

Document original

**RAPPORT D'ETUDE**  
Décembre 1992

**ETUDE DES PEINTURES SUR TOILE SOUMISES  
A L'HUMIDITE**

Voir aussi fiche: 1992-2025-Rapport peintures soumises à HR

Avertissement: Ces documents n'ont pas été publiés et n'ont pas fait l'objet de vérification.  
Des erreurs ont pu se glisser, l'état des connaissances à cette époque n'a pas le même  
niveau qu'actuellement.

Alain ROCHE

# 1

## ETUDE DES PEINTURES SUR TOILE SOUMISES A L'HUMIDITE

### 1- Dispositif expérimental

Ce dispositif est constitué d'un cadre extensiométrique, d'une enceinte climatique et d'une sonde thermo-hygrométrique. Le cadre extensiométrique a été conçu spécialement dans le but d'étudier le comportement mécanique biaxial des peintures sous différentes conditions expérimentales. On peut également étudier le comportement mécanique biaxial de la peinture au cours des différentes opérations de restauration.

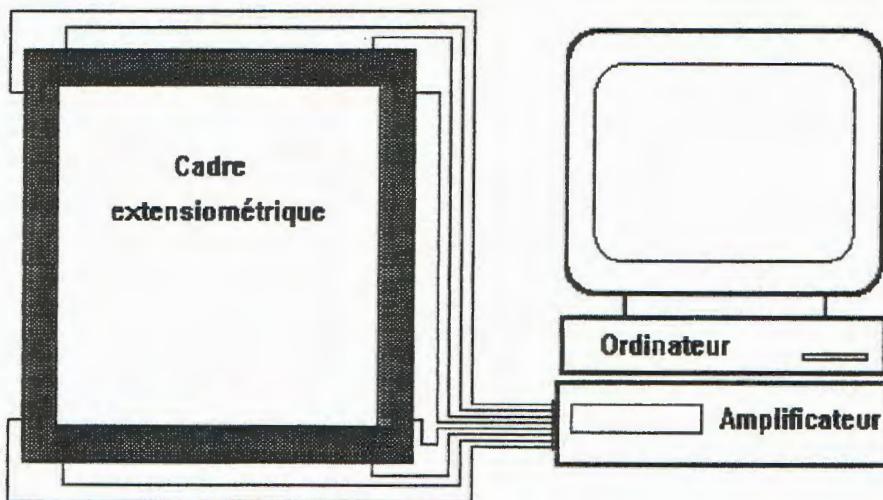
#### Cadre extensiométrique.

Cet appareil est composé:

- d'un cadre métallique carré équipé de capteurs,
- d'un système informatique d'enregistrement des données
- d'un système informatique de traitement des données.

#### SYNOPTIQUE DE L'INSTRUMENTATION

Voir fiche technique cadre extensiométrique



### 1- Tension d'une peinture soumise à une humidification en chambre humide.

#### Conditions expérimentales

L'humidité s'élève en 1 heure de 63,5% à 70%. Ensuite elle passe lentement de 70% à 71,8% et se stabilise à cette humidité pendant 22 heures.

La température est de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$

Avant la fin de l'essai la peinture est soumise à l'humidité ambiante de 58,2%.

### 1-1 Peinture maigre sur toile soumise à une humidité de 75% [Figure 1].

Dès le début de la montée en humidité les tensions en sens chaîne et trame de la peinture divergent. Ce phénomène caractérise la prédominance du comportement de la toile durant l'humidification de la peinture. Lorsque la peinture est plongée à une humidité relative de 58%, la superposition des deux courbes confirme ce phénomène.

Les courbes présentent 3 zones distinctes: A B C

A- Chute linéaire de tension pendant environ 2 heures (vitesse constante) correspondant à une élévation rapide de l'humidité.

B- Les tensions diminuent progressivement pour tendre vers des valeurs constantes de tensions.

C- Les tensions se stabilisent après 9 heures d'humidification (72%) à des valeurs constantes.

La chute de tension correspond à une diminution des modules d'élasticité longitudinale des films de colle de peau et de peinture due à l'absorption d'eau. La tension au minimum est supportée par la toile.

Les chutes de tension correspondent à 48% de la tension initiale en chaîne et 72% de la tension initiale en trame. On peut considérer que la peinture est dans un état de contraintes "minimum".

### 1-1 Peinture maigre sur toile soumise à une humidité de 95% [Figure 2]

Dès le début de la montée en humidité les tensions en sens chaîne et trame de la peinture divergent. Ce phénomène caractérise la prédominance du comportement de la toile durant l'humidification de la peinture.

Les courbes présentent 3 zones distinctes:

A - Chute linéaire de tension pendant environ 2 heures (vitesse constant) correspondant à une élévation rapide de l'humidité.

B - Les tensions diminuent progressivement pour tendre vers des valeurs minimum de tensions au bout de 4h30 d'humidification.

C - Les tensions s'élèvent de nouveau jusqu'à la fin de l'essai.

Au début des courbes (A et B) la chute de tension correspond à une diminution des modules d'élasticité longitudinale des films de colle de peau et de peinture due à l'absorption d'eau. Dans la partie C l'augmentation des tensions dans la peinture correspond au gonflement des fibres de la toile de lin.

Les chutes de tension correspondent à 62,8% de la tension initiale en chaîne et 82,80% de la tension initiale en trame. On peut considérer que la peinture est dans un état de contraintes "minimum" au bout de 4h30.

## 2- Comportement d'une peinture soumise à une humidification sous GORE-TEX.

### conditions expérimentales

On dépose un GORE-TEX sur la peinture tendue sur le cadre extensiométrique. L'eau est étalée au pinceau sur le GORE-TEX de manière à ce qu'elle forme un film.

## 2-1 Peinture maigre sur toile.[Figure 3]

Les courbes présentent 3 zones distinctes:

A - Chute linéaire de tension pendant environ 4 heures (vitesse constante) correspondant à une élévation rapide de l'humidité.

B - Les tensions diminuent progressivement pour tendre vers des valeurs minimum de tensions au bout de 8h d'humidification.

C - Les tensions s'élèvent de nouveau jusqu'à la fin de l'essai.

La divergence des tensions en trame et en chaîne caractérise la prédominance du comportement de la toile.

Au début des courbes (A et B) la chute de tension correspond à une diminution des modules d'élasticité longitudinale des films de colle de peau et de peinture due à l'absorption d'eau. Au minimum, les tensions dans la peinture sont supportée par la toile.

Les chutes de tension correspondent à 54% de la tension initiale en chaîne et 80% de la tension initiale en trame. On peut considérer que la peinture est dans un état de contraintes "minimum" au bout de 8h

Malgré une apparence semblable aux courbes de la figure 3, les courbes ci-dessus ne retracent pas les mêmes phénomènes. L'augmentation des tensions dans la partie C des courbes correspond au séchage de la peinture.

On remarque qu'en dépit du développement des tensions dues à la préparation et au film de peinture l'écart de tension entre la trame et la chaîne reste constant.

Les irrégularités des courbes sont dues probablement à des variations d'humidité ou de température dans la salle.

## 2-2 Peinture grasse sur toile.[Figure 4].

La divergence des tensions en trame et en chaîne caractérise la prédominance du comportement de la toile.

Ces courbes sont divisées en deux parties bien distinctes.

Dans la première partie située entre 0 et 22h30, les courbes présentent 3 zones comparables aux autres courbes.

A - Chute linéaire de tension pendant environ 2h25 (vitesse constant) correspondant à une élévation rapide de l'humidité.

B - Les tensions diminuent progressivement pour tendre vers des valeurs minimum de tensions au bout de 14h d'humidification.

C - Les tensions se stabilisent jusqu'à 22h30.

Dans cette première partie des courbes nous observons une relaxation de la peinture. La chute des tensions correspond à 43% en chaîne et 59% en trame de la tension initiale.

Dans la deuxième partie des courbes nous observons une brusque élévation des tensions qui atteignent un maximum au bout de 32h30 ( 25% en chaîne et 45% en trame de la tension initiale). Ensuite les tensions diminuent progressivement jusqu'à la fin de l'essai. L'augmentation brutale des tensions intervient au cours du séchage. L'allure de la courbe nous laisse penser que la rétention d'eau se manifeste pendant une vingtaine de minutes puis se libère rapidement.

### 3- Tension d'une peinture soumise au collage d'une protection et d'un encollage.

#### conditions expérimentales:

Simulation dans les conditions d'atelier du collage d'une protection sur la couche picturale d'une peinture tendue sur le cadre extensiométrique.

Les papiers sont collés sur les peintures en respectant les mêmes sens:

CHAINE → MACHINE

TRAME → TRAVERS

#### 3-1 Peinture maigre sur toile pose d'un papier Boloré à l'amidon [Figure 5]

La divergence des tensions en trame et en chaîne caractérise la prédominance du comportement de la toile.

Les courbes présentent des minima et des maxima.

Les minima correspondent à un état de relaxation dû à l'absorption d'humidité par l'apport d'eau durant le collage. La chute des tensions correspond à 19% en chaîne et 53% en trame de la tension initiale. Les minima sont atteints au bout de 2h30.

Les maxima correspondent à une surtension provoquée par les tensions de la peinture, de la colle d'amidon et du papier boloré durant le séchage. En chaîne la tension maximum atteint la tension initiale, en trame elle correspond à 32% de la tension initiale. Ces maxima sont atteints au bout de 7h25, c'est à dire à la fin du séchage.

#### 3-2 Peinture maigre sur toile pose d'un papier japon à la colle de pâte et d'un encollage au revers.[Figure 6].

La divergence des tensions en trame et en chaîne caractérise la prédominance du comportement de la toile. L'allure des deux courbes est différente.

Le comportement en sens chaîne: La courbe présente un maximum et un minimum.

Le maximum correspond à une surtension due au mouillage de la toile lors de l'encollage à la colle de pâte, elle l'atteint au bout de 1h50. L'augmentation des tensions correspondent à 97,5% de la tension initiale. Le minimum est atteint après 11h40 de séchage et se situe légèrement au-dessus de la tension initiale à 9,5% de la tension initiale. Le comportement de la toile domine et l'effet du mouillage masque à priori les effets du collage de la protection.

Le comportement en sens trame. On note dès le début de l'encollage une chute de tension d'environ 37%. Ensuite la tension s'élève pour atteindre un palier à 1,5% de la tension initiale. L'origine de cette chute de tension n'est pas évidente, des essais complémentaires devraient permettre de l'identifier.

Au delà des 11h40 de séchage les deux courbes retrouvent un profil semblable. Elles s'acheminent vers des tensions qui se stabilisent.

## 4- Sorption d'une peinture soumise à une humidification en chambre humide

### 4-1 Absorption en eau à 75%

#### 4-1-1 Colle de pâte Figure [7]

masse initiale: 276 mg

masse finale: 298 mg

L'augmentation de la masse correspond à 7,97% de la masse initiale.

