

PS/PA Note 91-12  
30 avril 1991

**PROPOSITION POUR LE REMPLACEMENT DU SYSTEME  
DE DETECTION DE SURTEMPERATURE  
DES BOBINES DE L'AIMANT PRINCIPAL DU PS**

M. Bôle-Feysot

Il est envisagé de rénover le système de détection de surtempérature des bobines de l'aimant principal du PS.

Plusieurs discussions ont eu lieu à ce sujet entre les personnes concernées des groupes PS/PA et AT/MA et il en est résulté une proposition de M. Bôle-Feysot ci-jointe.

Les commentaires sont à communiquer à M. Bôle-Feysot et une réunion sera organisée dans les semaines à venir pour discuter de cette proposition.

L. Danloy

PROPOSITION POUR LE REMPLACEMENT DU SYSTEME DE DETECTION  
DE SURTEMPERATURE DES BOBINES DE L'AIMANT PRINCIPAL DU PS.

M. Bôle-Feysot.

I. INTRODUCTION.

II. LE SYSTEME ACTUEL.

- 1:- Description.
- 2:- Inconvénients.
- 3:- Câblages.

III. SOLUTIONS ADOPTEES DANS LES AUTRES MACHINES.

- 1:- Petites machines.
- 2:- Grandes machines.

IV. LE PROBLEME DU PS.

V. LES SOLUTIONS PRECONISEES.

- 1:- Le circuit principal.
- 2:- Signalisation et localisation d'un défaut.
- 3:- Le reset des circuits.
- 4:- Facilités pour les tests.
- 5:- Intercommunications.
- 6:- Option de câblage.

VI. PROPOSITION DE REALISATION PRATIQUE.

- 1:- La détection de surtempérature.
- 2:- Installation sur l'unité.
- 3:- Câblage sur l'unité.
- 4:- Câblage dans le tunnel.  
Les coffrets secteurs.
- 5:- Liaisons avec l'extérieur.
- 6:- Le bornier d'interconnexion.
- 7:- Le châssis relais.

VII. DIVERS.

- 1:- Planning d'exécution.
- 2:- Dessins et documentation.
- 3:- Estimation.

VIII. LISTE DE DISTRIBUTION.

LISTE DES CROQUIS ET SCHEMAS EN ANNEXE.

- 1:- Schéma du circuit principal de détection de surtempérature.
- 2:- Equère pour la prise de température.
- 3:- Position des équères sur une unité d'aimant.
- 4:- Cablages sur l'unité.
- 5:- Coffrets secteurs. Présentation et position dans le tunnel.
- 6:- Raccordement de 10 unités sur un coffret secteur.
- 7:- Câblages entre le tunnel et la salle de l'unité de référence.
- 8:- Synoptique de câblage.
- 9:- Schéma du châssis relais.
- 10:- Option pour la localisation du défaut depuis la salle de MU 101.

PROPOSITION POUR LE REMPLACEMENT DU SYSTEME DE DETECTION  
DE SURTEMPERATURE DES BOBINES DE L'AIMANT PRINCIPAL DU PS.

I. INTRODUCTION.

La surveillance de la température des bobines des unités d'aimant est la seule sécurité qui vienne du tunnel PS. Toutes les autres sécurités sont traitées localement par le groupe PO responsable de l'alimentation.

L'aimant PS est un ensemble de 101 unités connectées sur la même alimentation.

Chaque unité comporte 2 circuits hydrauliques indépendants:

- 1 circuit pour les 2 galettes supérieures,
- et 1 circuit pour les 2 galettes inférieures.

Soit en tout, 202 circuits hydrauliques à surveiller.

Le but du système traité dans cette note, est essentiellement de déclencher l'alimentation de l'aimant principal en cas d'élévation anormale de la température sur une ou plusieurs bobines.

II. LE SYSTEME ACTUEL.

1:- Description sommaire.

La détection de surtempérature se fait par 404 thermomètres à mercure, (4 par unité), qui établissent un contact dès que la température atteint 39° C.

Les thermomètres sont mis en parallèle par groupes de 8. Chaque groupe de 8 est connecté à un relais qui colle quand un des 8 thermomètres atteint 39 degrés. Les 50 relais sont dans les coffrets situés sur le berceau des unités.

Les contacts "repos" des 51 relais sont mis en série et reliés à un relais au Power House pour déclencher l'alimentation de l'aimant.

Les 51 relais gardent la mémoire du déclenchement. Pour remettre l'alimentation en service, un reset doit être fait sur le relais ayant signalé le défaut. (Dans le tunnel du PS).

2:- Inconvénients de ce système:

a).Le circuit, depuis les thermomètres jusqu'aux relais, étant normalement ouverts, un défaut de continuité n'est pas détectable par le circuit lui-même. La machine peut donc fonctionner avec des circuits de sécurité débranchés ou des thermomètres cassés.

b).Les thermomètres sont très exposés à la casse lors de travaux à proximité. Ils sont aussi rendus plus fragiles par irradiation.

c).La température de détection est trop faible.(39 C) Elle peut être atteinte par la combinaison de 3 facteurs:

- Super cycles lourds,
- bobines à débits plus faibles,
- et élévation de la température de l'eau primaire.(en été).

3:- Câblage.

Les câbles de cette installation datent de l'origine du PS. Si on refait cette installation, il ne serait pas raisonnable de les réutiliser.

### III. SOLUTIONS ADOPTEES POUR LES AUTRES MACHINES DU CERN.

La détection de surtempérature aimant par thermo-contacts, et les facilités pour vérifier le fonctionnement des installations, sont communs à toutes les machines.

Les réalisations diffèrent pour l'exploitation de l'information. Les solutions adoptées sont fonction de la dimension géométrique des machines.

1:- Sur les "petites" machines. (LIL, EPA, AA,)

Pour ce type de machine, tous les contacts interlock des aimants sont câblés séparément dans un rack à l'extérieur du tunnel. Chaque contact commande un relais. Les contacts auxiliaires des relais sont utilisés pour :

La mise en série des interlocks,  
le déclenchement de l'alimentation,  
et la signalisation

Des relais auxiliaires sont utilisés pour la localisation et la mémorisation.

L'application de ce principe sur le PS conduirait à câbler les 202 thermo-contacts sur 202 relais situés à l'extérieur du tunnel.

Avantages: les fonctions annexes de signalisation, mémorisation et localisation du défaut sont grandement facilitées.

Inconvénients: câblage très important,  
fiabilité des relais et maintenance.

2:- Sur les "grandes" machines. (SPS, LEP.)

Toutes les sécurités des aimants connectées à une même alimentation sont mises en série dans le tunnel. L'information ne sort qu'avec 2 fils par alimentation.

En parallèle sur chaque aimant est monté un voyant électro-mécanique qui bascule à l'ouverture d'un contact interlock de l'aimant. C'est ce voyant (trèfle) qui permet à une patrouille de localiser la faute.

Cette solution a l'avantage d'avoir un circuit de déclenchement très simple et direct, donc un câblage minimum et une bonne fiabilité (pas de relais).

Le défaut est signalé par le relais de l'alimentation. Le trèfle, placé sur l'aimant, garde la mémoire du défaut grâce à un verrouillage mécanique. La localisation de l'élément en défaut se fait par une patrouille anneau.

### IV. LE PROBLEME DU PS.

Nous avons 100 unités d'aimant (de MU1 à MU100) dans le tunnel. Soit 200 points de défauts sur une longueur de 620 mètres.

Plus 1 unité à l'extérieur, (unité de référence ou MU101) située dans le bâtiment 355, près de la porte 102.

Toutes les sécurités de ces aimants sont du même type. Il n'y a que la surveillance thermique des bobines qui soit à traiter.

