



+ photos ajoutées en 2025.

ETUDE DES EFFETS D'UNE TENSION CONSTANTE
SUR LA CONSERVATION DES PEINTURES

1^{er} Partie

- Mise au point d'un dispositif permettant:
 - a- d'obtenir une tension constante quelles que soient les variations dimensionnelles.
 - b- le contrôle et la mesure de cette tension.
 - c- la mesure des variations dimensionnelles des peintures
 - d- l'enregistrement des variations dimensionnelles.

-Mise au point d'une méthode d'évaluation du degré de vieillissement de la couche picturale.

2^{iem} Partie

-Etude comparative entre peintures ayant subi une déformation constante ou une contrainte constante durant un ou plusieurs cycles de variations hygrométriques

- a- Détermination du protocole expérimental
- b- Détermination de la nature et de la conception des échantillons
- c- Modalités des cycles en enceinte climatique
- d- Application de la méthode d'évaluation du degré de vieillissement.

-Interprétation des résultats

- a- Discussion
- b- Conclusion.

ETUDE DES EFFETS D'UNE TENSION "CONSTANTE"
SUR LA CONSERVATION DES PEINTURES.

Généralités.

I- DISPOSITIF DE MESURE

La conception et la *realisation* mise en œuvre du dispositif* permettant de mesurer les variations des efforts et de dimensions d'une toile soumise à des cycles d'hygrométrie sont basées sur l'utilisation d'un châssis STAROMATIQUE fig 1,2,3. L'originalité de ce châssis réside dans la conception d'angles mobiles, équipés de ressorts de rappel de manière à limiter les efforts de tension dans la toile. Comme ces efforts transitent par les équerres, on peut les mesurer à l'aide de jauges de contrainte fig 3. Les déplacements sont suivis par des capteurs de déplacement fixés sur un chevalet métallique spécialement conçu à cet effet. fig 4 . L'ensemble faisant un bloc solidaire Fig 5 .

Ce dispositif est relié à un système d'acquisition de données comportant : un calculateur HP 85 A
un scanner HP 3495 A
un voltmètre HP 3455 A , fig 6 . Il permet d'enregistrer les mesures en fonction du temps et de l'humidité selon les modalités suivantes.

* La réalisation du système a été faite par Mr LEPAPE du BUREAU VERITAS

Caractéristiques essentielles des châssis Staromatique

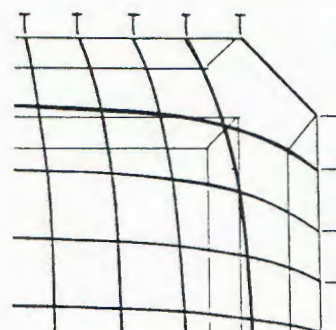
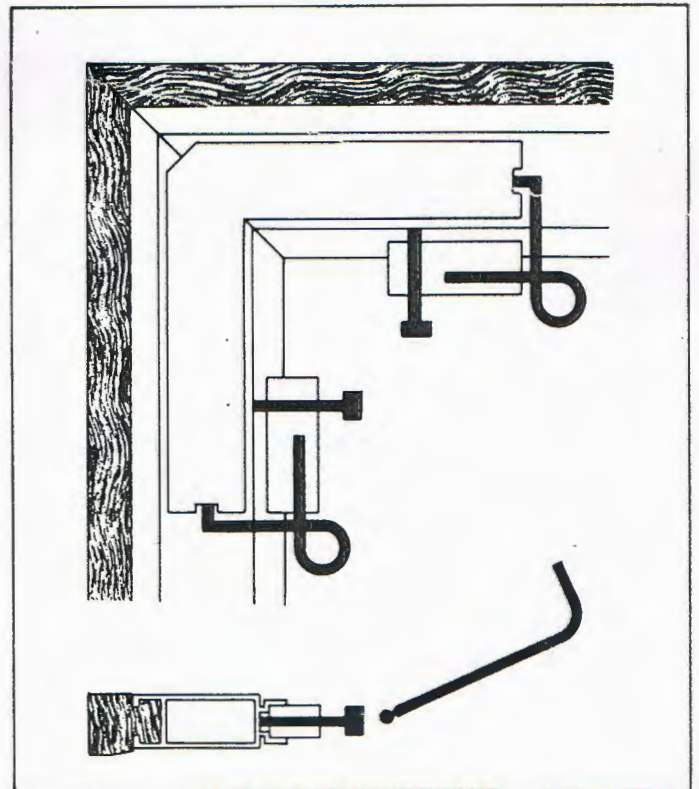
- ☐ Tension réglable et continue de la toile (nouveau monde).
- ☐ Ne se déforme pas.
- ☐ Châssis de toutes formes et dimensions.
- ☐ Léger : environ 900 g. par mètre linéaire.
- ☐ Montage simple et rapide.
- ☐ Profilé bois pour l'agrafage de la toile qui permet un emploi répété du châssis.
- ☐ Facilement transportable.

- ☐ Matériau de qualité :
Caractéristiques techniques :

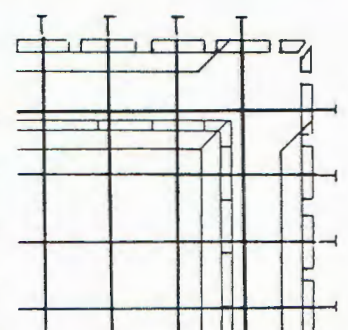
Profilé aluminium : Extrudal-050
AlMgSiO, oxydé anodiquement
20 m. (résistant à la corrosion).

Profilé bois : Western Hemlock imprégné d'un produit hydrofuge et anti-xylophage.

Ressorts : X 12 CrNi 177 1.4310 (din 17224).



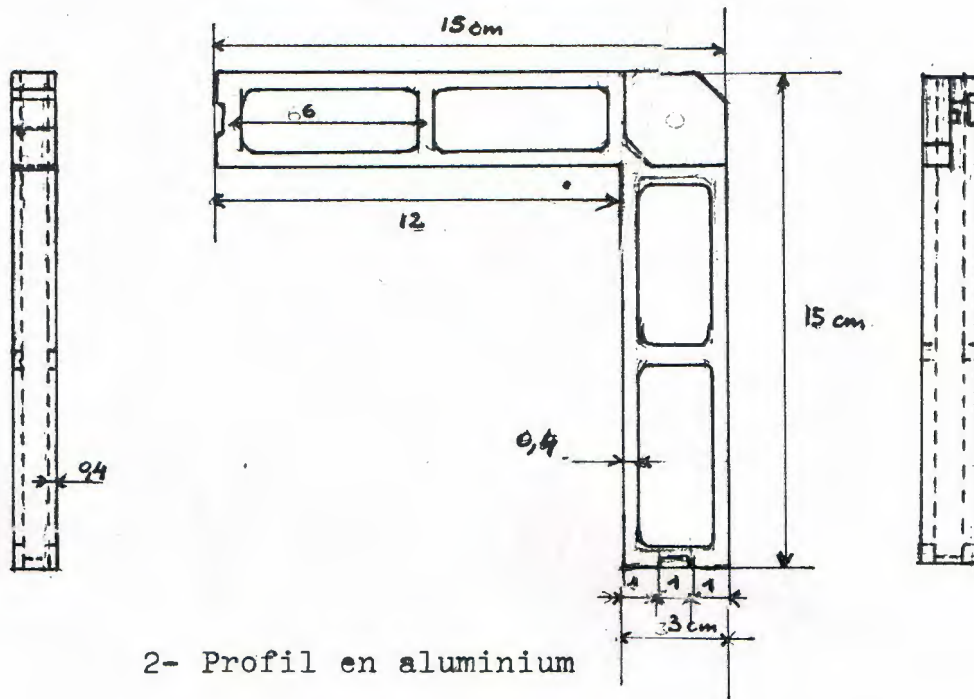
Châssis bois traditionnel : tension



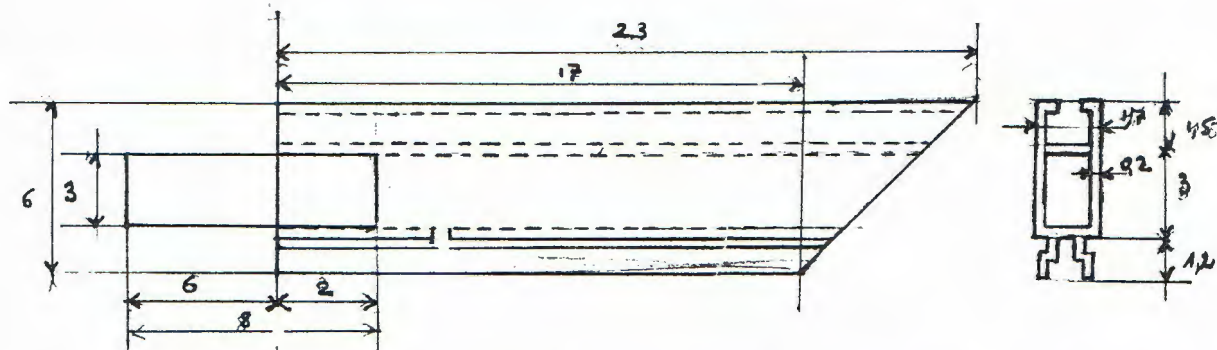
Tension répartie sur châssis

ANGLE éléments constitutifs

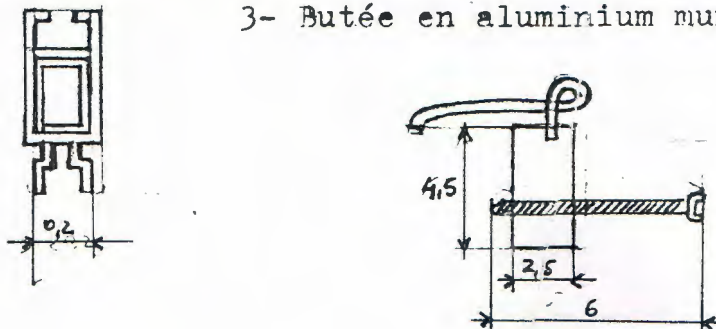
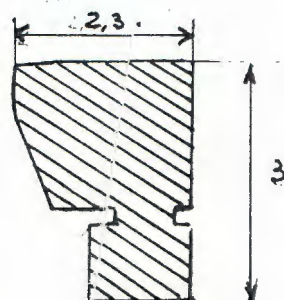
1- Equerre en aluminium