L'absorption en eau de la colle de pâte est très rapide pendant la première demi-heure Elle atteint un équilibre au bout d'une heure. La dispersion des points ne semble pas liée à un échange d'humidité entre la colle et son environnement mais à une instabilité hygrométrique du milieu.

#### 4-1-2 Toile. Figure[8]

masse initiale 2920 mg

masse finale 2986 mg

L'augmentation de la masse correspond à 2,26% de la masse initiale

L'absorption en eau est rapide pendant les 15 premières minutes. L'eau est pompée si rapidement pendant cette période qu'elle entraîne une légère baisse de l'humidité dans l'enceinte. L'absorption atteint un palier qui s'étale sur 5 heures. L'oscillation des valeurs d'absorption en eau par rapport à une courbe moyenne ne permet pas de les assimiler à un échange d'humidité entre la toile et son environnement mais à une instabilité hygrométrique.

#### 4-1-3 Peinture maigre sur toile. Figure[9]

masse initiale 7104 mg

masse finale 7210 mg

L'augmentation de la masse correspond à 1,49% de la masse initiale

L'absorption est rapide pendant les deux premières heures et entraîne une baisse d'humidité dans l'enceinte. Ensuite la progression augmente plus lentement sans atteindre dans les conditions expérimentales un équilibre. Si l'on compare les courbes des figures [7],[8] l'absorption est due en priorité par la toile .

#### 4-1-4 Peinture grasse sur toile Figure [10]

masse initiale 6902 mg

masse finale 7016 mg

L'augmentation de la masse correspond à 1,65% de la masse initiale

L'absorption est rapide pendant les trois premières heures et entraîne une baisse d'humidité dans l'enceinte. Ensuite la progression augmente plus lentement sans atteindre dans les conditions expérimentales un équilibre. D'après l'allure de la courbe l'absorption est due en priorité par la toile .

### 4-2 Absorption en eau à 100%

#### 4-2-1 Peinture grasse sur toile Figure [11]

masse initiale: 6354 mg

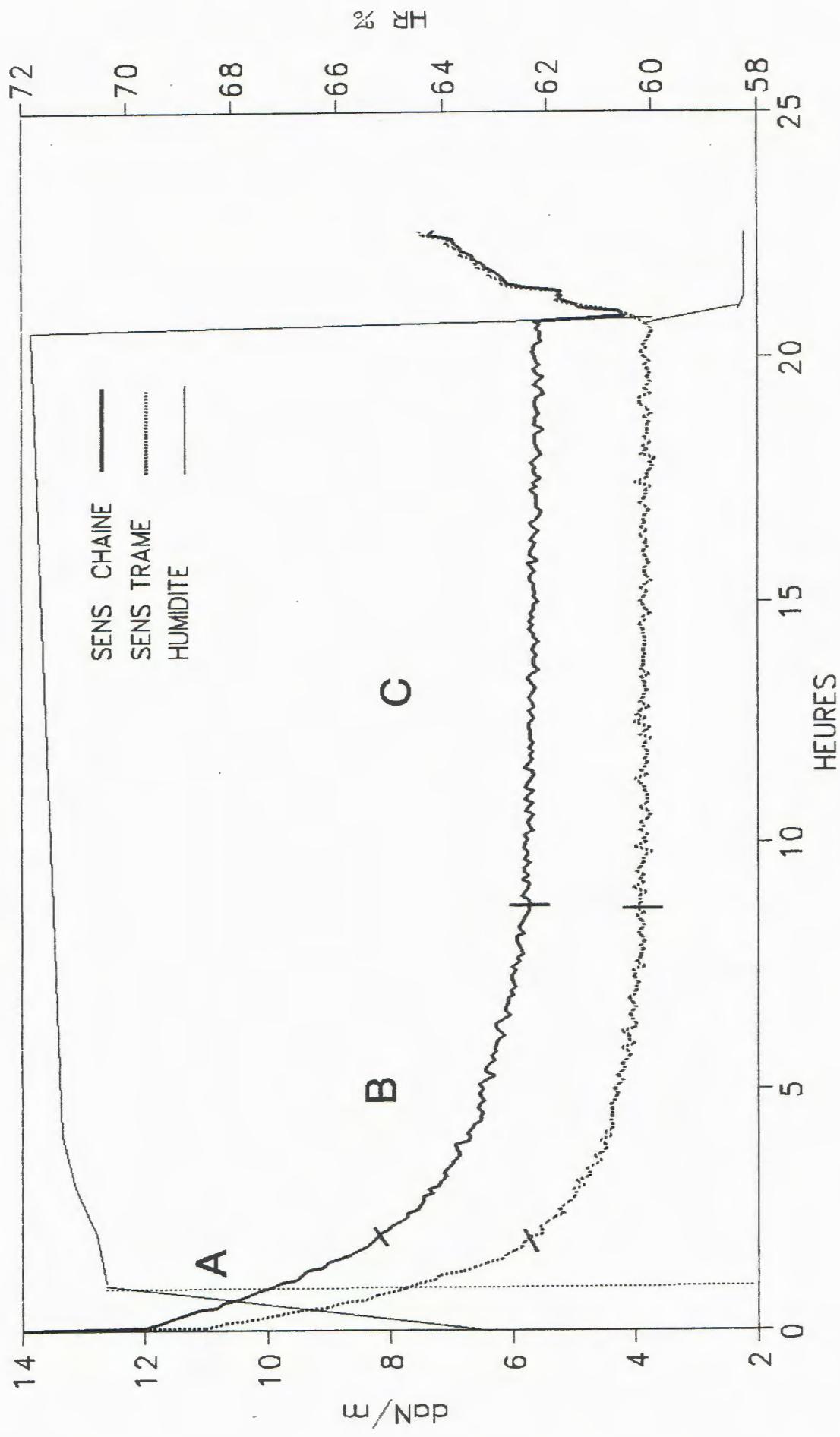
masse finale: 6990 mg

L'augmentation de la masse correspond à 10% de la masse initiale

L'absorption est rapide dans les trois premières heures sans entraîner une baisse d'humidité dans l'enceinte. La progression augmente plus lentement sans atteindre dans les conditions expérimentales un équilibre. D'après l'allure de la courbe l'absorption est due en priorité par la toile .

