



**HAL**  
open science

## Etude des performances et des caractéristiques du capteur Humicap. Travaux réalisés de mars à juillet 96

E. Jeanningros, . Unité de Science Du Sol, . Service National de  
L'Environnement

### ► To cite this version:

E. Jeanningros, . Unité de Science Du Sol, . Service National de L'Environnement. Etude des performances et des caractéristiques du capteur Humicap. Travaux réalisés de mars à juillet 96. 120 p., 1996. hal-02839028

**HAL Id: hal-02839028**

<https://hal.inrae.fr/hal-02839028>

Submitted on 7 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AMC 704

**INRA AVIGNON**  
**Unité de Science du Sol**  
**Eric Jeanningros**

**ETUDE DES  
PERFORMANCES ET  
DES  
CARACTERISTIQUES  
DU CAPTEUR  
HUMICAP**

*Travaux réalisés de mars à juillet 96*

La nouvelle industrialisation du capteur présente des modifications par rapport à la précédente version, que ce soit du point de vue de l'électronique utilisée, ou des nouvelles possibilités de traitement de la mesure apportées. Il est donc nécessaire de redéfinir ses nouvelles performances et caractéristiques. Pour cela des protocoles expérimentaux ont été mis en place au sein de l'unité de science du sol de l'INRA d'Avignon.

Les différentes caractéristiques étudiées ont été classées par ordre d'importance en raison de la nécessité de modification pouvant apparaître à la suite d'un test.

## **I PROTOCOLES EXPERIMENTAUX**

### **I.1 Vérification et validation du soft**

Cela consiste uniquement à vérifier le bon fonctionnement du capteur et notamment du logiciel de programmation (microterm 4800), et des sorties 4-20mA "permittivité" et "température".

### **I.2 Effets de câbles**

En raison des problèmes liés à l'utilisation de fréquences élevées, le précédent modèle présentait des dérives de mesures dues aux effets de mains. Le but de cette étude est de quantifier leur influence sur la mesure avec le nouveau capteur, dans un milieu standard de permittivité diélectrique constante et à une température contrôlée.

On utilise un bain d'alcool dont la température est réglée à 20°C.

Toutefois cette expérimentation ne paraît pas très réaliste en raison des limites que pose le laboratoire (espace, bruits dus aux autres appareils électriques). Pour s'affranchir de ces problèmes, une expérimentation de terrain a été mise en place afin de simuler des conditions réelles d'utilisation du capteur.

Le but est donc d'établir des séries statistiques permettant de quantifier les effets de câble suivant plusieurs configurations.

Les différentes configurations sont les suivantes:

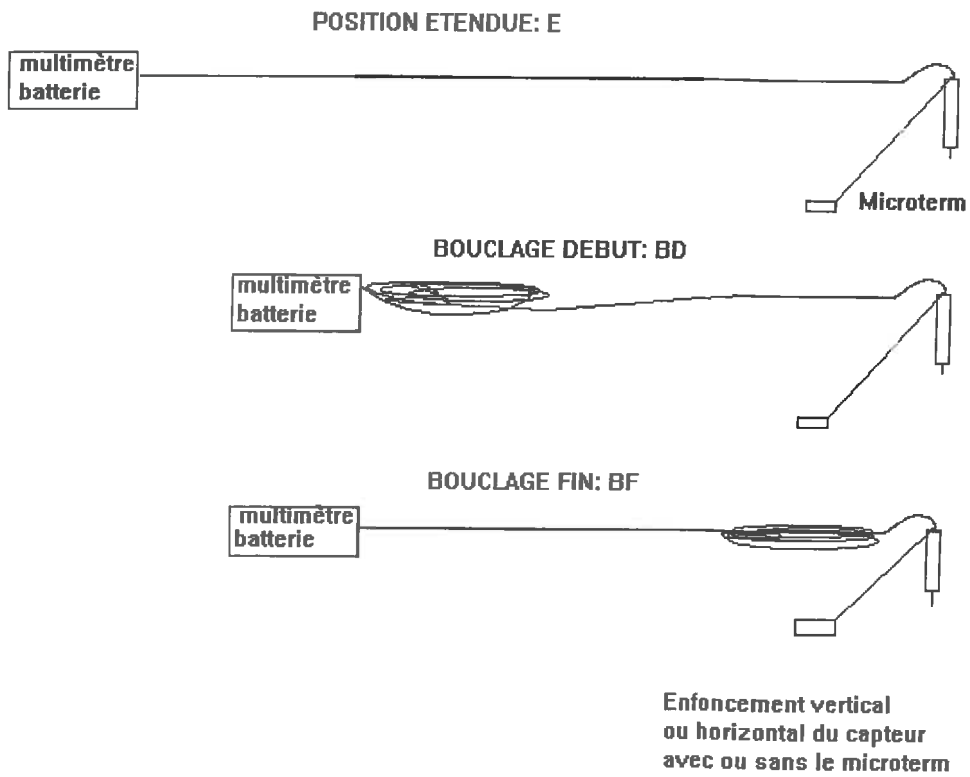
\*Implantation du capteur horizontalement (2, 4, et 6 cm de profondeur), et verticalement (5, 10, et 15 cm).

\*Disposition des câbles (15 m pour la sortie 4-20 mA, et 3 m pour la sortie RS 232): étendue, avec un bouclage des câbles créé vers l'ensemble batterie-multimètre, puis vers le capteur

\*Création d'effets en perturbant la disposition des câbles, en enlevant le microterm, ou encore en simulant une pluie.

Voir le schéma du protocole expérimental mis en place ci-après.