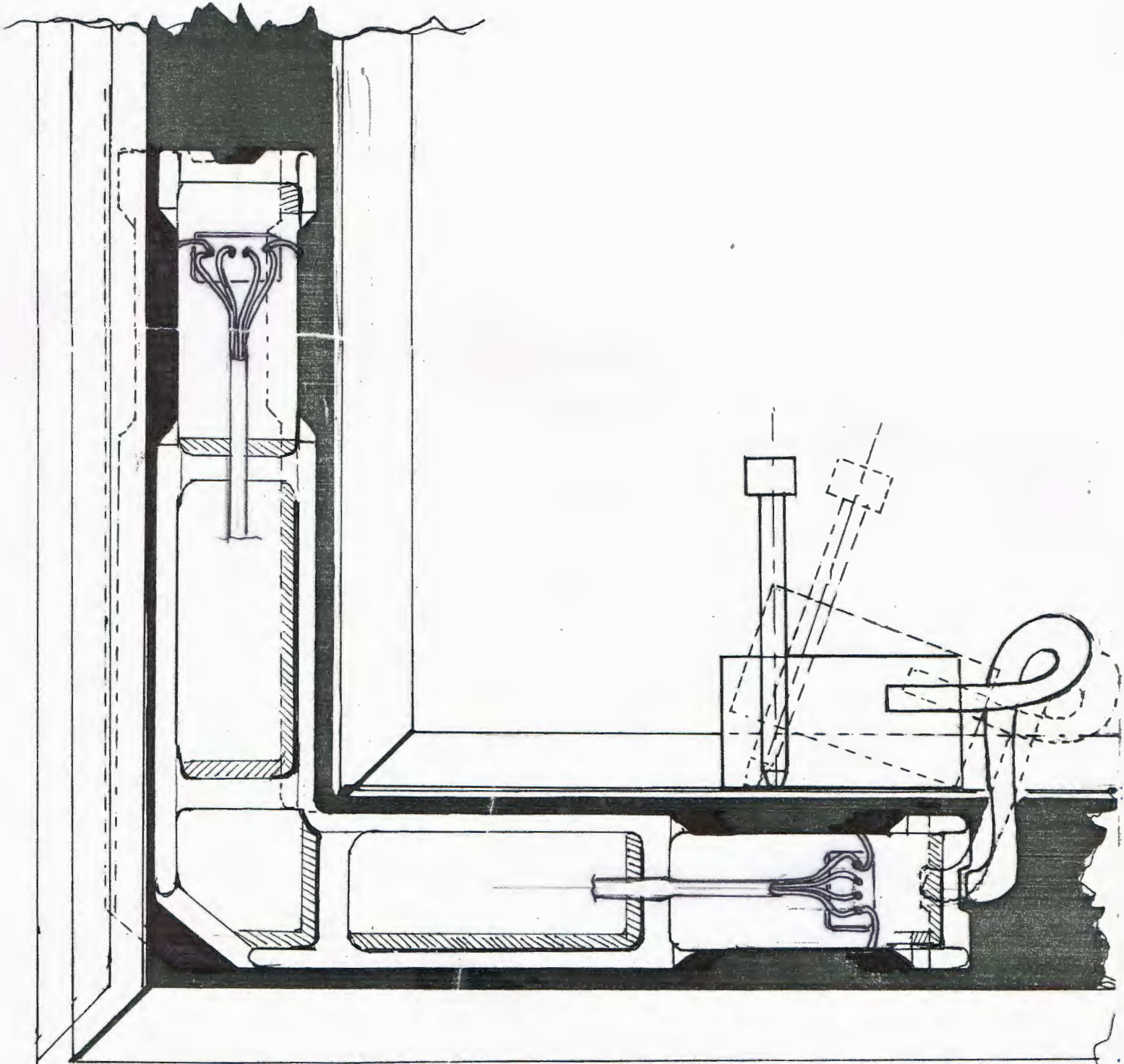
2- Profil en aluminium



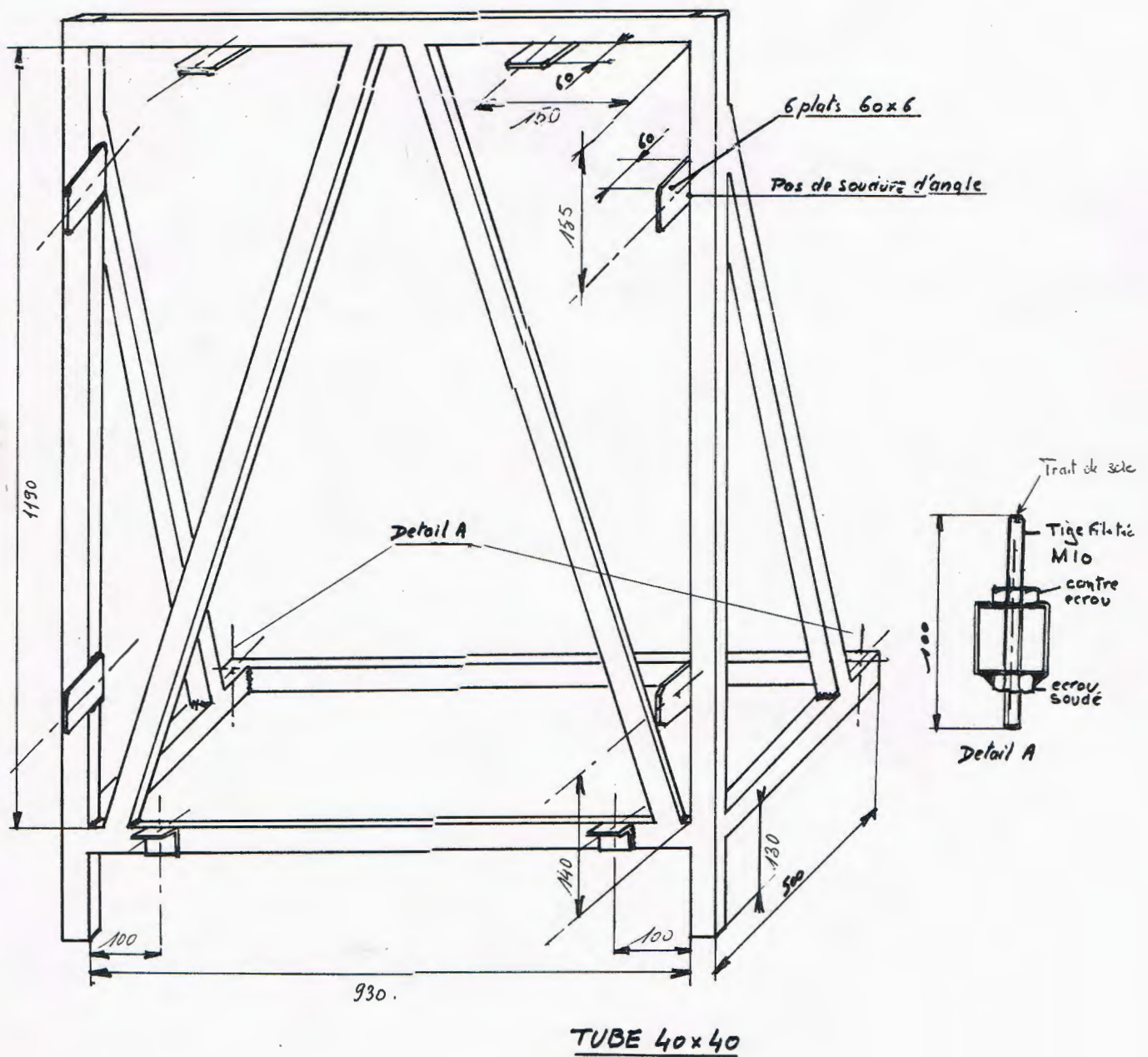
3- Butée en aluminium munie d'un ressort en acier

4- Élément profilé en bois
(grandeur réelle)

Equerre équipée



CHEVALET METALLIQUE EN TUBE 4 x 4 POUR CHASSIS EQUIPE.



ETUDE DES EFFETS D'UNE TENSION CONSTANTE
SUR LA CONSERVATION DES PEINTURES

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Introduction

Bien que l'on connaisse suffisamment les mécanismes de formation des craquelures d'une toile peinte - voir le document N° 1 - la mise au point d'un dispositif limitant ou supprimant ces altérations n'a pas encore abouti. Seule l'observation de certains cas a permis d'émettre l'hypothèse qu'une toile libre pouvait présenter une meilleure conservation. Aux Etats Unis, au Canada, en Hollande, en Angleterre, des études ont commencé à voir le jour, seulement l'état des recherches n'est pas très avancé et l'orientation s'effectue sur des phénomènes ponctuels qui ne peuvent pas pour le moment décrire une situation générale.

Actuellement les études n'avancent pas car les difficultés de mise en oeuvre du montage expérimental sont importantes. Pour une bonne représentation des phénomènes, l'expérimentation doit être menée sur un vieillissement accéléré en enceinte climatique d'au moins six mois. Cette condition exige une automatisation de l'enregistrement des données.

La comparaison de l'évolution de deux peintures identiques montées sur deux types de châssis différents:

.châssis en bois traditionnel à clefs

.châssis métallique staromatic à tension

constante, soumises dans une enceinte climatique à une série de cycles humidité/sécheresse va permettre de confirmer ou d'infirmer un certain nombre d'hypothèses:

a) savoir si l'apparition de fissurations de la couche picturale est retardée ou annulée sur le châssis à tension constante par rapport au châssis traditionnel.

b) vérifier l'influence de la tension initiale en comparant deux couples de toiles peintes tendues sur ces 2 types de châssis avec des forces de tension initiale différente (15 daN m^{-2} , et 20 daN m^{-1}).

c) le châssis métallique équipé va permettre d'étudier
 .les variations des contraintes et déformations en fonction de la sorption de la toile peinte.

.les variations des contraintes et des déformations en fonction de HR% durant le vieillissement

.influence du vieillissement sur le comportement du montage

.étude du module de rigidité de la toile peinte durant le vieillissement.

Donc cette étude va comporter une partie qualitative où la mise en évidence de l'état de surface sera faite par une série de macrophotos en lumière normale et sous UV et une partie quantitative permettant d'évaluer l'amplitude des phénomènes dans le temps ainsi que la fiabilité du châssis Staromatic.

Si les résultats et leur interprétation mettent en évidence des avantages certains tels-que:

.ralentissement ou suppression de la formation d'un réseau de craquelures.

.amélioration du comportement au vieillissement mécanique d'une toile peinte par rapport au châssis traditionnel, il faudra revoir les méthodes de tension des oeuvres et l'utilisation d'un châssis plus adapté.

A) Détermination des cycles d'humidité/sécheresse.

1) pour l'étude des contraintes et déformations en fonction de la sorption d'une toile peinte.

.On impose une variation brutale de HR%

.On observe l'évolution de la contrainte et de la déformation dans le temps.

.Simultanément on disposera d'un échantillon libre de la même toile peinte (20/20 cm) que l'on pèsera à chaque mesure.

a) Absorption

Conditions:

Humidité: 95% HR

Durée: 636 heures décomposées en:

1^{er} groupe de mesures du mardi 10 h au Vendredi 10 h soit 72 h

2^{em} groupe de mesures du Mer. 10 h au Mar. 8h soit 140 h

La répétition des essais est de 3 fois distribués sur les six mois pendant les semaines 1-2-3, 13-14-15 , 23-24-25 ,

Durée totale des essais:

$$(72 \times 3) + (140 \times 3) = 636 \text{ h.}$$

Nombre de mesures: 330 décomposé en:

1^{er} groupe de mesures 38

2^{em} groupe de mesures 72

La répétition des essais est de 3 et conserve la même distribution

Nombre total de mesures:

$$(38 \times 3) + (72 \times 3) = 330$$

b) Désorption

Conditions

Humidité: 20% HR

Durée: 570 heures décomposées en:

1^{er} groupe de mesures du vend. 12 h au Mer. 10 h soit 118 h

2^{em} groupe de mesures du Mardi 10 h au Vend. 10 h soit 72 h

La répétition des essais est de 3 et conserve la même distribution.

Durée totale des essais.

$$(118 \times 3) + (72 \times 3) = 570 \text{ heures.}$$

Nombre de mesures: 306 décomposées en :

1 ^{er} groupe de mesures	62
2 ^{em} groupe de mesures	40

Répétition des essais 3 fois et conserve la même distribution.