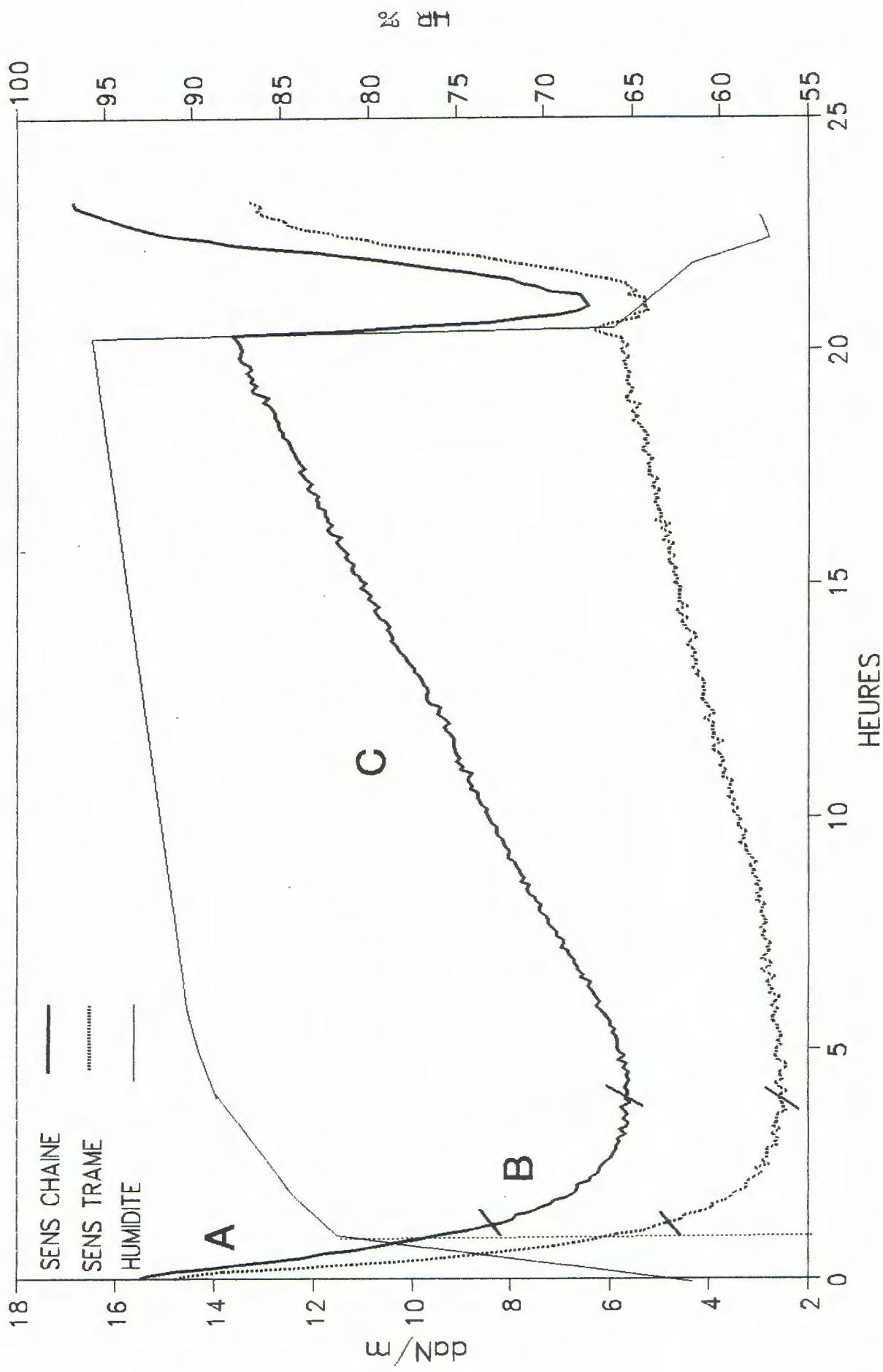
1

# PEINTURE MAIGRE SUR TOILE COMPORTEMENT A 75% HR



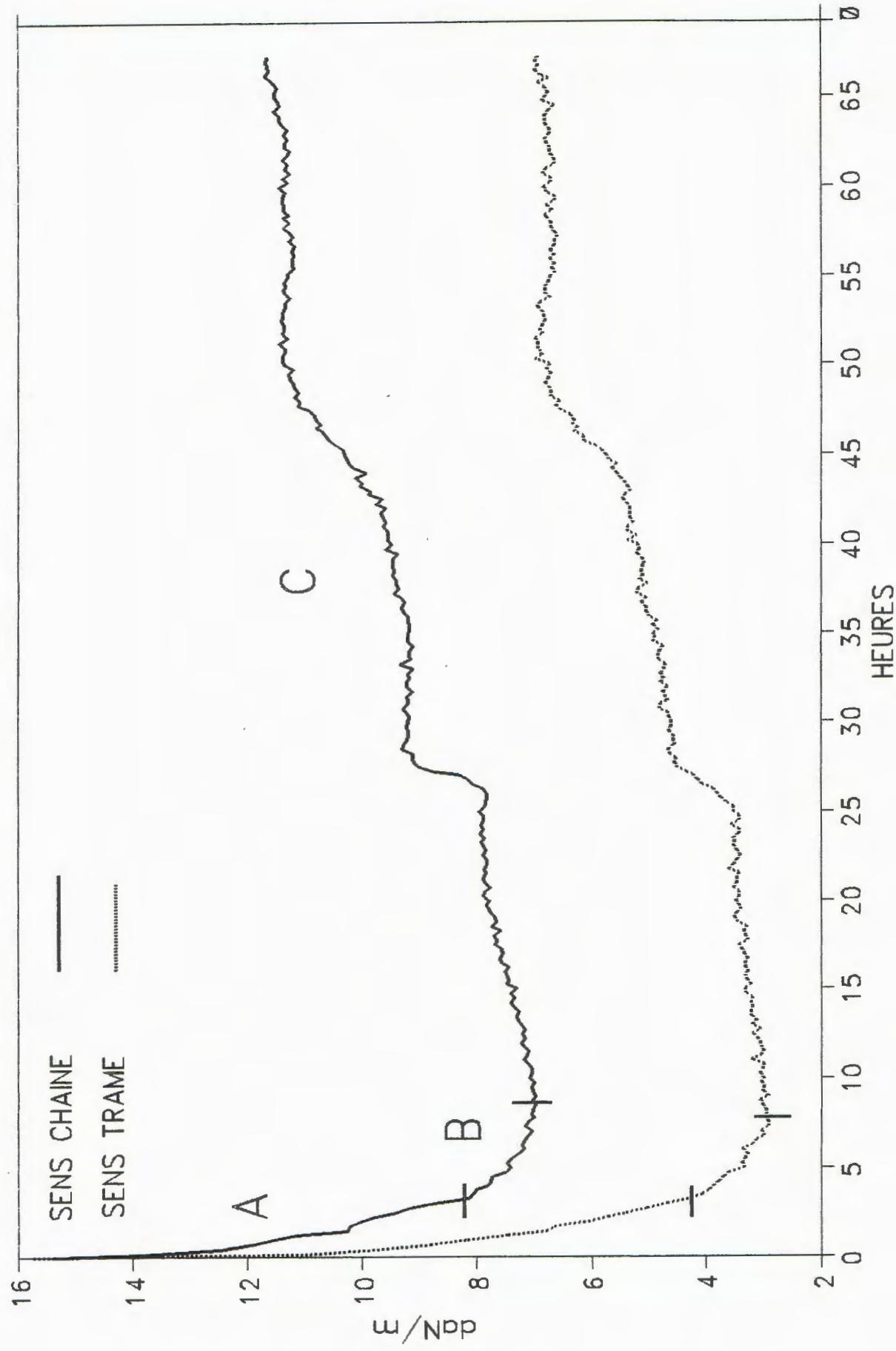
2

PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
COMPORTEMENT A 90% HR



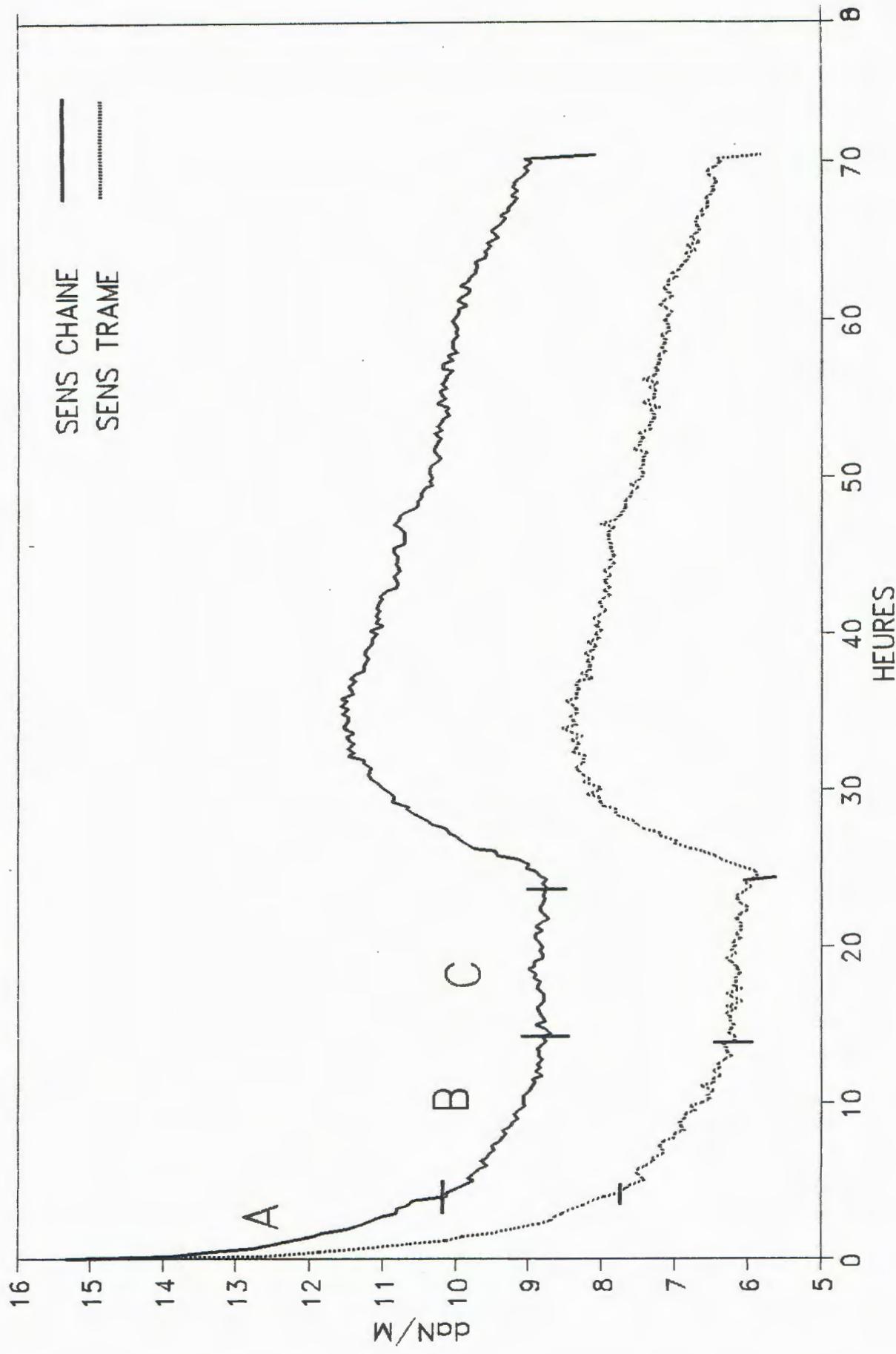
3

PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
HUMIDIFICATION SOUS GORE TEX ET SECHAGE