## EXPERIMENTATION TERRAIN SUR LES EFFETS DE CABLE

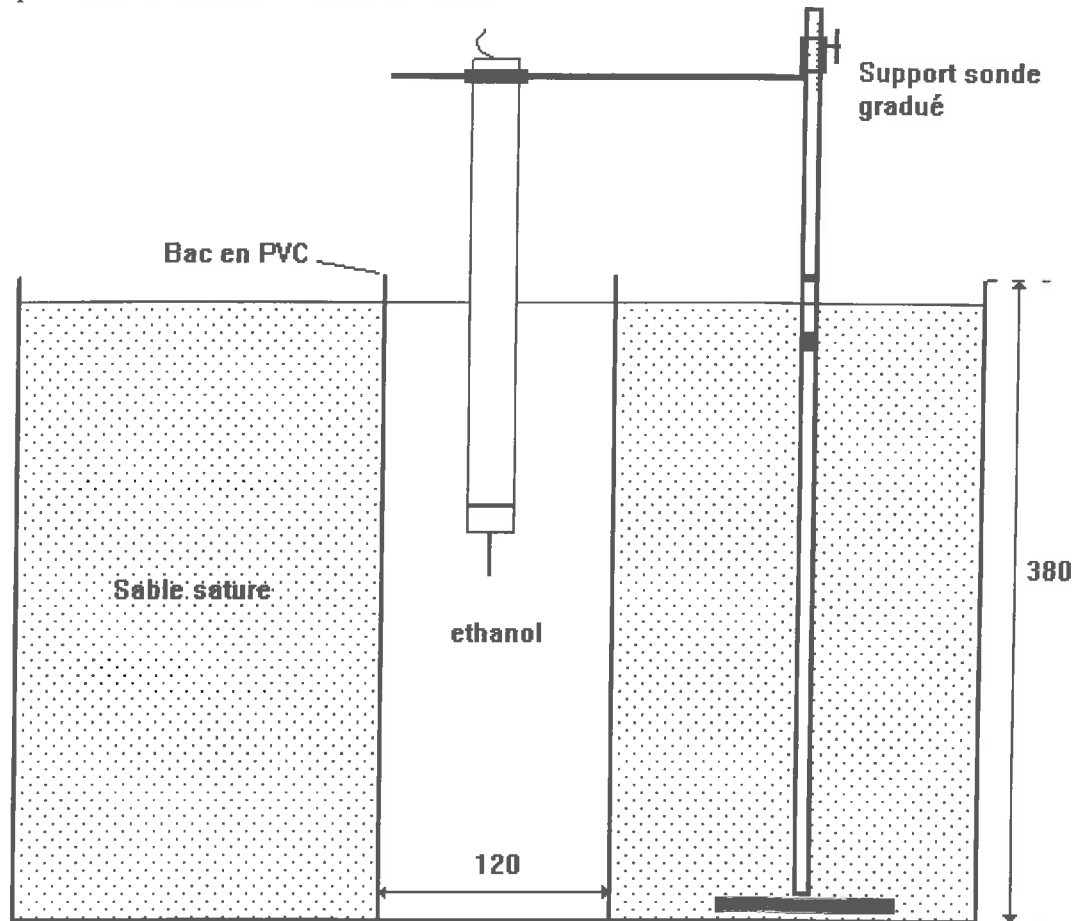


Influence de la pluie simulée à l'aide d'un arrosoir sur la position étendue.

DISPOSITION DE REFERENCE: ETENDUE, AVEC LE MICROTERM POSE A TERRE SUR LE COTE

### I.3 Volume de mesure

Sa caractérisation se fait à partir d'une solution d'alcool à température constante. L'expérimentation consiste à déplacer verticalement le barycentre de mesure du capteur dans le milieu, afin de tracer des contours d'iso-erreurs permettant de délimiter le volume de mesure.



\* **Détermination du barycentre de mesure:** Le barycentre se situe à l'interface air-alcool, c'est à dire l'endroit où la permittivité mesurée sera égale à la valeur intermédiaire entre la permittivité de l'air ( $\epsilon'=1$ ) et la permittivité de l'alcool à 95% ( $\epsilon'=30$ ), soit 15.5.

Une fois ce point déterminé, on enfonce la sonde dans la solution suivant plusieurs paliers (ou cote d'enfoncement), pour lesquels on mesure la permittivité correspondant à plusieurs angles d'inclinaisons du capteur.

On peut ainsi tracer une courbe représentant la valeur du complément à 1 de l'erreur relative sur la permittivité de l'alcool, en fonction de la cote d'enfoncement à chaque inclinaison du capteur.

\* **Tracé des courbes d'iso-erreurs:** On reporte les distances d'enfoncement, correspondant à chaque critère d'erreur choisi, sur des demi-droites ayant pour origine le barycentre de mesure et comme angle, l'angle que fait l'axe du capteur avec la normale à la surface de la solution.

### I.4 Sensibilité thermique

Afin d'éviter des dérives de mesure, on contrôle l'effet de la température sur le capteur dans des milieux de permittivité connue (air et alcool).

\* **Tests dans l'air:** La permittivité de l'air ne varie pas avec la température ( $\epsilon'=cste=1$ ). On impose donc au capteur des variations de température dans la chambre climatique afin d'observer d'éventuelles dérives de mesure. La température interne de la chambre est mesurée à l'aide d'un thermocouple de type K, sur une plage allant de 0 à +55°C.

\* **Tests dans l'alcool:** On utilise de l'alcool que l'on place dans un bain thermostaté porté à différentes températures (le contrôle est effectué grâce à un thermomètre ASPIN). On mesure la permittivité diélectrique de l'alcool lors de l'introduction du capteur dans le bain (la température du corps de la sonde est encore celle de l'air ambiant) et après équilibre thermique entre le capteur et l'alcool.

\* **Influence d'un écart de température entre les parties électrodes/hautes-fréquences et CAN/ $\mu$ P/CNA:** On provoque cet écart à l'aide d'un sèche-cheveux. On souffle de l'air chaud à l'intérieur d'un manchon entourant le corps du capteur, alors que la partie mesure est plongée dans de l'alcool à température contrôlée. On peut ainsi déterminer l'influence de ce gradient de température sur les mesures de permittivité et de température faites par le capteur.

### **I.5 Performances de la mesure de température du capteur**

Le capteur de température est situé à proximité de l'électrode. On utilise donc un bain thermostaté dont on fait varier la température. La température de référence est mesurée à l'aide d'un thermomètre ASPIN.

De plus, un test est effectué afin de mettre en évidence une éventuelle dérive de la mesure de la température en fonction du temps, due à la chauffe des composants avoisinants le capteur de température ou, due aux hautes fréquences.

### **I.6 Effet de la salinité du milieu**

Le but est de rechercher le seuil au-delà duquel la concentration saline du milieu étudié provoque une erreur sur la mesure de la permittivité diélectrique (limites de rattrapage automatique du gain de l'oscillateur). On réalise ces expérimentations sur des échantillons de sable saturé avec des solutions salines (nitrate de potassium) de concentrations croissantes.

Chaque échantillon doit avoir les mêmes caractéristiques de densité et de teneur en eau massique afin de s'affranchir de l'influence de ces deux paramètres.

### **I.7 Linéarité**

L'étude de la linéarité de la réponse du capteur se fait sur des milieux liquides étalons. Le coefficient de corrélation entre la permittivité mesurée et la permittivité de référence doit être égale à 1.

### **I.8 Dérives temporelles de la mesure de permittivité**

Le protocole expérimental mis en place permet d'étudier les dérives de mesure liées à la reprise en eau des différents matériaux constitutifs du capteur (1 à 4% suivant le type de polymère employé).

Sur une période de quelque centaine d'heures, on réalise des mesures de permittivité après avoir laissé tremper le capteur dans de l'eau.