Nombre total de mesures

$$(62 \times 3) + (40 \times 3) = 306$$

Etablir les courbes $\sigma(t)$ à 95% HR, $\sigma(t)$ à 20% HR, $\varepsilon(t)$ 95% HR, $\varepsilon(t)$ 20% HR.

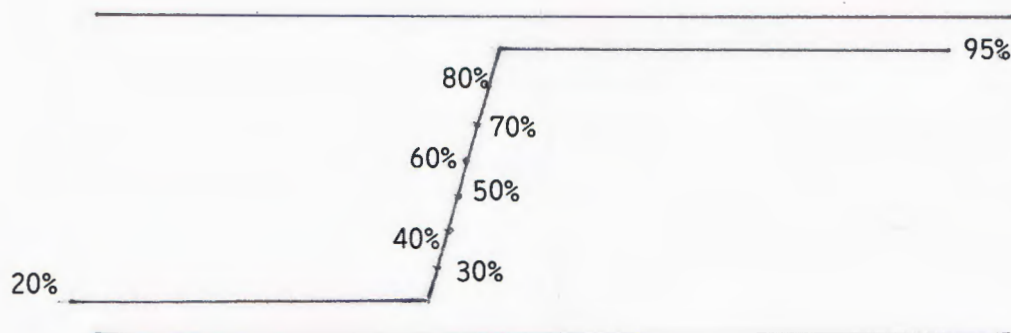
Etude comparative des 3 groupes d'essais effectués et analyse des résultats

2) pour l'étude des variations de ε et σ en fonction de HR%

-Durée à déterminer comprise entre 1 h et 2 h

-Prises de mesures: tous les 10% lors des passages de 20% à 95% : 8 mesures

95% à 20% : 8 mesures



Nombre de mesures: 64

On intercalera ces prises de mesures pendant les semaines; 5-11-17-21-

nombre de mesures $16 \times 4 = 64$.

Tracer les courbes $\varepsilon(HR\%)$, $\varepsilon(HR\%)$, $\sigma(HR\%)$, $\sigma(HR\%)$.

Analyser les résultats.

La répétition des essais est de 3 et conserve la même distribution.

Durée totale des essais.

$$(112 \times 3) + (72 \times 3) = 570 \text{ heures.}$$

Nombre de mesures: ~~312~~ décomposées en :

1 ^{er} groupe	de mesures	64
2 ^{em} groupe	de mesures	40

Nombre total de mesures

$$(64 \times 3) + (40 \times 3) = 312.$$

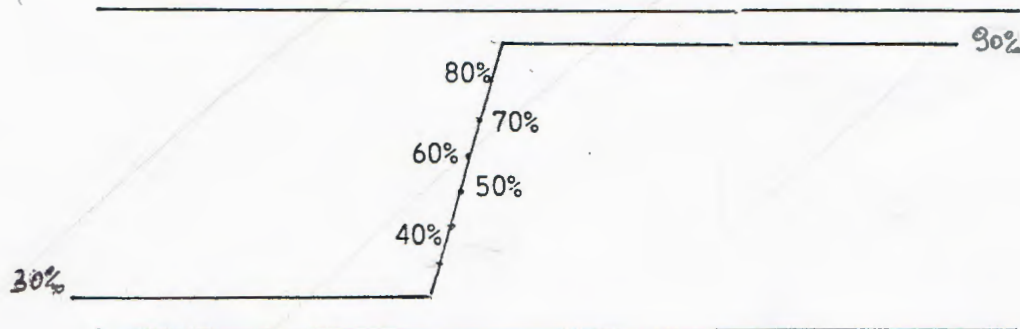
Etablir les courbes $\sigma(t)$ à 90% HR, $\sigma(t)$ à 30% HR, $\varepsilon(t)$ 90% HR, $\varepsilon(t)$ 30% HR.

Étude comparative des 3 groupes d'essais effectués et analyse des résultats.

pas possible -> supprimer. faire un essai d'interprétation résultats
 2) pour l'étude des variations de ε et σ en fonction de HR%

-Durée à déterminer comprise entre 1 h et 2 h

-Prises de mesures: tous les 10% lors des passages de 30% à 90% : 7 mesures
 90% à 30% : 7 mesures



Nombre de mesures: 56

On intercalera ces prises de mesures pendant les semaines; 5-11-17-21-

nombre de mesures $14 \times 4 = 56$

Tracer les courbes $\varepsilon(HR\%^{\uparrow})$, $\varepsilon(HR\%^{\downarrow})$, $\sigma(HR\%^{\uparrow})$, $\sigma(HR\%^{\downarrow})$.

Analyser les résultats.

Passage de 90% à 30% HR. 2h 15 min.

" " de 30% à 90% HR. 20 min.

3) pour l'influence du temps sur le comportement de l'ensemble du montage.

Dans cette partie expérimentale on prélèvera un ensemble de mesures à l'équilibre de sorption à 95% et 20% HR - voir représentation graphique-

nombre de mesures à 95% HR 36

nombre de mesures à 20% HR.....36

Nombre total de mesures ; 72

Toutes ces mesures doivent être prises dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative. Ainsi on suivra l'évolution de

σ et ε à 95% HR dans le temps

σ et ε à 20% HR dans le temps.

On aura 4 courbes $\sigma(t)$ et $\varepsilon(t)$.

Remarque puisque HR% est constant, les variations de σ et de ε seront caractéristiques du comportement de la peinture au vieillissement. Ces essais devraient mettre en évidence la formation de craquelures par des discontinuités des courbes.

3) pour l'influence du temps sur le comportement de l'ensemble du montage.

Dans cette partie expérimentale on prélèvera un ensemble de mesures à l'équilibre de sorption à 90% et 30% HR - voir représentation graphique-

nombre de mesures à 90% HR 36

nombre de mesures à 30% HR.....36

Nombre total de mesures ; 72

Toutes ces mesures doivent être prises dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative. Ainsi on suivra l'évolution de

σ et ϵ à 90% HR dans le temps

σ et ϵ à 30% HR dans le temps.

On aura 4 courbes $\sigma(t)$ et $\epsilon(t)$.

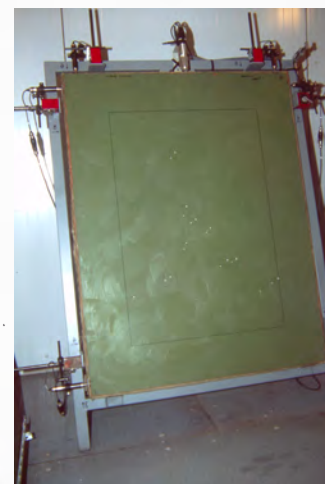
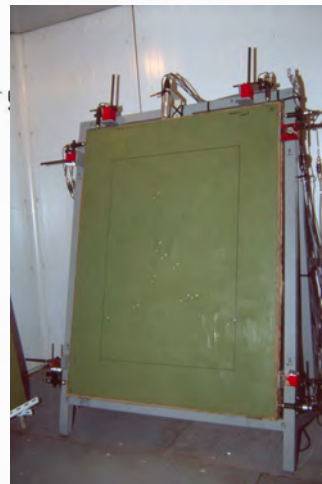
Remarque puisque HR% est constant, les variations de σ et de ϵ seront caractéristiques du comportement de la peinture au vieillissement. Ces essais devraient mettre en évidence la formation de craquelures par des discontinuités des courbes.

A partir de l'analyse des courbes - j'essaierai d'évaluer le rôle et l'importance de σ et de la ϵ de la mécanique de rupture de la CP

- point de rupt CP $\rightarrow \sigma$ & ϵ ?
- essayer de repérer à quel moment ce phénomène se produit. $\left. \begin{array}{l} \text{fact } \sigma \\ \text{fact } \epsilon \end{array} \right\} \text{ ou voir po}$
- la répétition des essais du phénomène permettra d'évaluer le rôle des σ/ϵ et respectivement