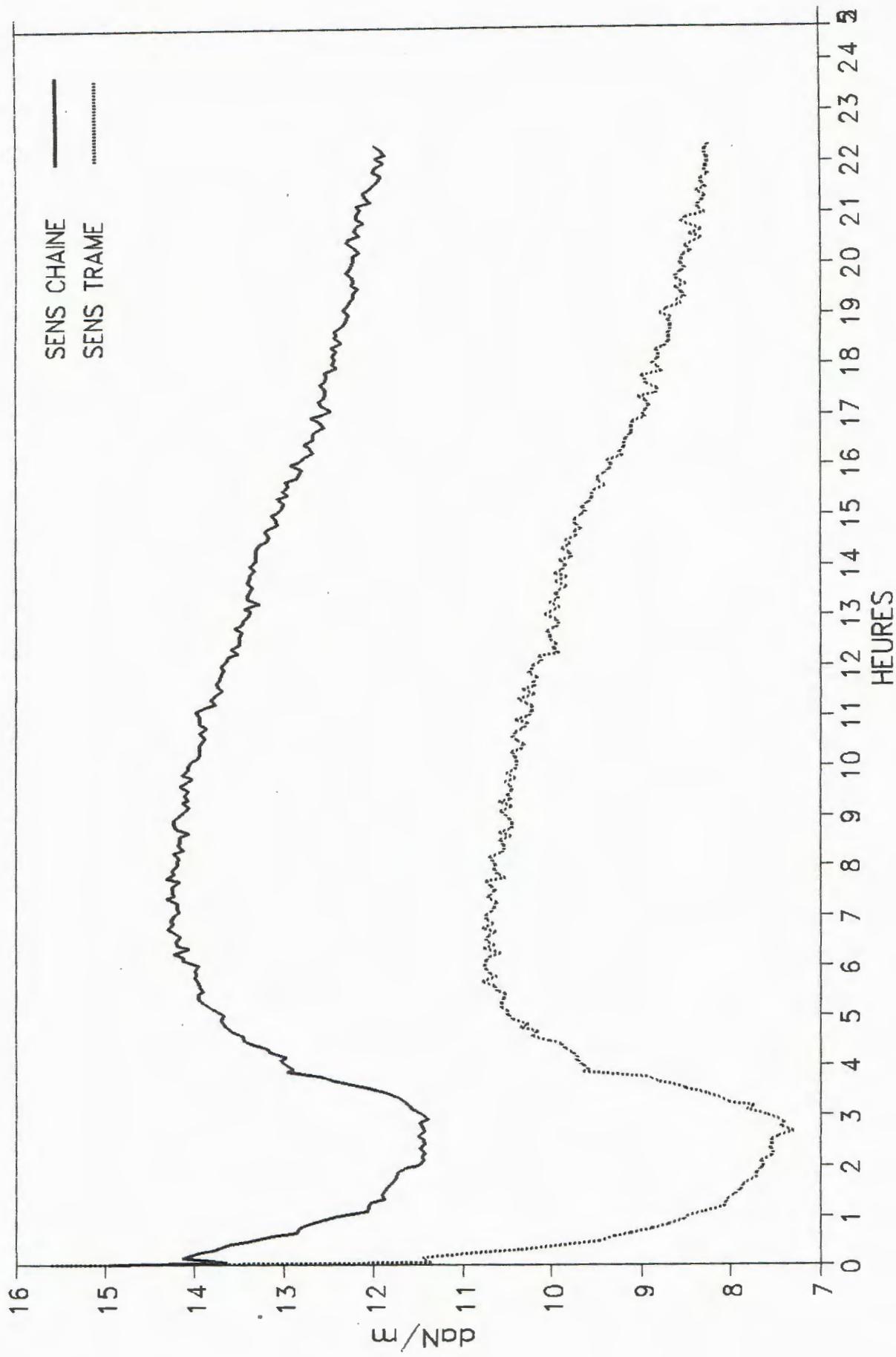
4

PEINTURE GRASSE SUR TOILE  
HUMIDIFICATION SOUS GORE TEX ET SECHAGE



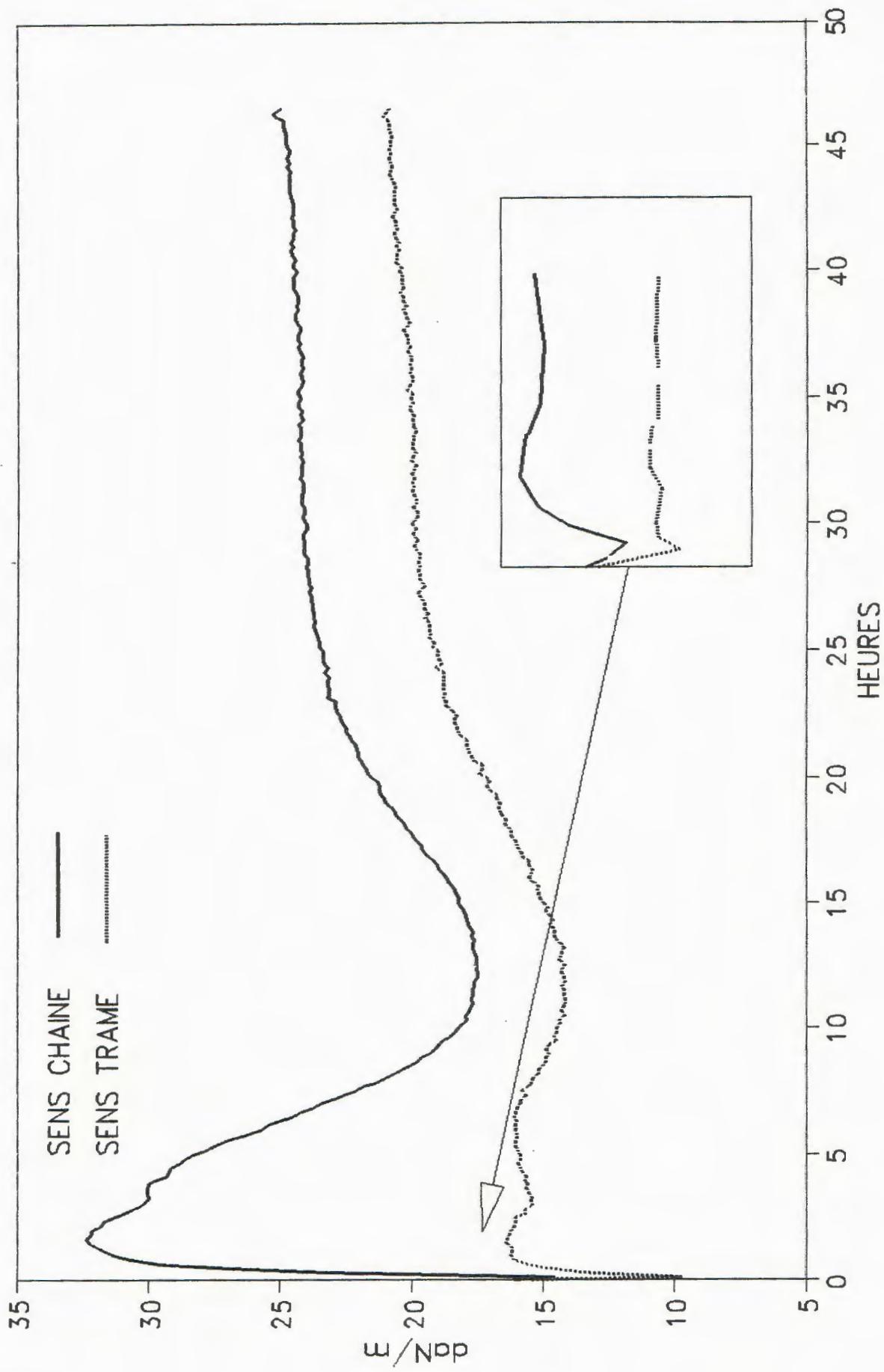
5

PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
COLLAGE PAPIER BOLORE/AMIDON

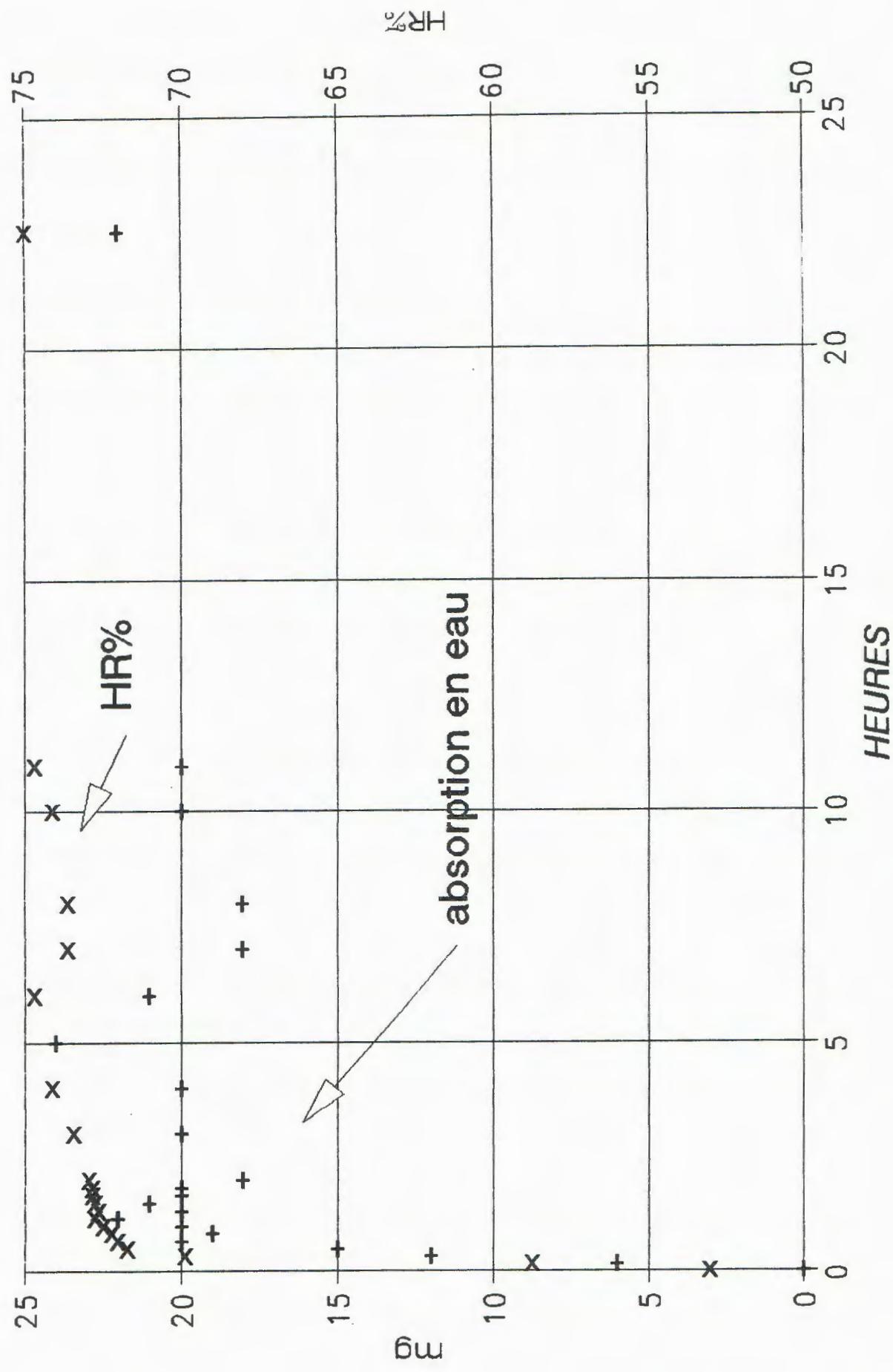


6

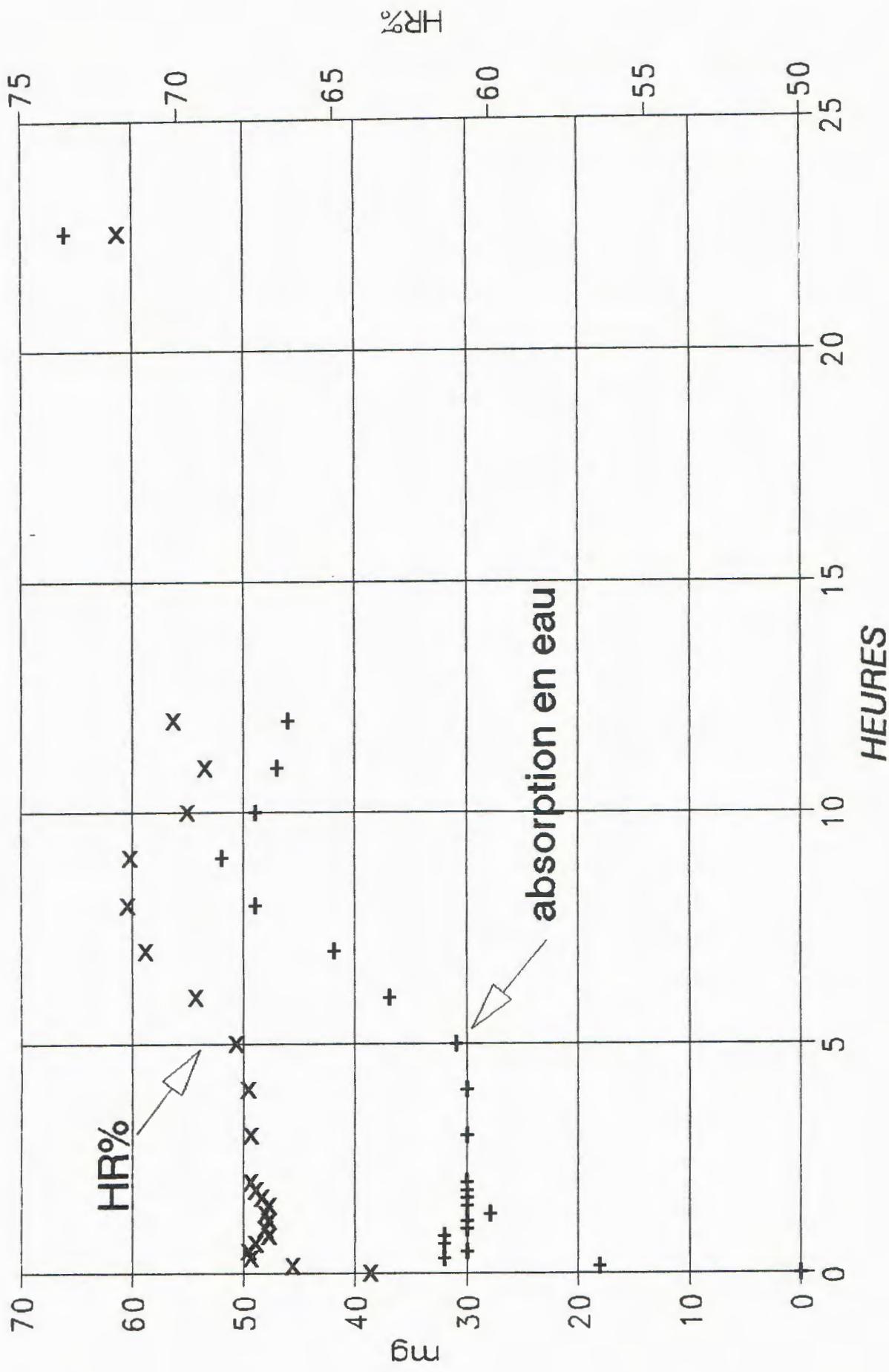
PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
COLLAGE BOLORE, ENCOLLAGE COLLE DE PATE