## II DESCRIPTION DES MATERIELS ET MILIEUX UTILISES

Les mesures se font à partir de la lecture sur le micoterm 4800, et à partir des 2 sorties 4-20mA permittivité et température.

### II.1 MILIEUX D'ETUDES

- \* L'air
- \* L'alcool: Ethanol absolu (99.85%) permittivité diélectrique égale à 25.3 à 20°C.  
Ethanol (95 à 96.5%) permittivité diélectrique d'environ 30. Il est utilisé pour l'expérimentation sur le volume de mesure.
- \* L'eau déminéralisée (étude de l'influence de la concentration saline)
- \* Nitrate de potassium en poudre (98%). M=110.10mg/l
- \* Sable simple et S31
- \* Milieux liquides étalons définis par A.D.A.T. (association pour le développement des applications technologiques)

### II.2 CONTROLES ET REGULATION EN TEMPERATURE DES MILIEUX D'ETUDES

- \* Bain thermostaté: HAAKE F3 15l. Homogénéité:0.05°C; Stabilité +/-0.01°C; Brassage: 16l/min; gamme: -20/+100°C
- \* Chambre climatique MEMMERT. Homogénéité: 1.5°C; Stabilité: +/-0.2°C; Gamme: 0/60°C
- \* Thermomètre ASPIN (-2/32°C +/-0.1°C; et -15/+45°C +/-0.2°C)
- \* Sonde Pt100; classe A
- \* Thermocouple de type K
- \* Climatisation du laboratoire(+/- 2°C).

### II.3 MATERIELS DIVERS

- \* Bac en PVC (L=370, l=120, h=380) étanche (soudures et colle PVC)
- \* Grand bac (L=700, l=420, h=390)
- \* Pied métallique gradué (support capteur dans l'expérimentation sur le volume de mesure)
- \* Flacons, fiole jaugée de 1 litre, bêcher
- \* Balance sartorius 2002 MP1 (d=0.1mg)
- \* Balance Mettler PE 6000 (d=0.1g)
- \* 10 cylindres en aluminium (h=170,r=49).
- \* Multimètre AOIP MN5128 (20000 points de résolution)

## III RESULTATS

### III.1 Fonctionnement général du capteur et du microterm

On a pu relevé quelques problèmes avec l'utilisation du microterm:

\* Lors de l'alimentation, il pouvait arriver que l'affichage ne soit pas complet: seulement la moitié de l'écran était utilisé. On pouvait lire : " PERMITTIVITE " sur un fond noir mais il n'y avait pas d'affichage de la valeur. Ceci est peut être dû à un faux contact à l'intérieur du microterm puisque le problème n'était pas systématique.

\* Un second problème a été constaté en ce qui concerne la mise en mémoire du coefficient de correction thermique. En effet, alors que ce dernier semblait mémorisé il est parfois revenu à 0, les autres coefficients d'étalonnage restant en mémoire.

\* On a aussi parfois remarqué l'affichage d'une astérisque sur la droite de l'écran du microterm lors de l'alimentation. Cette astérisque disparaissait en avançant dans le menu et en revenant à l'affichage de la permittivité.

En ce qui concerne les sorties 4-20, un seul point apparemment très important est à vérifier: le signal de sortie température est faux pour une température inférieure à 10°C.

### III.2 Effets de câble

L'ensemble des résultats concernant cette expérimentation sont dans l'annexe 1.

Les mesures ont été faites sur un multimètre AOIP MN 5128 présentant 20000 points de résolution, à partir du signal de sortie courant de la permittivité (4-20 mA), soit une résolution de lecture au microampère. La détermination de la permittivité se fait à partir de la relation suivante:  $\text{Permittivité} = 2.5 \cdot I(\text{mA}) - 10$ .

Un résumé des différentes mesures est présenté dans le tableau de la page suivante

En outre, une influence de la pluie provoque une dérive maximale de 0.3 points de permittivité

En conclusion à ces expérimentations, on peut noter l'importance des effets de câble. J'ai pu relever un écart type sur les séries statistiques allant jusqu'à 0.4 point de permittivité en provoquant des perturbations sur le bouclage des cables. Ces résultats permettent tout de même de définir un comportement de manipulation à adopter sur le terrain. Il ressort qu'une implantation horizontale du capteur et qu'un bouclage vers la batterie sont préférables. En outre, et si cela est possible, il est fortement conseillé d'étendre au maximum les câbles sur le terrain, et cela est valable pour la sortie RS232 et de les maintenir le mieux possible en place. Il est notamment apparu que des perturbations sur le bouclage de la sortie RS232 à la proximité de l'implantation du capteur provoquait une forte dérive de la mesure.



# RESUME DES STATISTIQUES SUR LES EFFETS DE CABLE

enfoncement	position	maximum permittivité	minimum permittivité	moyenne permittivité	ecart type permittivité	ecart type intensité
-------------	----------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------------------

## perturbations

5.00	E	27.52	27.14	27.29	0.13	0.05
10.00	E	28.91	28.64	28.77	0.11	0.04
15.00	E	26.55	25.93	26.31	0.20	0.08
2.00	E	31.44	31.16	31.32	0.09	0.04
4.00	E	30.65	30.38	30.53	0.10	0.04
6.00	E	25.85	25.63	25.76	0.09	0.04

## perturbations

### MT enleve

5.00	E	28.06	27.14	27.27	0.29	0.12
10.00	E	29.54	28.54	28.95	0.37	0.15
15.00	E	26.74	25.71	25.96	0.33	0.14
2.00	E	31.84	31.19	31.26	0.21	0.08
4.00	E	31.03	30.47	30.59	0.16	0.07
6.00	E	25.65	25.56	25.58	0.04	0.02

## perturbations sur le bouclage

5.00	bd	27.77	27.68	27.72	0.03	0.01
10.00	bd	28.82	28.05	28.30	0.27	0.11
15.00	bd	26.55	26.13	26.40	0.12	0.05
2.00	bd	31.41	31.14	31.32	0.10	0.04
4.00	bd	30.89	30.39	30.73	0.17	0.07
6.00	bd	26.03	24.79	25.35	0.29	0.12

## perturbations sur le bouclage

5.00	bf	28.93	27.82	28.41	0.33	0.13
10.00	bf	28.82	27.98	28.57	0.24	0.10
15.00	bf	26.48	25.56	26.01	0.41	0.17
2.00	bf	31.19	30.80	31.13	0.14	0.06
4.00	bf	31.19	29.78	30.49	0.45	0.18
6.00	bf	26.07	25.19	25.64	0.29	0.12