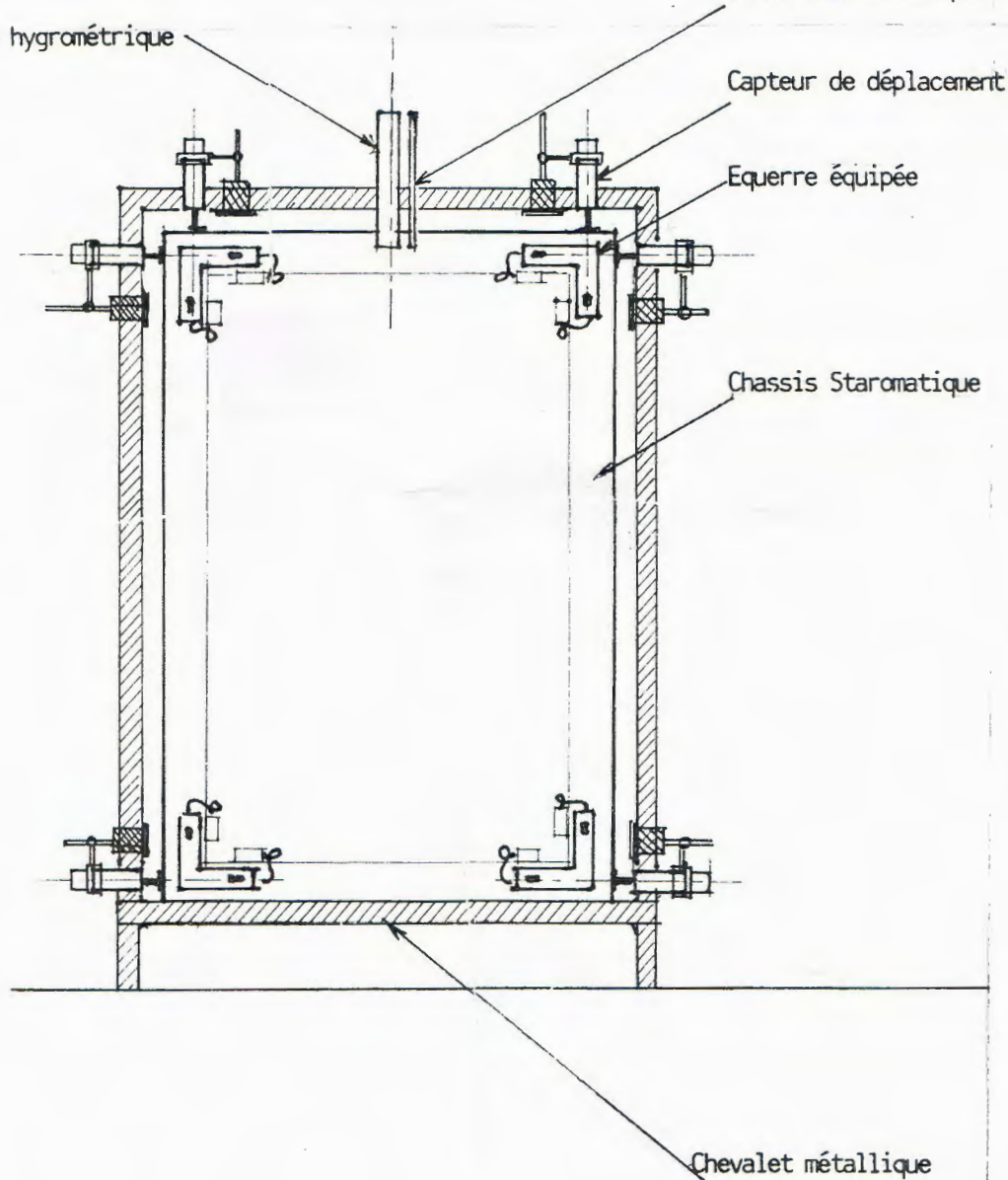


FIG 1



Sonde thermométrique

Sonde hygrométrique



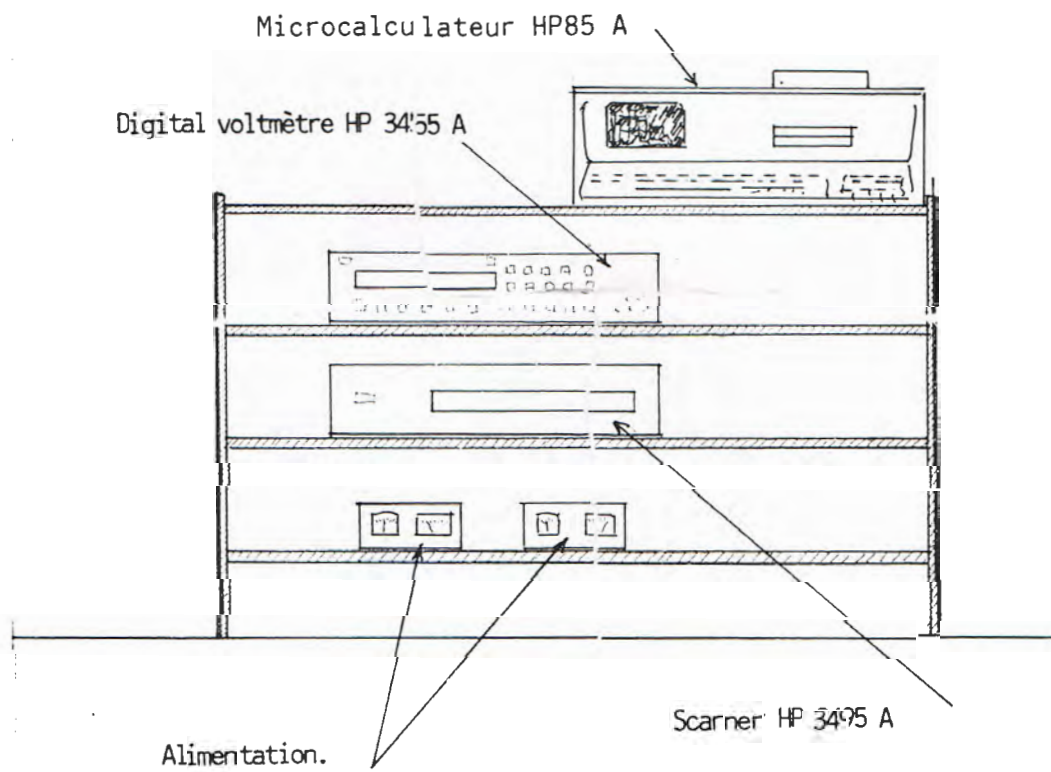
DISPOSITIF DE MESURE



FIG 6



SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DES DONNEES



II- VIEILLISSEMENT

Les éprouvettes montées sur chassis sont soumises à un vieillissement accéléré en enceinte climatique. Les cycles humide/sec, ont été étudiés dans le protocole expérimental.

Caractéristiques de l'enceinte climatique.*

A - La chambre climatique N° 1 (à gauche)

<u>Dimensions :</u>	intérieures :	extérieures :
- longueur	2800	2912
- profondeur	2800	2912
- hauteur	2030	2220

Volume : 15,9 m³

A - CHAMBRE CLIMATIQUE N° 1

- Construction du type modulable en panneaux sandwich isolés par polyuréthane injecté,
- Revêtement extérieur et intérieur (classement au feu M1) en tôle galvanisée laquée blanc, pour les parois et le plafond, épaisseur d'isolation 60 mm
- Revêtement extérieur en tôle galvanisée et revêtement intérieur en polyester stratifié antidérapant pour le sol qui repose sur des profilés en plastique extrudé formant vide sanitaire ventilé naturellement
- Epaisseur d'isolation : 30 mm
- Le plafond de la chambre reçoit le caisson de traitement d'air en acier inoxydable constitué principalement de :
 - . 1 frigorifère en tube cuivre, ailettes en aluminium,
 - . 1 évaporateur piège en tube cuivre lisse relié au circuit frigorifique principal

Les enceintes appartiennent aux services de restauration de la D.M.F
elles ont été conçues et réalisées par la société LCA.

- . 1 batterie de résistances électriques blindées en acier inoxydable : puissance 3 KW
- . 1 rampe d'humidification reliée à un bouilleur constitué d'un corps de chauffe en acier inoxydable et d'un thermoplongeur en acier inoxydable, puissance 3 KW
- . 1 ensemble de 2 ventilateurs.
- L'accès de la chambre est réalisé par une porte pivotante de 950 x 1900 mm équipée d'un système d'ouverture intérieur anti-panique
- L'éclairage de la chambre est réalisé par deux hublots d'éclairage étanches équipés chacun d'une ampoule de 100 W et commandés par un interrupteur extérieur comportant un témoin lumineux sous tension.

D - MACHINERIE

La machinerie et l'armoire de commande forment un ensemble monobloc qui constitue le fond arrière du sas.

- en partie basse sont regroupés tous les éléments formant la machinerie,
- en partie haute sont regroupés tous les organes composants l'armoire électrique, ainsi que les pupitres de commande comprenant chacun :

. pupitre gauche :

- * 1 régulateur de température
- * 1 régulateur d'écart
- * 1 interrupteur général
- * 1 " froid
- * 1 " chaud
- * 1 " humidité
- * 2 voyants défaut

PERFORMANCES COMMUNES AUX DEUX CHAMBRES

- Plage de températures : de + 15 à + 30°C Précision : $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- Hygrométrie : de 30 à 90 % - précision : $\pm 2\%$
Point de rosée minimum : + 5°C.
- Conditions extérieures : + 19°C. HR. 55 %

REGULATION

Chaque chambre est équipée d'une machinerie et d'une régulation qui lui sont propres et peut donc être utilisée, quelque soit le fonctionnement de l'autre chambre, dans la limite de ses performances (voir chapitre II)

Température sèche :

Chaque chambre est équipée de :

- . 1 régulateur électronique à action proportionnelle intégrale dérivée (P.I.D.) à affichage digital au 1/10ème de degré C avec sonde type Pt 100 Ohms à 0°C. Il comporte deux sorties :
 - * 1 sortie à action proportionnelle agissant sur l'électrovanne du circuit frigorifique principal (évaporateur ailette) ;
 - * 1 sortie à action proportionnelle agissant sur la batterie de résistances électriques de chauffage par l'intermédiaire de relais optiques.

Ce régulateur compare la température sèche mesurée par la sonde au point de consigne affiché (voir chapitre) et agit proportionnellement sur les sorties, selon les besoins. Les leds vert (froid) ou rouge (chaud) en façade du régulateur permettent de visualiser instantanément l'action en cours.

Température humide :

Chaque chambre est équipée de :

- . 1 régulateur électronique à action proportionnelle intégrale dérivée (type P.I.D.) d'écart, parfaitement étalonné par rapport au premier, à affichage digital au 1/10ème de degré C. avec sonde type Pt 100 Ohms à 0°C. Il comporte deux sorties :
 - * 1 sortie à action proportionnelle agissant sur l'électrovanne du circuit frigorifique secondaire (évaporateur piège à tubes lisses) ;
 - * 1 sortie à action proportionnelle agissant sur le thermoplongeur du bouilleur par l'intermédiaire de relais optiques.

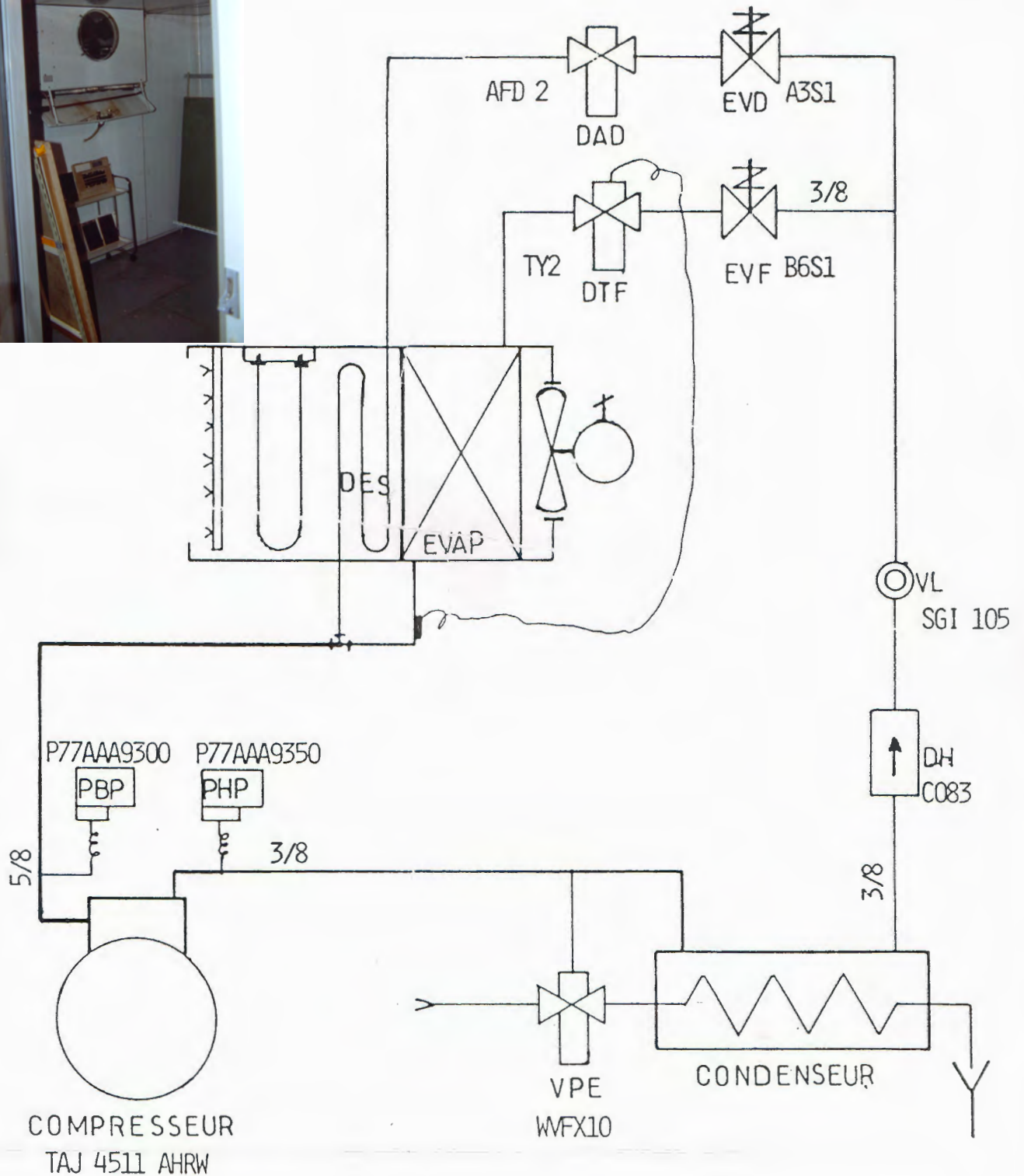
Ce régulateur compare l'écart entre température sèche et température humide mesuré par les sondes, au point de consigne affiché et agit proportionnellement sur les sorties selon les besoins.

