livre ses 1 000 avions, après une année 2011 historique avec 157 appareils vendus et 79 en option. Plus de 180 compagnies aériennes opèrent un de ces avions, record battu par le seul **Boeing 737**.

La nouvelle version de l'ATR 72 promet d'être un nouveau succès avec plus de 200 commandes fermes enregistrées. Avec un carnet de commandes rempli pour « près de trois ans de travail », son chiffre d'affaires est de 1,3 milliard d'euros et devrait « atteindre deux milliards » d'ici 2015 d'après son PDG. [1]



Figure.I.1.ATR42 [1]



Figure.I.2.ATR72

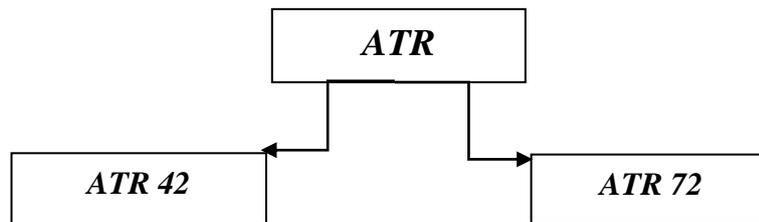
Le tableau ci- dessous nous donne la carte d'identité de l'entreprise **ATR** :

ATR	
Création	1981
Fondateurs	Aérospatiale et Aeritalia
Forme juridique	GIE
Siège social	Toulouse (France)
Direction	Patrick de Castelbajac
Activité	Aéronautique
Produits	ATR 42, ATR 72
Société mère	Airbus ATR (50 %) Finmeccanica (50 %)
Effectif	1 300
Chiffre d'affaires	1 630 millions \$ (2013)

Tableau .I.3. Carte d'identité d'ATR [1]

I.2. Versions et types d'ATR

Il existe deux types d'ATR



I.2.1.ATR 42

L'ATR 42 est un avion de transport de passager à turbopropulseurs. Le premier appareil fabriqué par ATR a effectué son premier vol le 16 août 1984 et a été mis en service le 9 décembre 1985. Il existe une variante cargo (sur la base de l'ATR 42-300) et quick change (ATR 42-500).

L'ATR 42 également été spécialement aménagés pour la surveillance des espaces maritimes par **Alenia** et livrés aux garde-côtes et à la douane italienne.



Figure.I.4. Un ATR 42 de Hop [1]

I.2.1.1.Caractéristiques

À partir du modèle initial, « -300 », il a été produit en plusieurs versions successives dont une révision majeure, le modèle « -500 » à partir de 1995. Celui-ci est équipé de moteurs plus puissants (PW127E) et offre un bien meilleur confort aux passagers grâce à la réduction des vibrations (hélices à 6 pales, renfort du fuselage, absorbeurs).

Les structures secondaires de l'ATR 42 sont essentiellement réalisées en matériau composite. Les dérives en matériau composite ont fait leur apparition sur les ATR 42-500 pour alléger les appareils. Les matériaux composites représentent environ 20 % de la structure totale des ATR 42-500.

I.2.1.2. Variantes

Les ATR 42 cargo (56 m³, 5 600 kg) sont construits ou transformés sur la base de l'ATR 42-300. L'ATR 42-500 est également proposé en version « Quick-change » permettant de passer rapidement d'un équipement passager en une soute cargo de 30 m³.

ATR 42 MP Surveyor est utilisé pour de la patrouille maritime par les gardes côtes italiens (12 appareils). Leurs missions sont la surveillance en mer, recherche et identification de bateaux, recherche et sauvetage en mer, lutte contre le trafic de drogue, la contrebande et la piraterie, surveillance de l'environnement (pollution par les hydrocarbures et les substances chimiques) ou surveillance des zones économiques spécifiques (pêche, plates-formes pétrolières). Ses missions secondaires sont les suivantes : transport de personnel, de parachutistes et de marchandises, fret, évacuation sanitaire et protection civile.

I.2.1.3. Spécifications

Le tableau II .2 donne une comparaison entre les principaux modèles d'ATR-42 :

	ATR 42-200	ATR 42-300	ATR 42-320	ATR 42-500	ATR 42-600
Équipage	2				
Sièges	42-50				46-50
Longueur	22,67 m				
Envergure	24,57 m				
Hauteur	7,59 m				
Surface alaire	54,5 m ²				
Forme et ratio des ailes	11,1:1 ²				
Empattement	8,78 m				
Longueur de la cabine	13,85 m				
Masse à vide	10 500 kg			11 250 kg	11 250 kg
Masse maximale au décollage	15 550 kg	16 900 kg	16 900 kg	18 600 kg	18 600 kg
vitesse de croisière	494 km/h en croisière ¹			554 km/h	554 km/h
Distance franchissable (en charge)	885 km			1 555 km	1 555 km
Capacité maximale en carburant	5 625 L				
Plafond	7 600 m				
Moteurs(x2)	Pratt & Whitney Canada PW120	Pratt & Whitney Canada PW121		Pratt & Whitney Canada PW127E	Pratt & Whitney Canada PW127M

Tableau I.5. Spécification des modèles d'ATR-42 [11]

I.2.2. ATR 72

L'ATR 72 est un avion de transport de passagers à turbopropulseurs construit par la société italo-européenne ATR

L'ATR 72, version allongée de l'ATR 42 permettant d'accueillir jusqu'à 74 passagers, a été mis en service en 1989. Il est disponible en version tout cargo 75 m³, 8 400 kg.

À partir du modèle initial, -200, il a été amélioré en plusieurs versions successives dont une révision majeure, le modèle -500 à partir de 1995. Sa version « Quick-change » offre 41 m³ pour le fret.

I.2.2.1. Développement

L'ATR 72 a été développé sur la base de l'ATR 42 pour en augmenter la capacité (de 48 à 78 sièges). La longueur du fuselage a été augmentée de 4,5 mètres, l'envergure a été augmentée ainsi que la puissance des moteurs et la capacité en carburant (10 %). L'ATR 72 fut annoncé en 1986 et fit son premier vol le 27 octobre 1988. Exactement un an après, le 27 octobre 1989, **Finnair** fut la première compagnie à exploiter l'appareil. Au début de l'année 2013 ATR comptait ainsi des commandes nettes pour 1254 avions (437 ATR 42 et 817 ATR 72), dont plus de la moitié depuis 2005. En effet si la société a connu des problèmes financiers dans les années 2000, la flambée du prix du pétrole a ravivé l'intérêt des compagnies aériennes pour l'avion qui s'est révélé très économe.

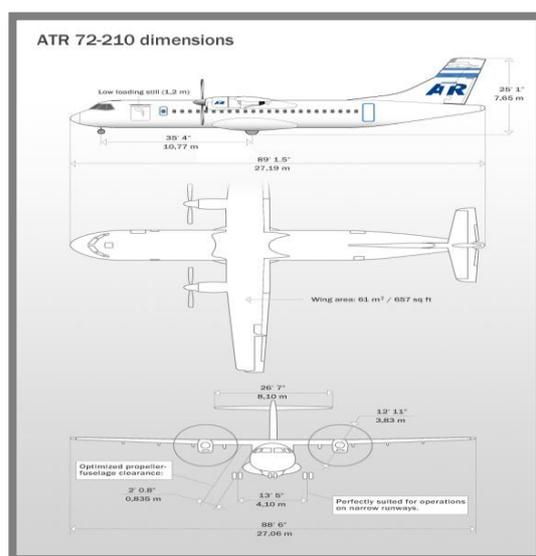


Figure.I.6. Dimension d'ATR 72-210

[1]

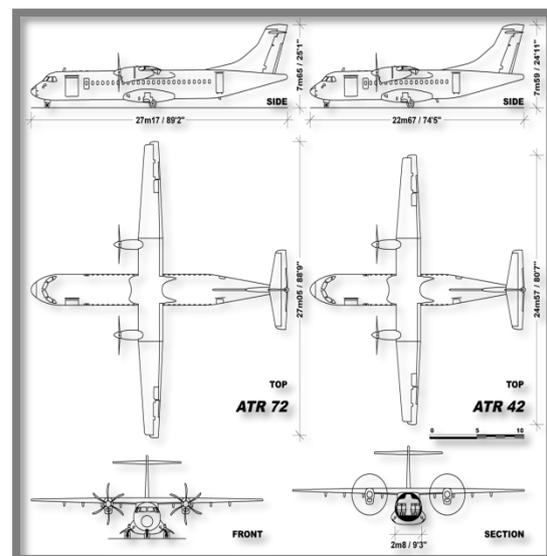


Figure.I.7. Comparaison entre les dimensions d'ATR 42 et ATR 72

I.2.2.2. Les différentes versions

À partir de l'ATR 72-100 originel de 1989, ATR a continuellement amélioré l'avion pour suivre les standards aéronautiques du moment :

➤ **ATR72-100:**

Certifié en 1989, l'ATR 72-100 est la première version de l'appareil. Elle se décline en ATR 72-101 (version de base) et ATR 72-102 (avec un porte cargo à l'avant). La motorisation consiste en deux **PW124B**.

➤ **ATR72-200:** Version légèrement modifiée de l'ATR 72-100, c'est les premiers standards de production de l'appareil. En 1992 les **PW124B** seront remplacés par des **PW127** plus puissants donnant naissance à l'ATR 72-210.

➤ **ATR72-500 :**

L'ATR 72-500 est la dernière version de la famille des avions à moteurs turbopropulseurs étant le plus réussit dans le monde. Cet avion a les propriétés suivantes :

- Les sections de fuselage et les empennages sont établis par **Alinèa** (Italie).
- Les ailes et les nacelles du moteur sont construites par l'aérospatiale **Nazaire** (France).
- Les groupes de turbopropulseur sont construits par Pratt et Whitney de Canada.

Le nouveau ATR72-500 EST UN BI-TURBOPROPULSEUR. Il transporte entre 64 et 74 passagers. Il a été transporté à Toulouse (France) pour l'assemblage final et l'essai en vol.

La version « -500 » fut certifiée en 1997. Elle apporte de nombreuses améliorations par rapport aux versions précédentes: rayon d'action supérieur, masse maximale au décollage plus élevée, amélioration du cockpit... Le principal changement provient cependant de la motorisation puisque l'avion utilise à présent le **PW127F** puis le **PW127M** à partir de 2007. Ce dernier est identique au **PW127F** si ce n'est qu'il entraîne une hélice à 6 pales qui améliorent ses performances, notamment par une augmentation de 15% de la vitesse de montée au décollage.

L'hélice à six pales est acoustiquement optimisée pour produire une nuisance beaucoup moins forte et cela grâce aux amortisseurs de vibrations dynamiques. Cet avantage fournit un plus haut niveau de confort aux passagers.



Figure.I.8. Avion ATR 72-500 d'AIR ALGERIE [1]

➤ **La série 600 :**

Le 2 octobre 2007, ATR a lancé la nouvelle série nommée série -6005 donnant naissance à l'ATR 42-600 et l'ATR 72-600, ce dernier fut développé le premier. Les deux nouvelles versions ont la même longueur que leurs prédécesseurs et les mêmes hélices à 6 pales. Les changements concernent l'avionique, l'aménagement de la cabine et une petite augmentation de puissance moteur (optionnelle). Les nouveaux appareils ne consomment cependant pas moins de carburant par passager. ATR a mis l'accent sur le confort et le bruit dans sa nouvelle cabine nommée **Armonia**. L'idée est en effet de faire oublier l'inconfort des avions à hélice du passé.

Les ATR 42-600 et 72-600 sont équipés des moteurs **PW127M** de **Pratt & Whitney Canada**. Le cockpit bénéficie d'écrans à cristaux liquides et d'une ordinateur multifonction (multi purpose computer) qui augmente son efficacité (maintenance). La nouvelle avionique est fournie par **Thales Avionics**.

Le premier vol de l'ATR 72-600 est intervenu le 24 juillet 2009. La certification civile est obtenue de l'**EASA** à la fin du mois de mai 2011.

Le premier ATR 72-600 a été livré à la compagnie marocaine **Royal Air Maroc** en août 2011. Elle a depuis conquis de nombreux [évasif]transporteurs permettant ainsi à ATR de dépasser largement son concurrent canadien **Bombardier** dans le domaine des avions turbopropulsés.

I.2.1.3. Spécifications

Le tableau ci-dessous est représenter une comparaison entre les principaux modèles d'ATR-72 et ATR-42 :

	ATR 42-300	ATR 42-500	ATR 72-200	ATR 72-500	ATR 72-600
Envergure	24,57 m		27,05 m		
Longueur	22,67 m		27,22 m		
Hauteur	7,58 m		7,65 m		
Surface alaire	54,5 m ²		61 m ²		
Masse à vide	10 600 kg	11 250 kg	12 500 kg	12 950 kg	13 500 kg
Masse maximale au décollage	16 700 kg	18 600 kg	21 500 kg	22 000 kg	23 000 kg
Masse maximum à l'atterrissage	16 400 kg	18 300 kg	21 850 kg	21 850 kg	22 350 kg
Passagers	48	48	74	74	78
Masse de carburant	4 500 kg	4 500 kg	5 000 kg	5 000 kg	5 000 kg
Masse marchande maximale	4 600 kg	5 450 kg	7 000 kg	7 500 kg	7 500 kg
Moteurs	2 x PWC 120E 1 340 kW	2 x PWC 127E 1 610 kW	2 x PWC 124B 1 610 kW	2 x PWC 127F 2 052 kW	2 x PWC 127M 2 052 kW
Vitesse maximale	500 km/h	556 km/h	526 km/h	565 km/h	565 km/h
Plafond pratique	7 620 m				
Autonomie	1 580 km	1 580 km	1 600 km	1 600 km	1 600 km

Tableau.I.9. Spécification des modèles d'ATR-72 [11]

I.3. Généralités sur les moteurs

I.3.1. Introduction

Créer de l'énergie et de la puissance pour avancer : c'est l'élément indispensable de tout véhicule notamment les avions pour voler, un avion donc a besoin de vitesse. Celle-ci est obtenue grâce aux moteurs, qui sont des pièces d'horlogerie utilisant des technologies toujours plus innovantes. Et qui se situent sous les ailes afin de procurer à l'avion la force nécessaire pour décoller et se maintenir en vol.

I.3.2. Description du moteur

I.3.2.1. Définition d'un moteur

Le moteur est une machine transformatrice d'énergie calorifique en une énergie mécanique, la majorité des moteurs fournissent l'énergie par la rotation d'un axe. De ce fait, ils fournissent un travail sous forme de couple. La vitesse de rotation des moteurs est souvent exprimée en tours par minute (tr/min).

I.3.2.2. Classification des moteurs

Il existe plusieurs types de moteurs :

- a- Moteur à inertie
- b- Moteur chimique sans combustion
- c- Moteur électrique
- d- Moteur à piston

Dans notre cas nous avons des moteurs à pression, ces derniers utilisent comme source de mouvement la différence de pression entre deux sources.

❖ Moteur isotherme

Les moteurs isothermes transforment une puissance hydraulique (pression*débit) en puissance mécanique (force*vitesse). Le cycle du fluide se fait théoriquement à température constante à l'inverse, se sont alors des pompes ou des ventilateurs.

❖ Moteur thermique

La haute pression peut être obtenue par chauffage (production de chaleur par combustion d'un carburant), l'ensemble pouvant alors constituer une machine à combustion interne.

I.3.2.3. Description fonctionnelle des moteurs

1) Moteur turbo jet

En fait, ce type de moteur est une variante du turbo fan lui-même étant une sorte de turbo jet.

Dans un moteur turbo jet (voir la figure I.10), des compresseur ralentissent et compriment le flot d'air entrant dans le moteur avant que n'y soit injecté le carburant. Celui-ci est enflammé et gagne en énergie cinétique, elle-même source de la poussé du turbo jet.

Les turbines récupèrent une partie de cette énergie pour faire tourner les compresseurs et la boucle est bouclée.

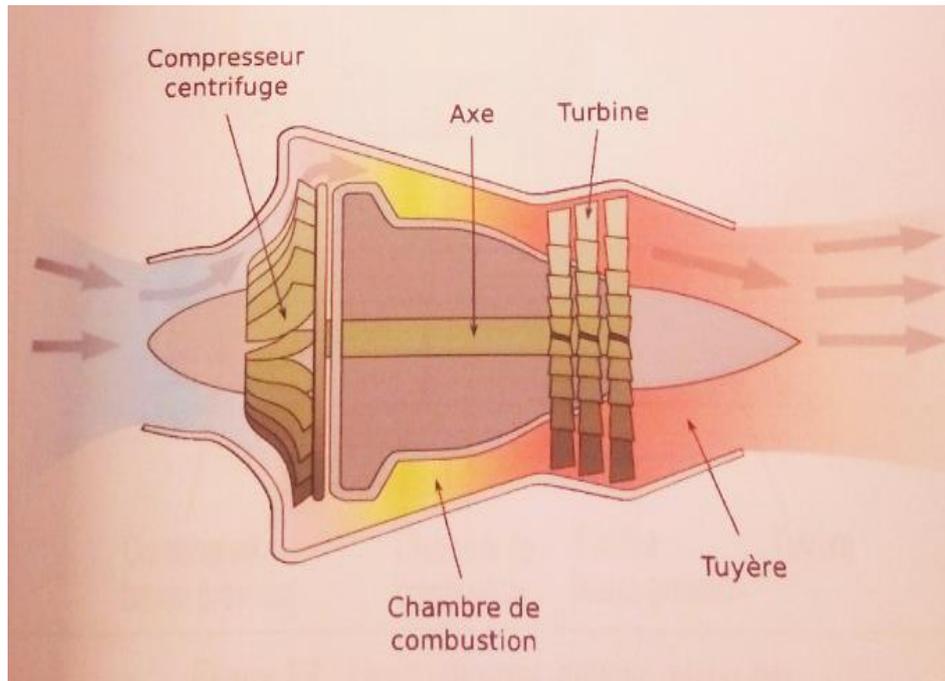


Figure.I.10. Description du moteur turbo jet

2) Moteur turbo fan

Dans le turbo fan (voir la figure I.11), la dernière turbine, à l'arrière, entraîne une soufflante (Fan) placée dans un carter à l'avant. Cette soufflante permet d'optimiser le flux autour du moteur ; une partie de l'énergie qu'elle génère complète le travail des compresseurs et favorise le rendement à l'éjection, tandis que l'autre crée une propulsion du même type que celle d'une hélice classique.