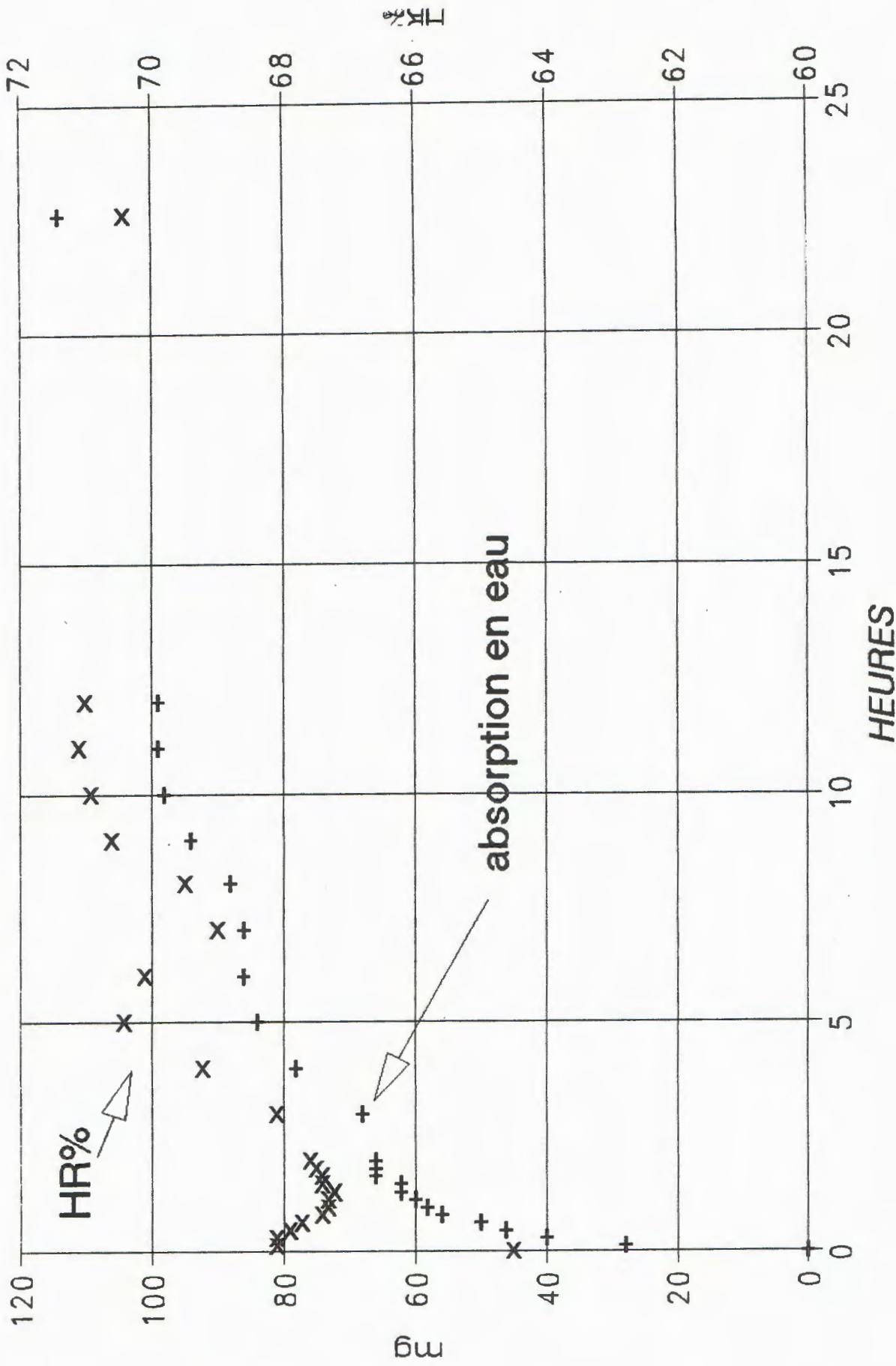
COLLE DE PATE  
ABSORPTION A 75% HR



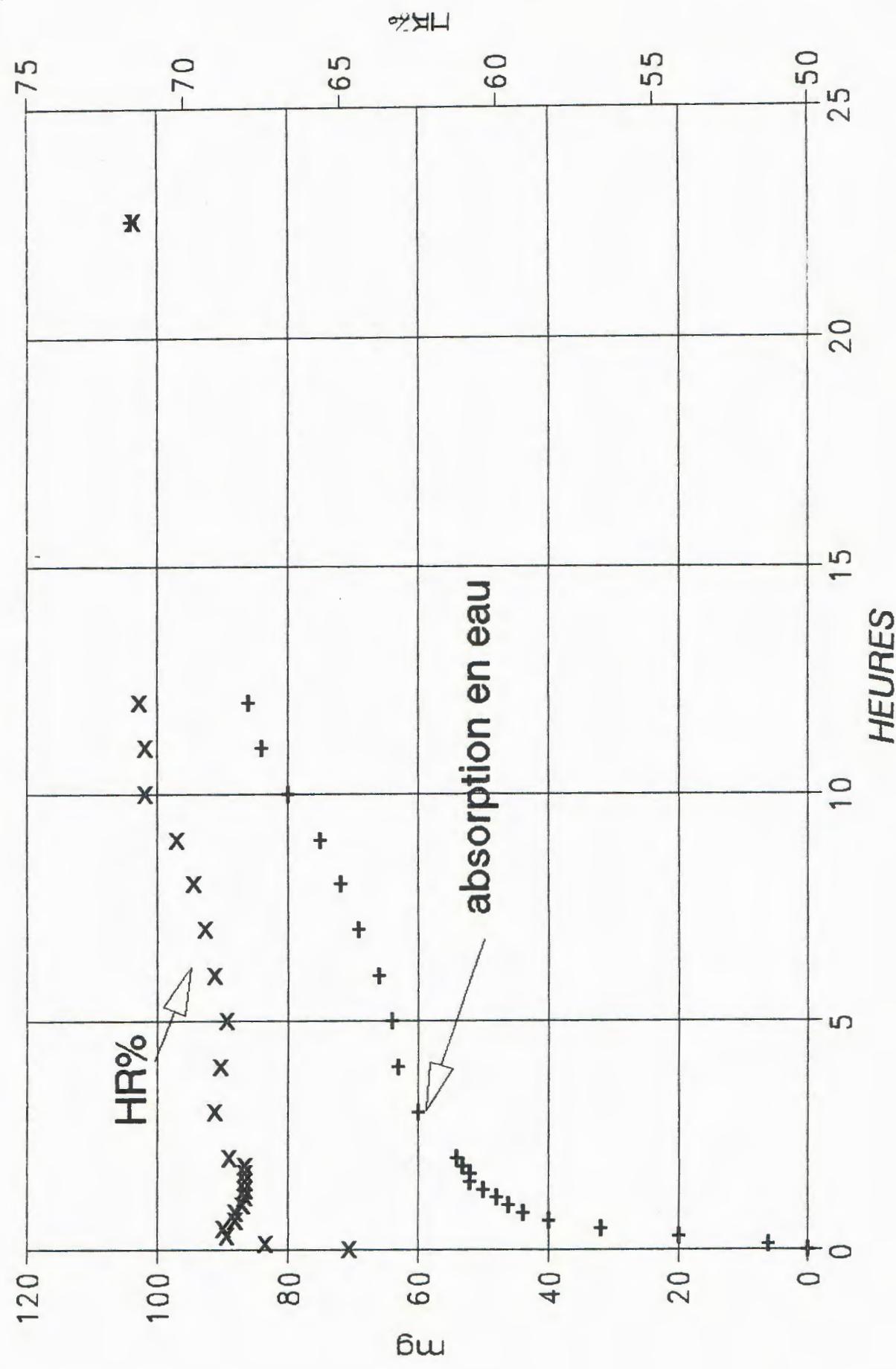
TOILE DE LIN  
ABSORPTION A 75% HR



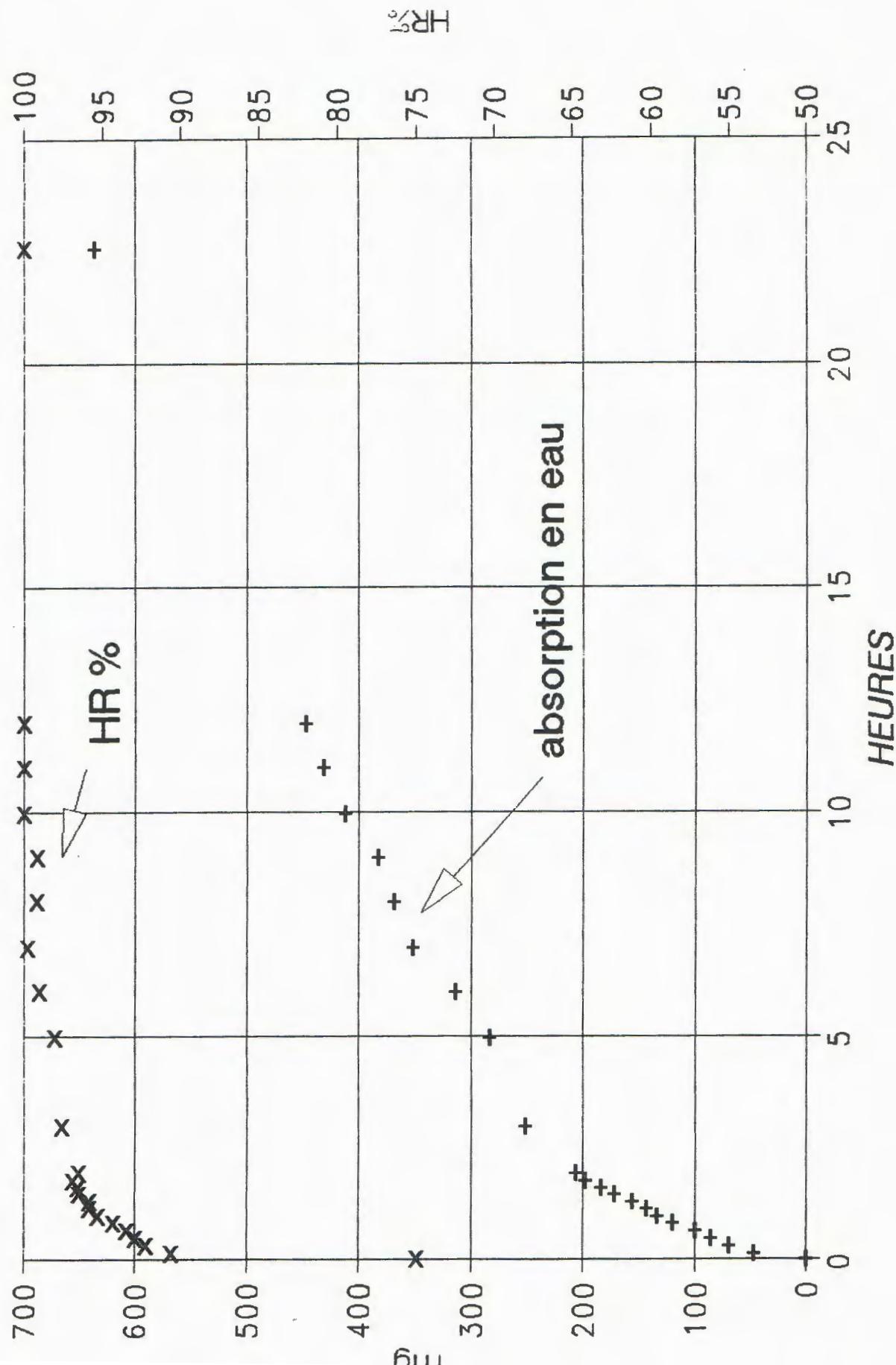
PEINTURE GRASSE SUR TOILE  
ABSORPTION A 75% HR