## perturbations et microterm enleve

5.00	bd	28.49	27.10	27.52	0.38	0.16
10.00	bd	28.69	27.67	28.14	0.30	0.12
15.00	bd	27.14	26.13	26.40	0.34	0.14
2.00	bd	31.85	31.13	31.27	0.22	0.09
4.00	bd	31.19	30.62	30.79	0.18	0.07
6.00	bd	25.82	25.55	25.65	0.13	0.05

## perturbations et microterm enleve

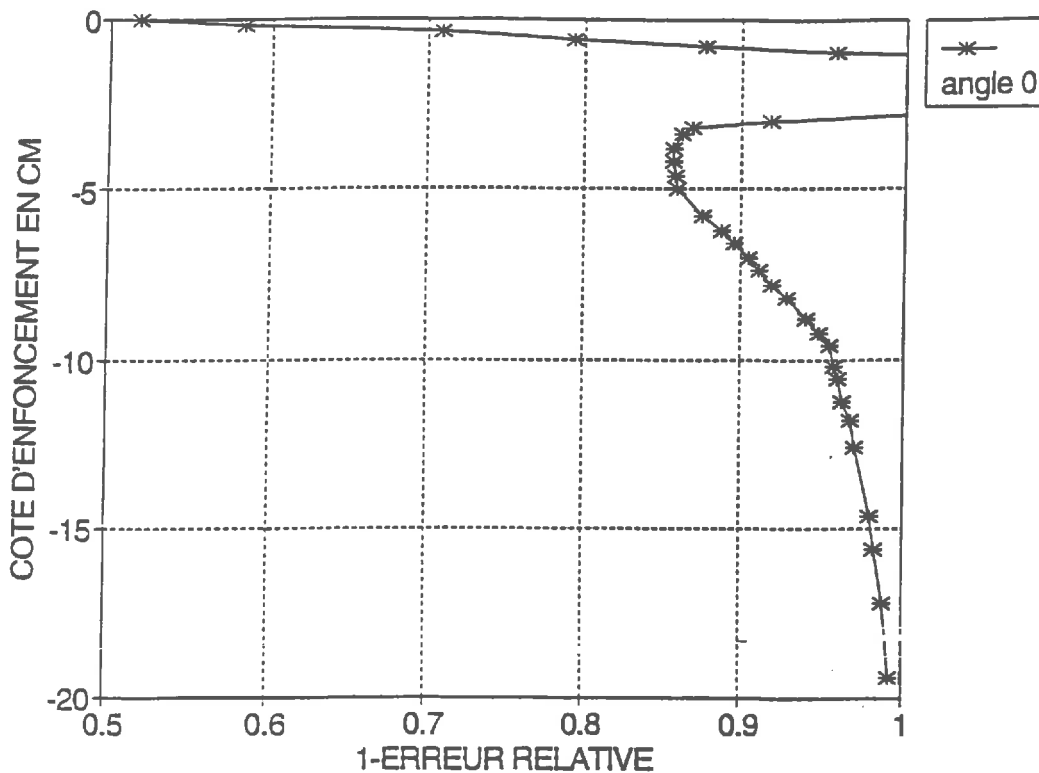
5.00	bf	28.57	27.67	27.95	0.28	0.12
10.00	bf	28.43	27.46	27.85	0.33	0.14
15.00	bf	27.00	26.22	26.49	0.30	0.12
2.00	bf	32.01	31.13	31.32	0.28	0.11
4.00	bf	31.19	30.39	30.64	0.24	0.10
6.00	bf	25.75	25.57	25.65	0.07	0.03

### III.3 Détermination du volume de mesure

Les résultats sont présentés en annexe 2.

Cette expérimentation et les résultats obtenus sont quelque peu perturbés par les limites que présentait la mise en place d'un tel protocole: limites spatiales et quantitatives (dimensions des bacs et quantité des produits utilisés) et limite du point de vue de la sécurité vis à vis des 16 litres d'alcool employés.

Dans un premier temps, il est apparu une difficulté à déterminer la position du barycentre de mesure du capteur; en effet, on pouvait observer un pic de permittivité lorsque l'on commençait l'immersion du capteur.



Le maintien des câbles dans le prolongement du capteur semblait éliminer cet effet: l'ensemble de l'expérimentation a donc été réalisé en disposant un tube en aluminium d'une cinquantaine de centimètre dans le prolongement du capteur.

Le barycentre de mesure est situé à environ 1 cm de la pointe de l'électrode, ce qui le redescend par rapport à la version précédente.

En ce qui concerne le volume de mesure, il paraît du même type que précédemment: On obtient une forme ovoïdale avec un allongement dans le sens de l'axe du capteur. De plus il semble encore un peu trop étroit: on a 95 % de la valeur à moins de 2 cm du barycentre latéralement.

Mise en évidence du volume de mesure: tracé des courbes d'iso erreurs

TRACÉ DES COURBES

D'ISO-ERREURS

UNICAP 9000

VERSION 0.1

Barycentre



- x 85%
- o 90%
- 95%
- △ 99%

### III.4 Sensibilité thermique

(cf résultats en annexe 3)

La dérive due aux variations thermiques est évidente et a été montrée dans les deux expérimentations réalisées. Les résultats présentent une diminution de la valeur de la permittivité mesurée dans l'alcool et une augmentation de celle réalisée dans l'air lorsque la température croît. Ces variations correspondent à celles que l'on attendait. La nécessité de la mise en place d'un dispositif de correction thermique est donc validée.

En outre, l'expérimentation en chambre climatique a laissé apparaître un dysfonctionnement de la sortie 4-20 permittivité à 5°C, à régler.

### III.5 Performances de la mesure de température du capteur

Les résultats sont en annexe 4.

Le pas de lecture de 0.2°C du microterm semble insuffisant pour un suivi des mesures.

Une première expérimentation a été réalisée en introduisant la sonde dans une bouteille d'alcool dont la température était régulée par le bain thermostaté. La sonde n'étant pas complètement immergée, nous avons observé une courbure à 10°C due à un phénomène de conduction thermique le long du corps du capteur (gradient thermique entre l'air ambiant et l'alcool). Cette observation ne peut pas être négligée car des gradients de températures entre le sol et l'air sont fréquents dans le cas d'expérimentation in situ.

Pour s'affranchir de ce phénomène, une deuxième expérimentation a donc été réalisée en immergeant directement le capteur dans le bain thermostaté. Les résultats mettent en évidence un problème d'étalonnage puisque l'on peut observer un décalage de 1,5 degré environ avec la température de référence.

La réponse déterminée à partir du signal de sortie courant présente une petite courbure dans les premières secondes suivant la mise sous tension du capteur. La mesure nécessitera donc d'attendre quelque seconde (une dizaine) avant d'être effective. Par contre, conformément à nos attentes, cette mesure est fortement influencée par la chauffe des composants internes au capteur; on peut ainsi estimer faire une erreur de 0.1°C sur la mesure dès 30 secondes.