Le problème à résoudre est le déclenchement de l'alimentation principale en cas d'échauffement anormal des bobines.

## V. LES SOLUTIONS PRECONISEES.

1:- Le circuit principal.(voir schéma Fig.1)

On divise le tunnel en 10 secteurs correspondant aux secteurs du vide:

Secteur 1, de MU 1 a MU10.

Secteur 2, de MU11 a MU20.

...

Secteur 10, de MU91 a MU100.

Dans chaque secteur, on installe un coffret mural. Sur ce coffret sont câblés les 20 interlocks des 10 unités de ce secteur.

Dans ce coffret, on fait la mise en série des 20 interlocks.

L'information sort en 2 fils jusque dans la salle de l'unité de référence.

Dans la salle de l'unité de référence, chaque coffret est câblé sur un relais. Soit 10 relais pour les 100 unités. (De RL1 a RL10). L'unité de référence est câblée sur le relais RL11.

Les contacts auxiliaires de ces 11 relais sont en série avec la bobine du relais principal RLp. Un contact de RLp remplace l'actuel- le chaîne de sécurité de surtempérature aimant pour l'alimentation de l'aimant principal (à la salle de contrôle du Power House).

On conserve ainsi toutes les fonctions et informations existantes sur l'équipement du Power House.

2:- Signalisation, mémorisation et localisation du défaut

A la salle de controle du Power House.

- La situation actuelle est conservée. Un défaut de surtempérature aimant déclenche l'alimentation de l'aimant principal, actionne une alarme sonore, signale le défaut en clair et enregistre le déclenchement sur une imprimante.

La transmission de cette information pour les opérateurs du MCR est en cours de traitement via l'ordinateur, ainsi que le défaut de l'alimentation 48V. (Communication de A.Levrier,PS/PO).

Pour le spécialiste de l'équipement.

Celui-ci a besoin de savoir sur quel circuit il doit intervenir. La signalisation du circuit en défaut ne suffit généralement pas, car le défaut thermique disparaît quelques minutes après le déclenchement de l'alimentation. Il faut donc que les 202 points de défauts soient mémorisés.

A la salle de l'unité de référence, une signalisation et une mémorisation sur les 11 relais permettent déjà de localiser le secteur en cause (10 unités). Pour localiser le circuit en faute, il suffit d'installer, sur chaque coffret secteur, 20 trèfles câblés en parallèle sur les thermo-contacts. L'ouverture d'un thermo-contact fait apparaître a ses bornes les 48 V. de l'alimentation du relais. Cette tension fait basculer le trèfle qui se verrouille mécaniquement et qui reste dans cette position, jusqu'au reset manuel local.

3:- Les circuits de reset.

Reset du circuit principal.

Etant donné que le technicien de la salle de contrôle du Power House est obligé de faire le reset de son propre circuit pour ré-enclencher l'alimentation principale, il n'est pas nécessaire d'avoir un reset sur notre circuit.

Les 11 relais secteurs ainsi que le relais principal se ré-enclencheront dès que le défaut aura disparu. Seuls les relais de mémorisation resteront en l'état. Le reset de ces relais se fera en local, à la seule disposition du responsable de l'équipement.

#### 4:- Facilités pour les tests.

Un bouton poussoir, installé sur chaque unité, et connecté en série avec les thermo-contacts, permet de vérifier périodiquement: Que l'ouverture du circuit déclenche le relais principal, et que les circuits de signalisation et de mémorisation fonctionnent.

Pour vérifier que le thermo-contact s'ouvre bien quand la température s'élève, on peut fixer une résistance chauffante sur la plaque de cuivre supportant les thermocontacts. Cette résistance serait câblée jusqu'au bornier de l'unité. En connectant à ce bornier une petite alimentation portative, (2 à 5 V, 2 à 5 A.) pour chauffer la plaque à 50 C, on pourrait vérifier que les thermo-contacts sont toujours en état de fonctionner.

#### 5:- Intercommunications.

Pour des vérifications de polarités, des tests de déclenchement ou certains travaux, nous avons souvent besoin de communiquer, soit entre les sections droites du PS et l'extérieur du tunnel, soit d'une section droite à l'autre.

Etant donné qu'on va câbler toutes les unités avec l'extérieur, il faut en profiter pour avoir 2 fils supplémentaires dans ces câbles, et les raccorder sur le bornier de chaque unité pour y connecter un téléphone portatif sur une fiche du type "JACK".

#### 6:- Option

Une possibilité d'avoir la localisation et la mémorisation de l'unité en défaut à l'extérieur de l'anneau a été envisagée sur le principe de la Fig.10.

Si cette information se révèle nécessaire ou utile dans l'avenir, elle ne serait réalisable que si on prévoit dès maintenant, une dizaine de fils supplémentaires dans le câble de liaison entre les coffrets secteur et l'armoire d'interconnexion de la salle de l'unité de référence.

## VI. PROPOSITION DE REALISATION PRATIQUE.

### 1:- Détecteurs de surtempérature.

Thermo-contacts a circuit normalement fermé. Construits avec des matériaux resistant bien aux radiations.

Température d'ouverture : environ 45° C.

Température de fermeture: " 37° C.

Contacts isolés du boîtier.

Nous avons une très bonne experience avec les thermo-contacts "ELMWOOD". Ils sont construits en métal, fibre de verre et céramique.

Quantite : 404 thermo-contacts a installer. (4 par unite)

2 pour les galettes supérieures et

2 pour les galettes inférieures.

### 2:- Installation sur l'unité.(Fig.2 & 3).

#### Galettes supérieures.

Les 2 thermo-contacts sont fixés sur une équière de cuivre qui est glissée entre les 2 galettes supérieures. Le contact thermique est assuré par 2 lamelles de bronze au beryllium. Cet ensemble est amovible. Il est à installer sur les spires internes des galettes, (partie chaude), et en aval de l'unité. (Sensiblement au même endroit que les thermomètres actuels).

Galettes inférieures: Même implantation que ci-dessus.

Remarque. Il serait bon de faire des tests pour déterminer la résistance thermique de cet ensemble et choisir ainsi la température d'ouverture des thermo-contacts.

### 3:- Câblage sur l'unité.(Fig.4).

Galettes supérieures: les 2 thermo-contacts sont mis en série, puis câblés en série avec le bouton poussoir test, pour aller sur le bornier de l'unité.

La plaque de cuivre doit être electriquement reliée a la masse.

Cablage identique pour les galettes inférieures.

Les galettes inférieures et supérieures sont mises en série au niveau de ce bornier.

Les câbles doivent être resistants aux radiations.

Ce bornier comporte également une prise "JACK" pour la liaison téléphone avec l'extérieur, ainsi que les bornes (ou prise) pour alimenter les résistances de chauffage.

### 4:- Câblage dans le tunnel. Les coffrets secteurs.(Fig.5 & 6).

On divise le tunnel en 10 secteurs.(Voir Fig.5). Dans chacun des secteurs, on installe un coffret bornier sur la paroi intérieure du tunnel. Chaque coffret regroupe les câbles de 10 unités. Ils sont installés au milieu de chaque secteur:

Coffret secteur N= 1, en face de MU 5,

Coffret secteur N= 2, en face de MU15,

...

Coffret secteur N=10, en face de MU95.

Les 20 thermo-contacts sont mis en série dans ces coffrets secteurs, comme indiqué sur le schéma de la figure 6. Les 20 trèfles, montés sur la panneau avant, sont câblés en parallèle sur les thermo-contacts par l'intermédiaire d'une résistance de l'ordre de 2 k $\Omega$ .  
Les fils téléphone des 10 unités sont mis en parallèle sur 2 bornes.