N o t a :

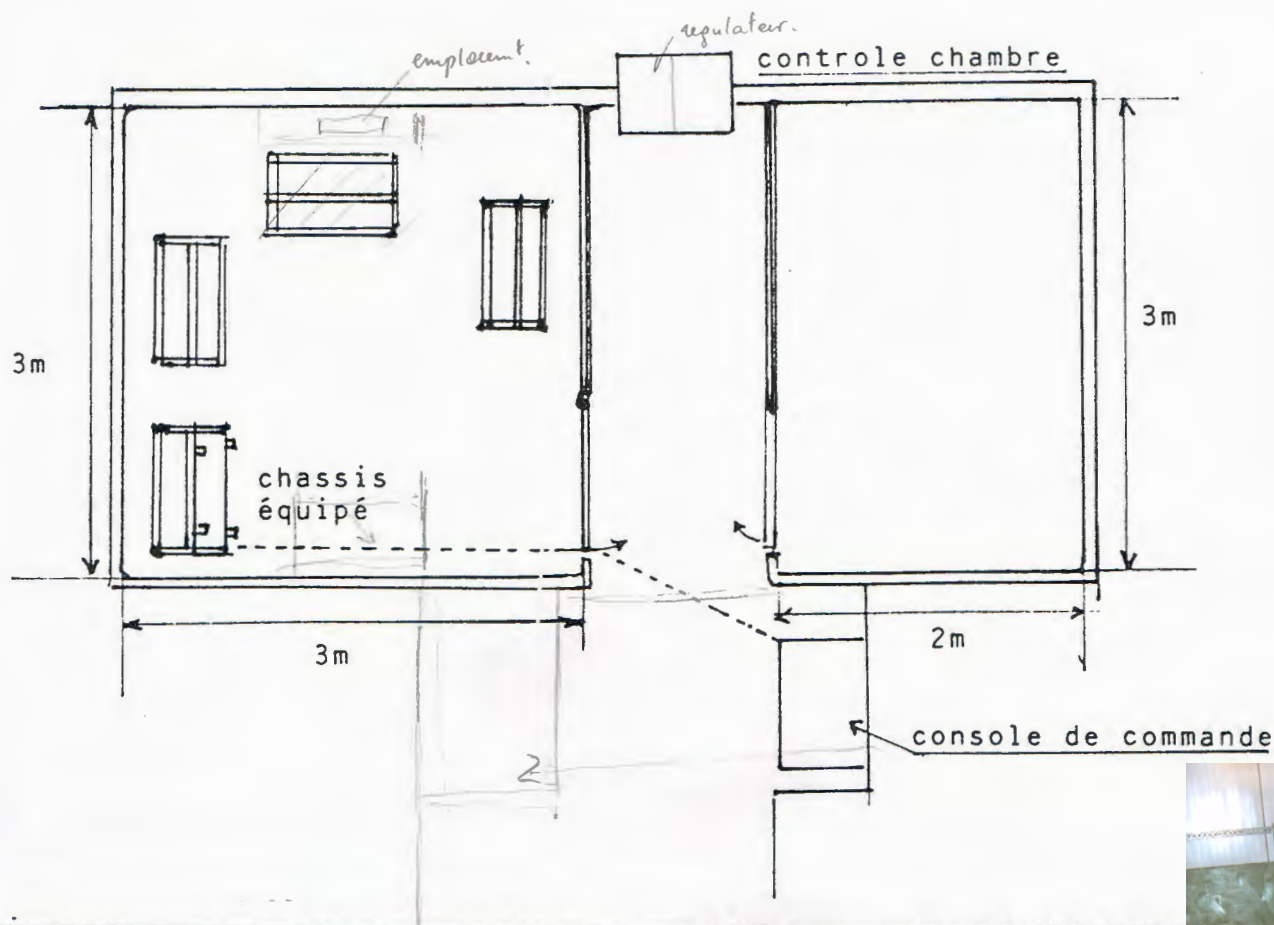
La valeur de l'écart affiché sur le régulateur doit toujours être négative.



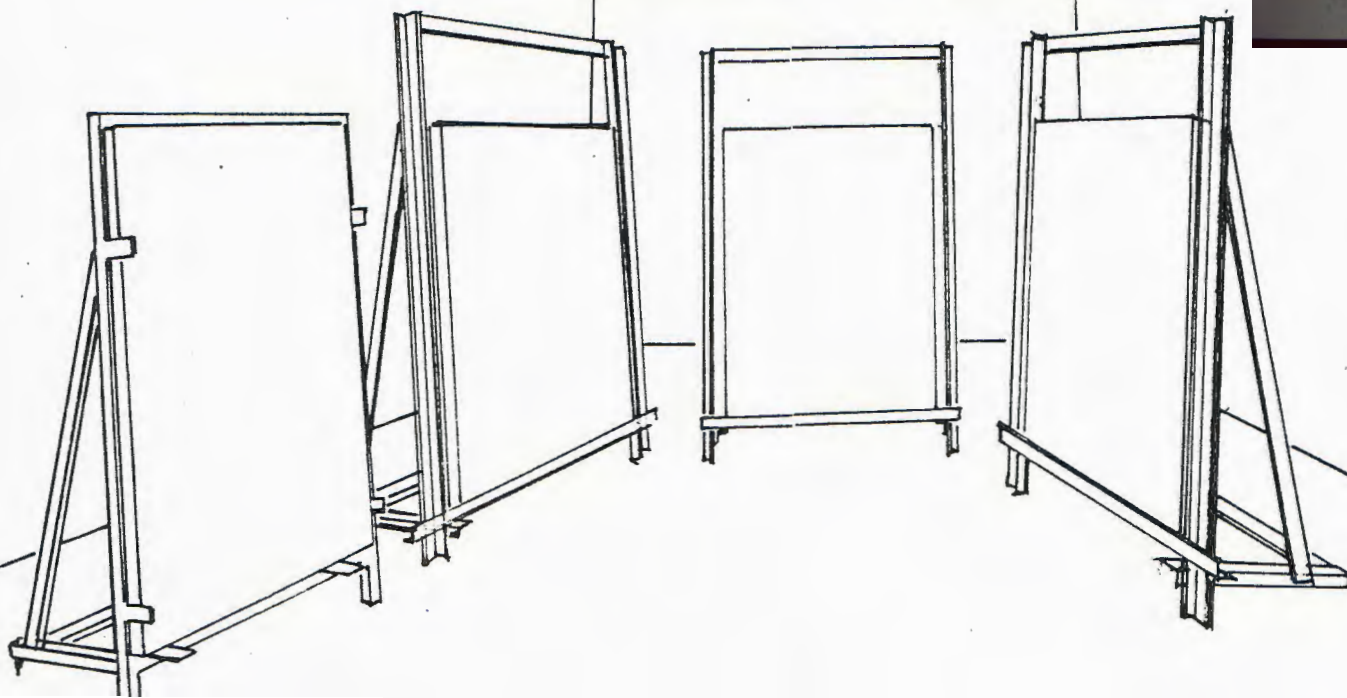
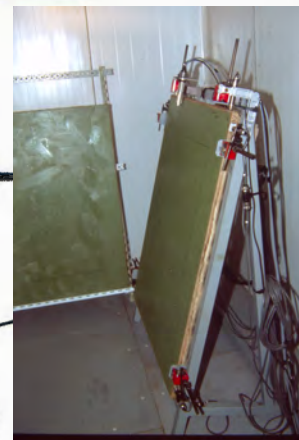
11/



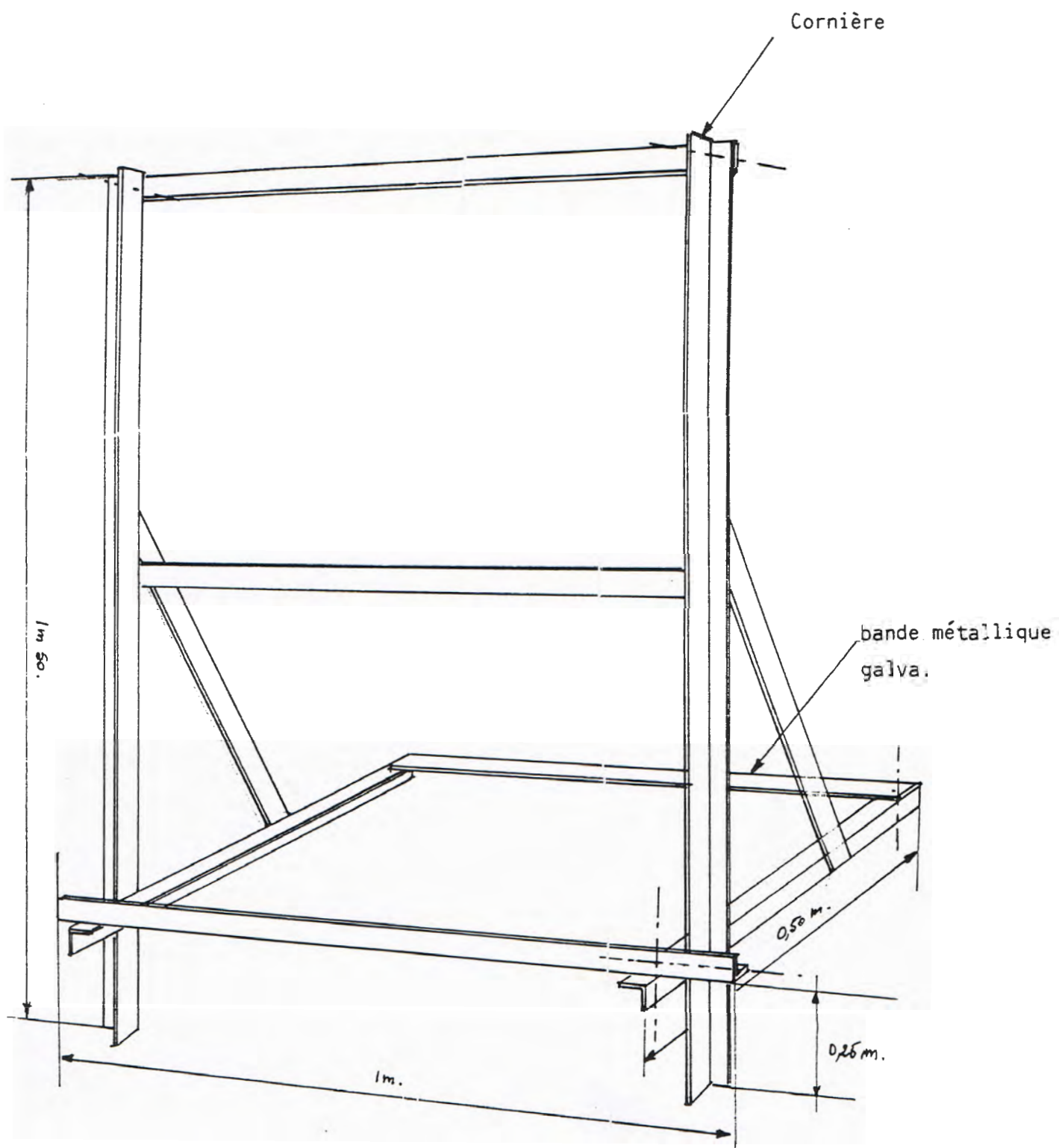
B) Aménagement de l'ENCEINTE CLIMATIQUE. *modification*