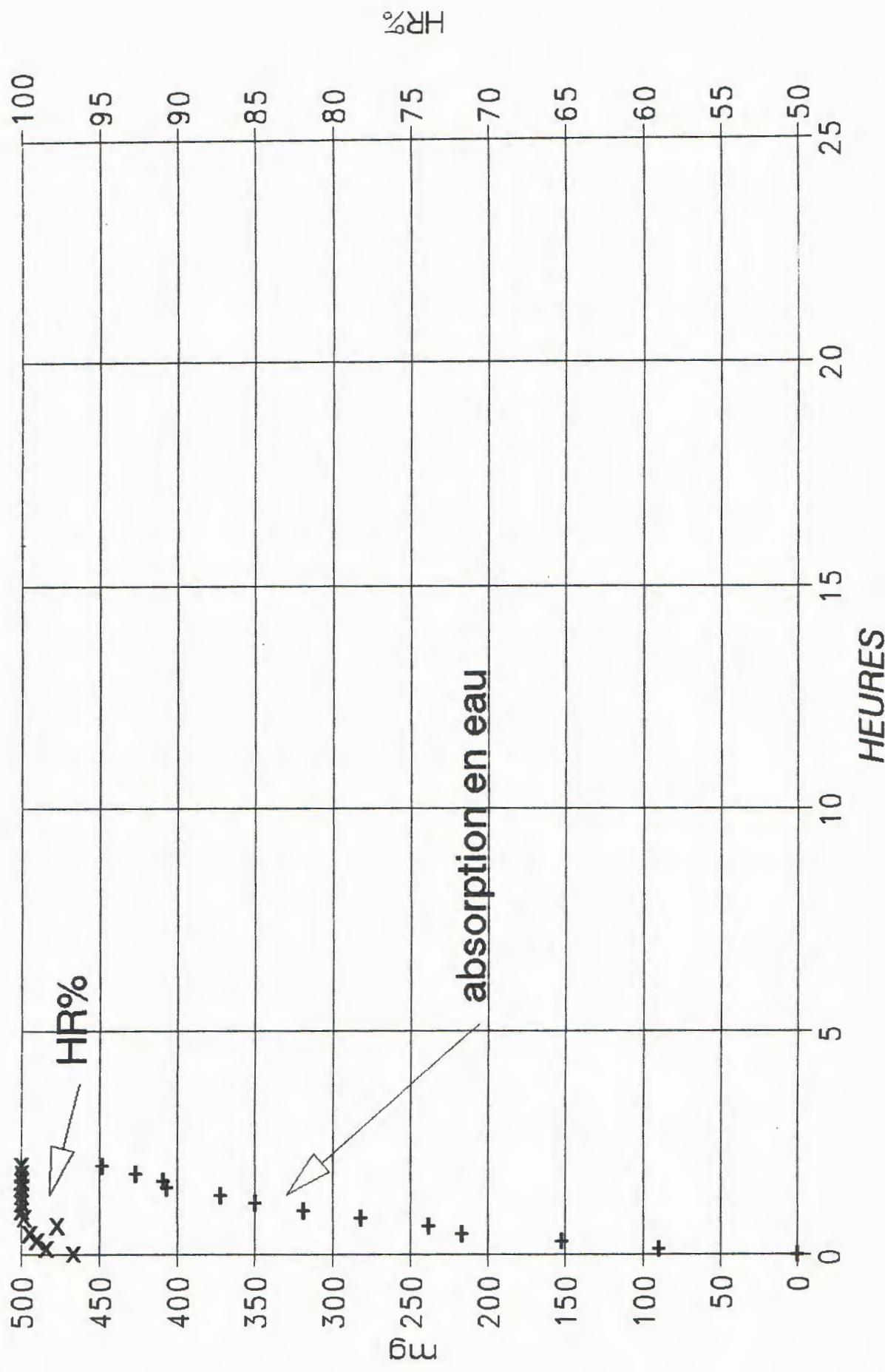
PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
ABSORPTION A 75% HR



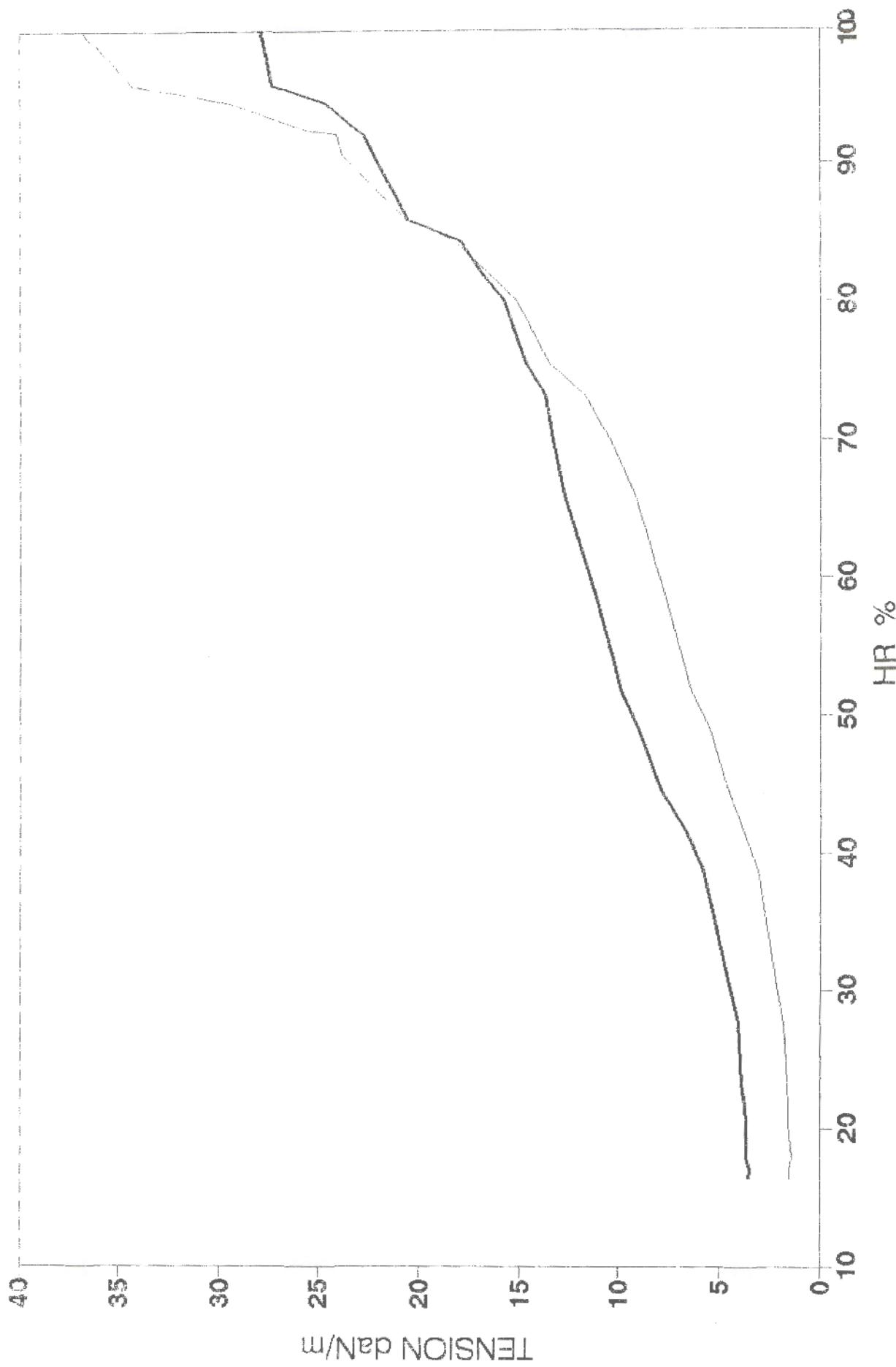
## PEINTURE GRASSE SUR TOILE ABSORPTION A 100% HR