5:- Liaisons avec l'extérieur.(Fig.7).

Chaque coffret est relié à la salle de l'unité de référence par un câble comprenant:

- 4 fils pour l'interlock. (2x2 fils en parallèle pour diminuer la résistance).
- 3 fils pour la signalisation de l'état du relais principal.
- 2 fils pour amener le 48 Volt dans le coffret.(Contrôles).
- 2 fils pour la liaison téléphone.

Eventuellement, 10 fils supplémentaires pour l'option future de localisation précise de l'unité en défaut, depuis l'extérieur.(Fig.10).

La section des fils peut être de 0.5 mm<sup>2</sup>, étant donné qu'on double les fils de l'interlock.

6:- Le coffret d'interconnexion.(Fig.8).

C'est une petite armoire murale, située dans la salle de MU101, qui reçoit et répartit toutes les informations. A l'intérieur, il n'y a que des bornes, à l'extérieur, une fiche "JACK" téléphone.

Liaisons avec l'anneau:

- les 10 câbles venant des coffrets secteurs.

Liaisons avec l'unité de référence:

- 1 câble 3 conducteurs pour les thermo-contacts.

Liaisons avec la salle de contrôle du PH.

- Le PH nous fournit le 48 volt pour l'interlock,
- nous fournissons 1 contact passif,  
Circuit fermé ( $Z=0$ ) : bon,  
Circuit ouvert ( $Z=\infty$ ) : en défaut.

Liaisons avec le châssis relais (dans la même salle).

Aller.

- 11 câbles 2x0.5 (interlocks)
- 48 volts (2 fils)
- téléphone (2fils).

Retour.

- Interlock général (2 fils)
- Signalisation relais principal (3 fils).

7:- Le châssis relais.(Fig.9).

A installer sur les racks existant de la salle de MU101.

Le 48 Volt des circuits principaux est fourni par le Power House.

Le 12 V. est produit par une alimentation interne.

Ce châssis doit être construit et installé en 2 exemplaires (pour dépannage rapide).



## VII. DIVERS.

### 1:- Planning d'execution.

Le travail dans le tunnel PS doit être terminé en 5 semaines.  
Prévoir aussi 1 semaine pour les tests.

La préparation peut être faite d'ici a fin décembre.

On peut donc planifier cette installation au cours de l'arrêt du début de 1992, s'il n'y a pas d'incompatibilités majeures avec le travail de rénovation des conduites hydrauliques de la moitié du PS (de MU1 a MU50).

### 2:- Dessins et documentation.

Ce travail doit être bien documenté (note, schémas et dessins), car cette installation est appelée a durer.

### 3:- Montants estimatifs (en francs suisses).

Fig.2	230	équères avec thermo-contacts Elmwood	20 000
	110	borniers sur les unités, avec prises	8 000
Fig.3 & 4	101	Unités à cabler.(4 Hommes-mois).	30 000
Fig.5	10	Coffrets secteurs équipés (trefles)	15 000
Fig.8		Tirages de câbles et raccordements	40 000
Fig.9	1	Coffret d'interconnexion et 2 chassis	10 000

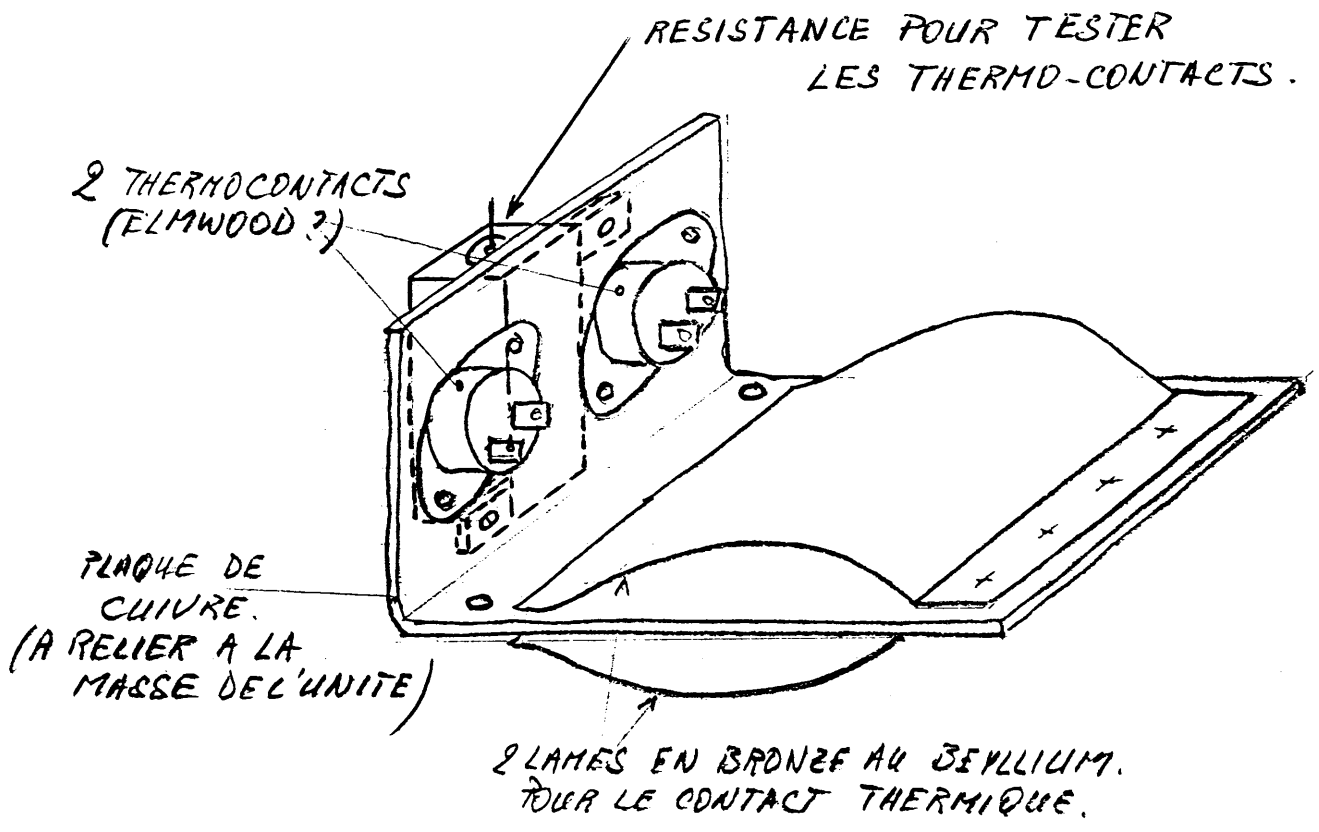
Total: 123 000 francs.

Cette estimation ne tient pas compte des études, dessins et schémas à produire pour la réalisation de ce projet.