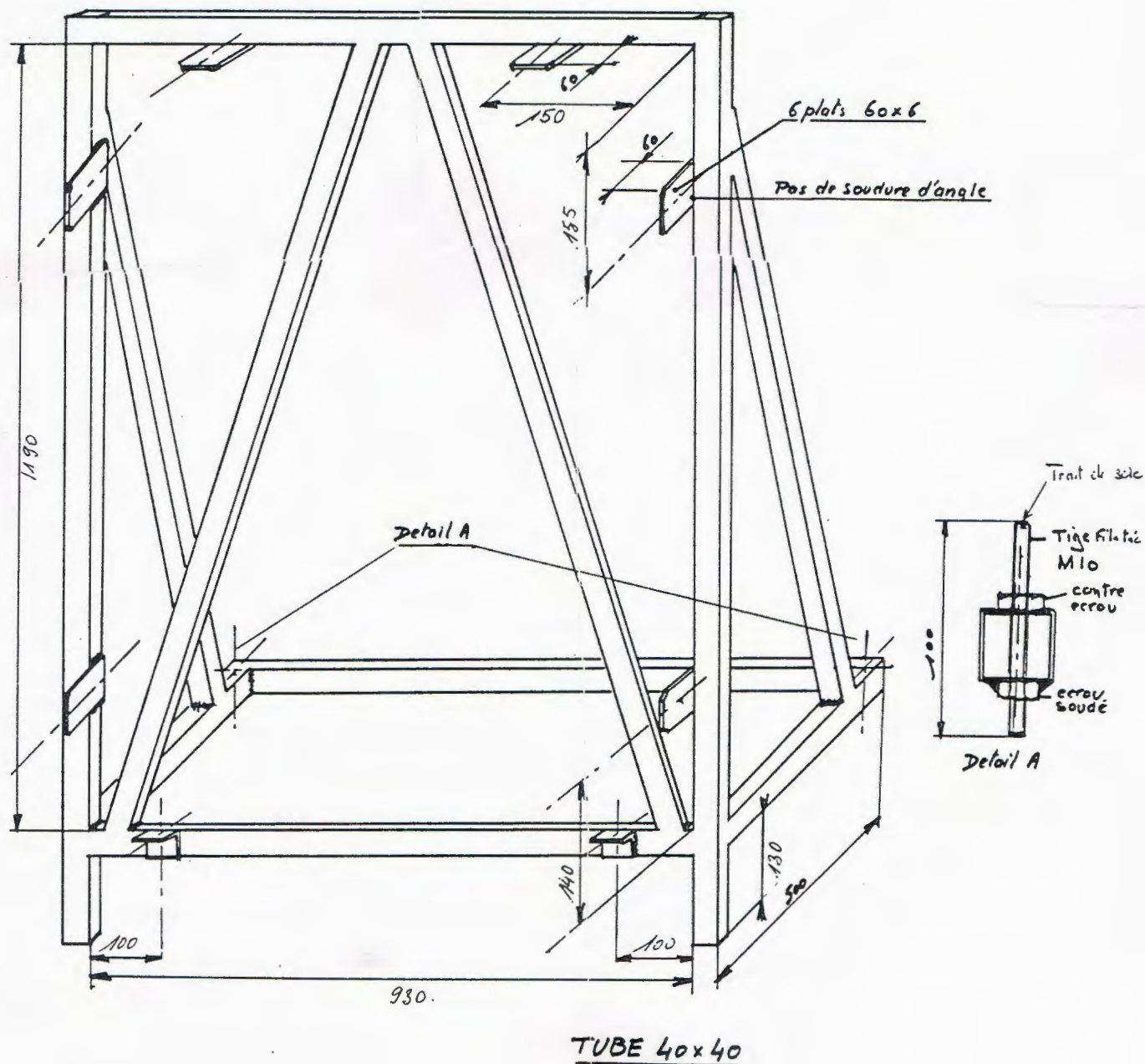
voir photo.



CHEVALET METALLIQUE EN CORNIERES



CHEVALET METALLIQUE EN TUBE 4 x 4 POUR CHASSIS EQUIPE.



CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES

1) Caractéristiques de la toile de LIN

Marque déposée: LIBECO

Contexture: nombre de fils/cm trame : 15

nombre de fils/cm chaîne 14

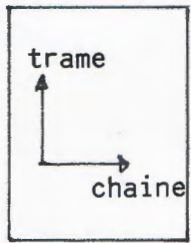
Embuage: trame: 2,5 %

chaîne 9,5 %

Masse surfacique: 308,13 g/m²

2) Traitements de la toile de lin.

Tension moyenne sur un chassis ordinaire 50 fig en droit fil.



1^{er} vaporisation d'eau sur les 2 faces.

Séchage.

2^{em} vaporisation d'eau sur les 2 faces.

3) Encollage

Colle de lapin en plaque.

Concentration de la colle 9,1 % dans l'eau.

600 g eau + 60 g colle sèche

Nombre de couche appliquée à la brosse: 1

4) Préparation

600 g de colle de peau de lapin à 9,1 % dans l'eau pour 640 g de blanc de meudon.

Nombre de couches appliquées à la brosse: 5

1 extrait. 78,5%

660 -> 60 g colle sèche

1 -> 60
660

eau 545,5 pour 640 + 54,5 = 694,5.
coll. 54,5

⁵
~~4~~ Couches de peinture à l'huile qualité Beaux-arts.

a) 1^{er} couche composée de:

Couleur: Terre d'ombre naturelle - Lefranc Bourgeois-

Diluant: White Spirit

Siccatif: Siccatif de Courtrai blanc ref 3122 - Lefranc Bourgeois-

Temps de séchage 7 jours.

Remarques: Les éprouvettes n°4, et n°1 présentent 2 petites craquelures prématurées de la couche de peinture. L'éprouvette n°3 présente également des craquelures de cette même couche. Ces craquelures sont dues probablement à un excès de siccatif.

b) 2^{em} couche composée de:

Couleurs: Rouge de cadmium - Talens-

Jaune de cadmium--Talens-

Orangé de cadmium--Talens-

Diluant: White spirit

Medium: Medium à peindre Rembrandt

Temps de séchage 7 jours.

Cette couche de peinture est moyennement fluide, c'est une 1/2 pâte.

c) 3^{em} couche composée de:

Couleurs: Vert oxyde de chrome - Lefranc Bourgeois -

Blanc de titane - Talens -

Vert de Cobalt - Lefranc Bourgeois -

Diluant: White Spirit

Médium: Médium à peindre Rembrandt

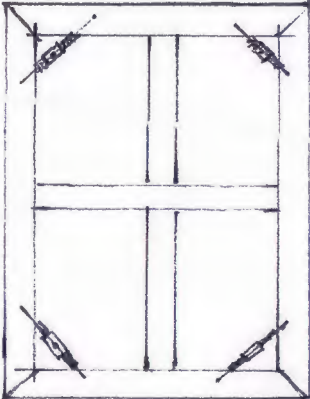
Temps de séchage: 6 mois.

Cette couche de peinture est épaisse, c'est une pleine pâte. Elle permet les empâtements.

transparent ⑤.

ELEMENTS CONSTITUTIFS	EPROUVETTES				ECHANT. LIBRE
	A	B	C	D	
+chassis+encollage	2462,2 g	2445,4 g	2281 g	2480,2 g	470,5 g
E+P 1 ^{er} couche	2534,5 g	2507 g	2355,5 g	2580,7 g	502,7 g
E+P 2 ^{em} couche	2256,2 g	2527 g	2378 g	2609 g	
E+P 3 ^{em} couche	2601 g	2567 g	2398 g	2651,2 g	
E+P 4 ^{em} couche	2622 g	2548,1 g	2400 g	2684,8 g	
E+P 5 ^{em} couche	2613,6 g	2578,9 g	2435 g	2691,5 g	
de la préparation	151,4 g	133,5 g 133,5	154 g	141,3 211,3 g 211,3 g	32,2 g
P+CP 1 couche	2629,9 g	2623,9 g	2462,9 g	2722,1 g	510 g
P+CP 2 couche	2734,9 g 121,3	2720 g 141,1	2578,2 g 143,2 g	2774,4 g 122,9	520 g
de la prepa.+ peint.	272,7 g 272,7 g	274,6 274,5 g	297,2 g 194,2 g	264,2 g 241,4 g	60 g
surf. prépa.+ peint.	264,14 g/m ²	265,88 g/m ²	191,01 g/m ²	233,82 g/m ²	
surf. Toile+Prép+Pein.	572,27 g/m ²	574,01 g/m ²	499,14 g/m ²	541,95 g/m ²	
	prépa. moyenne Pa de peint moyen	préparation fine film de peint epaisse	préparation epaisse moyenne film de peint fin	préparation epaisse film	

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES A B C D

A	B	C	D
<p>Chassis bois ϵ constant</p> <p>Tension initiale 15 daN</p>	<p>Chassis STARO ϵ variable</p> <p>Tension initiale 15 daN</p>	<p>Chassis bois ϵ constante</p> <p>Tension initiale 20 daN</p>	<p>Chassis STARO équipé ϵ variable</p> <p>Tension initiale 30 daN</p>
<p>Caractéristiques du chassis bois</p> <p>Dimensions : 116/89 cm</p> <p>Profil des montants 27/70 cm</p> <p>Profil des traverses 24/70 cm</p> <p>Peinture</p>  <p>Modifications apportées au chassis</p> <p>Les clefs ont été remplacées par</p> <p>écrous aviation \varnothing 6 mm permet-</p> <p>tant le réglage de la tension.</p> <p>Les tenons et mortaises sont para-</p> <p>llèles</p> <p>Le chassis a été recouvert d'une</p> <p>couche de blanc glycérophthalique pour</p> <p>protéger de l'humidité.</p> <p>Toile de lin LIBECO</p> <p>Encollage et préparation</p> <p>Couches de peinture.</p>	<p>Caractéristiques du chassis STARO</p> <p>Dimensions 116/89 cm</p> <p>Profilé aluminium Extruda 050</p> <p>Al Mg SiO, oxydé anodiquement 20 ^{microns} mm</p> <p>(résistant à la corrosion)</p> <p>Profilé de bois Western Hemlock im-</p> <p>prégné d'un produit hydrofuge et anti</p> <p>xylophage.</p> <p>Ressort X 12 Cr Ni 177 14310 Din 17224</p> <p>Toile de lin LIBECO</p> <p>Encollage et préparation</p> <p>Couches de peinture.</p>	<p>Caractéristiques du chassis bois</p> <p>Dimensions 116/89 cm</p> <p>voir éprouvette A</p>	<p>Caractéristiques du chassis STARO</p> <p>Dimensions 116/89 cm</p> <p>voir éprouvette B et dispositif de</p> <p>mesure.</p>

I G O C C . 2 M. Koefjeller. 78000 Versailles.
39. 53. 92. 29.

Acquisitions matériel.