En ce qui concerne la linéarité, le tracé des résidus montre qu'elle n'est pas excellente.

Il paraît évident que des modifications sont à apporter pour rendre cette mesure un peu plus performante:

- \* Régler le problème de la valeur du signal courant à 10°C.
- \* Essayer d'améliorer la résolution de la mesure de température sur le microterm.
- \* Réétalonner.
- \* Améliorer la linéarité de la réponse.

### III.2 Effet de la salinité du milieu

Les résultats sont dans l'annexe 5.

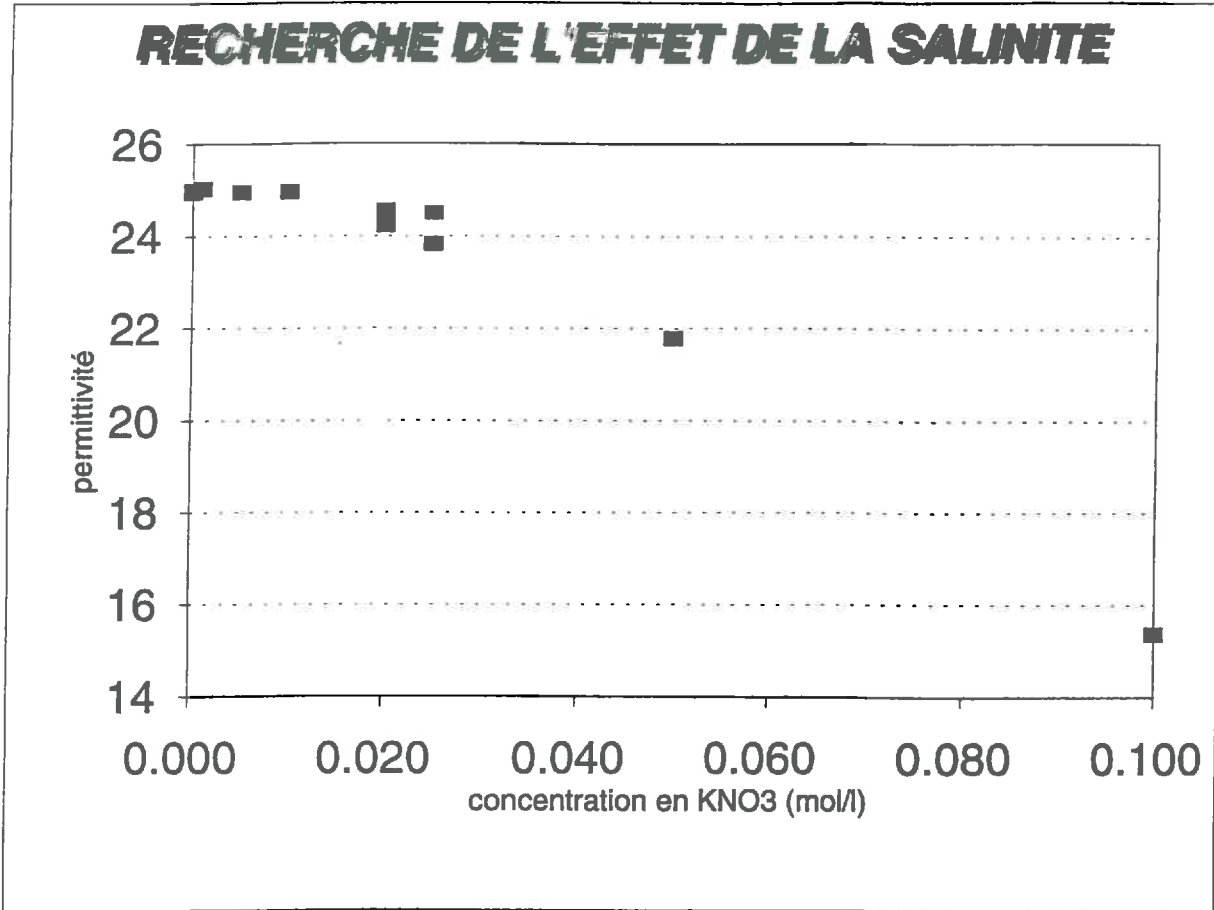
Le protocole mis en place a permis de déterminer une limite en valeur de concentration saline et non en valeur de conductivité. Cette dernière est en effet difficilement mesurable dans un sol.

*Tableau résumant les résultats obtenus*

Concentration en KNO <sub>3</sub> (mol/l)	Densité	Teneur en eau volumique	Intensité (mA) sortie 4-20	Permittivité déduite	Permittivité lue sur le MT
0.1	1.60	37.60	10.148	15.37	15.28
0.05	1.65	36.11	12.714	22.03	22.03
0.025	1.62	36.40	13.598	24.00	23.82
0.025	1.66	36.58	13.802	24.51	24.79
0.02	1.63	36.08	13.825	24.56	24.85
0.02			13.690	24.23	24.50
0.01	1.67	36.48	13.985	24.96	25.23
0.005	1.66	36.37	13.985	24.96	25.23
0.001	1.64	35.75	14.014	25.04	25.32
0	1.60	36.89	13.985	24.96	25.23
0	1.66	37.05	13.998	24.99	25.28