## VIII. DISTRIBUTION.

K. Hubner.	PS
D. Simon.	"
Chefs de groupe	PS.
P. Bossard.	AT
L. Danloy.	PS
F. Emery.	AT
A. Levrier.	PS
R. Perin.	AT
H. Ullrich.	PS

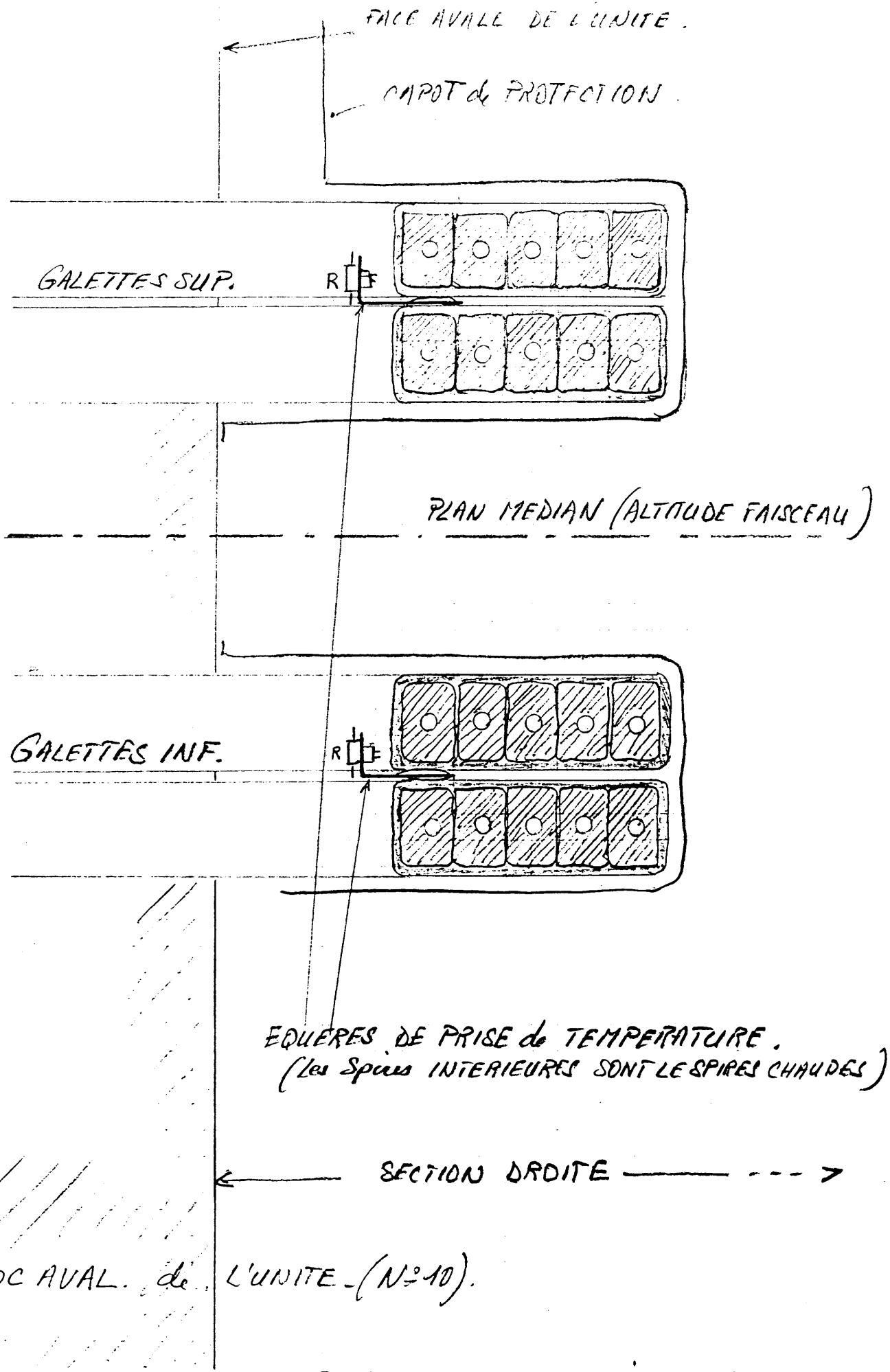




EQUERE DE PRISE DE TEMPERATURE  
2 PAR UNITE -

M.B.F. Avril 91

Fig-2.



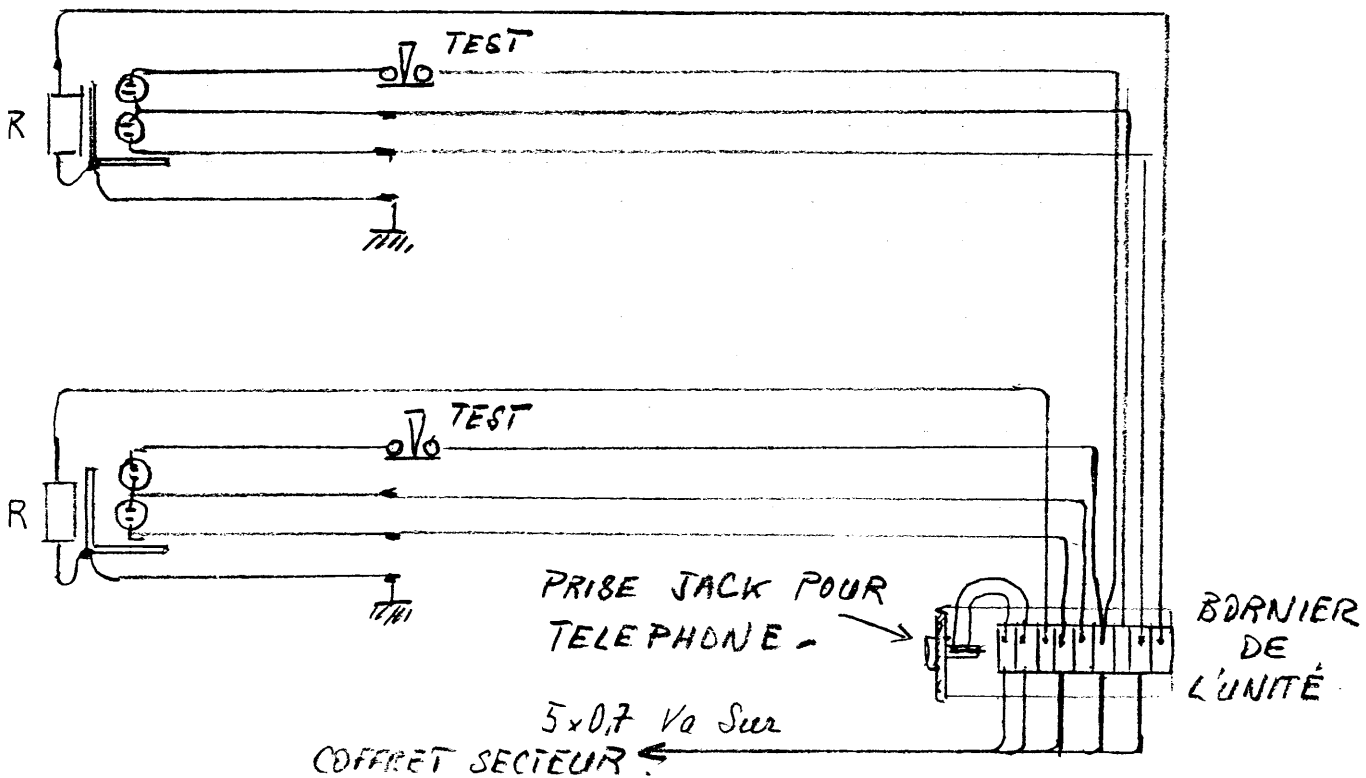
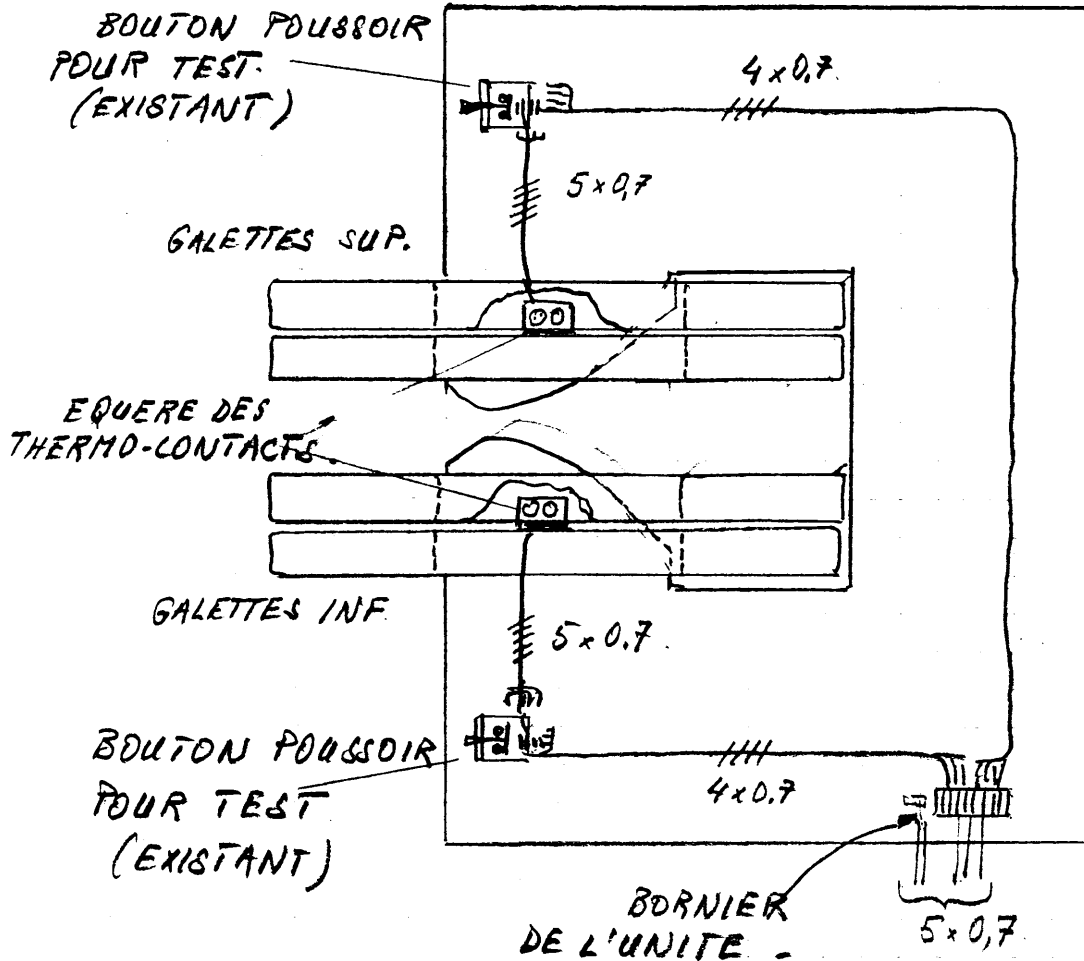
COUPE VERTICALE DU BLOC  
 AVAL - AU NIVEAU DE  
 L'ORBITE D'EQUILIBRE.