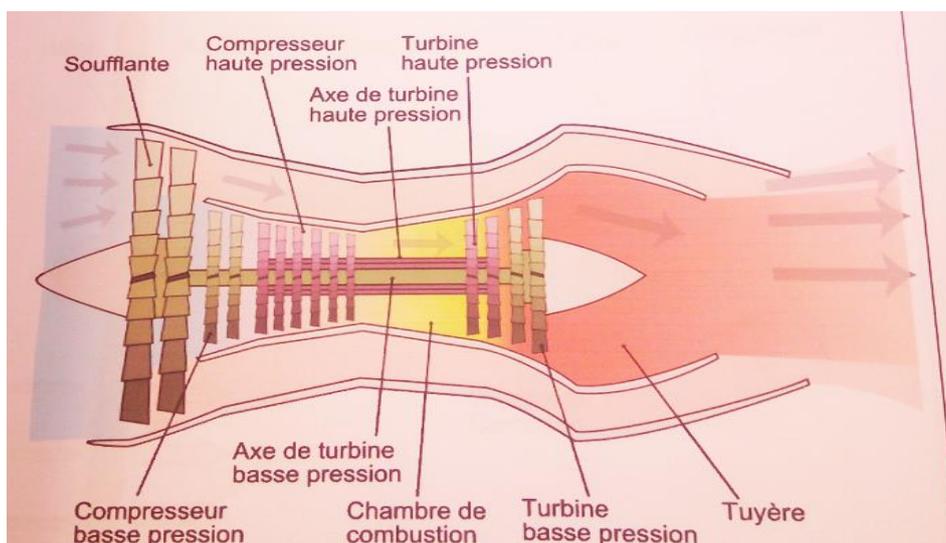


Figure.I.11. Description du moteur turbo fan

3) Moteur turbopropulseur

Dans un turbopropulseur (voir la figure I.12), la soufflante est remplacée par une véritable hélice responsable de la quasi-totalité de la puissance motrice. Ces moteurs sont inadaptés aux vols rapides car les extrémités des hélices passeraient en régime supersonique. Par contre, leur rendement et leurs performances sont excellents dans les conditions de vol d'un appareil court-courrier.

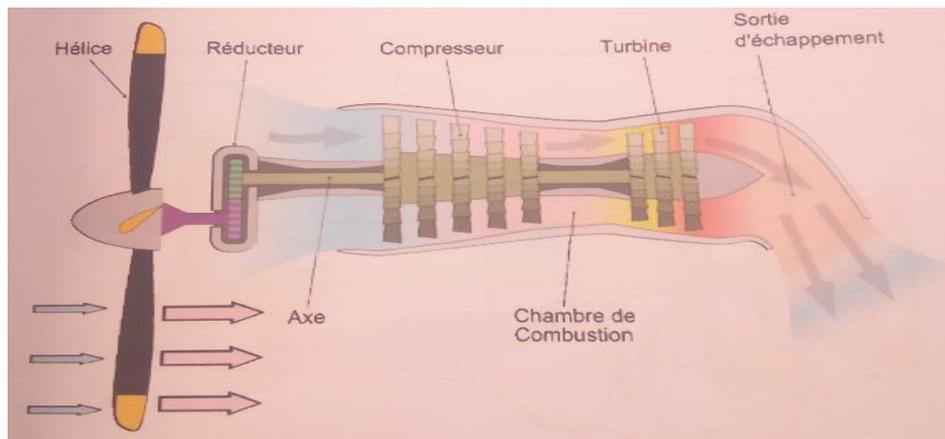


Figure.I.12. Description du moteur à turbopropulseur

Le moteur de l'avion ATR (voir la figure I.13) est composé de neuf éléments :

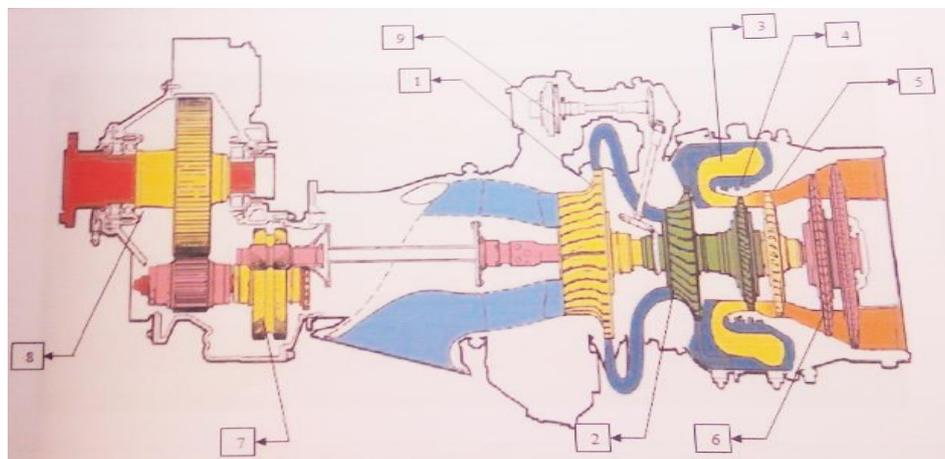


Figure.I.13. Schéma interne du moteur à turbopropulseur < ATR >

1	Une compresseur basse pression	6	La turbine libre
2	Une compresseur haute pression	7	Une boite de vitesse
3	La chambre de combustion	8	Hélice motrice
4	Une turbine haute pression	9	Générateur
5	Une turbine basse pression		

I.3.3. Fonctionnement du moteur

Fondamentalement le moteur de turbopropulseur a un fonctionnement semblable au réacteur. Le compresseur est alimenté avec de l'air aspiré par l'entrée d'air. Le flux d'air est comprimé et décéléré dans des deux compresseurs avant qu'il n'entre dans la chambre de combustion. Des vitesses de flux plus lentes sont nécessaires pour une bonne combustion.

Dans la chambre de combustion on brûle le carburant, ce qui augmente la température de flux d'air et ainsi son énergie cinétique. Dans les turbines le flux d'air accélère encore et sa chute.

Les turbines sont nécessaires pour piloter les compresseurs et les générateurs. Trois axes sont installés dans le moteur ; Un pour le compresseur à haute pression et la turbine à haute pression, le compresseur à basse pression et la turbine à basse pression sont montés sur le deuxième axe, la turbine libre est montée sur le troisième.

L'axe intérieur ; cette axe finit dans le réducteur de transmission, là où la vitesse est réduite. Ainsi le propulseur est piloté de vitesses inférieures.

I.4. Conclusion

On a étudié dans ce chapitre un bref historique des avions ATR, ainsi que leurs différentes versions et types, on a également fait une introduction générale des différentes variantes des moteurs utilisés par les avions, ainsi que leurs fonctionnements.

Chapitre II

Le système de lubrification

II.1. Introduction

Le système de lubrification est un système intégré qui alimente en huile le moteur et ses accessoires (roulements, pignons...etc.) ainsi que toutes parties mobiles nécessitant une lubrification.

Ce système maintient une pression et une température correcte pour une bonne lubrification du système.

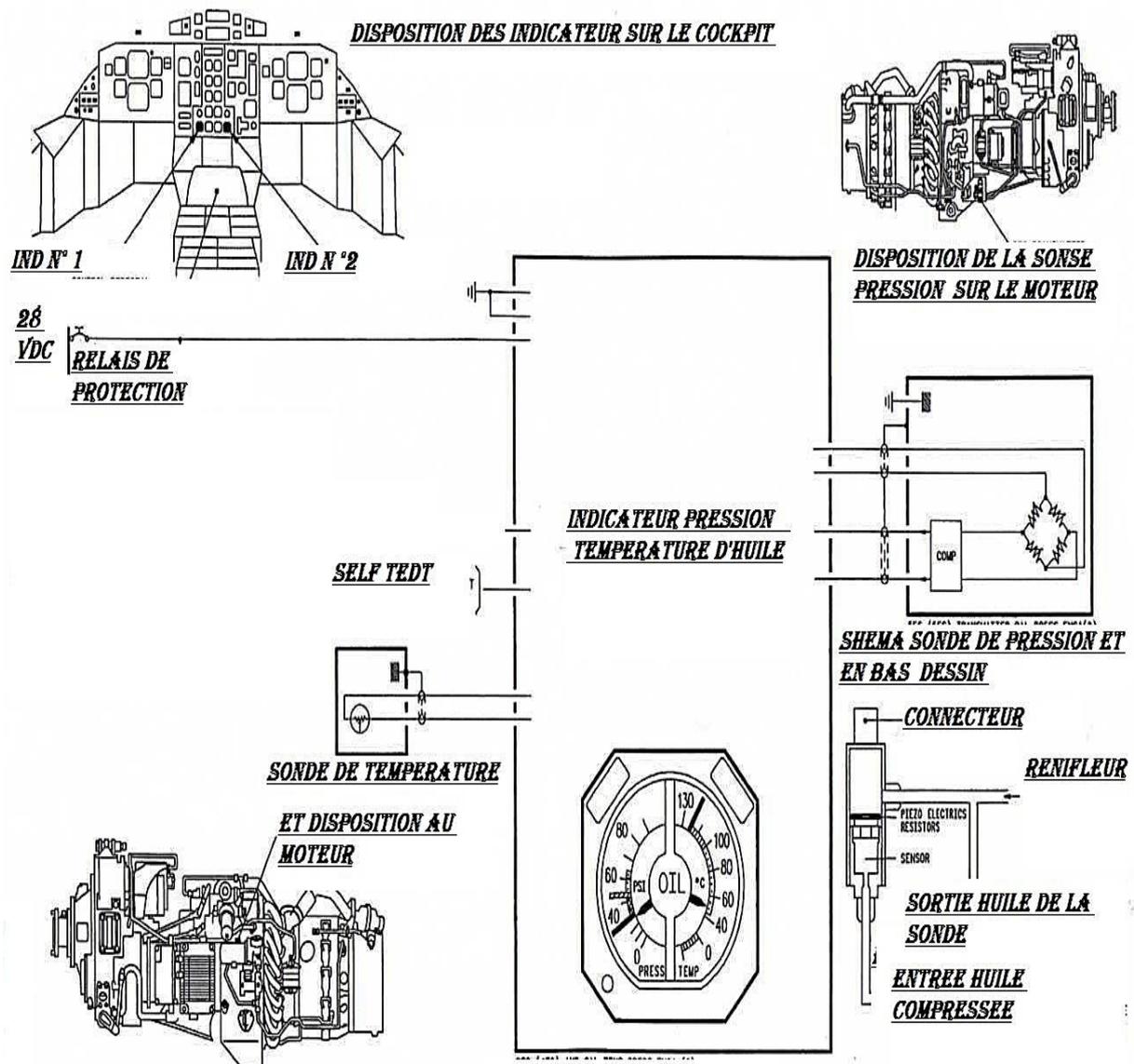


Figure. II.1. Schéma du système de lubrification [10]

II.2. Circuit de lubrification

II.2.1. Rôle du système d'huile

Le circuit de lubrification du moteur assure :

- La lubrification de tous les roulements, pignons du moteur et des boîtes de transmissions.
- Le refroidissement des paliers et des boîtes de transmissions.
- Le drainage des impuretés vers les filtres.
- Réchauffage du carburant.
- L'alimentation du système de commande d'hélice.

II.2.2. Constituants du système de lubrification

Pour accomplir son rôle, ce système se compose des principaux éléments suivants :

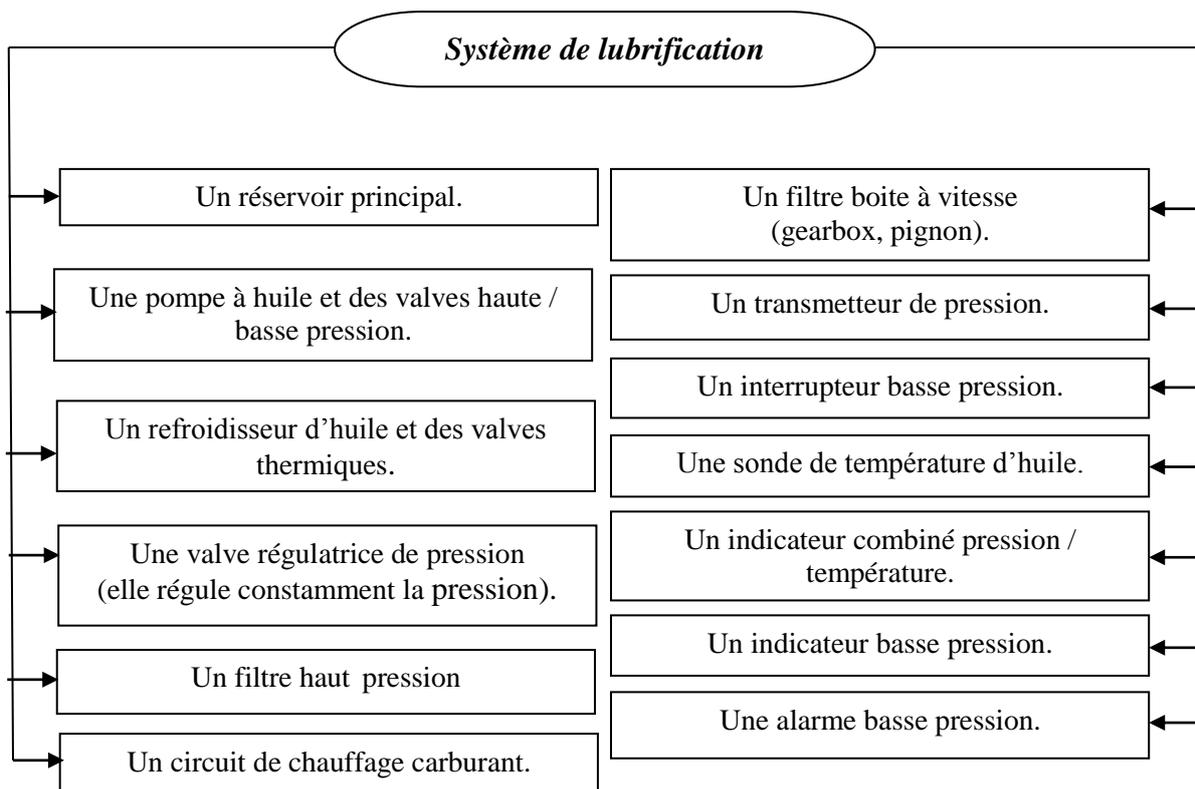


Figure. II.2. Schéma bloc des constituants du système de lubrification

II.2.3. Localisation des parties du moteur

- La face droite du moteur :

Sur le côté gauche du moteur, se trouve le filtre principal, le circuit chauffage carburant et le refroidisseur, la valve de régulation de pression...etc. comme représenté le figure ci-dessous :

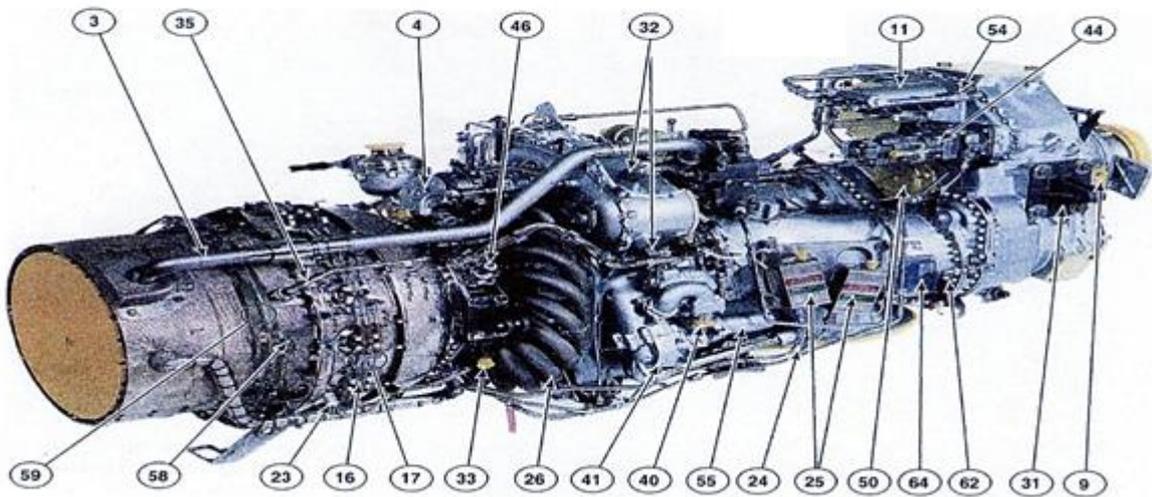


Figure. II.3. Face droite du moteur

4	L'arbre d'entraînement de la boîte à vitesse
40	La sortie d'huile
11	Radiateur d'huile refroidi par le carburant
41	Pompe d'huile et de récupération
16	Injecteur carburant
32	Sonde de NH
46	La valve de commutation
54	Support de fixation moteur
33	Capteur tachymétrique (NL)
62	Sonde de couple

Tableau. II.4. Les compositions de la face droite du moteur

- La face gauche du moteur :

Sur le côté droit du moteur, se trouve le pack pompe d'huile, les filtres, la sonde de pression et l'interrupteur basse pression ; le réservoir se trouve derrière l'entrée d'air.

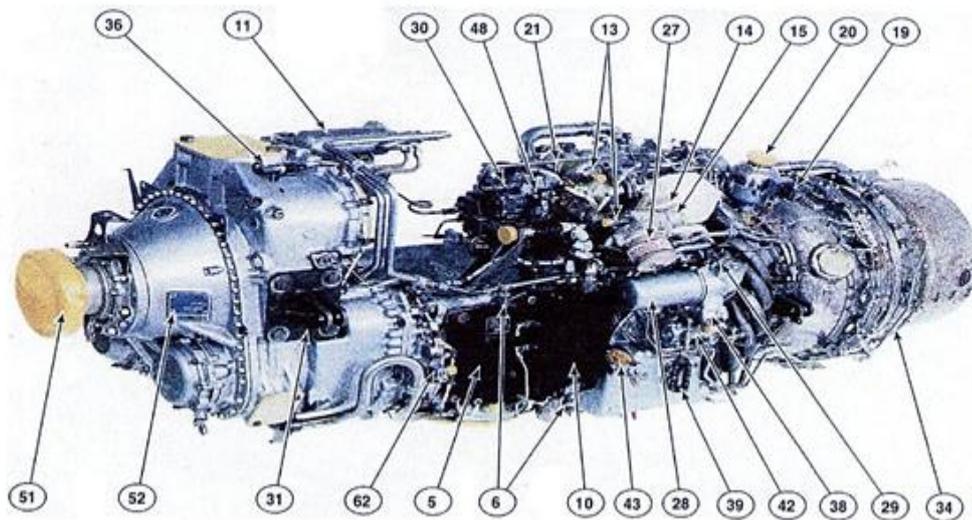


Figure.II.5. La face gauche du moteur

5	Unité de mise en drapeau automatique
6	Prise du calculateur
10	Unité de contrôle électrique (EEC)
14	Réchauffeur de carburant
15	L'arrivé de carburant
20	Valve de control
30	Unité hydromécanique (MFCU)
36	Sonde de NP
42	Valve de régulation
48	Levier de puissance
51	L'arbre de l'hélice

Tableau. II.6. Les compositions de la face gauche du moteur

II.3. Description et fonctionnement du circuit de lubrification

Notre système a trois (03) fonctions principales

- Stockage.
- Distribution.
- Indication (et alarmes).

II.3.1. Stockage

Le système de stockage d'huile garde suffisamment l'huile pour une alimentation continue au circuit de distribution d'huile. Ce système nous permet de contrôler le niveau et le remplissage d'huile.