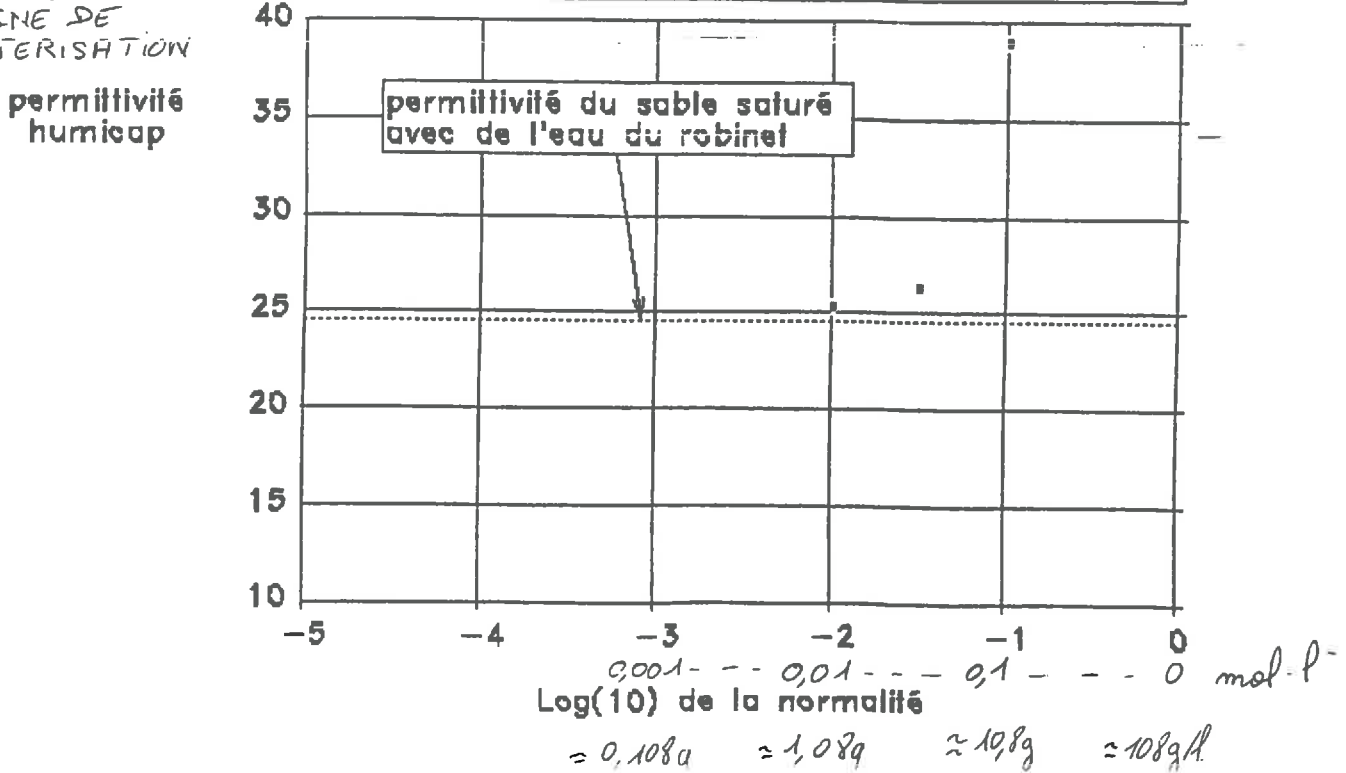
La limite est située au delà d'une concentration saline de 0.01 mol/l soit 1.08g de KNO3 par litre d'eau. La conductivité de cette solution est de 1.25 mS/cm. Ce résultat semble identique à celui obtenu avec la précédente version. Par contre, au delà de cette limite, la permittivité du milieu étudié décroît; c'est l'effet inverse de l'ancien capteur. L'origine de ce phénomène semble difficile à déterminer.

(Voir ci-après la comparaison des deux courbes obtenues lors des deux campagnes de caractérisation)



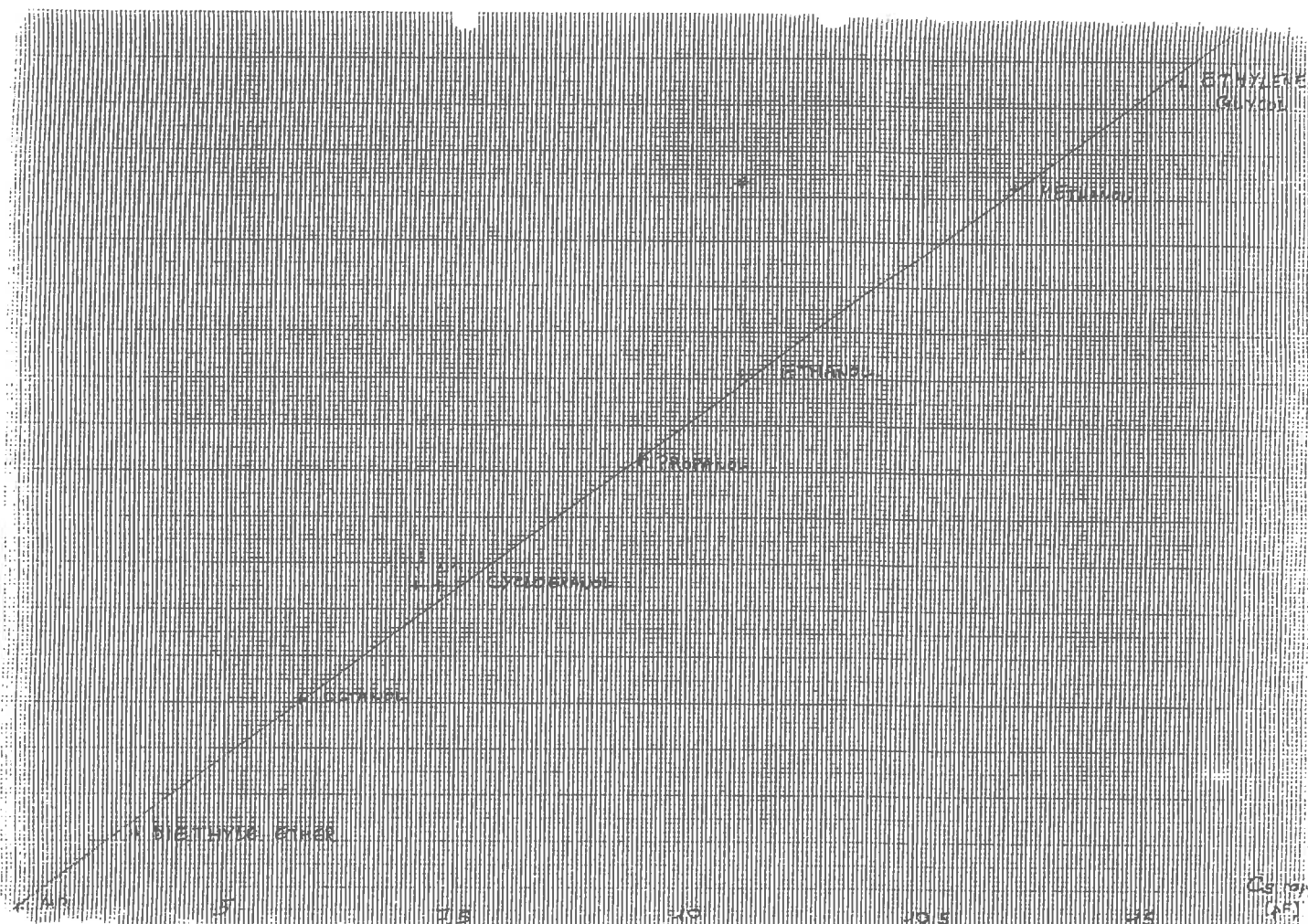
EXPERIMENTATION AVEC  
L'ANCIENNE VERSION  
REALISEE AU COURS DE  
PRECEDETE  
CAMPAGNE DE  
CARACTERISATION

#### PERMITTIVITE D'UN SABLE SATURE AVEC UNE SOLUTION A CONCENTRATION VARIABLE DE KNO3



### III.7 Linéarité

Ces tests ont été réalisés par Mr HARDION de la société AINELEC. Ils sont caractérisés dans le graphique suivant.