M.B.F. Avril 91

SURTEMPERATURE DE L'AIMANT  
 POSITION des EQUERES SUR UNE UNITE.

Fig. 3.

BLOC AVANT DE L'UNITÉ



INTERLOCK SURTEMPERATURE DE L'AIMANT. P.S. CABLAGE SUR L'UNITÉ.

M.B.F. Aved 91

Fig 4.

Matériel : 20 GAULETTES  
 2 LAMPES  
 1 BOUTON de RESET

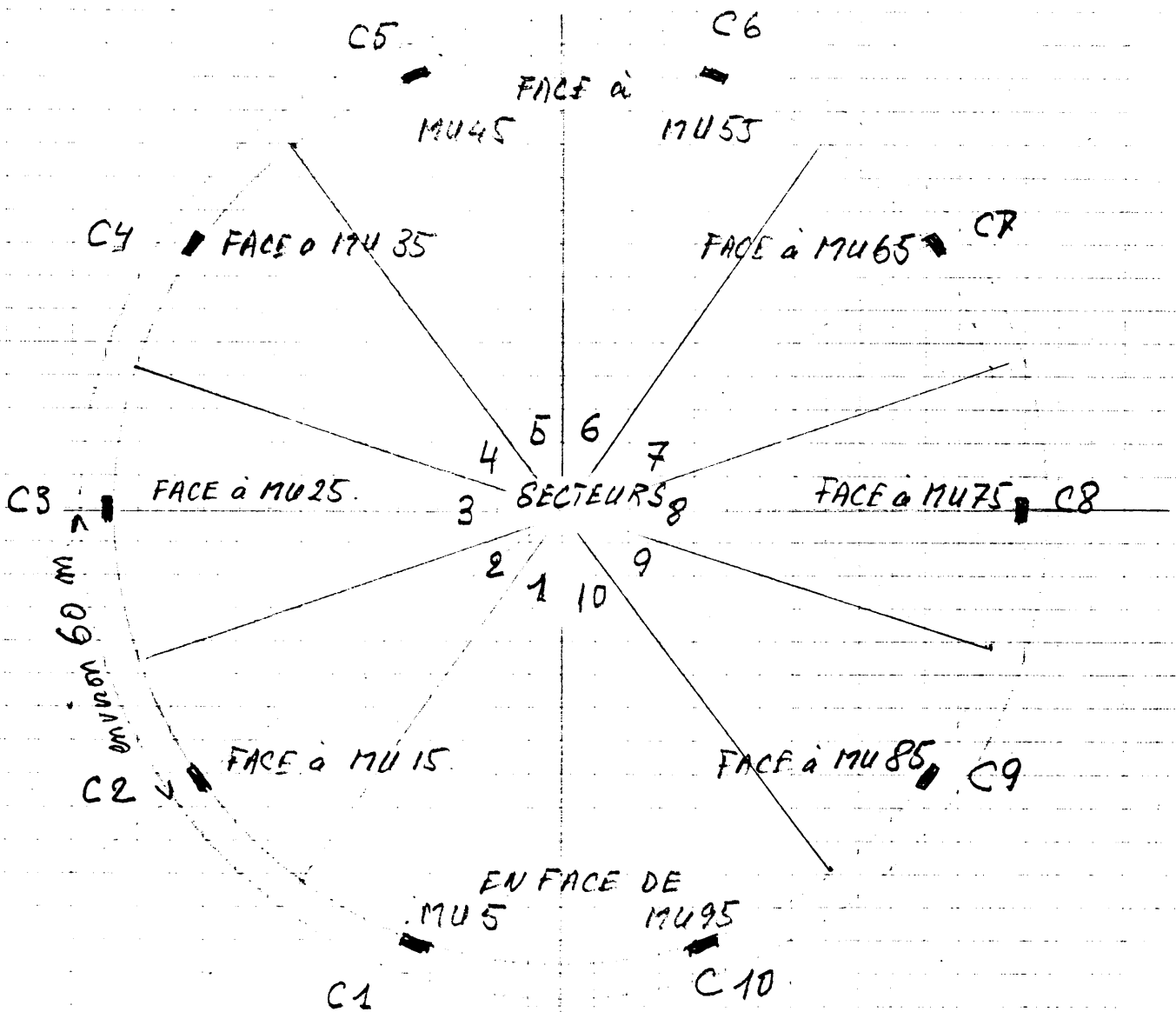
RELAIS PRINCIPAL

GAULETTES

↓	MU1	MU2	MU3	MU4	MU5	MU6	MU7	MU8	MU9	MU10	✓
SUP	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○ BON
INF	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○ FAUTE.
											⊙ JACK (TELEPHONE)

COFFRET INTERLOCKS POUR 10 UNITES -  
 (présentation de la face avant).

Dimensions - environ 300 x 150 (mm)



EMPLACEMENT des 10 COFFRETS SECTEUR.

DANS LE TUNNEL FS.

Distance entre 2 coffres ≈ 60m.