II.3.2. Distribution

L'huile de lubrification est distribuée dans ce système selon le circuit représenté dans la figure ci-dessous :

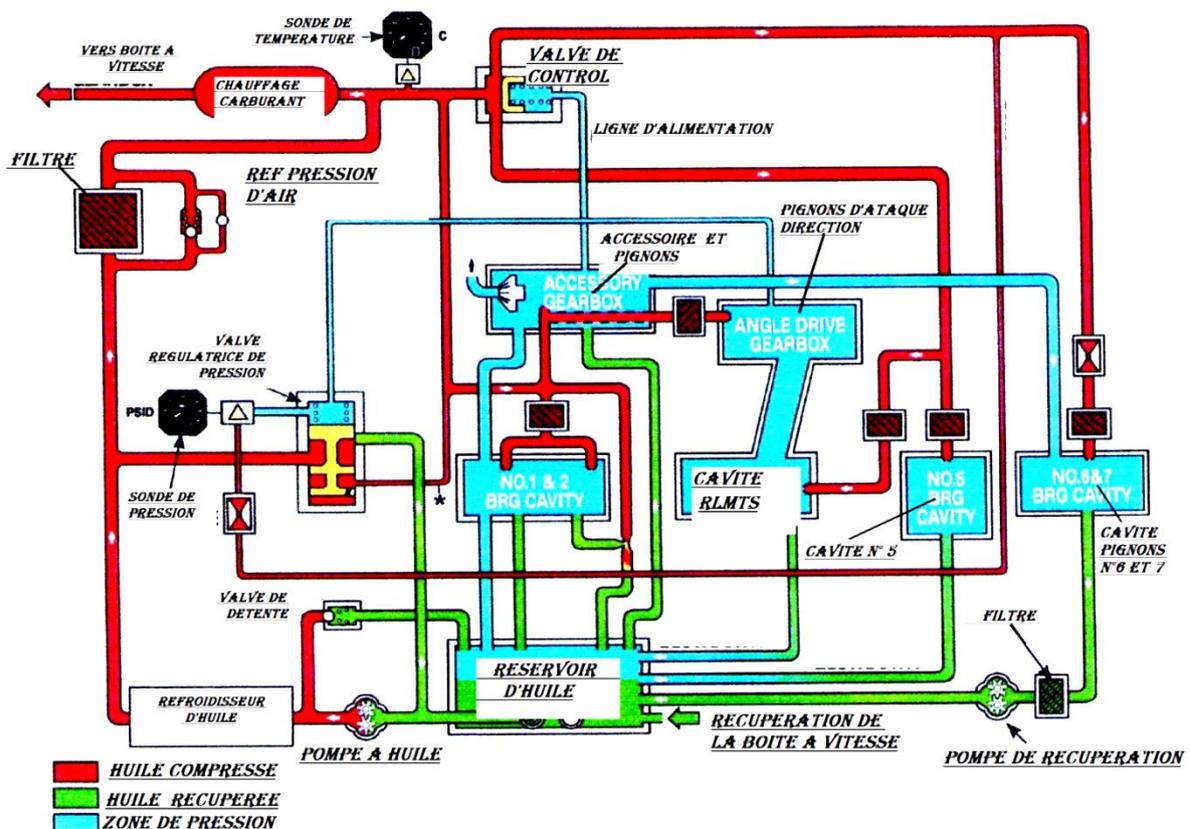


Figure. II.7. Circuit de distribution d'huile

- Le système de distribution d'huile fournit l'huile pour refroidir et lubrifier les paliers et les pignons du moteur.
- Une pompe principale fournit la pression d'huile.
- Une valve de décharge prévient tout excès de pression au démarrage ou à froid.
- La température d'huile est régulée par un régulateur refroidi à air ACOC. (ACOC = Air Cooler Oil Cooler).
- L'huile passe par un filtre principal et un by pass est prévue en cas d'encombrement (c.à.d. un filtre).

Remarque

Ce système prend aussi l'huile des paliers et de la boîte d'engrenage et l'envoie au système de récupération.

Le système de distribution d'huile est formé des sous-systèmes suivants :

a. Valve de régulation de pression

Pour assurer une bonne lubrification du système, une pression de 60 PSI est maintenue, cette régulation est assurée par une valve régulatrice. Cette dernière se trouve sous le filtre principal d'huile, sur le côté gauche du moteur.

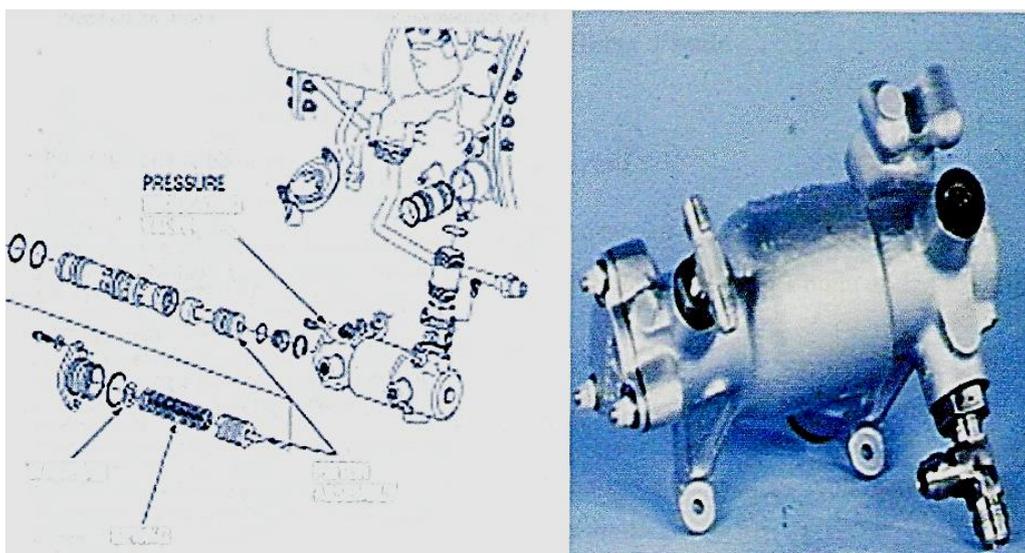


Figure.II.8.Valve de régulation

b. Valve de contrôle

Au démarrage, elle interdit la circulation d'huile dans certaines parties, elle prévient la fuite d'huile tant que la pression n'est pas correctement établie jusqu'à ce qu'elle dépasse 46 PSI, ou bien le rapport de vitesse de la turbine doit dépasser l'intervalle 2.5 % à 30 %.

c. Lubrification

Des becs injectent l'huile compressée sur les parties à graisser qui baigne dans ce dernier.

d. Chauffage carburant

Il se trouve dans le côté gauche du moteur au-dessus du filtre principal, la fonction de cet équipement est de chauffer le fuel.

Le taux de circulation d'huile à l'intérieur du chauffage permet de contrôler la température du chauffage du fuel par le biais d'une valve thermostatique by passe, elle est totalement ouverte à une température de fuel inférieure à 10°C, et commence à se fermer pour être totalement fermée à 32°C.

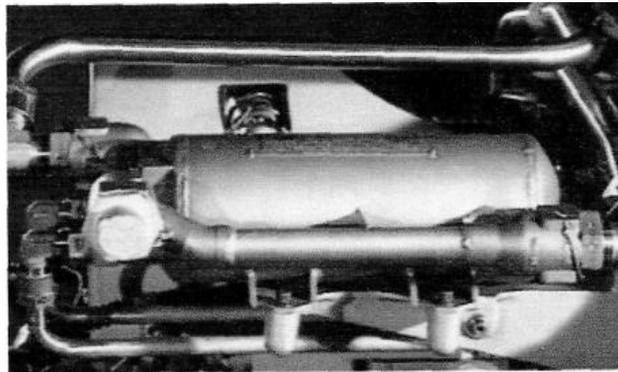


Figure.II.9. Chauffage carburant FCOC

e. Refroidisseur d'huile à fuel

Ce dernier se trouve dans l'arrière de la boîte à vitesse, il sert à refroidir l'huile, une valve thermostatique régule la circulation d'huile.

f. Récupération

L'huile envoyée à toutes les parties à lubrifier est renvoyée dans un réservoir.

g. Pressurisation

Toutes les cavités contenant pignons et roulements ainsi que les tuyaux où circule l'huile sont pressurisés à l'aide de l'air comprimé évitant les fuites d'huile (en altitude, la pression environnante est très basse).

h. Régulateur de la température d'huile

Il règle la température dans les limites prescrites par le fabricant du moteur.

i. Refroidisseur huile à air « ACOC »

Il est constitué d'un bloc d'aluminium dont l'air passe au travers un bloc refroidissant l'huile qui circule à l'intérieur. Une valve thermostatique contrôle la circulation d'huile entre 71°C et 81°C.

j. Volets de régulation du refroidisseur à air « ACOC »

Le mouvement des volets est contrôlé par un vérin thermique. Elles sont totalement fermées à 71°C laissant seulement un petit filet d'air circuler.

k. Système de purge

L'huile qui retourne au réservoir contient de l'air, il est prévu d'une pompe centrifugeuse débarrassant l'huile des particules d'air.

l. Lubrification de la boîte à vitesse

La boîte à vitesse et ses accessoires (hélice) sont alimentés par le système d'huile qui comprend aussi :

- Une pompe intégrée au réservoir auxiliaire.
- Une pompe de coupure.
- Une valve de coupure en cas de sur- vitesse.

II.3.3. Indication et Alarmes

Les indications et les alarmes du système d'huile permettent au système d'être surveillé par l'équipage, comme :

- Les indications de pression.
- Les indications de température.
- Les alarmes de basse pression.

a. Sonde de pression

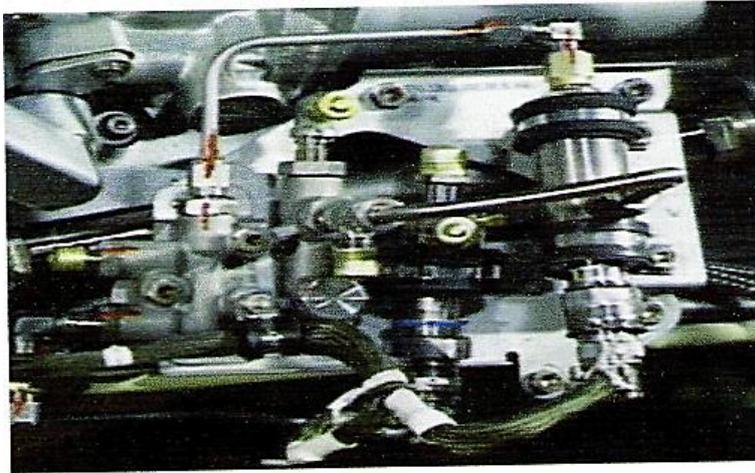


Figure.II.10. Photo de la sonde de pression dans le moteur

C'est un transducteur qui capte la pression d'huile. Il est situé dans le côté droit du moteur, à côté de la pompe d'huile et de récupération ainsi que l'interrupteur basse pression. Ce capteur mesure la pression d'huile en procédé piézo électrique (un quartz soumis à une pression, sa résistance varie en fonction de la pression au quelle il est soumis).

b. Spécification de la sonde

- La plage d'utilisation : entre 0 et 90 PSI.
- Pour un signal de sortie linéaire : entre 0 et 310 mV.
- Pression maximal supportée : 200 PSI.
- Alimentation du quartz : 4 mA / tolérance de ± 0.15 %.
- Consommation : 15 mA.
- Impédance d'entrée : 2900Ω .
- Impédance de sortie : $3.5 K\Omega \pm 20$ %.

c. Sonde de température

Elle nous renseigne sur la température d'huile. Elle est située dans le côté gauche du moteur, à côté du circuit chauffage carburant et le filtre principal. Cette sonde est constituée de matériaux à résistance négative, c.-à-d. si la température monte, sa résistance baisse ; elle est alimentée par l'indicateur. Sa description plus détaillée sera abordée au chapitre description de l'indicateur dans ce qui suit.

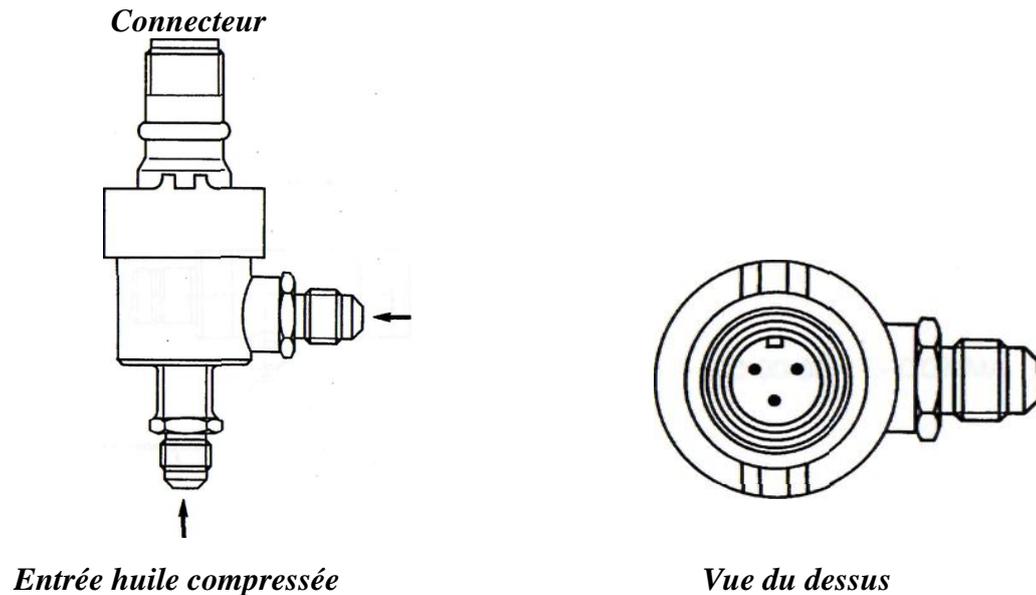


Figure.II.11. La sonde de température [10]

Remarque

- ✓ Nous rappelons que la sonde de température et de pression sont des sondes consommables non réparables, dans le cas où il est prouvé leurs dysfonctionnements, elles seront carrément rebutées, il n'y a pas de documentations descriptives de ces sondes-là.
- ✓ Dans notre système, il existe deux (2) types d'alarme basse pression ; l'une est affichée par l'indicateur dont nous expliquerons en détail dans la description du fonctionnement de l'indicateur (chapitre suivant), et la deuxième sous la forme d'une valve (voir schéma circuit d'huile), lors d'une baisse de pression d'huile, alimente une lampe qui alarme l'équipage.

II.4. Conclusion

Comme il a été présenté dans ce chapitre, une description du système de lubrification d'ATR, et les différents constituants du circuit d'huile ainsi que le rôle et le fonctionnement de chaque élément dans ce circuit.

Chapitre III

Etude et description de l'indicateur et son fonctionnement

III.1. Introduction

Notre indicateur est destiné à être utilisé à bord des aéronefs pour l'affichage de la température et de la pression de la turbine huile lubrifiante, il monté au tableau de bord (voir figure.III.1) est fabriqué par l'équipementier aéronautique français **SEXTANT** ; spécialement conçu pour les avions de petites tailles parce qu'il combine deux fonctions en un seul indicateur (Pression / Température) et ceci pour économiser l'espace et le poids indispensable en aéronautique.



Figure.III.1. Tableau de bord de l'avion.

Indicateur de press /temp gauche
Moteur gauche ou N°1

Indicateur de press/temp droit
Moteur droit ou N°2

On voit dans l'image ci-dessus la disposition des indicateurs des paramètres moteurs sur le panneau central de l'avion. Il faut noter aussi que les indicateurs sont disposés à gauche pour le moteur gauche ou N°1 et, à droite pour le moteur droit ou N°2 selon le standard aéronautique.



Figure.III.2. L'indicateur double température /pression d'huile.

III.2. Spécifications techniques de l'indicateur

Les spécifications techniques de l'indicateur fournis par le fabriquant sont les suivantes :

Alimentation requise	14 à 32 V DC.
Consommation	180 mA sous une tension de 28 V DC, sans compter l'éclairage.
Indication température	$\pm 4^{\circ}\text{C}$ pour une lecture entre 90°C et 120°C . $\pm 6^{\circ}\text{C}$ pour le reste de l'échelle.
Indication pression	± 1.5 PSI pour une pression entre 40 PSI et 65 PSI. ± 3.5 PSI pour le reste de l'échelle
Précision par rapport à la température	De -10°C à 15°C : tolérance $\times 2$. Entre 15°C et 55°C : tolérance $\times 2$. De $+55^{\circ}\text{C}$ jusqu'à 70°C : tolérance $\times 2$.
Indication alarme	Couleur rouge s'allume pour une plage comprise entre 0 et 40 PSI sauf s'il est expressément inhibé.
L'éclairage	C'est un blanc bleuté, tension d'alimentation électrique de 5 VAC- 400 HZ.
Dimensions physique	Le poids typique : $640 \text{ g} \pm 2\%$. Les dimensions physiques de l'indicateur sont reprises dans la figure (III.3) ci-dessous.

Tableau.III.3. Spécifications techniques de l'indicateur

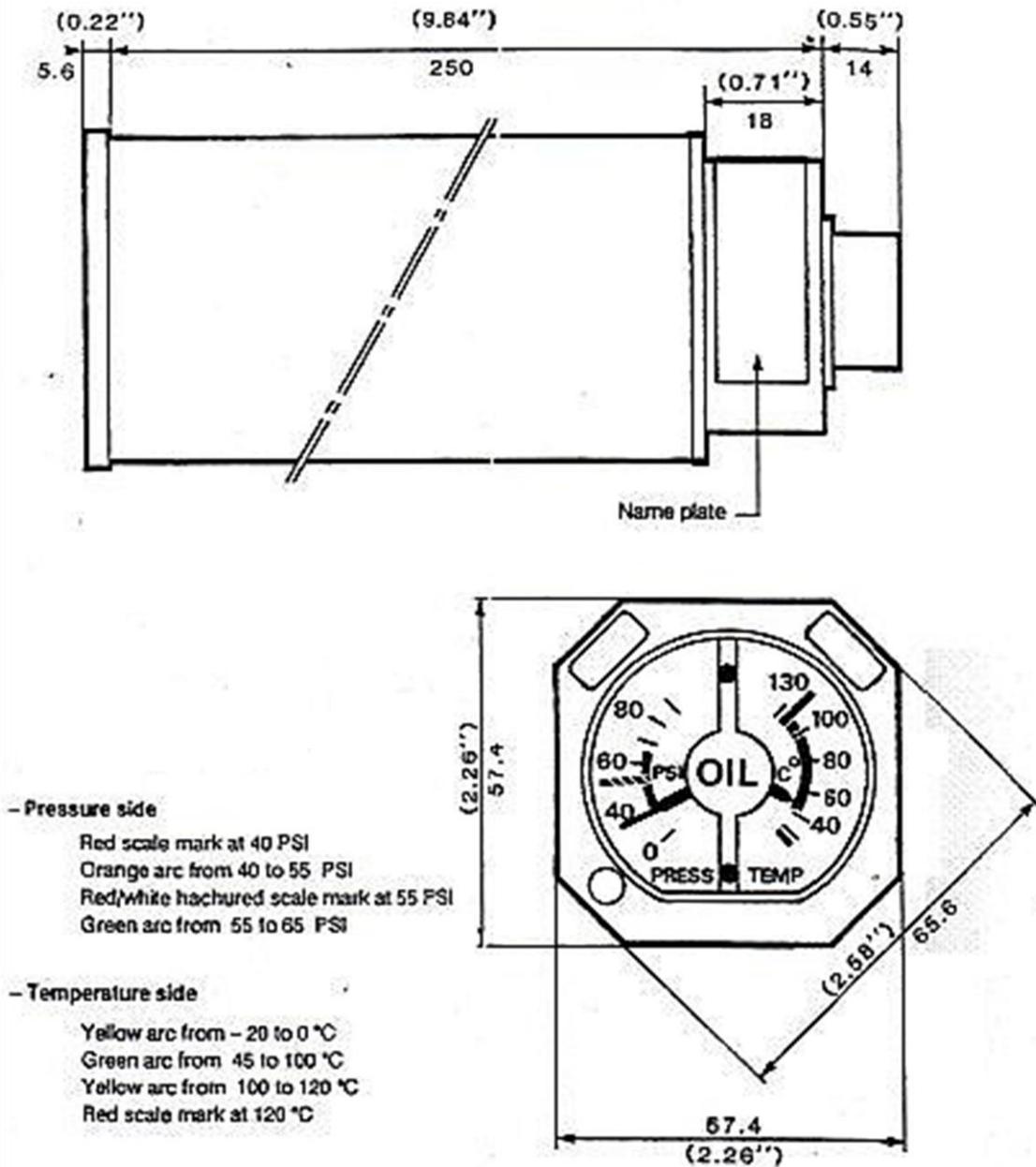


Figure.III.4. Dimensions physiques de l'indicateur. [10]

III.3. Description de l'indicateur

L'équipement est constitué physiquement et essentiellement de trois blocs :

- Une carte d'alimentation et de protection, situé sur le côté gauche de l'indicateur.
- Une carte de conditionnement (zone de pression et de température), sur le côté droit.
- Deux galvanomètres d'affichage à l'avant de l'indicateur.