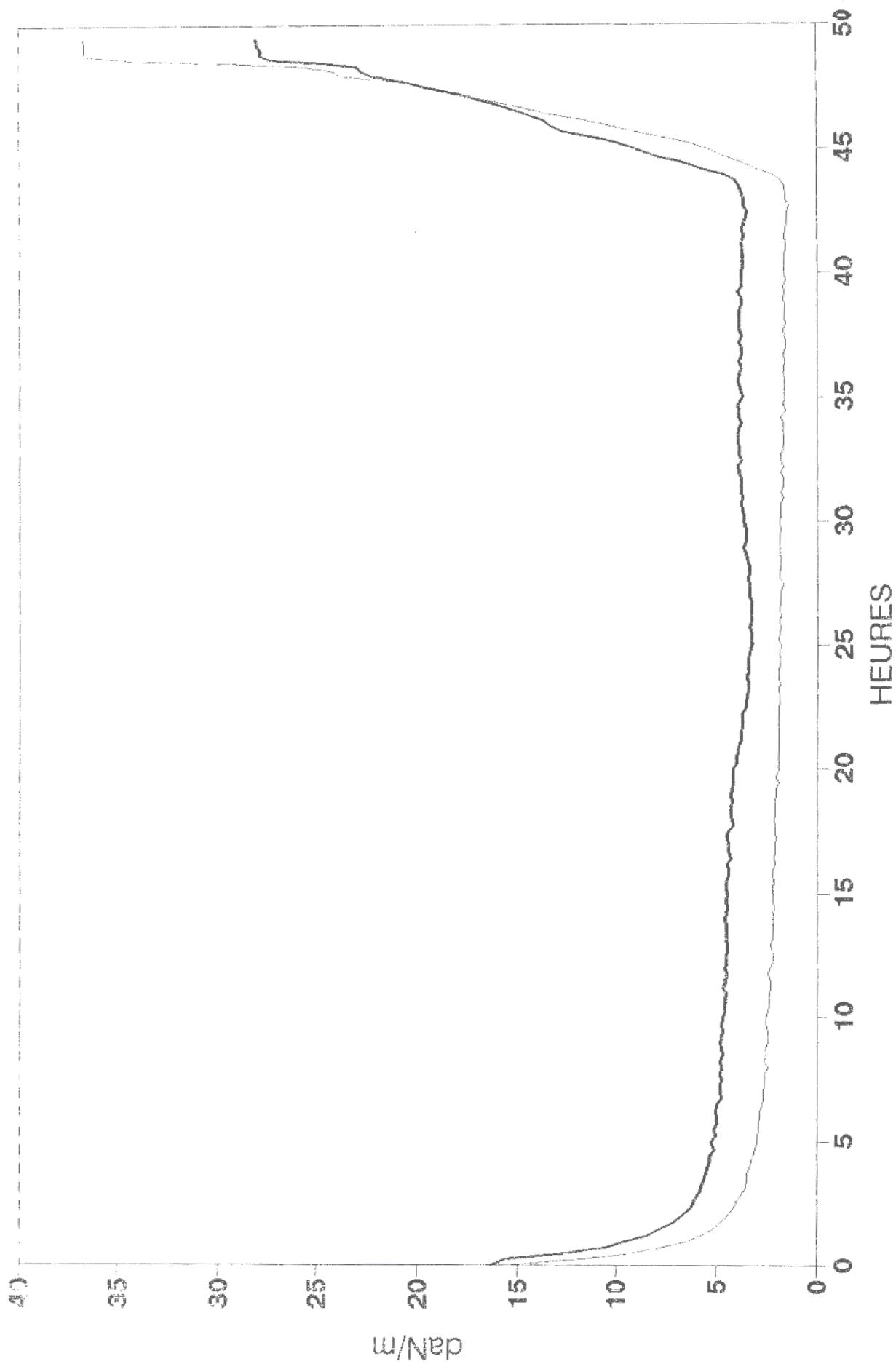
PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
ABSORPTION A 100% HR



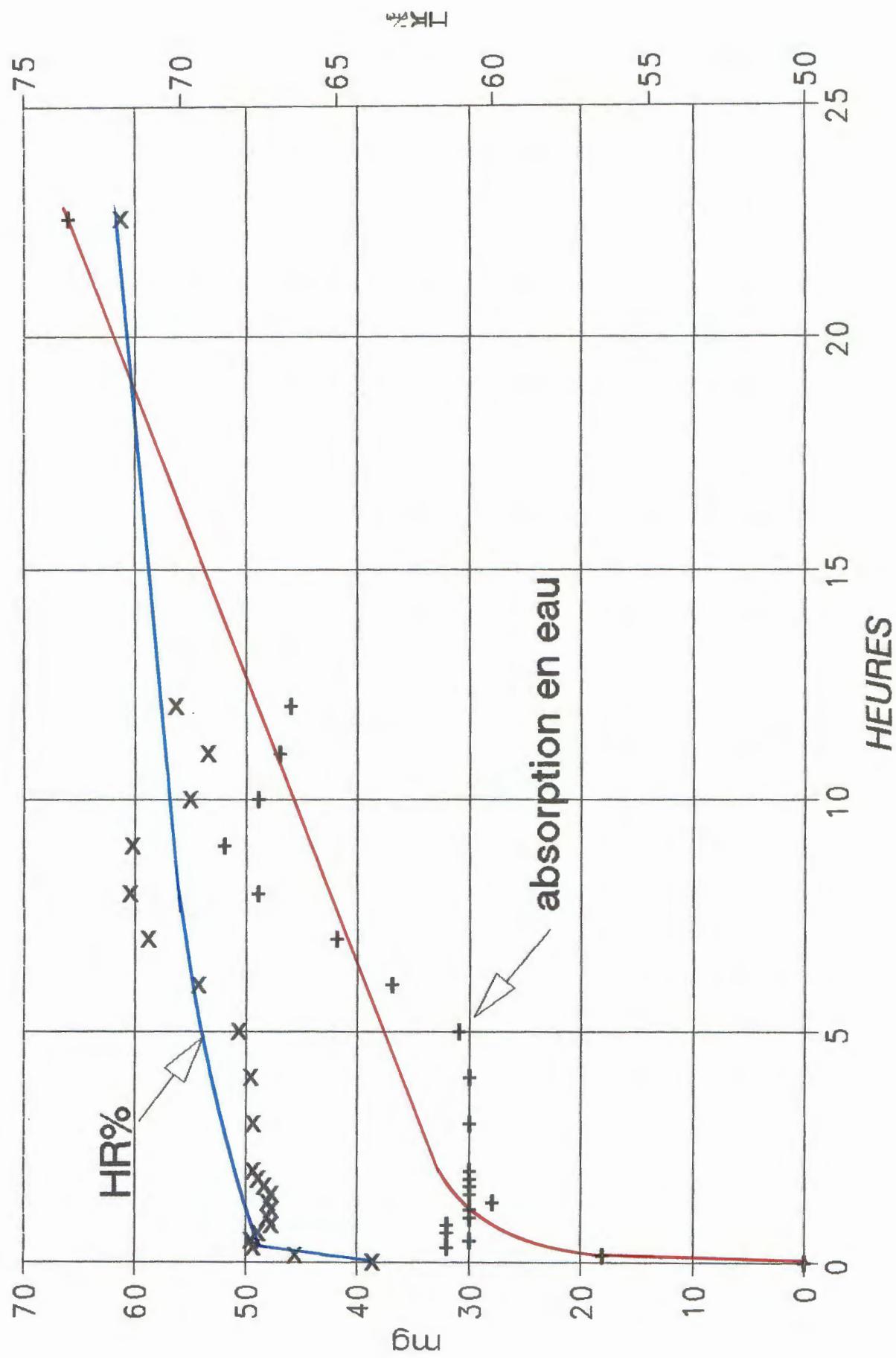
# COMPORTEMENT TOLLE DE LIN FONCTION DE HR



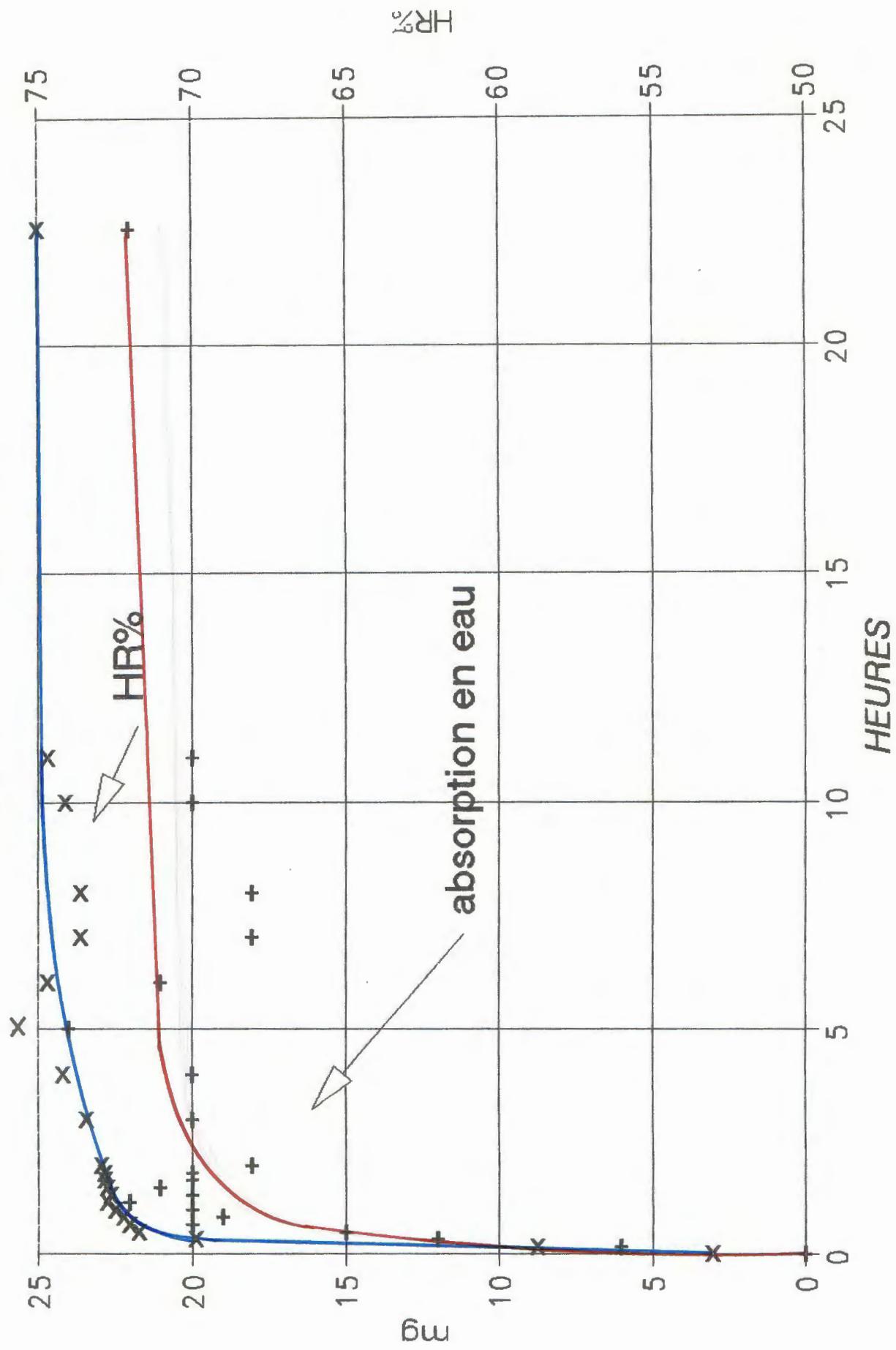
COMPONENT TOLLE DE LIN  
VARIATION DE HR