COFFRETS SECTEURS.

M.B.F. Avril 91. Fig 5.

MU1 MU2 MU3 MU4 MU5 MU6 MU7 MU8 MU9 MU10

40 THERMOCONTACTS  
 20 BOUTONS POUSSOIRS (TEST)  
 BORNIER SUR L'UNITÉ

RELAIS PRINCIPAL (ETAT)

COFFRET SECUR.

20 RESIST.  $2\text{K}\Omega$   
 20 TREFLES  $1\text{K}\Omega$  (15mA)

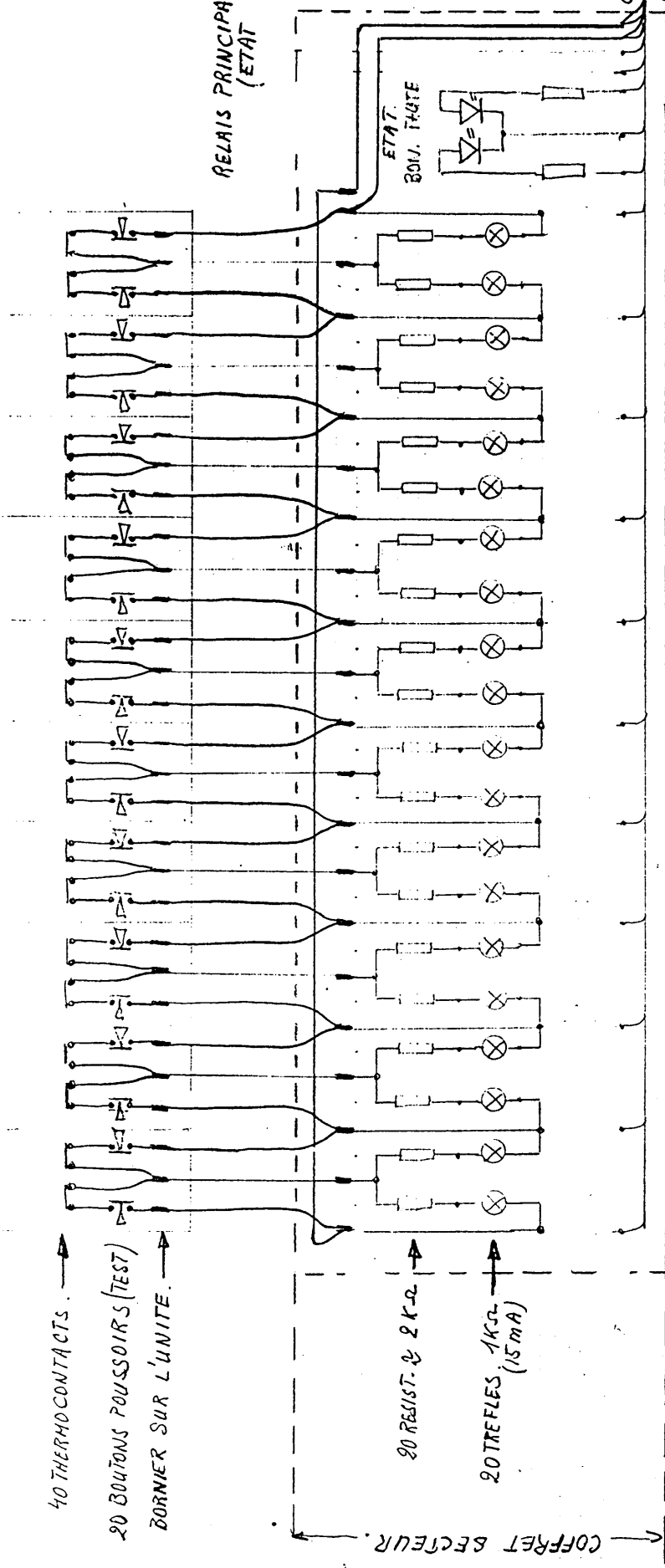
ETAT 80V. T48TE

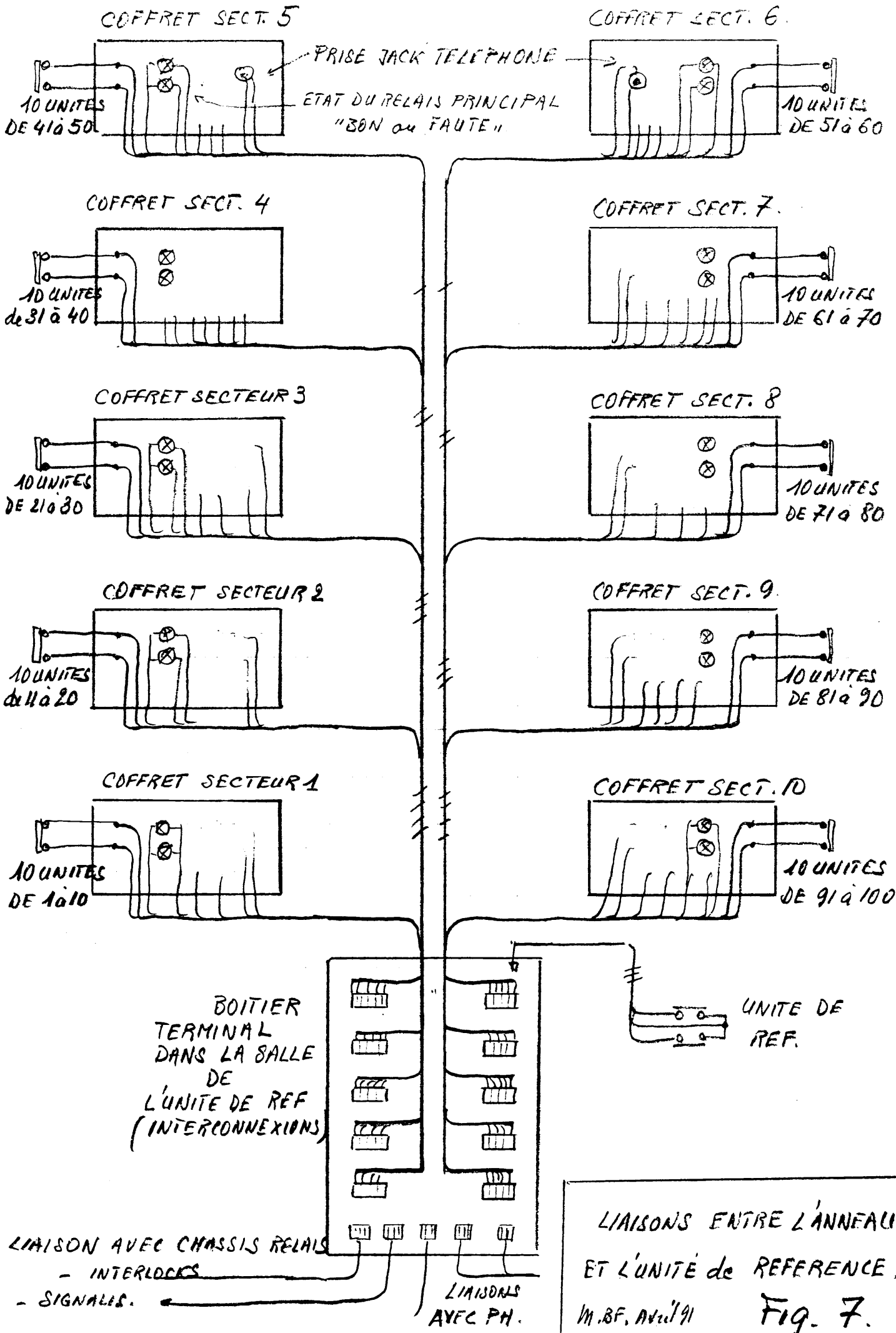
CABLE 26x05  
 YA DANS LA SALLE DE MUIDOI

SURTEMPERATURE AIMANT PS.  
 CABLAGE UNITÉS - COFFRETS SECTEURS.