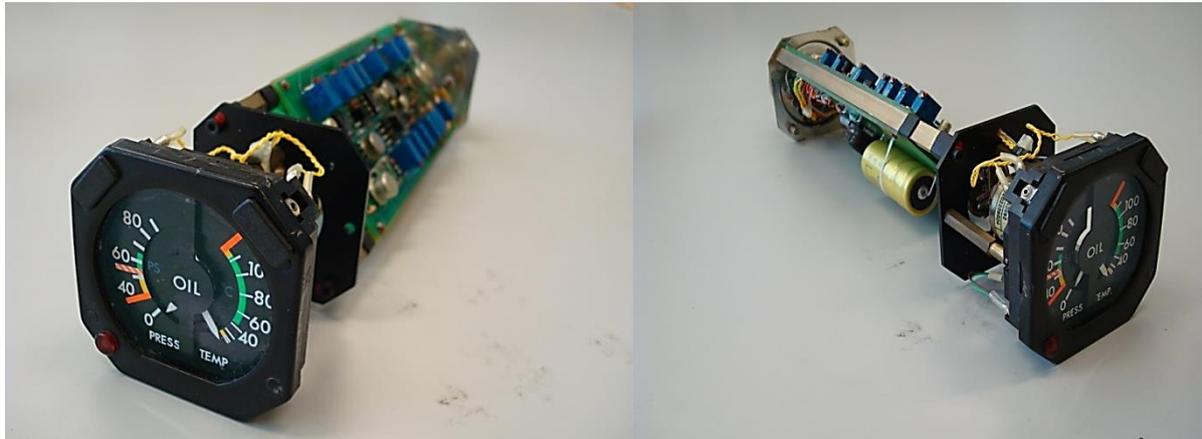


Figure.III.5. Les différentes parties de l'indicateur

III.4. Représentation synoptique

Suit le schéma synoptique de l'indicateur qui est constitué de :

- Les cartes d'alimentation et de conditionnement.
- Les galvanomètres qui affichent les données ainsi que la lampe d'alarme tous situés sur la face avant.
- Le système d'éclairage de la face avant.

Et enfin toutes ces parties sont reliées entre elles et avec le milieu externe par un jeu de connecteurs.

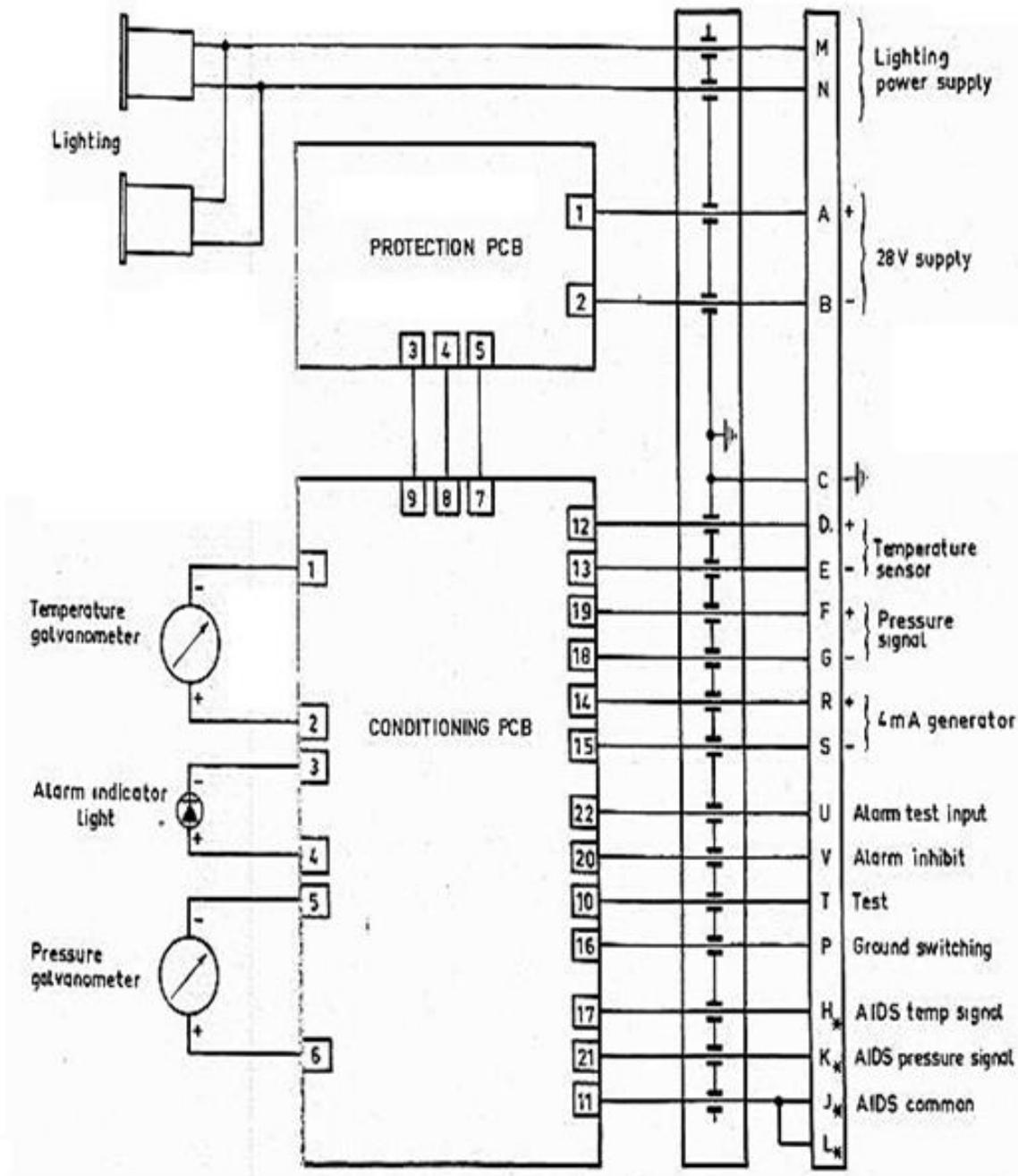


Figure.III.6. Schéma du système de l'indicateur. [14]

Pour faciliter la compréhension voir les schémas blocs ci-après.

III.4.1. Bloc d'alimentation

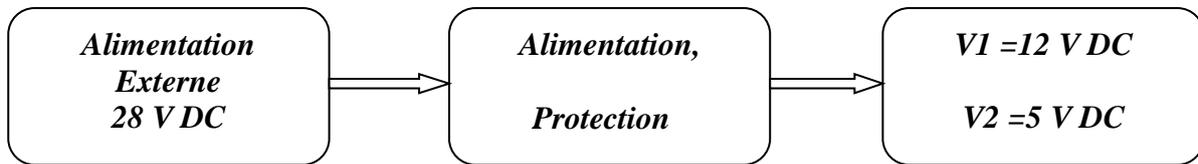


Figure.III.7. Schéma bloc de la carte d'alimentation

L'alimentation externe de 28VDC est appliquée à l'entrée du bloc alimentation et protection de l'indicateur, et génère deux tensions d'exploitation V1 et V2.

Description détaillée de la carte d'alimentation (protection)

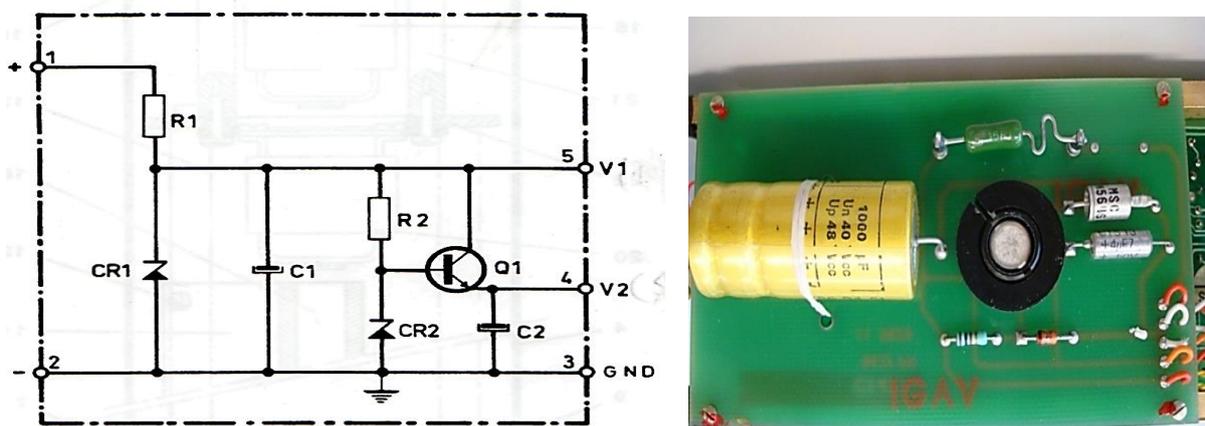
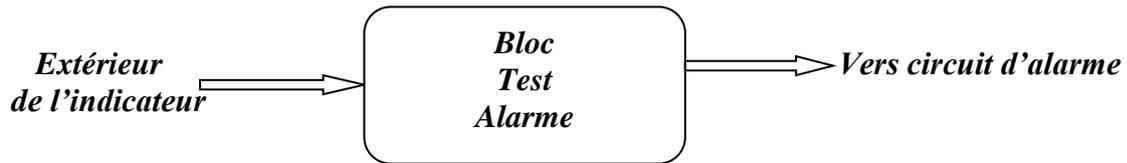


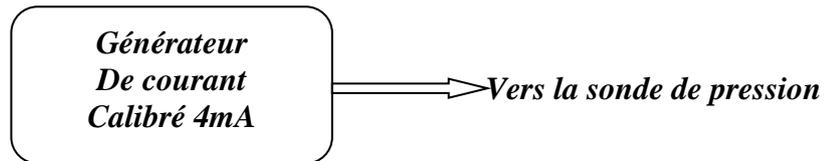
Figure.III.8. Circuit d'alimentation (à gauche), photo de la carte (à droite) [14]

V2 pris de la source d'alimentation 28V DC

- La tension V1 est filtrée par la résistance R1 et la capacité C1, et protégée par la diode zener CR1 qui élimine les variations transitoires.
- La tension V2 est filtrée par la résistance R1 et la capacité C1 et protégée cette fois-ci par CR2 et R2, cette tension est régulée par Q1 et la zener CR2 qui est la tension de référence du Q1.
- Sachant que : V1= 12V DC et V2= 5V DC.



Les commandes de teste externe sont appliquées dans le bloc de teste alarme qui vont être orienté vers le circuit interne d'alarme de l'indicateur.



Un générateur de courant calibré est prévu pour alimenter la sonde de pression.

III.4.2. Bloc de pression

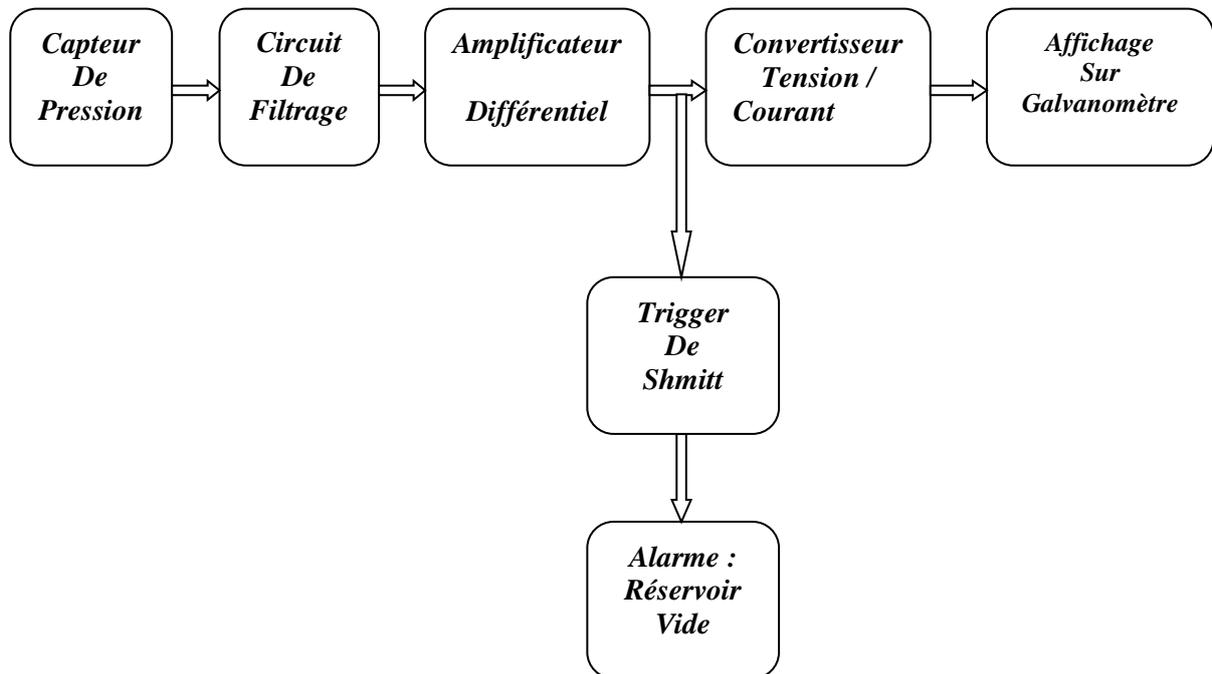


Figure.III.9. Schéma bloc de la zone de pression

Un capteur de pression alimente un amplificateur différentiel après le filtrage qui sera ensuite converti en courant pour être acheminé au galvanomètre d'affichage, aussi cette information est utilisée pour être comparé au bloc de trigger de shmitt pour alarmer l'équipage quand le réservoir est vide.

III.4.3. Bloc de température

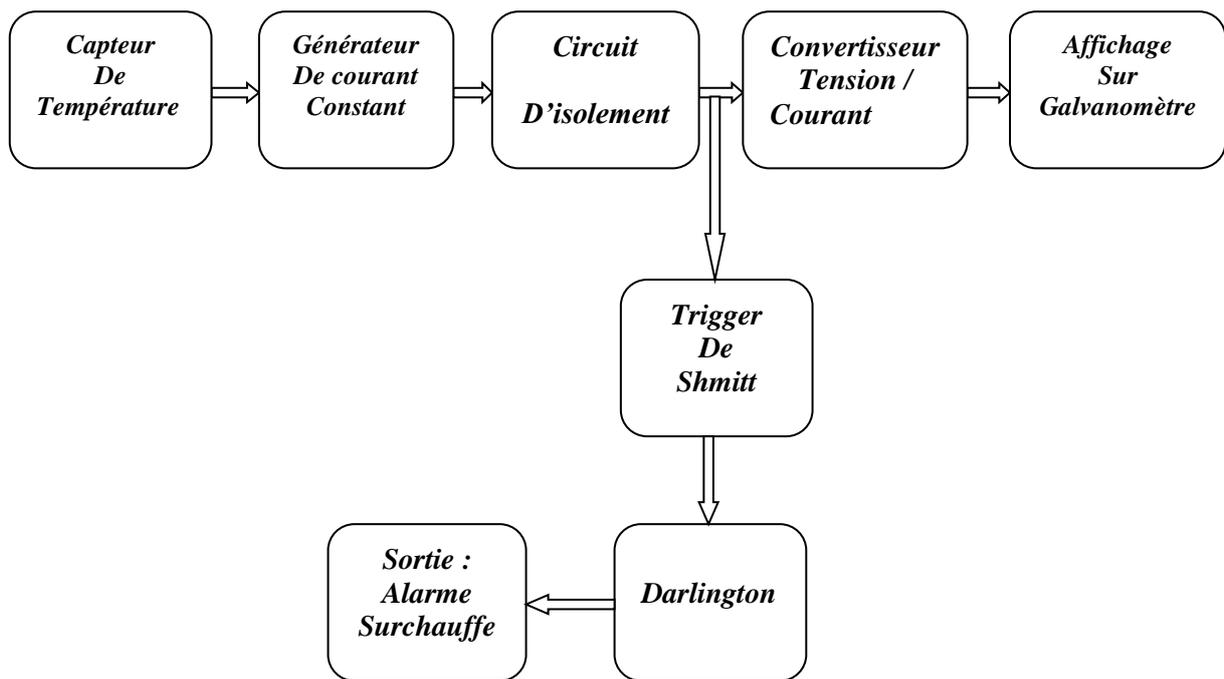


Figure.III.10. Schéma bloc de la zone de température

Un capteur de température est alimenté par un générateur de courant constant, le signal est converti en courant après avoir été isolé. Une fois converti, ce signal va être acheminé au galvanomètre; similairement au circuit d'alarme après avoir été conditionné par les deux (2) blocs (trigger de shmitt et Darlington).