1°) X Contacter Instrumex pour avoir une nouvelle proposition.

tel. 69-28-58-29.

Coût total prévu 12 605^F HT soit. 8344^F 53 T.V.A.

Coût T.T.C - 14 949,53^F - (1664-)

2°). Contacter occaselec. pour avoir une nouvelle proposition.
tel. 46.869701.

3°) Contacter Entreprise Tarran. Chevalet métallique.
tel. 46 72 03 42.

- Modification des côtes

- Montant. 2670^F HT T.V.A 18,6% 496^F 62.

Montant T.T.C 3166^F 6. —> Envoyer bon de commande
avec un acompte de 30% du prix T.T.C.

x 4°) Commander les chassins en bois règle d'or " tel 43.20.06.05

2 Chassis à clefs surdimensionnés. (70 de large)

50^F soit (1,16 x 0,89)

Montant T.T.C 834.

ristourne 10% 83,4

Total 750,6^F.

x 5°) Aller chercher les robots aviation. "ordure Clément" tel.

Matériel informatique occasion

- Contset occasion - > délai 15 à 21 jours -
Mr. Soubroa.
- Blanchet locatop. SA. - délai 2 mois.
- O.S.M. occasion HP. - > Contact avec Mr. Crombae -
attendre nouvelles. (à rappeler).
- Téléphoner ds le courant de la semaine prochaine.

• Hamilton. 12 rue de la verge - 94-853 Rungis.
- 23 000 F - H.T. 45 60 46 46 Cedex - Defarge

• deasa métic - 6 rue des frères Candau.
78 140 Velizy. Villecentury - M^{de}. Louisse - Claude
tel. 39 46. 87. 85 (à rappeler) (attendre réponse)

Vm. deca mesure - (pas de vente)

8 rue de l'Estrel - Rungis. 94593 -
46 87 33 38.

ETUDE DES EFFETS D'UNE TENSION CONSTANTE
SUR LA CONSERVATION DES PEINTURES

BIBLIOGRAPHIE

- Etude de l'opération de décatissage des toiles de doublage en lin.
R. GUILLY, M. SOTTON et M. CHEVALIER. ICCOM 1987
- Etude des propriétés de doublages expérimentaux à la colle synthétique.
R. GUILLY, M. SOTTON, et M. CHEVALIER. ICCOM 1981
- Le rentoilage français à la colle.
S. BERGEON, Y. LEPAVEC. ICCOM 1978.

- Some conservation treatments in the light of the stress measurements.
G.A. BERGER, W.H. RUSSEL. ICCOM 1987
- The behavior of canvas as a structural support for painting.
G.A. BERGER, W.H. RUSSEL. ICC 1982.
- Investigations into the reactions of plastic materials to environmental changes. Part I. The mechanics of the decay of paint films.
G.A. BERGER, W.H. RUSSEL. Studies in Conservation 1984.
- A structural solution for the preservation of canvas painting.
G.A. BERGER. Studies in Conservation.
- Effects of consolidation measures on fibrous materials.
G.A. BERGER and H.I. ZELIGER. Bulletin of American group IIC 1973

- The effect of beeswax/resin impregnation on the tensile properties of canvas.

G.A. HEDLEY ICCOM 1975

- Some empirical determinations of strain distribution in stretched.

G.A. HEDLEY ICCOM 1975

- The stiffness of lining fabric : Theoretical and practical considerations

G.A. HEDLEY ICCOM 1981

- Tests to investigate the modes of deterioration and to assess retarding treatments.

S.J. HACKNEY and G.A. HEDLEY Washington 1982

- Measurements of the ageing of linen canvas.

S. HACKNEY and G.A. HEDLEY Studies in conservation. 1980

- Polyester sailcloth fabric : A high stiffness lining support

G. HEDLEY and C. VILLERS Washington. 1982

- Effect of photochemical and environmental degradation on the surface properties of textile fibers.

S.H. ZERONIAN. CCI 1983

- Methodology and status of lining project CCI.

Debra DALY, Stephan MICHALSKI. ICCROM 1987

- Some aspects of the mechanical behavior of fabric - supported paintings

M.F. MECKLENBURG 1982.

- Deacidification of degraded linen.

E.E. PEACOCK Studies in conservation 1983.

- Restraint without stress ; history and prospects

B.W. KEYSER. JA.I.C. 1984

- The mechanism of fabric shrinkage ; The rôle of fibre swelling.

N.J ABBOTT, F KHOURY, L BARISH, Journal of the textile Institute
1964

- Movement of wood and canvas in response to high and low RH cycles.

F. de CORNELIUS Studies and conservation. 1967.

- A new lining canvas.

P. PARRINI. ICCOM 1978

- The prediction of stress relaxation and incipient instability in lining canvas.

G. RONCA ICCOM 1978.

- Le cycle de l'entoilage.

W. PERCIVAL-PRESCOTT. National Maritime Museum. 1974

- Non Woven textile for conservation use.

E RICHARD. ICCOM 1987.



PHOTO 1



PHOTO 2





PHOTO 4



PHOTO 5

Ministère de la Culture et de la Communication

Direction
des Musées de France

Palais du Louvre, 75041 PARIS CEDEX 01
Tél. : 42 60 39 26

Bureau de l'équipement
et des affaires générales
DMF/A1/MCD/Nº 508

- 3 NOV. 1987

Monsieur,

Je vous prie de trouver ci-joint, un exemplaire du contrat n° 8/87 concernant une étude sur l'effet de la tension sur la conservation des surfaces picturales.

Je vous serais obligé de bien vouloir accuser réception de ce document qui vaut ordre de service.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

L'Administrateur Civil
Chef de la Division
des Affaires Générales et de l'Équipement

René KLEIN

M. Alain ROCHE
7, rue du Disque
75013 PARIS

Exercice 1987

C O N T R A T N° 8/87

Entre : le Ministre de la Culture et de la Communication représenté par le
Directeur des musées de France ayant reçu délégation à cet effet par
arrêté du 3 avril 1987 - (J.O. du 8 avril 1987)

d'une part,

Et : Monsieur Alain ROCHE
7, rue du Disque
75013 PARIS

d'autre part,

Il a été arrêté et convenu ce qui suit :

Article 1- M. Roche s'engage à effectuer une étude sur l'effet de la tension
sur la conservation des surfaces picturales, conduit par le service
de restauration des Musées classés et contrôlés

Le programme est donné à l'annexe 2.

Article 2- La durée d'exécution des travaux ne peut excéder 18 mois à partir de
la date de notification au titulaire.

Article 3- Le titulaire est tenu de fournir un rapport à l'issue de l'étude, éta-
bli en cinq exemplaires. Les deux premiers sont remis au service de
restauration mentionné à l'article 1 ; le troisième est destiné au
bureau du budget de la direction des Musées de France ; le quatrième
est destiné à la mission recherche du Ministère.

Article 4- Le prix de l'étude est fixé à cent un mille deux cent quatre vingt
seize francs quatre vingt centimes (101 296,80 F) hors taxes, soit
cent vingt mille francs (120 000 F) toutes taxes comprises.

Ce prix est ferme et non révisable. Il est justifié par la fiche fi-
nancière ci-annexée (annexe 1).

Article 5- La somme mentionnée à l'article 4 fait l'objet de trois versements,
soit deux à titre d'acomptes et le solde.

5.1 - Un premier versement de 30 % est effectué 4 mois après la noti-
fication du présent contrat, sur présentation d'un mémoire dé-
taillé.

5.2 - Un deuxième versement de 30 % est effectué 12 mois après la no-
tification du présent contrat, sur présentation d'un mémoire dé-
taillé.

.../...

5.3 - Le solde est réglé au terme du contrat, sur fourniture d'un mémoire accompagnant le rapport final d'activité.

Article 6- Paiement.

L'administration se libère de la somme due en exécution du présent contrat en faisant crédit au compte chèque ouvert au nom de M. Roche à la Société Générale de Paris sous le n° 5070 913 9 90.

Le comptable chargé du paiement est le payeur général du Trésor.

L'ordonnateur de la dépense est le Ministre de la Culture et de la communication.

Article 7- Aucune publication, même partielle, des résultats ne peut intervenir sans l'accord préalable du Ministère de la Culture et de la communication.

Article 8- En cas de litige, la juridiction compétente est le Tribunal Administratif de Paris.

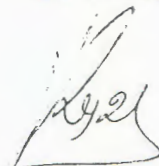
Fait à Paris, le 06.10.87.
en deux exemplaires originaux.

Le Directeur des Musées de France,

L'Administrateur Général
des Affaires Générales et de l'Équipement

René KLEIN

Le Titulaire,



Vu le Contrôleur financier

près le Ministre de la culture et de la communication,

L'Adjoint au Contrôleur Financier,

Signé : Pierre BOLLE

Roche Alain 7 rue du disque 75 013 Paris

tel 45 84 34 82

MEMOIRE D'ETUDE présenté par Alain ROCHE au Ministre de la Culture et de la Communication représenté par le directeur des musées de France ayant reçu délégation à cet effet par arrêté du 3 avril 1987 (J.O. du 8 avril 1987) selon le contrat d'étude accepté le 3 novembre 1987.

Objet de l'étude: Effets d'une tension constante sur la conservation des peintures.

Travaux exécutés:

- Avant projet
- Etude bibliographique.
- Contacts avec différents bureaux d'étude.
- Etude du dispositif de controle avec le BUREAU

VERITAS.

- Fabrication d'une éprouvette d'essais
- Etude de l' aménagement de l'enceinte climatique
- Recherche de matériels spécifiques
- Conception du protocole expérimental.

.../...

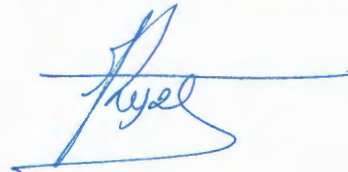
.../...

Le montant de ces travaux s'élève selon l'article 5. 51 du
contrat à la somme de:

HT	30389,04 f
TVA 18,6%	5652,36 f
MONTANT TOTAL TTC	36041,40 f

Montant certifié sincère et authentique pour la somme
de trente six mille quarante et un francs quarante centimes

Alain ROCHE



Fait à Paris le 20-03-1988

N° de compte 50709139 90
Société Générale
FX Massena Paris.

Reclamer les intérêts moratoires sur le 2^e mémoire -

ROCHE Alain 7 rue du disque 75013 Paris Tél. 45 84 34 82

Intérêt moratoire - 2460 F24

MEMOIRE D'ETUDE présenté par ROCHE Alain au Ministre de la Culture et de la communication représenté par le directeur des musées de France ayant reçu délégation à cet effet par arrêté du 3 Avril 1987 (J.O. du 8 avril 1987) selon le contrat d'étude accepté le 3 novembre 1987.

Objet de l'étude: Effets d'une tension continue sur la conservation des peintures.

Travaux exécutés:

Exécution de la phase expérimentale
Analyse et interprétation des résultats
Compte rendu

.../...

.../...

Le montant de ces travaux s'élève selon l'article 5.51 de
contrat à la somme de:

HT	40402,36 f
TVA 18,6%	7514,84 f
Montant total TTC.	47917,20 f

Montant certifié sincère et authentique pour la somme de:
quarante sept mille neuf cent dix sept francs et vingt
centimes.

Alain ROCHE

Fait à Paris le 5-10-1989

N° de compte 50709139 90

Société Générale

FX Massena Paris.