### III.8 Stabilité de la mesure de permittivité

Les résultats (voir annexe 6) obtenus sur environ 48h dans l'alcool réglé à 20°C par la chambre climatique montrent que la mesure fluctue sur toute la durée de l'expérimentation. On peut estimer une instabilité de 0.4 point de permittivité, ce qui représente pratiquement 1 point de teneur en eau. On a tenté de donner une explication à ce problème en recherchant une éventuelle corrélation entre l'évolution de la température à l'intérieur de la chambre climatique (0.7°C), et ces fluctuations. Cette recherche est restée vaine. Il est cependant envisageable que cela provienne des bruits à l'intérieur de la chambre climatique (les câbles ne sont pas étendus, et nous avons vu dans l'expérimentation sur les effets de câble qu'un bouclage risquait de provoquer une dérive de la mesure)

La même expérimentation a été réalisée dans l'air avec les mêmes conditions de température; elle a présenté le même problème.

## CONCLUSION DE CETTE PREMIERE CAMPAGNE DE CARACTERISATION

Dans un premier temps, il est à noter que l'apport du logiciel de programmation (microterm 4800) est un atout très important par rapport à la précédente version. Le fait de pouvoir réaliser les étalonnages du capteur pour la mesure de permittivité, d'avoir accès à une sortie directe de la permittivité et de la température, de pouvoir rentrer des coefficients de correction thermique et de corrélation entre la permittivité et l'humidité volumique pour, ensuite, avoir la sortie directe de cette dernière sont des applications très appréciables.

En ce qui concerne les autres points positifs qui ressortent de cette étude:

Le fait que le barycentre de mesure de la permittivité soit redescendu vers la pointe de l'électrode est plutôt une bonne chose. Sa position est maintenant à 1 cm de la pointe contre environ 1.7 cm précédemment. Cette caractéristique était recherchée afin d'obtenir un volume de mesure qui remonte le moins possible sur le corps du capteur.

Les modifications apportées sur l'électronique à l'intérieur du corps du capteur n'ont pas eu d'influence sur la forme et les dimensions du volume de mesure.

Une des autres caractéristiques très importantes concernant la mesure de permittivité est celle concernant la recherche du seuil de concentration saline au-delà duquel il n'y a plus de rattrapage automatique de gain. Il ne semble pas avoir été modifié et apparaît à 0.01mol/l de KNO<sub>3</sub>, soit un peu plus de 1g par litre d'eau.

Quant aux principaux problèmes dévoilés par l'ensemble de ces expérimentations, trois points apparaissent comme très importants:

Les effets de câble sont encore très présents et il semble important de s'attacher à essayer de les réduire notamment par l'intermédiaire du blindage.

Les résultats obtenus sur la stabilité sont un peu décevants. Toutefois, je pense qu'il est bon d'attendre la période d'essais in situ pour se pencher sur la fiabilité du capteur.

Le point noir reste la performance de la mesure de température. Cette capacité peut être un atout de taille et il est indispensable d'apporter des modifications sur la qualité de la réponse obtenue. (résolution, étalonnage, et linéarité)

Le concept étudié pour HUMICAP 9000 semble très intéressant vis à vis des autres méthodes de mesure et les quelques mises au point qui sont à apporter au sortir de cette campagne de caractérisation peuvent le rendre très compétitif.

# ANNEXES



# **ANNEXE 1**

# ETUDE DES EFFETS DE CABLE

HUMICAP 9000 version 01

## ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité	Permit déduite	Permit 4800				
14.723	26.8075	27.08	maximum	14.878	27.195	27.46
14.723	26.8075	27.08	minimum	14.723	26.8075	27.08
14.739	26.8475	27.11	moyenne	14.785	26.9625	27.2245
14.759	26.8975	27.15	variance	0.00253	0.01578	0.01537
14.769	26.9225	27.19	Etype	0.0527	0.13176	0.13003
14.878	27.195	27.46				
14.759	26.8975	27.15				
14.853	27.1325	27.39				
14.819	27.0475	27.3				
14.829	27.0725	27.34				
14.784	26.96	27.22				

## ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Position étendue  
microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit 4800				
14.74	26.85	maximum	15.101	27.7525	ERR
14.744	26.86	minimum	14.724	26.81	ERR
14.724	26.81	moyenne	14.7763	26.9408	ERR
14.724	26.81	variance	0.01247	0.07793	ERR
14.739	26.8475	Etype	0.1177	0.29425	ERR
14.819	27.0475				
14.724	26.81				
15.101	27.7525				
14.724	26.81				
14.724	26.81				

## ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Position étendue  
perturbations

Intensité	Permit 4800					
14.819	27.0475	27.31	maximum	14.879	27.1975	27.46
14.705	26.7625	27.03	minimum	14.705	26.7625	27.03
14.774	26.935	27.18	moyenne	14.8167	27.023	27.282

14.879	27.1975	27.46	variance	0.00372	0.0258	0.02566
14.869	27.1725	27.43	Etype	0.0668	0.16701	0.16613
14.854	27.135	27.39				

### ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage début  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit 4800					
14.958	27.395	27.65	maximum	14.982	27.455	27.72
14.958	27.395	27.65	minimum	14.944	27.36	27.62
14.958	27.395	27.65	moyenne	14.9601	27.4003	27.658
14.958	27.395	27.65	variance	0.00012	0.00078	0.00086
14.944	27.36	27.62	Etype	0.01178	0.02945	0.03084
14.958	27.395	27.65				
14.982	27.455	27.72				
14.973	27.4325	27.69				
14.968	27.42	27.68				
14.944	27.36	27.62				

### ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage début  
mouvement du microterm

Intensité	Permit 4800					
14.869	27.1725	27.43	maximum	15.028	27.57	27.82
14.82	27.05	27.31	minimum	14.785	26.9625	27.22
14.894	27.235	27.49	moyenne	14.8892	27.2229	27.4742
14.968	27.42	27.65	variance	0.00764	0.04777	0.04812
15.028	27.57	27.82	Etype	0.09132	0.22829	0.22913
14.79	26.975	27.23				
14.984	27.46	27.72				
14.805	27.0125	27.23				
14.968	27.42	27.68				
14.785	26.9625	27.22				
14.974	27.435	27.69				
14.785	26.9625	27.22				

### ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité	Permit 4800				
14.821	27.0525		maximum	15.276	28.19 ERR
14.706	26.765		minimum	14.706	26.765 ERR
14.755	26.8875		moyenne	14.8811	27.2027 ERR
14.776	26.94		variance	0.02268	0.14174 ERR