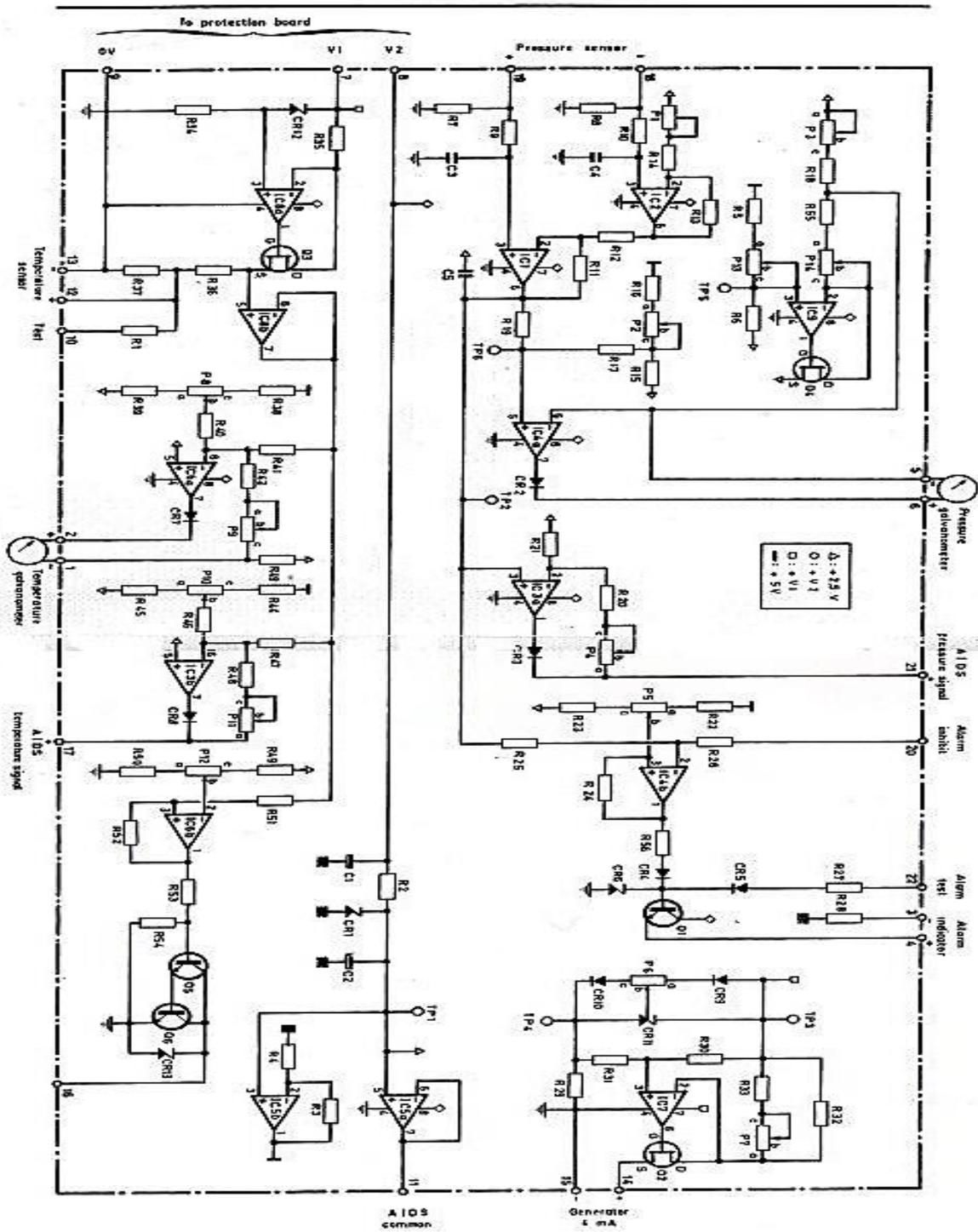


Figure.III.12. Schéma électronique détaillé de l'indicateur. [10]

Description de la carte de conditionnement

Se référer à la figure III.11 pour l'étude des différentes étapes constituant la carte de conditionnement de l'indicateur.

III.5.1. Utilité des 4 mA :

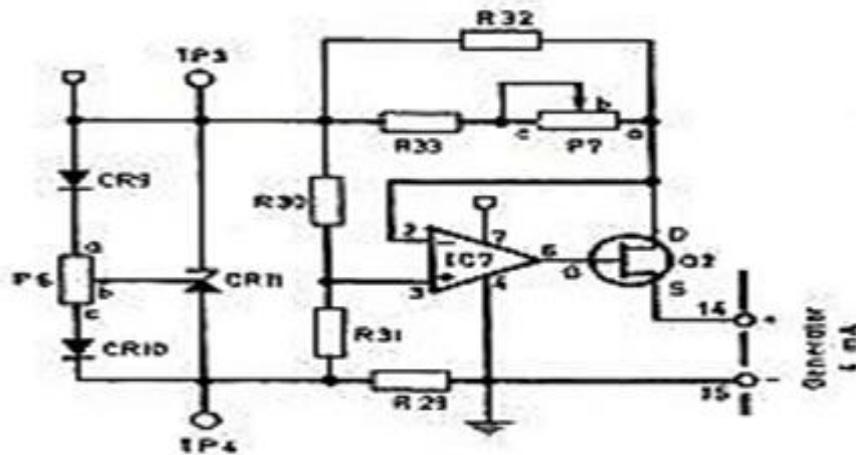


Figure.III.13. Générateur de 4 mA

- **Convertisseur tension / courant**

La diode CR11 sert comme une référence pour le convertisseur (tension / courant), formé par l'amplificateur IC7 et le transistor Q2.

Le potentiomètre P6 est utilisé pour régler la tension de référence, et le potentiomètre P7 Pour régler le débit en courant de sortie (4mA).voire figure ci-dessus.

III.5.2. Zone de température : (processeur thermique)

- L'ensemble IC8a et le transistor Q3 forme un générateur de courant alimenté par la tension 12V, la diode zéner CR12 sert à limiter le courant à travers la broche 3 de IC8a.

Le courant résulté par le transistor Q3 sera détecté par la sonde au niveau des broches (12-13). La broche 10 sert comme un point de test thermique.

- L'IC8b est un adaptateur de basse impédance, pour une meilleure transmission de la grandeur thermique détectée aux broches 12 et 13.

- **Trigger de Schmitt** (voir l'annexe)

La sortie d'IC8a est distribuée au trigger de Schmidt IC6b, « circuit de comparaison » pour détecter le dépassement des limites extrêmes de valeurs électrique et les limiter.

L'entrée (2) d'IC6a représente la référence (140°C) ;

L'entrée (3) d'IC6b représente la température de l'huile détectée par la sonde de température.

Le seuil d'IC6b est ajusté par P12 commandant ainsi la commutation de l'ensemble Darlington (Q5-Q6) ; la diode zéner CR13 sert à protéger (Q5-Q6).

- L'information thermique est considérée comme une entrée pour le convertisseur tension /courant IC6a, permettant ainsi la détection de la température d'huile.

Le potentiomètre P8 sert à ajuster le zéro du galvanomètre (0°C température) et le P9 sert à ajuster la valeur maximale du galvanomètre (température maximal).

- L'amplificateur IC3b alimente l'AIDS (Aircraft Integrated Data System ou information envoyé pour être enregistrée dans le système enregistreur de paramètre), le signal de ce dernier calibré de (0 à 5V) pour permettre une variation thermique allant de - 20°C à 130°C.
- Le potentiomètre P10 sert à ajuster le zéro de l'AIDS et le P11 à ajuster sa valeur maximal correspondant à 5V.

III.5.3. Zone de pression

Les points 18 et 19 sont des entrées de pont de Wheatstone (voir l'annexe) de la sonde de pression ;

- IC2 : Amplificateur : impédance d'entrée >>très élevé et le courant très faible.
- R13 : Résistance de contre-réaction.
- Le gain est déterminé par le rapport de P1+P14 /R13.
- (R8, R10 etC4) : filtre d'entrée, il présente une constante RC qui intègre les variations de tension dus à la variation de la pression-il intègre les petites variations de valeurs qui peuvent faire fluctuer l'aiguille d'indication dans une constante de temps donc réduisant ces fluctuations.
- IC1 : Amplificateur différentiel va amplifier la différence des deux (2) signaux entre les deux 2 points.

Notice –Dû aux caractères non-linéaire du galvanomètre un circuit de compensation de l'effet hystérésis constitué par IC9 et Q4 ou les potentiomètres P3 la partie « basse » de l'échelle du galvanomètre et P14 la partie « haute » de l'échelle et P13 le atténue les changements de sens du galvanomètre les rendant moins saccadés.

Aussi comme le circuit température ; le circuit pression débite un signal calibre vers le système AIDS généré par IC3 soit de zéro à 5 volts pour une échelle de -20 °C à 140 °C ou plaine échelle qui peut être ajustée par P4.

III.5.4. Zone d'affichage

Deux galvanomètres sont utilisés pour afficher les données température et pression traitées par la carte de traitement et suit la photo.

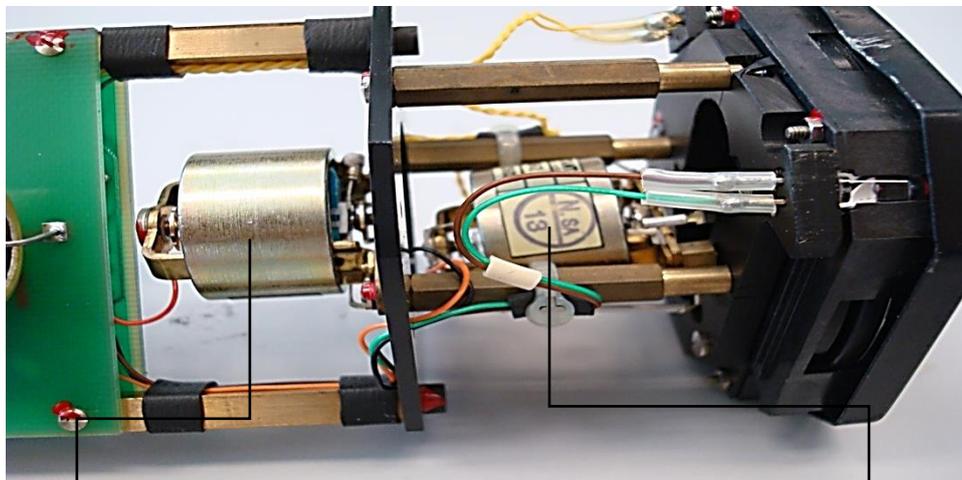


Figure.III.14. Les deux galvanomètres d'affichage

Galvanomètre de pression

Galvanomètre de température

Le galvanomètre est constitué d'une aiguille montée sur un support mobile, et cette aiguille va bouger sous l'effet d'un champ magnétique créé par le passage d'un courant continu dans une bobine de fil électrique. Pour réaliser un vumètre (pression, température..), il est nécessaire d'ajouter un circuit électronique pour piloter le galvanomètre.

III.6. Conclusion

On a étudié dans ce chapitre l'indicateur double température / pression d'huile (PN 5677-420-80-10) à partir de définir les spécifications techniques de l'indicateur et leur dimension physique, on a également fait une description détaillé des trois principaux blocs constituant l'indicateur (carte d'alimentation et de conditionnement, les galvanomètres d'affichage et le système d'éclairage).

Chapitre IV

Réalisation du banc d'essai

Soudage, Câblage et Test

IV.1. Introduction

Le banc d'essai est un simulateur de l'environnement de l'indicateur. Pour tester le fonctionnement de ce dernier, selon les paramètres établis par le constructeur contenu dont (la réglementation Aéronautique) nous oblige d'appliquer scrupuleusement les paramètres du manuel.

Constituants du banc selon le constructeur :

Item	Equipements (description)
<i>U1</i>	Une alimentation stabilisée variable de 12 à 32 VDC
<i>U2</i>	Une alimentation basse tension stabilisé ajustable de 2.5 à 3.5 VDC
<i>U3</i>	Une alimentation de 5 VAC 400 HZ
<i>E1</i>	Un générateur de tension de 0 à 400 m VDC
<i>A1, A2</i>	Deux ampèremètres DC
<i>A3</i>	Un ampèremètre AC
<i>V1, V2</i>	Deux voltmètres DC
<i>R1, R2</i>	Deux résistances variables à décade de 50 K Ω
<i>S1 à S8</i>	Huit switches
<i>DS1</i>	Un 28 VDC (lampe)

Tableau.IV.1. Tableau des constituants du banc.

Remarque

Celles-ci sont les conditions minimales requises par le constructeur.

IV.2. Schéma du banc d'essai proposé par le constructeur

Les principaux blocs qui constituent ce banc d'essai sont représentés dans le schéma synoptique ci-dessous :

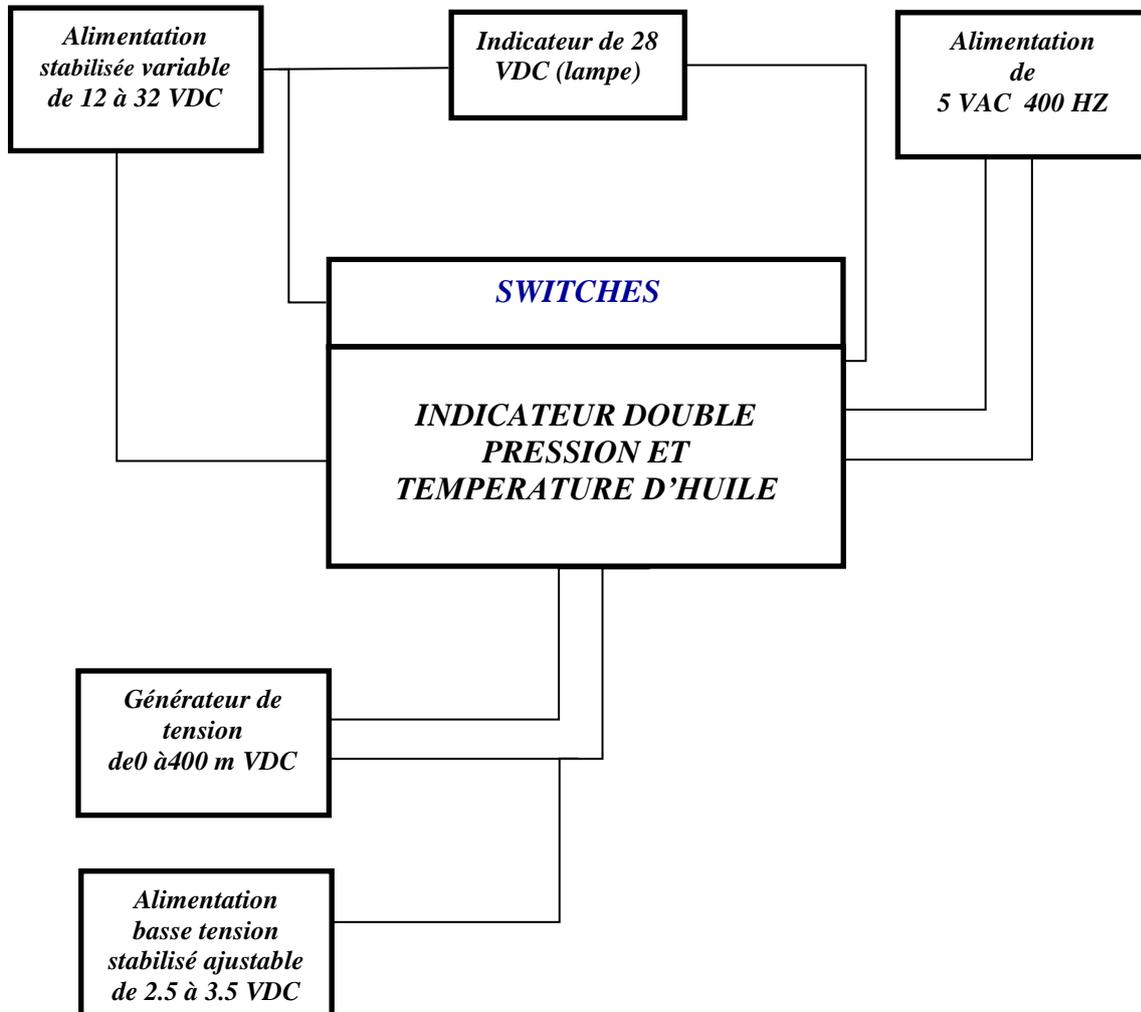


Figure.IV.2. Schéma synoptique du banc d'essai.

Le schéma du banc d'essai proposé par le constructeur avec les appareils de mesures est représenté dans le schéma suivant :

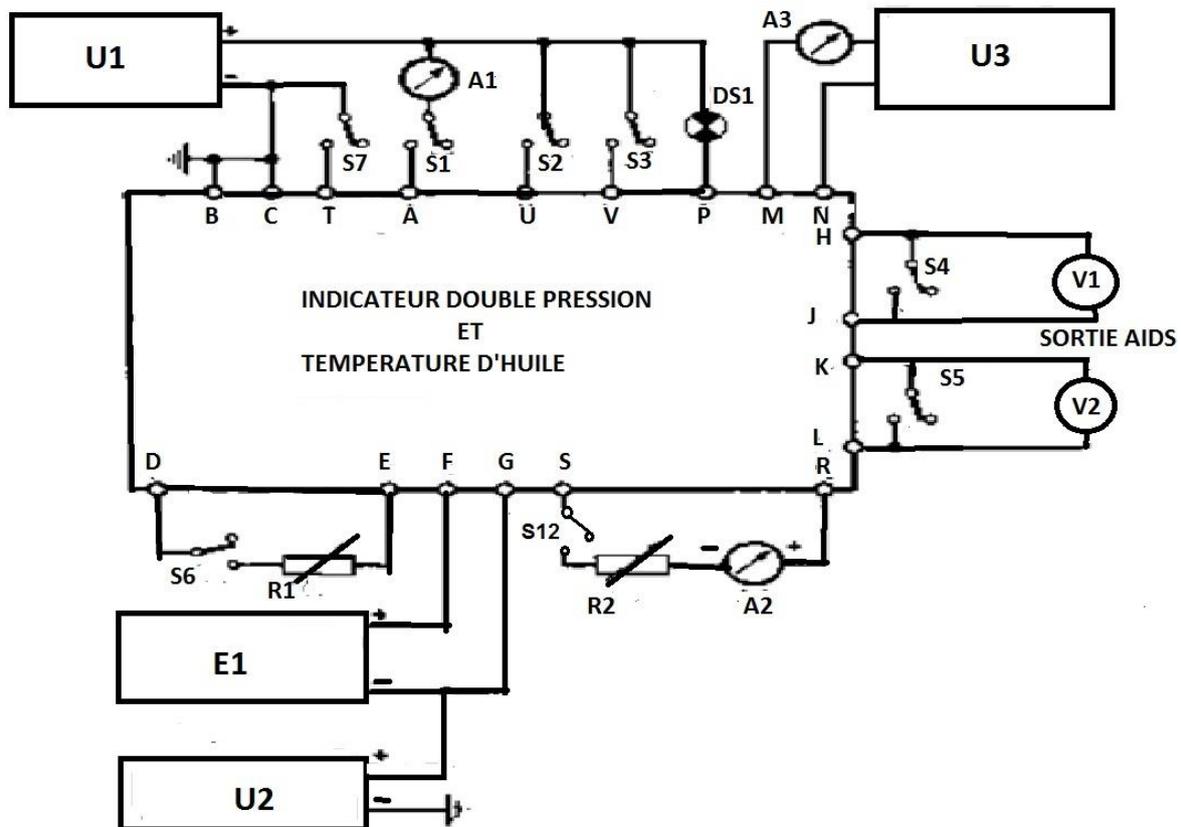


Figure.IV.3. Schéma du banc d'essai proposé par le constructeur. [10]

Remarque

Pour un meilleur confort et une meilleure sécurité, nous avons cherché à améliorer ce banc d'essai tout en respectant les critères requis par le constructeur dans le tableau et schéma précédant.