FICHE FINANCIERE

1- Dépense de personnel

325 heures à 225 f H.T de l'heure.....73125 f
T.V.A 18,6%13601,25 f

2-Documentation

Livres,articles,revues spécialisées etc..... 1190,40f
T.V.A 7%..... 83,35 f

3-Equipement

Etude et réalisation du dispositif de mesure et
d'enregistrement.....18549,70 f
T.V.A 18,6%..... 3450,30 f

4-Analyse

Frais de photographie..... 7419,90f
T.V.A 18,6 %..... 1380,30f

5-Matériel

Peinture, toile, encollage,pinceaux etc..... 1011,80f
T.V.A 18,6 %..... 188,20f

Total H.T.....101296,80f
T.V.A 18703,20f
Total T.T.C.....120000 f

27 SEP. 1989

MINISTÈRE DE LA CULTURE, DE LA COMMUNICATION,
DES GRANDS TRAVAUX ET DU BICENTENAIRE

Direction des musées de France

imputation budgétaire
chapitre 66-98 article 31 paragraphe 70

Lettre de commande

Le directeur des musées de France, soussigné, commande à Monsieur Alain ROCHE, 7, rue du Disque 75013 PARIS, l'étude d'un châssis à tensions et dimensions variables.

Cette étude effectuée pour le compte du service de restauration de l'inspection générale des musées classés et contrôlés comprendra les points suivants :

- 1) Etude comparative des différents modèles existants
- 2) Développement du principe adopté
- 3) Etude des sollicitations mises en jeu
- 4) Calcul des paramètres caractéristiques du châssis
- 5) Choix des éléments constitutifs du châssis
- 6) Coût de la fabrication d'un prototype et des essais de fiabilité.

Monsieur ROCHE percevra un seul versement, après réalisation des travaux et remise d'un rapport, sur facture détaillée, la somme de vingt neuf mille huit cent quatre francs quarante centimes (29 304,40 F hors taxes, soit trente cinq mille francs (35 000 F) toutes taxes comprises.

Le règlement sera effectué à l'ordre de Monsieur Alain ROCHE sur le compte Société Générale Paris n° 5070 913 990

Le délai d'exécution est fixé à douze mois à compter de la notification de la présente commande.

21/9/89
sous le n° 7478

Chef du
l'équipe

Michel BARTHET

FICHE FINANCIERE

1) Dépense de personnel

75 heures à 235 F H.T. de l'heure	21 375,00 F
TVA 16,60 %	3 975,75 F

2) Documentation

livres, articles, photos, revues spécialisées etc	3 000,00 F
TVA 7 %	210,00 F

3) Tirage de documents

plans, photos etc	5 429,40 F
TVA 18,60 %	1 009,86 F

TOTAL HT	29 804,40 F
TVA	5 195,60 F

TOTAL TTC	35 000,00 F
-----------	-------------

Roche Alain 7 rue du disque 75 013 Paris

tel 45 84 34 82

ETUDE D'UN CHASSIS A TENSIONS ET DIMENSIONS VARIABLES

- 1) Etude comparative des différents modèles existants
- 2) Développement du principe adopté
- 3) Etude des sollicitations mises en jeux
- 4) Calcul des paramètres caractéristiques du châssis.
- 5) Choix des éléments constitutifs du châssis
- 6) Coût de la fabrication d'un prototype et des essais de fiabilité.

FICHE FINANCIERE

1- Dépense de personnel

95 heures à 225 f H.T de l'heure.....21375 f
TVA 18,6 % 3975,75 f

2- Documentation

Livres, articles, photos, revues spécialisées etc.....3000 f
TVA 7% 210 f

3- Tirage de documents

Plans, photos etc, HT..... 5429,4 f
TVA 18,6%.....1009,85 f

Total HT..... 29804,40 f

TVA..... 5195,60 f

TOTAL TTC 35000 f

ROCHE Alain
restaurateur de tableaux
7 rue du disque 75013 Paris
tel 45-84-34-82

Fait à Paris le 20-10-90

MEMOIRE D'ETUDE présenté par Alain ROCHE au Ministre de la Culture et de la Communication représenté par le directeur des musées de France ayant reçu délégation à cet effet par arrêté du 3 Avril 1987 (J.O du 3 Avril 1987) selon la lettre de commande du 21/09/89.

Objet de l'étude: Etude des châssis à tension et dimensions variables.

Travaux exécutés: Recherche documentaire

Relevés graphiques

Analyse des données recueillies

Photos

Rédaction du compte rendu.

.../...

.../...

Le montant de ces travaux s'élève selon le devis accepté à la somme de:

HT 29804,40 f

TVA 18,6% 5195,60 f

Total TTC 35000 f

Montant certifié sincère et authentique pour la somme de:
trente cinq mille francs



Alain ROCHE

N° compte 50709139 90

Société Générale

FX Massena Paris

Roche Alain 7 rue du disque 75 013 Paris

tel 45 84 34 82

Mr LEPAPE
Bureau VERITAS
58 bis rue Paul Vaillant Couturier
Levallois

Monsieur,

Suite à notre entretien, je vous fais parvenir le résultat d'une étude préliminaire.

Mise en tension initiale d'une toile sur chassis.

Les valeurs de charges exercées par une toile tendue sur chassis varient selon les différentes publications de:

10 daN m⁻¹ (Guilly, Sotton, Chevalier)
à 20 daN m⁻¹ (Berger)

Dans notre application nous prendrons pour plusieurs raisons une prétension de la toile de 20 daN m⁻¹

Variations de tension observées selon les écarts hygrométriques et le traitement de la toile pour une prétension de 20 daN m⁻¹

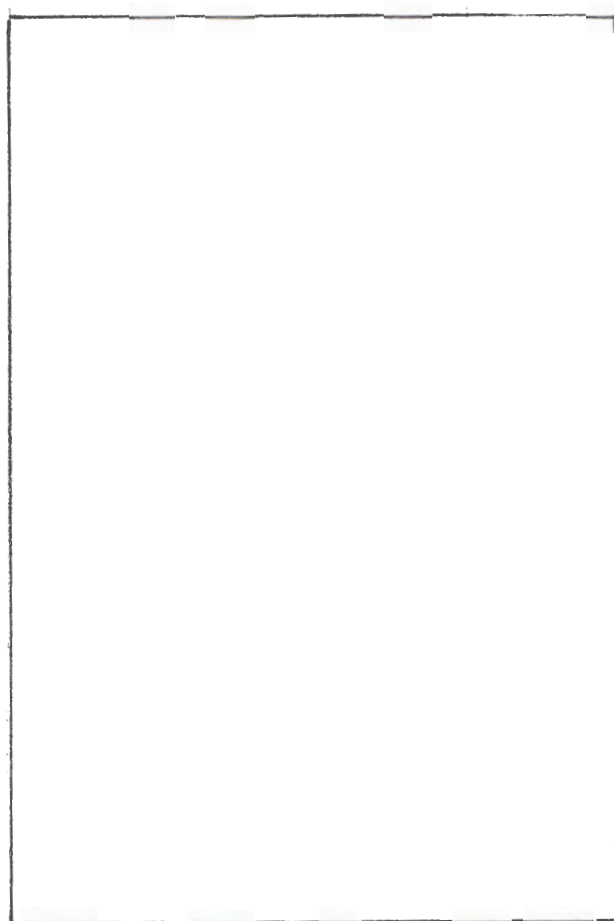
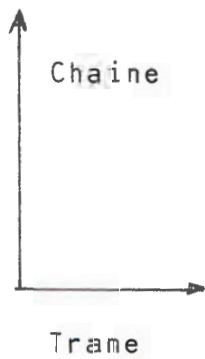
CHAÎNE	Minimum.....1 daN m ⁻¹ Maximum.....60 daN m ⁻¹
TRAME	Minimum.....0,5 daN m ⁻¹ Maximum.....80 daN m ⁻¹

Ces valeurs représentent les écarts les plus importants

Dimensions du chassis

1,16/0,89 m

sens de tension
de la toile



Roche Alain 7 rue du disque 75 013 Paris

tel 45 84 34 82

Mr LEPAPE
Bureau Véritas
58 bis rue Paul Vaillant Couturier
Levallois

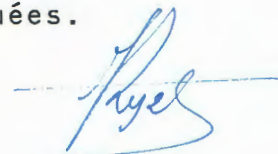
Monsieur,

Je vous communique la partie de mon protocole expérimental, concernant la prise de mesures durant les six mois. J'ai schématisé la répartition des prises de mesures par des diagrammes

- Absorption
- Désorption
- Variation de σ et ϵ en fonction de HR%
- Alternance des cycles sur les 6 mois

D'autre part je n'ai pas de nouvelles concernant le matériel informatique, je vous tiendrai au courant dès que possible. Je m'absente jusqu'au 12 Avril, je vous contacte à mon retour.

Avec mes salutations distinguées.



Alain ROCHE.

Roche Alain 7 rue du disque 75 013 Paris

tel 45 84 34 82

Mr LEPAPE

Bureau Véritas

Paris le 07-06-88

58 bis rue Paul Vaillant Couturier

Levallois

Monsieur,

Suite à notre entretien du 1^{er} Juin 1988, je vous fais parvenir une série de publications concernant notre étude.

Par ailleurs je pensais, que pour être sûr des dimensions du chevalet métallique porteur du châssis équipé, il serait souhaitable d'ajuster ses dimensions aux dimensions réelles du châssis que je vous ai fourni. Je vous serais donc reconnaissant de me communiquer les dimensions du châssis.

Je vous prie, cher Monsieur, d'agréer l'expression de mes salutations distinguées.



Alain ROCHE



Bureau Veritas
Branche Industrie

DEMANDE D'INTERVENTION
SERVICE REQUEST

Le soussigné (1) ROCHE Alain
The undersigned (1) Restaurateur de tableaux
07 rue du disque
75013 PARIS

de la Société (2)
from Ltd (2)

demande au BUREAU VERITAS d'assurer la mission définie ci-après
request from BUREAU VERITAS the following services

- Fourniture concernée : bon pour accord
Supplies :

- Documents de référence :
Related documents :

- Fournisseur : (2)
Supplier :

- Fabricant : (2)
Manufacturer :

- Intervention(s) prévue(s) le(s)
Date and place of intervention(s)

Au service de restauration de
l'IGMCC Versailles

- Programme d'intervention : Equipement et mise au point du logiciel d'acquisition
Services required en laboratoire.
Mise en place de l'équipement dans nos locaux et vé-
rification
Assistance technique
Location matériel informatique.

- Documents à établir : nature :
Documents to be issued : nature :

Langue : original + copies
Language :

- Honoraires et frais acceptés : bon pour accord
Fees and expenses :

- Facture à adresser à : ROCHE Alain
Invoice for the attention of : 07 rue du disque
75013 PARIS

Sous la référence : (3)
Client's references :

Pour règlement à réception voir conditions de
Payable from date of receipt de règlement noti-
fiées dans la lettre du 18-01-88
REF CRD/DEM N° 014/PB.LP

- Observations :
Comment :

- Pièces jointes (paraphées)
Enclosures (with initials)

- Le Demandeur / The client : ROCHE Alain
Date et / and Signature :

lu et approuvé Paris le 15-02-88

Enregistrée à le
Registered at on
Sous le N°
Under ref.