Fig. 6

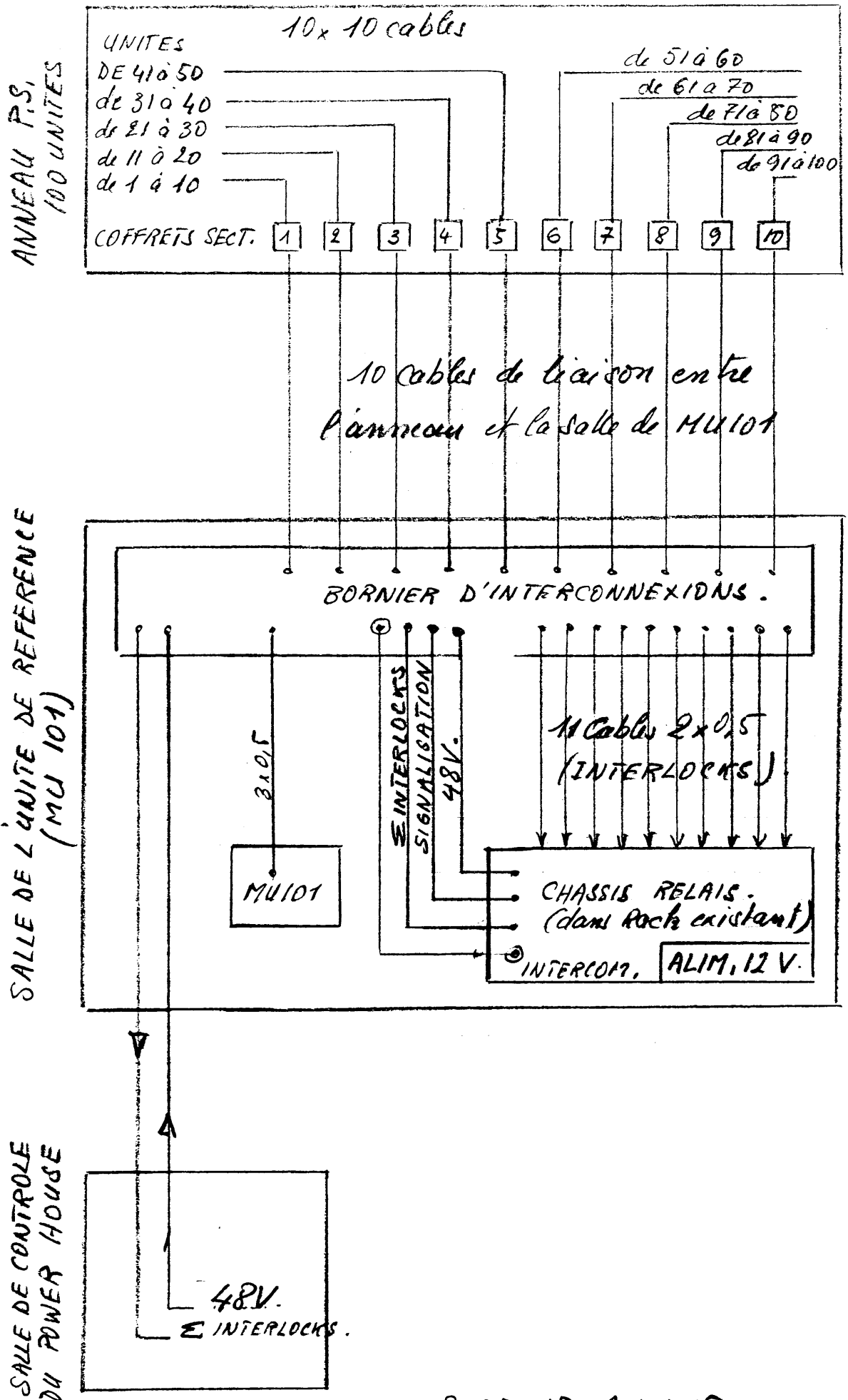
M.P.F. avril 91.





LIAISONS ENTRE L'ANNEAU ET L'UNITE DE REFERENCE.  
M.B.F. Avril 91 **Fig. 7.**





SURTEMP. AIMANT.

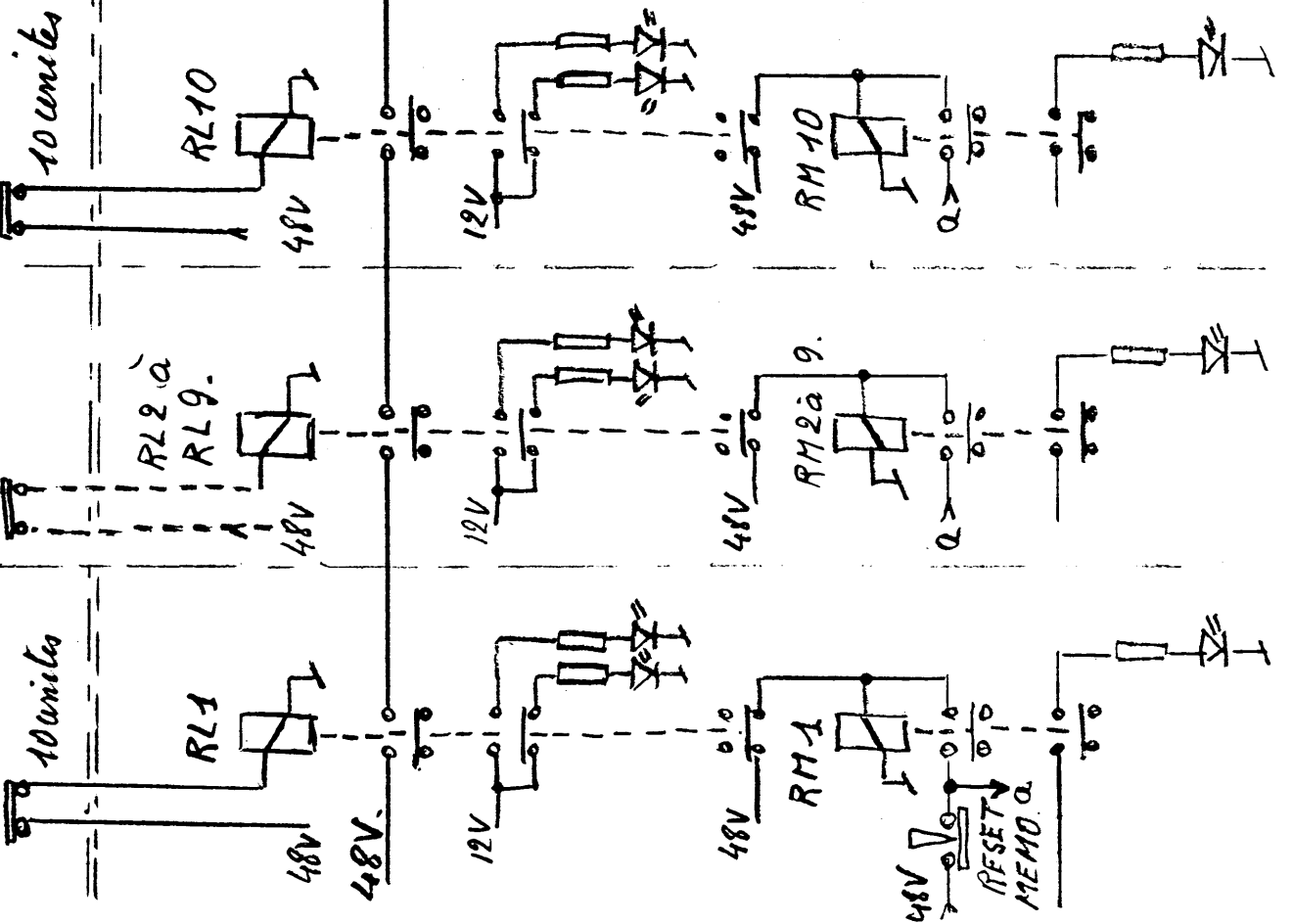
SYNOPSIS DE CABLAGE.