IV.3. Etude du banc d'essai

IV.3.1. Contrôle de l'alimentation

L'alimentation du 28VDC est contrôlée par un interrupteur et un fusible pour la protection, nous précisons que la protection est fixée à la consommation de l'équipement stipulée par le constructeur (voir les paramètres de l'équipement dans le chapitre précédent), plus 50% de la consommation, et si l'indicateur consomme 180 mA ajouté à 90 mA, donc le fusible doit être fixé à 270 mA.

IV.3.2. Indication de mise sous tension de l'indicateur DS1

Nous avons plutôt opté pour l'indication de la présence du 28VDC par une LED, parce qu'elle est moins chère et plus économique en consommation électrique, sachant que le courant typique d'une LED pour éclairer normalement est de 10mA et la tension de jonction est de 2V ; pour protéger la LED nous avons mis une résistance dont sa valeur sera de :

$$RI = \frac{U-2}{10mA} \text{ [dont } U=28VDC \text{ et } 2V : \text{ la tension de jonction de la LED].}$$

$$RI = \frac{28-2}{0.01} = 2600\Omega .$$

IV.3.3. L'Ampèremètre A1

Deux bornes de test sont utilisées pour mesurer la consommation en courant de l'équipement à tester .l'Ampèremètre peut être inséré ou by-pass par un interrupteur pour que l'équipement fonctionne sans ampèremètre inséré.

IV.3.4. La tension d'éclairage U3

Deux bornes pour envoyer la tension d'éclairage aux points (M, N) de l'indicateur en série avec l'Ampèremètre et nous avons ajoutés un interrupteur pour contrôler la mise sous tension.

IV.3.5. L'AIDS

Concernant l'AIDS, nous avons gardés la même physiologie que le manuel du constructeur, et nous avons ajoutés 3 bornes de teste pour contrôler les tensions de sorties de ce dernier.

IV.3.6. Boite à décade R1 et R2

Pour la réalisation de la boite à décade nous avons optés pour la démarche suivante :

A la place de la boite à décade, nous avons monté :

- une résistance variable de précision de 10 tours dont sa valeur est de 50 K Ω
Cette exigence concerne R2 et R1.

- Pour R2, nous avons ajouté un interrupteur pour isoler R2 pour les mesures à effectuer.
- Trois bornes pour brancher d'un côté l'ampèremètre, une fois la mesure de la consommation terminée. Il est prévue de remplacer l'ampèremètre par l'ohmmètre en ayant au préalable isolé R2 par l'interrupteur S12.
- Pour R1 nous avons respecté le montage du constructeur sauf que nous avons ajouté deux points de test pour mesurer R2.
- Pour S7 (teste fonctionnel de l'équipement généralement effectué sur avion) et simulé au banc d'essai comme le préconise le constructeur.
- Pour E1 et U2 il a été prévu d'intégrer ses deux alimentations dans le banc d'essai pour des raisons économiques.

IV.4. Réalisation du banc d'essai

Le banc d'essai est réalisé par les étapes suivantes :

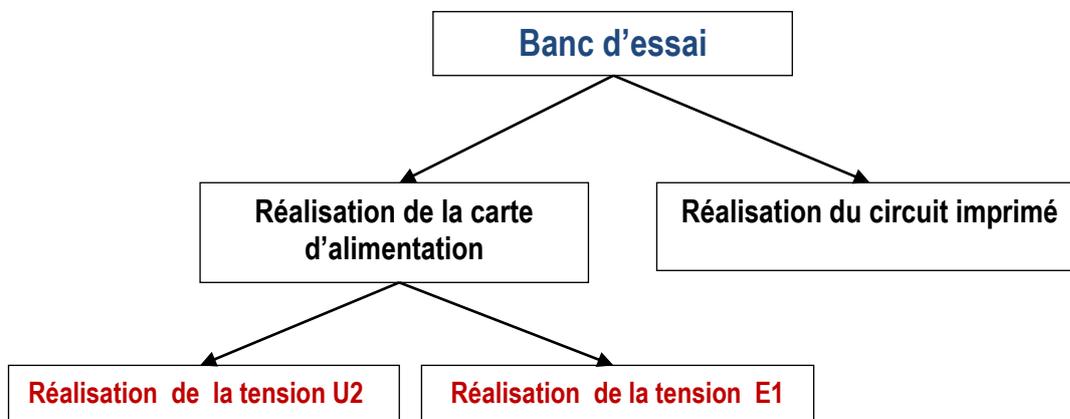


Figure.IV.4. Plan de réalisation de banc d'essai

IV.4.1. Réalisation de la carte d'alimentation

IV.4.1.1 Confection de U2

A partir d'une source secteur 220 Volts 50Hz, nous utilisons un transformateur abaisseur de tension dont, la sortie est de 9 Volts AC, cette tension sera ensuite redressée par un pont redresseur.

Le filtrage est effectué par un condensateur chimique de 1000 μF et la tension choisie est la tension de service plus 50% soit, ici 9 volts plus 3 volts donne 12 volts qui est la valeur minimale à choisir pour ne pas détruire cette condensateur, comme représenté dans le schéma synoptique ci-dessous :

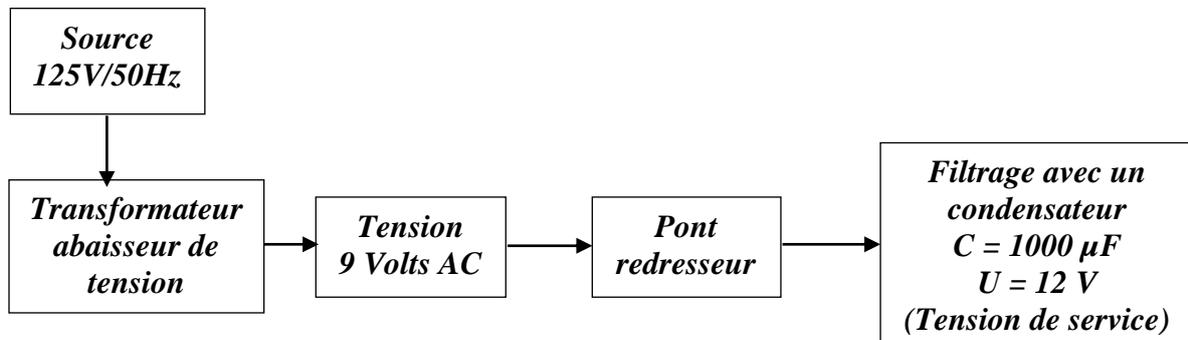


Figure.IV.5. Schéma synoptique de confection de tension U2

Il existe plusieurs manières de réguler la tension de sortie mais, pour notre cas nous avons choisi pour des raisons de simplicité et d'économie un régulateurs de tension intégrée de la famille des 78XX, très pratique et dont la tension d'entrée peut être comprise entre plus 2 Volts en dessus de la tension de sortie à réguler comme valeur minimale et jusqu'à 30 volts comme tension maximale à appliquer à son entrée.

Soit pour notre cas de 5Volts tension de sortie plus 2 volts soit 7 volts à appliquer à l'entrée pour avoir les 5 volts régulés a la sortie.

Si la tension de sortie est choisie dans notre cas de 5 volts la référence de notre régulateur est 7805 dont.

Afin de réduire les éventuels fluctuation de la charge un condensateur est placé à la sortie du régulateur dont la valeur est de 100 μf assurant une parfaite sortie de 5 volts débarrassé des parasites condition initiale pour simuler les tensions demandés .

Enfin à la sortie, un potentiomètre servira à varier la sortie à appliquer à l'indicateur.

La valeur à trouver est ; sachant que la tension est de 5 volts et, le courant minimal demandé par le constructeur est de 1 mA, la règle est simple $R=U/I$ soit dans notre cas

$R= 5\text{volts}/1 \text{ mA}$ soit $R =5 \text{ KOhms}$.

IV.4.1.2 Confection de E1

La réalisation de E1 est similaire à U2 sauf que, la sortie sera conditionnée autrement puisque, nous avons besoin de 500 m Volt à la sortie donc, le changement va toucher le montage d'une résistance en série avec un potentiomètre sensé varier la sortie de 0 à 500 m Volt.

IV.4.1.3 Circuits de U2 et E1 finalisés

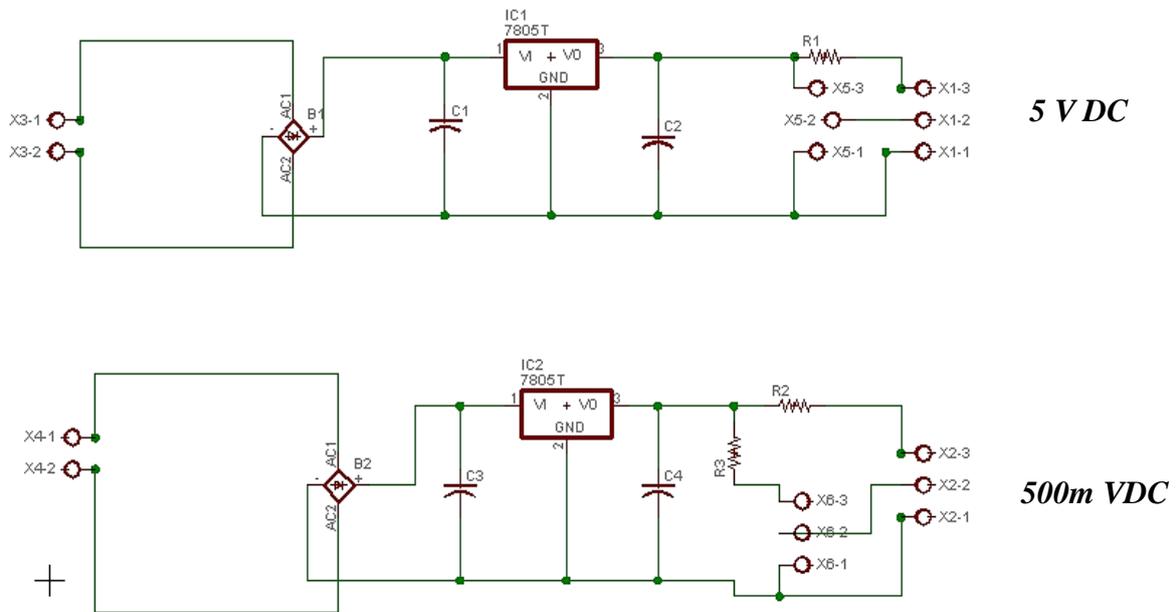


Figure.IV.6. Schémas U2 et E1

Nous rappelons que les tensions de U2 et E1 sont contrôlés par des interrupteurs et des points de test pour mesurer la tension à appliquer.

IV.4.1.4 Réalisation du circuit imprimé

E1 et U2 ont été rassemblés dans une seule carte imprimée à laquelle, nous avons ajouté les résistances de protection des indicateurs de mise sous tension -LED-.

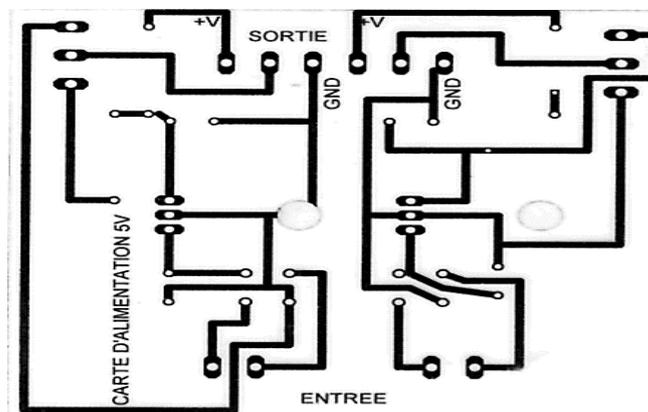


Figure.IV.7. Circuit imprimé de la carte d'alimentation [10]

- Pour l'indication du 28 Volts

Sachant que le courant traversant la LED sans la détruire et avec un éclairage adéquat est fixé à 10 mA et que la tension de jonction est de 1,8 volt et que nous arrondirons à 2 Volts pour faciliter le calcul, soit la formule :

$$R = (28 \text{ Volts} - 2 \text{ Volts}) / 10 \text{ mA}$$

$$R = 2600 \text{ Ohms}$$

- Pour les tensions de E1 et U2

C'est la tension de 5 Volts qui sera appliquée aux indicateurs LED à travers la résistance, soit ;

$$R = (5 \text{ Volts} - 2 \text{ Volts}) / 10 \text{ mA}$$

$$R = 300 \text{ Ohms}$$

V.4.1.5 Schéma définitif du circuit d'alimentation

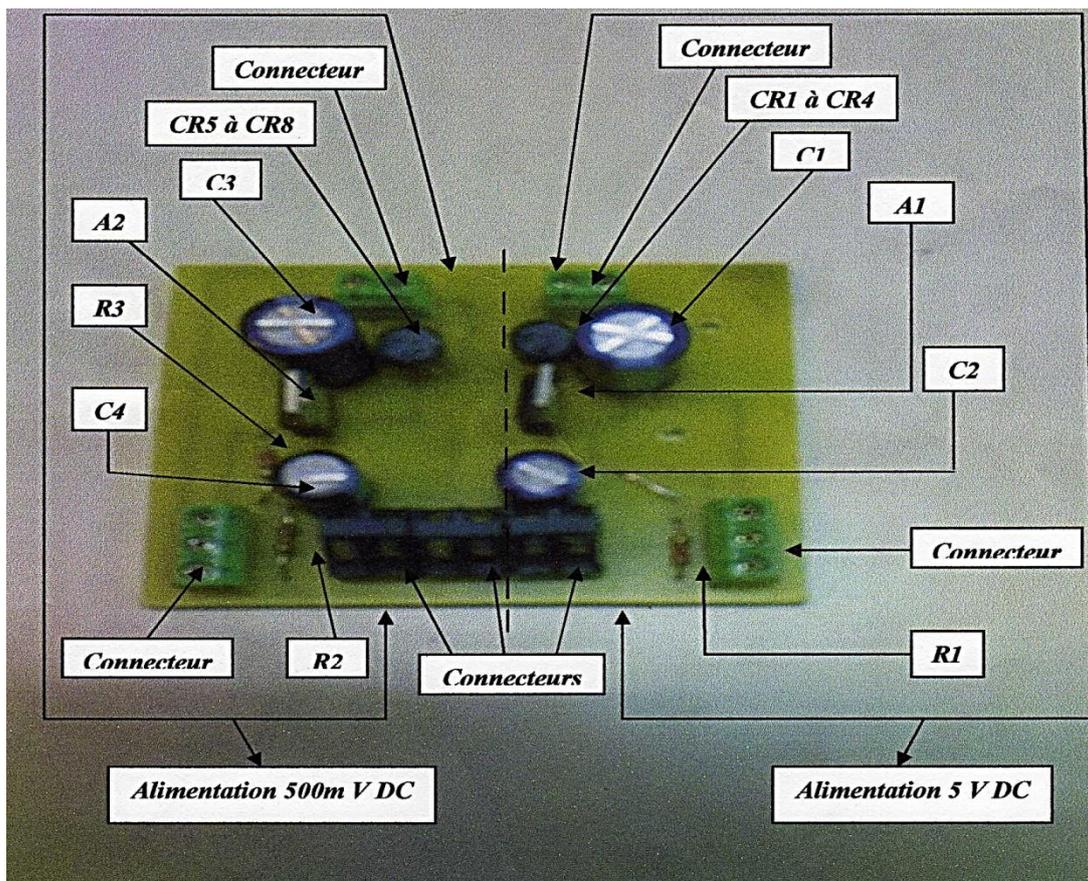


Figure.IV.8. Photo d'implantation des composants de la carte d'alimentation

Pour des raisons de standard le banc d'essais est monté sur un panneau dont les dimensions seront d'un rectangle dont la longueur sera de 483 mm et la largeur dépend de la densité des composants ICI, nous avons opté pour une largeur de 200 mm insérable au rack des bancs d'essai .Le matériau utilisé est un alliage appelé duralumin utilisé en aéronautique et mis à notre disposition par les structures d'accueil .L'épaisseur de la plaque est de 3 mm.

Prenant en compte les suggestions des techniciens qui seront les utilisateurs de ce banc en respectant un certain standard de disposition des points et des interrupteurs de control, nous avons opté pour le schéma de disposition suivant :

IV.4.2. Schéma finalisé du banc d'essai

La figure ci-dessous nous montre le schéma du banc d'essai :

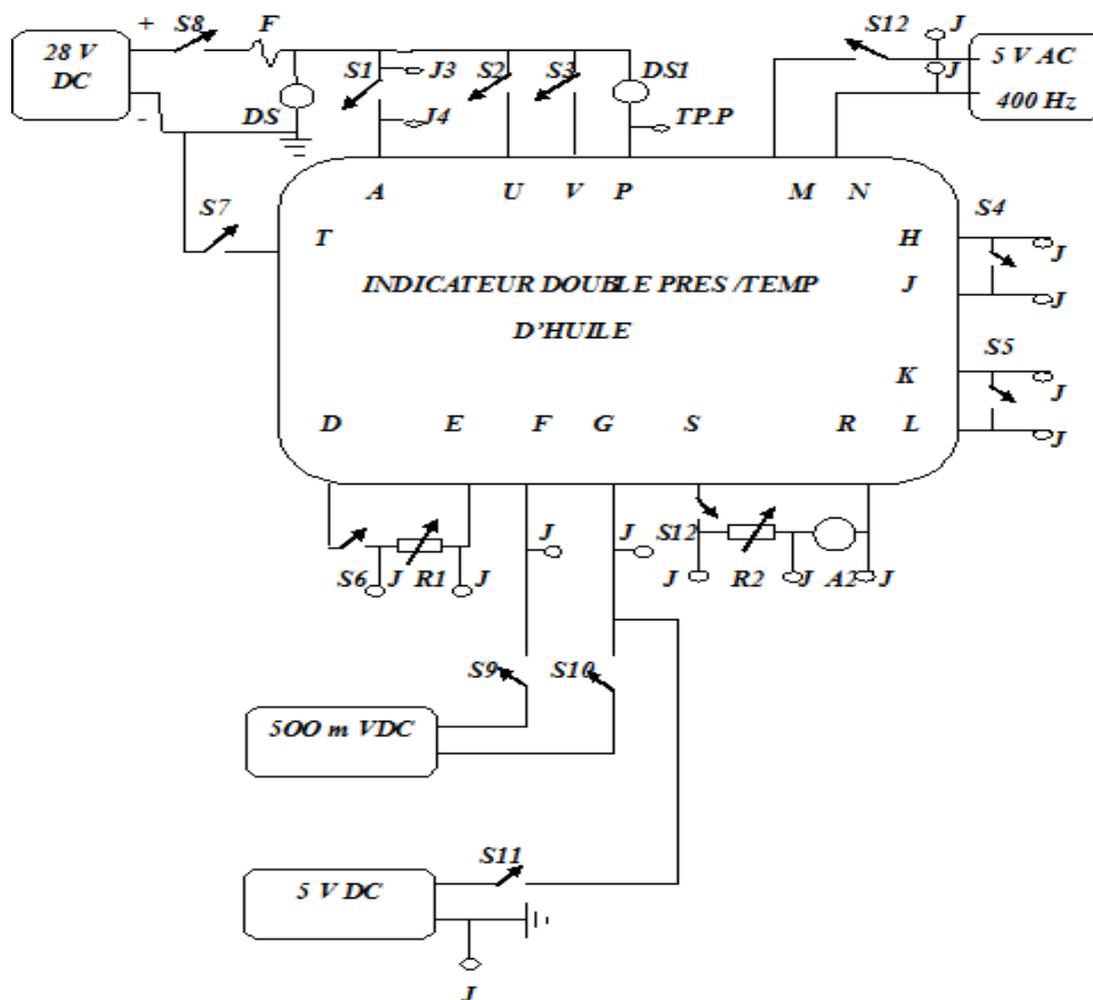


Figure.IV.9. Schéma finalisé du banc d'essai [10]