TOILE DE LIN  
ABSORPTION A 75% HR

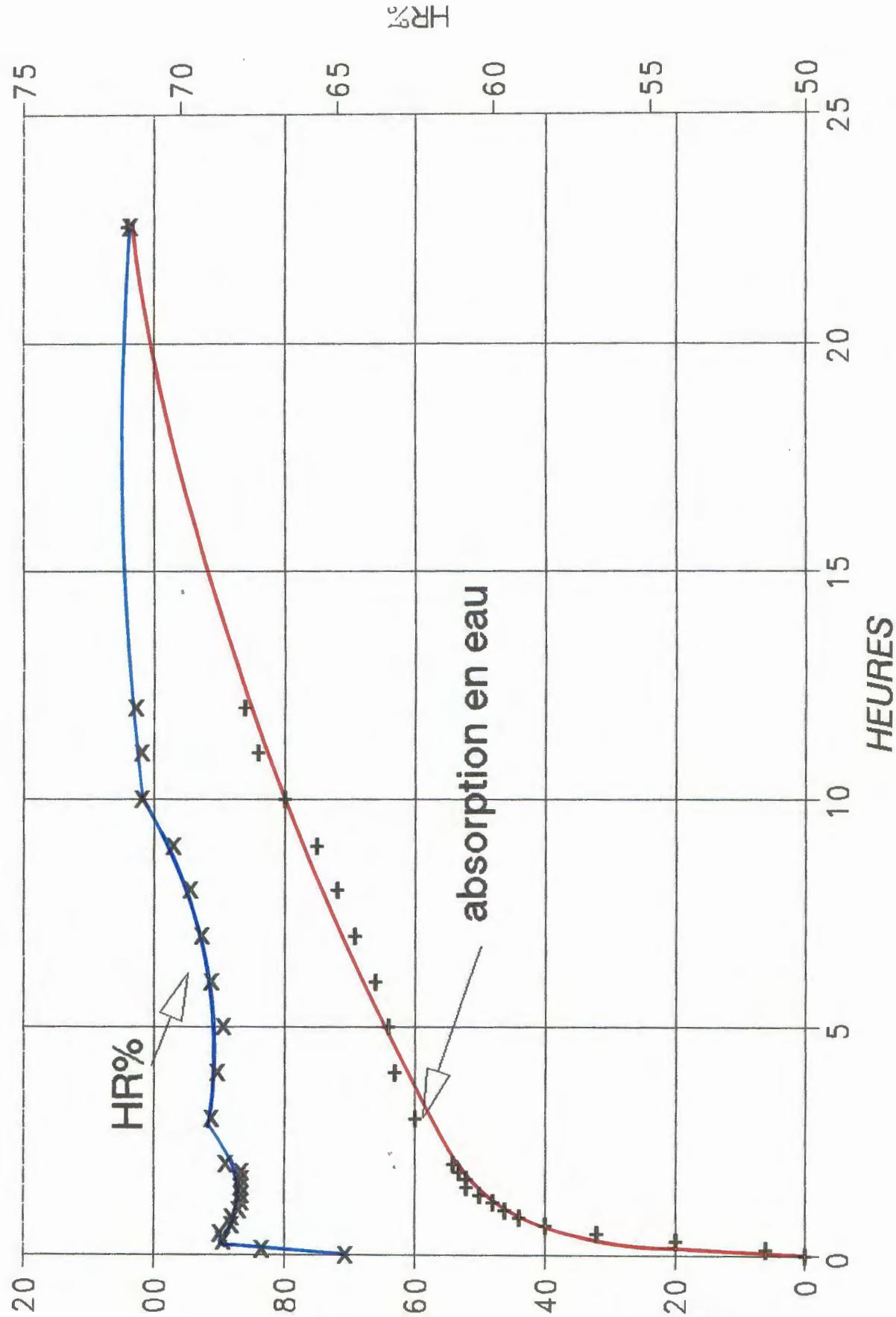


COLLE DE PATE  
ABSORPTION A 75% HR

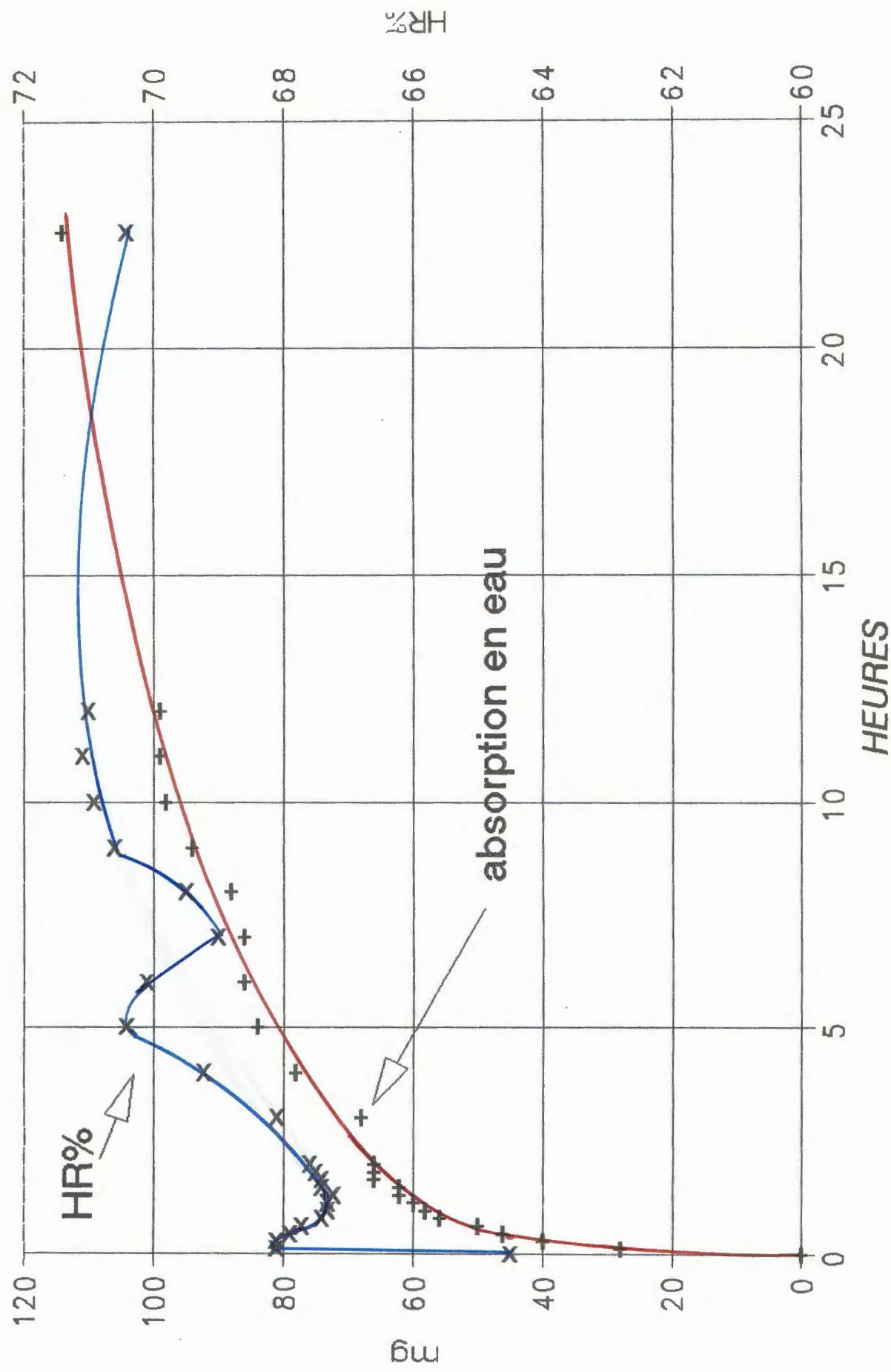


(3)

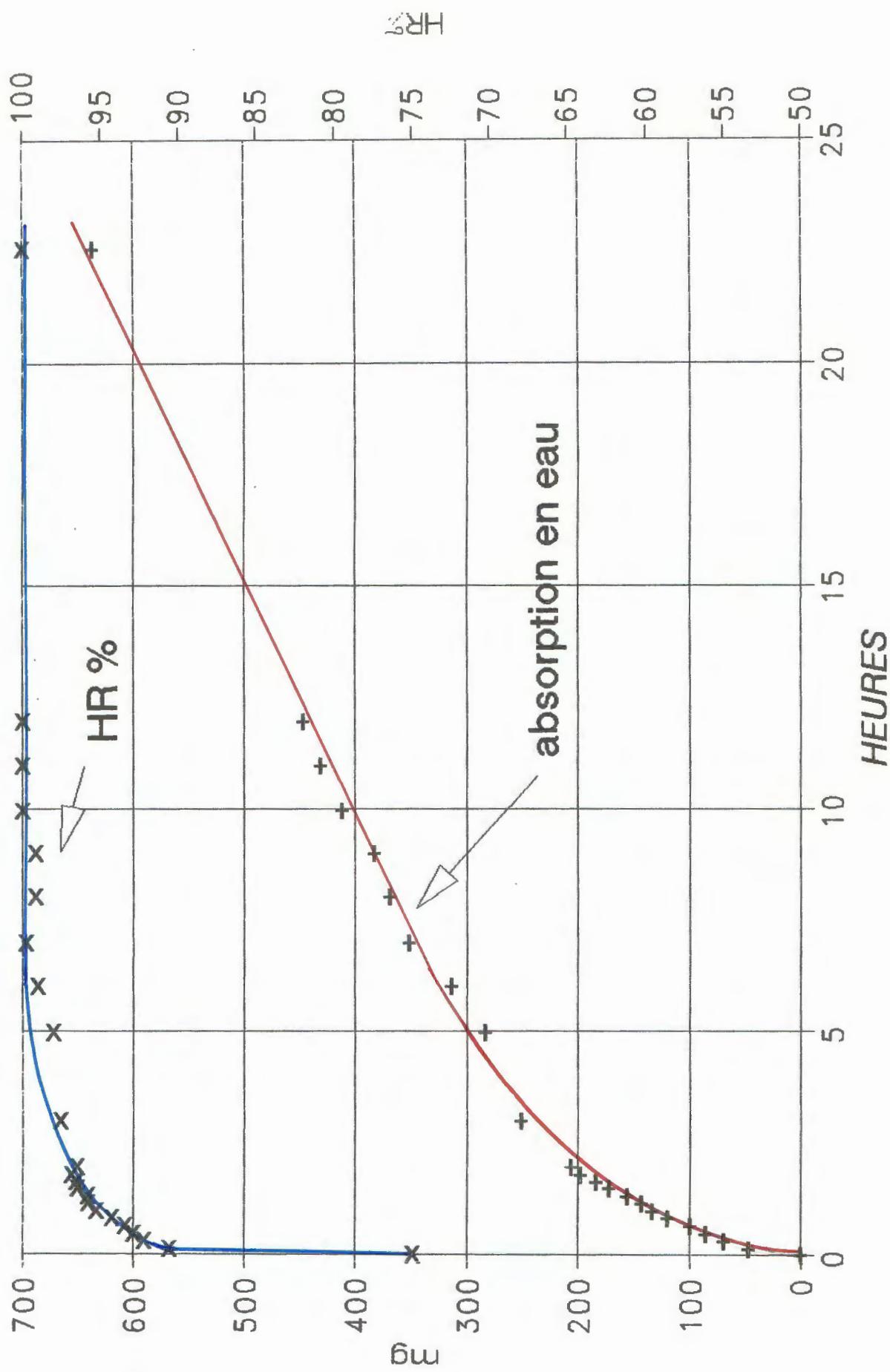
PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
ABSORPTION A 75% HR



# PEINTURE GRASSE SUR TOILE ABSORPTION A 75% HR



PEINTURE GRASSE SUR TOILE  
ABSORPTION A 100% HR



PEINTURE MAIGRE SUR TOILE  
ABSORPTION A 100% HR