M.B.F. Avril 91

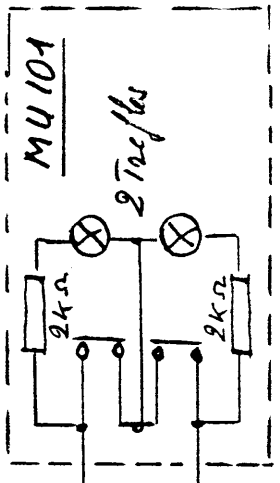
Fig. 8.

ANNEAU PS. 10 x 10 unités

10 CELLULES IDENTIQUES -



SALLE DE  
CONTROLE DU  
POWER HOUSE

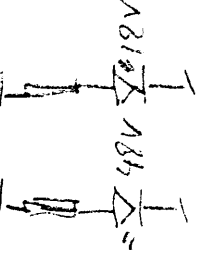


48V

REPLACE LA  
CHAINE DE SEC.  
ACTUELLE

TEST LAMPES.  
© JACK TELEPH.  
ACTUELLE

SIGNALISATION POUR LES COFFRETS SECTION  
2 x 10 LAMPES



SALLE DE L'UNITE  
DE REF.

SURTEMPERATURE AIMANT RE

CHASSIS RELAIS.

M.B.F. Avril 91.

Fig. 9.

10 UNITES D'AIMANT. MU1 MU2 MU3 MU4 MU5 MU6 MU7 MU8 MU9 MU10  
 GALETTES SUP. INF SUP INF SUP INF SUP INF SUP INF SUP INF SUP INF SUP INF SUP INF.

40 THERMOCONTACTS.

20 BOUTONS POUSSOIRS (TEST)  
 BORNIER SUR L'UNITÉ.

RELAIS PRINCIPAL  
 RESET.

CABLE 2x17  
 INTERLOCKS

20 RESIST.  $2k\Omega$

20 TREFILES  
 (15mA)

RESISTANCES DE  
 PROTECTION POUR  
 LOCALISATION DU DÉFAUT  
 à DISTANCE.

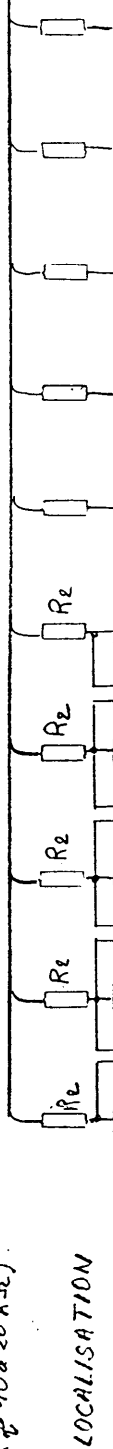
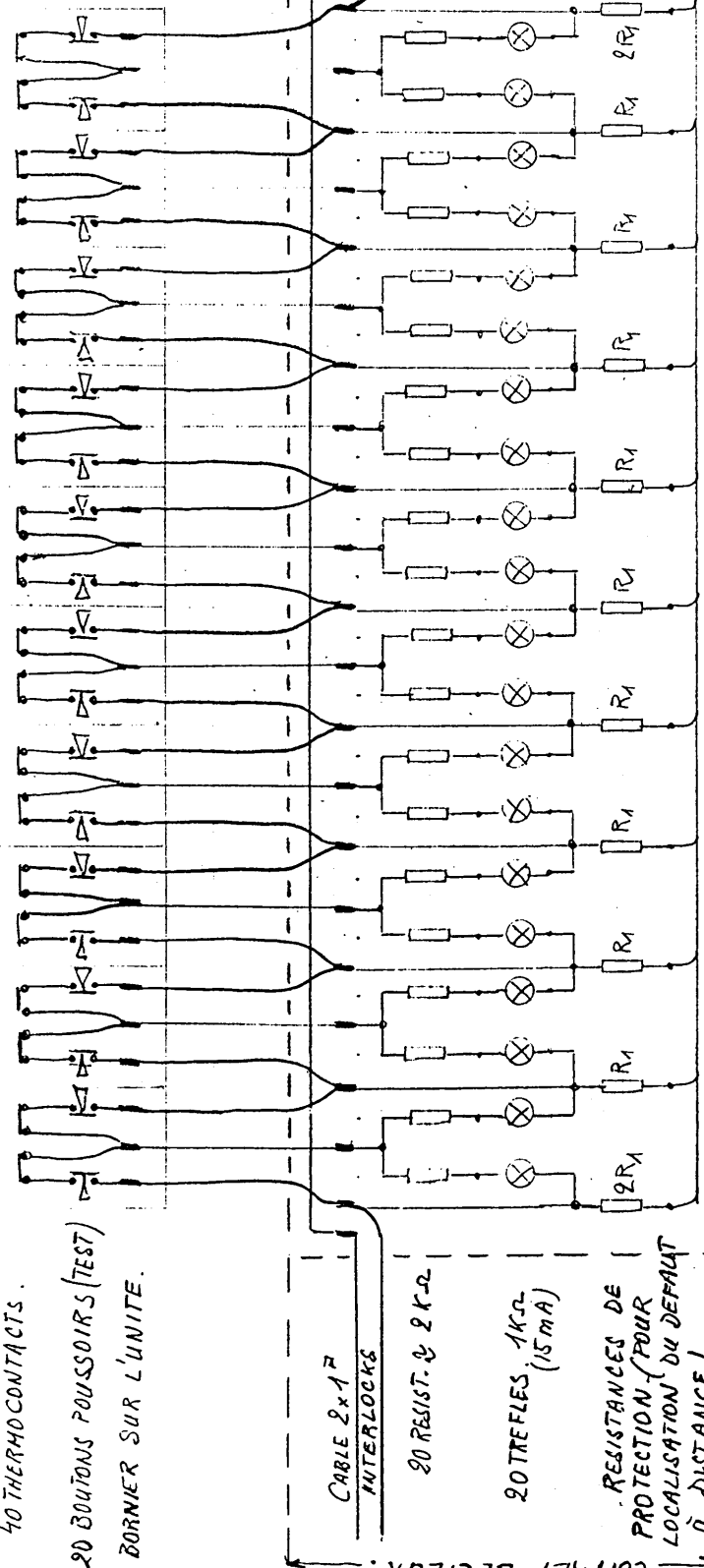
(R<sub>2</sub> 10 à 20 k $\Omega$ )

CABLE 2x17  
 INTERLOCKS

Vo. Sup.  
 Coffret Sect.  
 N° 2.

CABLE 26x05  
 VA DANS  
 LA SALLE DE MUIO1

← SALLE de l'UNITÉ DE REF



← CIRCUITS POUR LOCALISER LA FAUTE  
 - LA METTRE EN MEMOIRE  
 - LA DISTRIBUER SI NECESSAIRE -

SCHEMA DE RACCORDEMENT DE 10 UNITÉS  
 SUR UN COFFRET SECTEUR -  
 LOCALISATION et MEMORISATION DU DÉFAUT

M. B. AVRIL 91

Fig. 10.