IV.4.3. Schéma d'implantation des points de contrôle et de teste

Les figure IV.9 et IV.10. Représentent la face arrière et Photo face avant du banc d'essai :

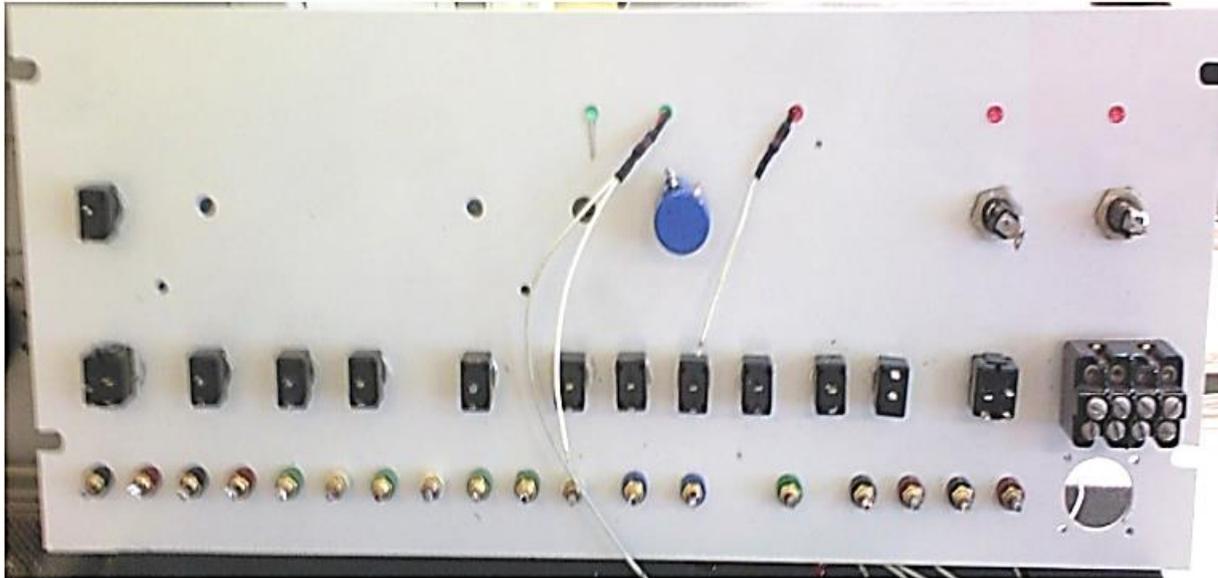


Fig.IV.10. Photo face arrière du banc d'essai

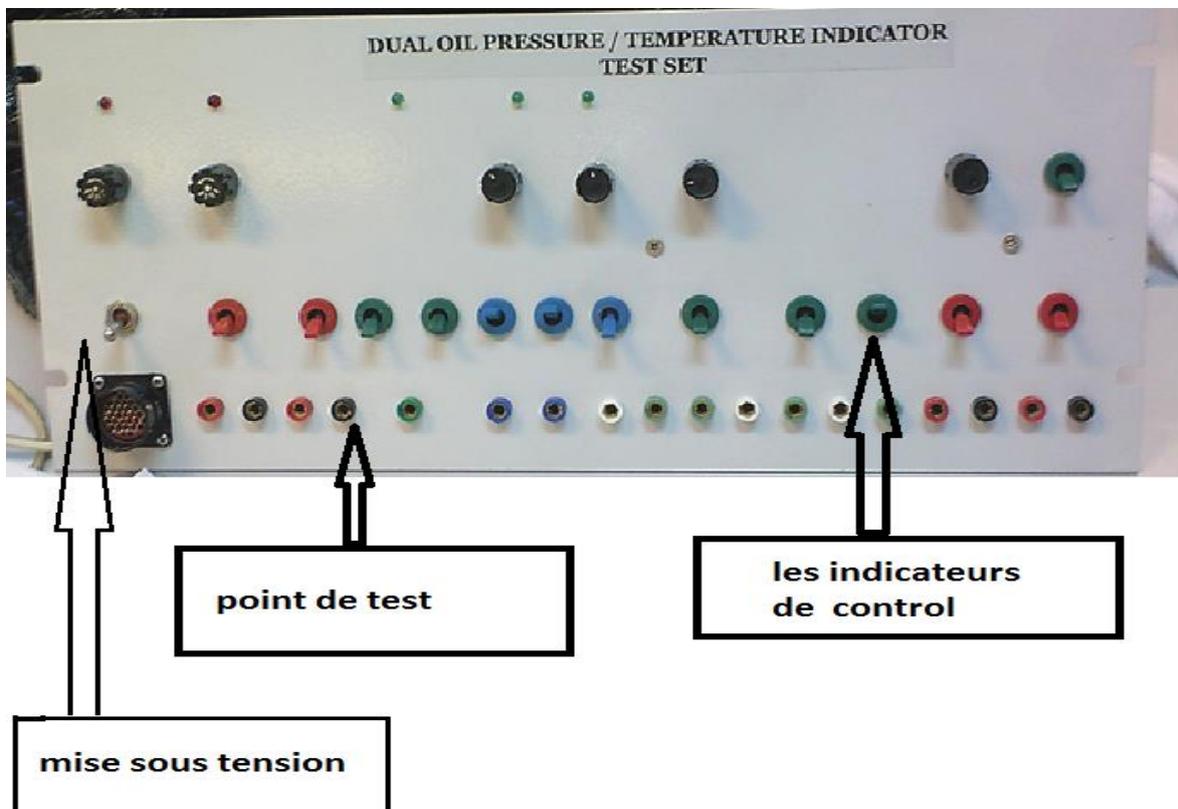


Figure.IV.11. Photo face avant du banc d'essai

- Les points de test sont des fiches bananes femelles fixées au panneau en ligne.
- Les interrupteurs de control son aussi en ligne en dessus des points de teste correspondants en terme de fonctionnalité et, éventuellement une indication par LED en dessus formant une aire de control ou d'indication géographiquement séparée des autres.

Notons que la commande principale de mise sous tension du banc d'essais et de l'indicateur est située à gauche du panneau, cette commande permet d'isoler complètement le panneau et l'indicateur de toute source électrique externe.

- Le panneau sera peint en gris clair selon la couleur des panneaux existants pour une meilleure harmonie
Pour l'écriture sur le panneau nous avons opté pour des étiquettes autocollantes.
- Le fil électrique choisi est d'un diamètre de 1 mm car la consommation est très réduite pour tout le system.
- Pour la protection du système en totalité un fusible est inséré tenant compte de la consommation en courant et de l'indicateur et du reste des indicateurs sur le panneau.
- Nous avons 5 indications consommant chacune 10 mA soit 50 mA plus la consommation de l'indicateur majoré de 50% du au pic de consommation au démarrage, soit un total d'environ de 400 mA. Nous avons ajouté une protection individuelle pour l'équipement par un fusible d'une valeur de 270 mA.
- Le connecteur fixe au banc est aussi disposé du côté gauche pour une meilleure accessibilité.
- Le câble enfin qui relie l'indicateur au banc constitué de 19 fils de 1 mm de section

Les deux figures ci-dessous nous montrent la face avant et arrière du banc d'essai :

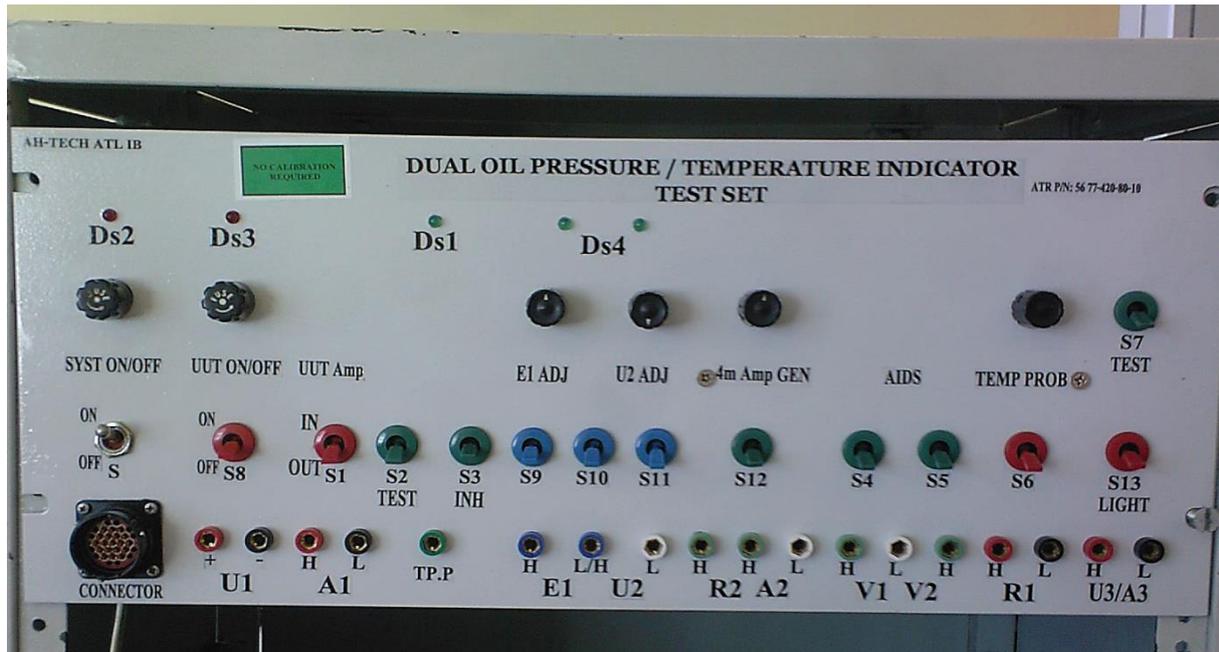


Figure.IV.12. Photo du banc finalisé (face avant)

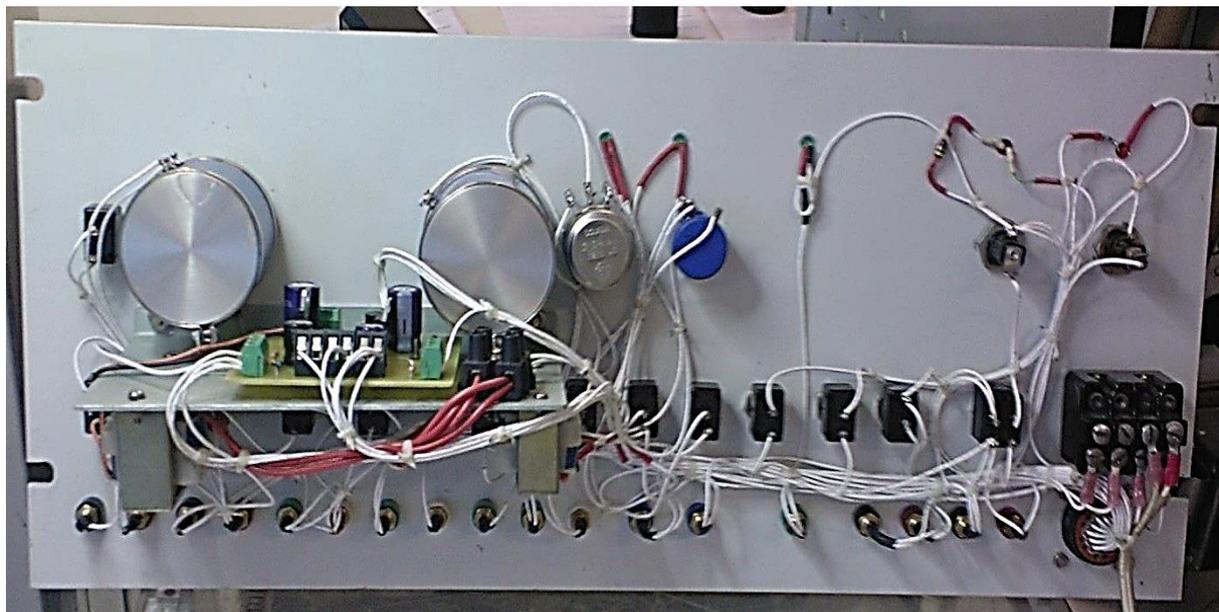


Figure.IV.13. Photo du banc câblé et finalisé (face arrière)

IV.4.4. Liste des composants utilisés pour la réalisation du banc d'essai

Le tableau ci-dessous résume les différents composants utilisés pour la réalisation du banc d'essai :

Item	Equipements (description)
<i>S</i>	1 Switch quadripôle
<i>S8 et S13</i>	02 Switch bipolaire
<i>S1 à S7 et de S9 à S12</i>	11 Switch unipolaire
<i>U1,A1,TP.T ,E1, U2,R2,A2,VI, V2,R1,U3/A3</i>	18 fiches bananas femelles
<i>F1 et F2</i>	02 Fusible de 270 mA
<i>R1 et R2</i>	02 Potentiomètre de 50 K Ohms
<i>E1 Adj</i>	01 Potentiomètre de 5 K Ohms
<i>U2 Adj</i>	01 Potentiomètres de 10 K Ohms
<i>DS2 et DS3</i>	02 LED rouges
<i>DS1 et DS4</i>	03 LED vertes
<i>E1 et U2</i>	02 Transformateurs de 6V
<i>C1 et C3</i>	02 Capacités de 1000 μ F
<i>C2 et C4</i>	02 Capacités de 100 μ F

<i>CR1 à CR4 et de CR5 à CR8</i>	02 Pont redresseurs
<i>A1 et A2</i>	02 Régulateurs de tension
<i>R1, R2 et R3</i>	03 Résistances [R1=5 K Ω , R2=2600 Ω , R3=300 Ω]
<i>Connecteur fixé au banc</i>	19 pines, Réf : 24264R18B31P8
<i>Des fils pour câblage</i>	19 fils de 1m de longueur et 1 mm de diamètre

Tableau.IV.14. Tableau des composants utilisés pour la réalisation du banc d'essai.

IV.5. Procédure de test

Test opérationnel : Indicateur PN : 5677-420-80-10

- Au préalable tous les interrupteurs sont en position off.
- Brancher l'indicateur au banc d'essais selon la figure (IV.12).

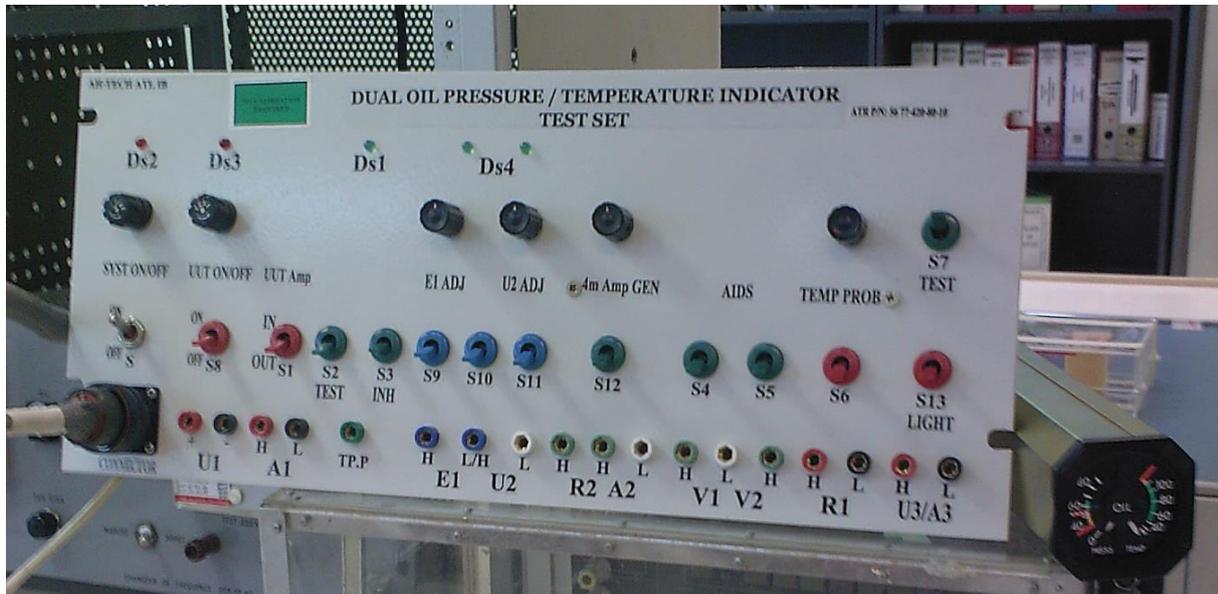


Figure.IV.15. Montage du banc d'essai avant le test

Réglages Initiales :

- Régler la résistance variable R1 à 48535 Ω .
- Régler la résistance variable R2 à 2900 Ω .
- Régler l'alimentation U1 pour 28 V DC.
- Régler l'alimentation U2 pour 3 V DC.
- Régler l'alimentation U3 pour 5VAC 400HZ.
- Ajuster le générateur E1 pour 0 mV DC.

Pour assurer le bon fonctionnement de l'indicateur il faut contrôler six blocs principaux à l'aide de réglage des conditions initiales précédents comme représenter le schéma synoptique ci-dessous :

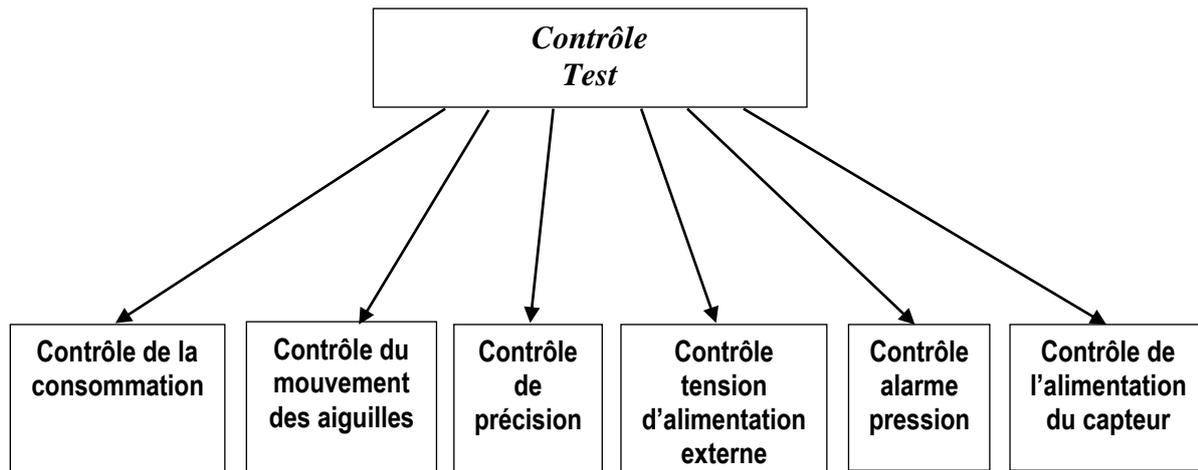


Figure.IV.16. Schéma synoptique des procédures de test

IV.5.1. Contrôle de la consommation

- Contrôler avec l'Ampèremètre A1 que la consommation en courant de l'alimentation U1 ne doit pas dépasser 180 mA.

⇒ Résultat trouvé: $U1 \approx 170 \text{ mA}$

- Contrôler avec l'Ampèremètre A3 que la consommation en courant de l'éclairage doit être comprise entre 390 mA et 530 mA.

⇒ On trouve $A3 \approx 430 \text{ mA}$

IV.5.2. Contrôle du mouvement des aiguilles

Revenez aux réglages initiaux :

a) Canal de température

- * Ajuster R1 de 48535 ohms à 150 ohms et vice versa.
- * S'assurer que l'aiguille de l'indication température augmente en valeur et reviens sur l'échelle entière sans accroche. ⇒ Le résultat est positif

b) Canal de pression

- * Varier l'alimentation E1 de 0 à 310 mV, après de 310 mV à 0.
- * Contrôler l'aiguille de l'indication pression se déplace de minimum au maximum et inversement sans accroche. ⇒ Le résultat est positif

IV.5.3. Contrôle de précision

a) Fonction température

En utilisons R1, fait bouger l'aiguille de l'indicateur et contrôler que la résistance variable est dans la tolérance présentée dans le tableau suivant :

Valeurs (C°)	-20	40	80	100	120	140
<i>R1 max</i>	69250	3403.5	767	381.7	216.7	136
<i>(Ohms) min</i>	34490	2100.5	518	302.2	175.3	102
<i>Résultats ≈</i>	45600	2730,5	525	317,9	205	115,5

b) Fonction pression

En utilisons E1 amener l'aiguille aux points 40, 60,70 et 90 PSI et vérifier que les valeurs du générateur E1 sont dans la tolérance dans le tableau qui suit :

Valeurs(PSI)	40	60	70	90
<i>E1 max</i>	149.8	211.8	253.2	322.1
<i>(mV) min</i>	125.7	201.5	229.1	297.9
<i>Résultats ≈</i>	130,2	211	233,4	290

IV.5.4. Contrôle tension d'alimentation externe

Retour aux conditions initiales.

- * Aligner l'aiguille de température sur 100°C ;
- * Aligner l'aiguille de pression sur 60 PSI.
- * Ajuster U1 à 14V ;
- * Ensuite ajuster U1 à 32V ;
- * Confirmer que les valeurs indiquées sur l'indicateur sont dans les tolérances pour chacune des valeurs de U1. \Rightarrow Le résultat est positif

IV.5.5. Sortie AIDS

1) Fonction température

Retour aux conditions initial ;

- * Ajuster R1 aux valeurs du tableau suivant et, contrôler la tension V1 qui, doit être dans les tolérances indiquées sur le tableau suivant :

R1 (Ohms)		48535	2663.3	527.5	339.2	194.7	104.4
V1 max		+4	937	2698	3625	4374	5050
(mV) min		-4	871	2600	3528	4308	4980

2) Fonction pression

Retour aux conditions initiales ;

- * Ajuster E1 dont les valeurs sont données dans le tableau suivant et confirmer que les valeurs de V2 sont dans les tolérances indiquées :

E1 (mV)		0	137.8	172.2	206.7	275.6	310
V2 max		+28	2250	2806	3361	4472	5028
(mV) min		-28	2194	2750	3305	4416	4972

IV.5.6. Contrôle alarme pression

Retour aux conditions initiales ;

Varier la tension de E1 et contrôler l'allumage de la lampe d'indication d'alarme sur l'indicateur selon le tableau suivant :

E1 (mV)	< 130.9	130.9 à 144.7	> 144.7
Alarme Indicateur	Allumée	Allumée ou Eteint	Eteint

Les résultats trouvés :

E1 (mV)	100	110	120	130	135	140	150	160	170
Alarme Indicateur	Allumée	Allumée	Allumée	Allumée	Eteint	Eteint	Eteint	Eteint	Eteint

IV.5.7. Paramètres de protection

Retour aux conditions initiales ;

- * Ouvrir S1 (IN)
- * Contrôler que les deux (2) aiguilles retournent au bas de leurs échelles
- * Fermer S1 (out)
- * Régler E1 à 300 m V
- * Fermer S2
- * Contrôler que l'alarme pression est allumée
- * Ouvrir S2
- * Règle E1 à 100 m V
- * Fermer S3
- * Contrôler la lampe pression s'éteint
- * Ouvrir S3
- * Aligner le canal de température avec l'aiguille à une échelle de 60 PSI
- * Ouvrir S6
- * Contrôler que l'aiguille du canal de température s'arrête à sa butée
- * Fermer S6
- * Fermer les switches : S4 et S5
- * Contrôler que la position de chaque aiguille ne change pas
- * Ouvrir les switches : S4 et S5

IV.5.8. Contrôle de l'alimentation du capteur

Retour aux conditions initiales ;

Contrôler en A2 que le courant d'alimentation du capteur de pression soit $4 \text{ mA} \pm 6 \mu\text{A}$

Dans les cas suivants :

- Ajuster U1 à 14 VDC → $I \approx 3,997\text{mA}$
- Ajuster U1 à 28 VDC → $I \approx 4,001\text{mA}$
- Ajuster U1 à 32 VDC → $I \approx 4,004\text{mA}$

→ **Le résultat est positif**

IV.5.9. Seille d'indication température

Varié R1 et contrôler l'éclairage de DS1 selon le tableau suivant :

<i>R1</i> (Ohms)	< 535	Entre 535 et 739.5	> 739.5
<i>Statut Indicateur</i>	Eteint	Allumée Ou Eteint	Allumée

IV.5.10. Caractéristiques diélectriques : (isolement)

1) Résistance d'isolement

- Contrôler les points [A , B , D , E , F , G , H , J , K , L , P , R , S , T , U , V]
- Connecter les ensembles des terminaux M1 N1
- R doit être > 100 $\mu\Omega$

2) Continuité terre

Contrôler que la résistance entre le point terminale C et le boîtier est inférieur à 20 $\mu\Omega$.

$$R \cong 16.33 \mu\Omega.$$

Remarque :

Les résultats étaient identiques aux résultats présentés dans le manuel du constructeur, donc notre indicateur fonctionne correctement.

IV.6. Conclusion

On a réalisé dans ce chapitre le banc d'essai spécifié pour tester le bon fonctionnement de l'indicateur selon les paramètres établis par le constructeur, on a également fait un test de ce dernier selon les étapes et les procédures de test proposé par le constructeur trouvés dans le CMM (manuel de maintenance des composants).

Conclusion

L'étude théorique de l'indicateur double pression et température d'huile de lubrification (PN 5677-420-80-10) et de son banc d'essai m'a permis d'enrichir mes connaissances en électronique.

Lors de mon stage effectué dans l'atelier des IB (Instrument de Bord) d'Air Algérie, il m'a été permis de tester l'indicateur PN 5677-420-80-10 à l'aide du banc d'essai que j'ai réalisé en suivant le schéma du constructeur et d'assister aussi à son dépannage en compagnie des ingénieurs et de techniciens qualifiées.

L'ensemble des travaux effectués au cours de mon stage pratique, m'a permis d'acquérir des connaissances théoriques et pratique ; notamment dans le domaine de la maintenance où j'ai constaté l'importance des bancs d'essai pour chaque accessoire.

Je souhaite que ce banc d'essai servira aux ateliers d'AIR Algérie et diminué le nombre d'équipement sous-traités à l'étranger.

De même, je souhaite que ce mémoire serve de support et de référence pédagogique aux prochaines promotions.

BIBLIOGRAPHIE

Wikipédia et Sites Web :

- [1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Avions_de_transport_r%C3%A9gional. [Accessed : Jun-20-2016]
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Pratt_%26_Whitney_Canada_PW100. [Accessed : Jun-20-2016]
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/European_Aviation_Safety_Agency. [Accessed : Jun-25-2016]
- [4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Transistor_Darlington. [Accessed : Jun-25-2016]
- [5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_de_Wheatstone. [Accessed : Jun-25-2016]
- [6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Bascule_de_Schmitt. [Accessed : Jun-25-2016]
- [7] *Historique d'Air Algérie. 'La compagnie Air Algérie.'* Air Algérie. [Online] Available ; https://WWW.airalgerie.dz/about_us.jsp. [Accessed : Jun-19-2016]
- [8] S. Bensaid. 'Centrale d'entretien et de maintenance d'Air Algerie,' in [eldjazair.com](http://www.eldjazair.com), 2007. [Online]. Available : http://www.eldjazair.com.dz/index.php?id_rubrique=267id_article=1560. [Accessed : Jun-17-2016]

Documents :

- [9] *Apprendre l'électronique en part de zero; (Niveau L1, L2,L3)-Coure de Mre Kouider Elwahed Boulenwar-année [2011-2012-2013]*
 - [10] *Thales CMM 79-33-81 REV 06_30_SEP_09 TO: HOLDER OF DUAL OIL PRESS/TEMP INDICATOR- SEXTANT [année 2010]*
 - [11] *RAV-ATR-42-320-Fr-PDF-AIR ALGERIE*
 - [12] *Diode BYV28-200. Diode de puissance Datasheet – Décembre 2011*
 - [13] *Aircraft Maintenance Mnuale, [réseau intranet]-by SEXTANT-2010*
 - [14] *Component Maintenance Manuale-by SEXTANT-2010*
-

ANNEXE

1. les ateliers:

La structure entretien équipement à pour rôle le contrôle et la réparation des équipements des avions de différentes fonctionnalités, à titre d'exemple nous avons :

- Les ateliers hydrauliques : qui s'occupent de la maintenance des pompes et des différents vérins hydrauliques; exemple : le train d'atterrissage.
- Les ateliers électricités : réparent tous les équipements de génération électriques; exemple : alternateur, batterie, transformateur.....etc.
- Les ateliers radio : s'occupent de la maintenance radio communication et radio navigation; exemple : émetteur/récepteur radar, émetteur récepteur radio altimètre, système interphone ...etc.
- Les ateliers électroniques : s'occupent de tous les calculateurs; exemple : pilote automatique, la gestion de la pressurisation de l'avion, le contrôle électronique du moteur...etc.
- Les ateliers instruments de bord (lieu du stage) : Ces ateliers seront décrits dans le paragraphe suivant.

2. Les ateliers instruments de bord :

Les instruments de bord servent à présenter au pilote toutes les informations qui lui sont utiles au maintien en vol de son avion, à sa navigation, à ses communications avec les infrastructures de la gestion du trafic aérien et lui permettent d'interagir avec son avion. Donc tous ses équipements sont très important pour le bon déroulement du vol ;et si l'un de c'est équipements avais des problèmes ou tombe en panne c'est cette atelier qui les prend en charge et les répare ou font tout simplement des réglages a l'aide des banc d'essai chaque équipement a un banc d'essai spécifique et un technicien qualifier pour l'entretien et entre autre instrument que possède l'atelier IB (l'indicateur de vitesse, l'altimètre, le gyromètre, l'indicateur fioul ,et l'indicateur torque dont nous avons consacré notre étude).

Deux ateliers composent les ateliers instruments de bord dont les activités sont :

1^{er} Atelier :

Les équipements de navigation, nous citant à titre d'exemple :

- Indicateur radio compas : sa fonction est d'afficher l'angle de position relatif de l'avion par rapport au nord magnétique.

- Indicateur HSI : Horizontal Situation Indicateur. Il rassemble la majorité de l'indication des équipements de radio navigation, la position de l'avion par rapport à l'angle sélectionné et la distance de certaines balises au sol (il représente la synthèse d'affichage de tous les équipements de navigation au format horizontal)



Indicateur HSI

- Indicateur ADI : Attitude Director Indicator : Cet équipement est la synthèse des indications verticales de l'avion ; il affiche la position en roulis et en tangage de l'avion (assiette de l'avion) l'angle d'atterrissage, la hauteur et la position de la piste d'atterrissage par rapport à l'avion.



Indicateur ADI

- Les gyroscopes : Le gyroscope est un système de toupie tournant à grande vitesse, garde sa position initiale si l'avion change de position. Il existe deux types de gyroscope :

Le premier gyroscope est nommé directionnel nous informe sur l'angle de virement de l'avion.

Le gyroscope vertical nous informe sur l'attitude (ou dite l'assiette de l'avion) qui se définit comme la position de l'avion sur les axes de roulis et tangage via les afficheurs correspondants que nous avons décrit (HSI, ADI).

2ème Atelier :

Les équipements du paramètre moteur sont nombreux; citant quelques-uns:

➤ **Circuit carburant :** Regroupe :

- Les sondes de quantité carburant.
- Les indicateurs de quantité carburant.
- Les indicateurs de débit carburant.
- La sonde température carburant.

➤ **Les paramètres moteurs :** Sonde et indicateur :

- De la température de la turbine.
- Du couple moteur.

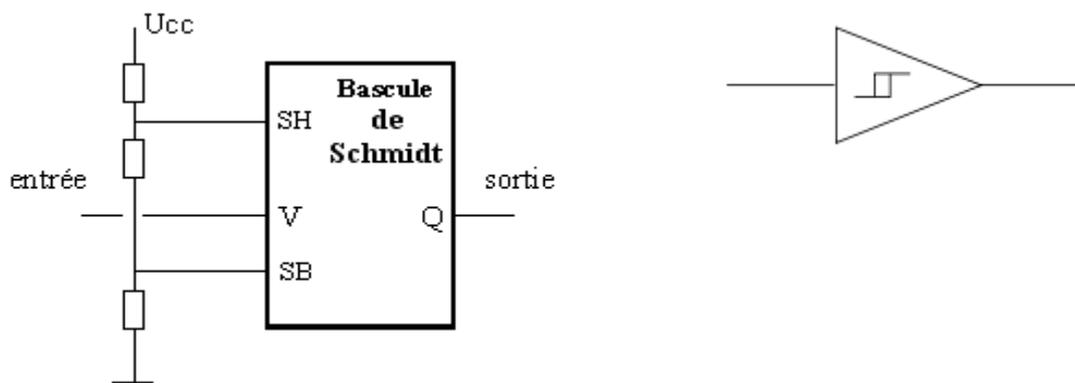


Photo de l'atelier d'accueil (Instrument de bord)

3. Trigger de Shmitt [6]

C'est une bascule à trois entrées V, SB et SH et une sortie Q. Contrairement aux autres bascules, qui sont commandées en appliquant des signaux logiques à leurs entrées, la bascule de Schmitt est conçue pour être pilotée par une tension analogique, c'est-à-dire qui peut prendre n'importe quelle valeur (dans l'intervalle 0 - Vcc afin de ne pas dégrader le circuit).

Les entrées SB et SH (seuil bas, seuil haut, ce dernier étant à un potentiel supérieur à SB) sont maintenues à des potentiels fixes ; ceci peut se faire par exemple grâce à un diviseur de tension composé de 3 résistances placées en série entre Vcc et la masse ; SH et SB sont reliés aux points intermédiaires du diviseur.



Symbole d'une porte Trigger de schmitt

4. Pont de Wheatstone [5]

Un pont de Wheatstone est un instrument de mesure inventé par Samuel Hunter Christie en 1833, puis amélioré et popularisé par Charles Wheatstone en 1843. Il est utilisé pour mesurer une résistance électrique inconnue par équilibrage de deux branches d'un circuit en pont, avec une branche contenant le composant inconnu.

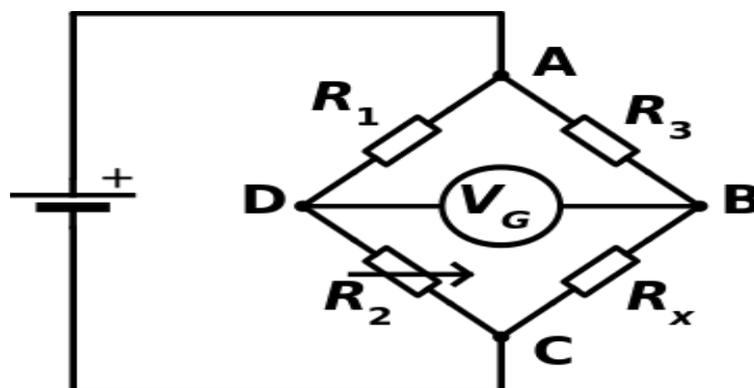
Le pont est constitué de deux résistances connues R_1 et R_3 , d'une résistance ajustable de précision R_2 et d'un galvanomètre V_G .

Le potentiel au point de jonction entre R_1 et R_2 (noté D) est obtenu grâce au pont diviseur de tension et vaut $U_{AC} \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$, où U_{AC} désigne la différence de potentiel aux bornes de la pile. Si nous plaçons entre R_3 et le pôle négatif de la pile une résistance inconnue R_x , le potentiel au point de jonction entre R_3 et R_x (noté B) vaut $U_{AC} \cdot R_x / (R_3 + R_x)$.

Ajustons R_2 de façon à annuler le courant dans le galvanomètre ; la différence de potentiel aux bornes de celui-ci est donc nulle. En égalant les deux tensions calculées ci-dessus, on trouve :

$$R_x = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_1}$$

En pratique, le pont de Wheatstone comporte un ensemble de résistances calibrées, de façon à pouvoir mesurer une large gamme de valeurs de R_x avec une seule résistance de précision ; il suffit de changer le rapport R_1/R_2 .



Pont de Wheatstone

5. Transistor Darlington [4]

Le transistor Darlington a été inventé en 1953 par un ingénieur des laboratoires Bell Sidney Darlington . Le brevet déposé portait sur l'idée de mettre deux ou trois transistors sur la même puce, mais pas sur le fait d'en disposer un nombre quelconque sans quoi sa validité aurait couvert l'intégralité des circuits intégrés.

Le transistor Darlington est la combinaison de deux transistors bipolaires de même type (tous deux NPN ou tous deux PNP), résultant en un composant hybride qui a encore des caractéristiques de transistor. Ces deux transistors peuvent être intégrés dans un même boîtier. Le gain en courant du Darlington est égal au produit des gains de chaque transistor. Le montage est le suivant :

Les collecteurs sont communs et correspondent au collecteur du Darlington ; l'émetteur du transistor de commande est relié à la base du transistor de sortie ; la base du transistor de commande et l'émetteur du transistor de sortie correspondent respectivement à la base et à l'émetteur du Darlington.

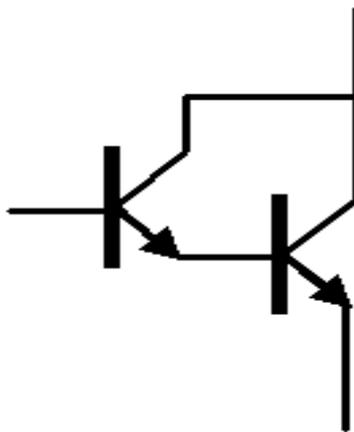


Diagramme d'un transistor Darlington NPN