14.791	26.9775	Etype	0.15729	0.39323	ERR
15.049	27.6225				
14.939	27.3475				
15.276	28.19				
14.835	27.0875				
14.786	26.965				
14.944	27.36				
14.895	27.2375				

ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité	Permit					
	4800					
14.786	26.965	27.22	maximum	14.855	27.1375	27.39
14.851	27.1275	27.38	minimum	14.786	26.965	27.22
14.821	27.0525	27.3	moyenne	14.83	27.075	27.33
14.85	27.125	27.38	variance	0.00066	0.0041	0.00411
14.835	27.0875	27.35	Etype	0.02718	0.06795	0.06801
14.835	27.0875	27.35				
14.851	27.1275	27.38				
14.786	26.965	27.22				
14.855	27.1375	27.39				

ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit					
	4800					
15.341	28.3525	28.62	maximum	15.459	28.6475	28.91
15.252	28.13	28.39	minimum	15.004	27.51	27.76
15.113	27.7825	28.05	moyenne	15.2365	28.1144	28.3767
15.158	27.895	28.16	variance	0.01566	0.10334	0.105
15.272	28.18	28.44	Etype	0.13189	0.34096	0.34369
15.272	28.18	28.44				
15.341	28.3525	28.62				
15.004	27.51	27.76				
15.459	28.6475	28.91				
15.153	27.8825	28.15				

ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité	Permit					
	4800					
15.015	27.5375	27.79	maximum	15.183	27.9575	28.22
15.079	27.6975	27.95	minimum	15.015	27.5375	27.79

15.079	27.6975	27.95	moyenne	15.0771	27.6928	27.947
15.069	27.6725	27.92	variance	0.00242	0.0151	0.01648
15.029	27.5725	27.82	Etype	0.05181	0.12953	0.13532
15.138	27.845	28.11				
15.094	27.735	28				
15.055	27.6375	27.89				
15.183	27.9575	28.22				
15.03	27.575	27.82				

ENFONCEMENT DE 5 cm VERTICALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité	Permit				
	4800				
15.04	27.6	maximum	15.311	28.2775	ERR
15.054	27.635	minimum	14.94	27.35	ERR
15.049	27.6225	moyenne	15.0567	27.6418	ERR
14.94	27.35	variance	0.01206	0.07537	ERR
15.311	28.2775	Etype	0.11517	0.28793	ERR
15.024	27.56				
15.054	27.635				
14.94	27.35				
15.217	28.0425				
15.055	27.6375				
14.94	27.35				

-----  
ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité	Permit				
	4800				
15.338	28.345	28.6	maximum	15.451	28.6275 28.89
15.348	28.37	28.63	minimum	15.338	28.345 28.6
15.377	28.4425	28.7	moyenne	15.3939	28.4848 28.7446
15.382	28.455	28.72	variance	0.00172	0.01077 0.01116
15.387	28.4675	28.73	Etype	0.04321	0.10802 0.10997
15.402	28.505	28.76			
15.348	28.37	28.63			
15.422	28.555	28.81			
15.431	28.5775	28.84			
15.446	28.615	28.88			
15.451	28.6275	28.89			
15.451	28.6275	28.89			
15.338	28.345	28.6			

ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Position étendue

microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit 4800				
15.357	28.3925	maximum	15.708	29.27	ERR
15.46	28.65	minimum	15.298	28.245	ERR
15.298	28.245	moyenne	15.466	28.665	ERR
15.312	28.28	variance	0.02132	0.13324	ERR
15.411	28.5275	Etype	0.15313	0.38283	ERR
15.539	28.8475				
15.633	29.0825				
15.377	28.4425				
15.693	29.2325				
15.708	29.27				
15.338	28.345				

### ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Position étendue  
perturbations

Intensité	Permit 4800				
15.495	28.7375	29.02	maximum	15.51	28.775 29.05
14.705	26.7625	28.6	minimum	14.705	26.7625 28.6
15.51	28.775	29.05	moyenne	15.2367	28.0917 28.89
			variance	0.14137	0.88358 0.0422
			Etype	0.4605	1.15124 0.25159

### ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit 4800				
15.141	27.8525	28.11	maximum	15.413	28.5325 28.79
15.155	27.8875	28.15	minimum	15.097	27.7425 28.01
15.141	27.8525	28.11	moyenne	15.1981	27.9953 28.2569
15.155	27.8875	28.15	variance	0.01126	0.07037 0.06921
15.155	27.8875	28.15	Etype	0.10959	0.27397 0.2717
15.146	27.865	28.13			
15.146	27.865	28.13			
15.146	27.865	28.13			
15.413	28.5325	28.79			
15.413	28.5325	28.79			
15.413	28.5325	28.79			
15.146	27.865	28.13			
15.097	27.7425	28.01			
15.107	27.7675	28.03			
15.19	27.975	28.24			
15.206	28.015	28.27			

## ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
mouvement du microterm

Intensité	Permit	4800				
15.146	27.865	28.13	maximum	15.389	28.4725	28.73
15.156	27.89	28.15	minimum	15.018	27.545	27.79
15.018	27.545	27.79	moyenne	15.1494	27.8735	28.13
15.225	28.0625	28.31	variance	0.00888	0.05552	0.0559
15.097	27.7425	28	Etype	0.09935	0.24838	0.24922
15.117	27.7925	28.05				
15.142	27.855	28.11				
15.097	27.7425	28				
15.389	28.4725	28.73				
15.107	27.7675	28.03				

## ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité	Permit	4800				
15.102	27.755		maximum	15.358	28.395	ERR
15.067	27.6675		minimum	14.942	27.355	ERR
14.942	27.355		moyenne	15.1344	27.8359	ERR
15.106	27.765		variance	0.01386	0.08662	ERR
15.156	27.89		Etype	0.12347	0.30868	ERR
15.141	27.8525					
15.156	27.89					
15.344	28.36					
15.358	28.395					
15.074	27.685					
15.032	27.58					

## ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité	Permit	4800				
14.952	27.38	27.63	maximum	15.066	27.665	27.91
14.991	27.4775	27.73	minimum	14.833	27.0825	27.34
14.976	27.44	27.69	moyenne	14.9624	27.406	27.6547
15.026	27.565	27.81	variance	0.00477	0.02981	0.0291
14.833	27.0825	27.34	Etype	0.07148	0.17871	0.17659
14.853	27.1325	27.38				
14.853	27.1325	27.38				
15.066	27.665	27.91				
14.952	27.38	27.63				

15.006	27.515	27.76
14.952	27.38	27.63
15.066	27.665	27.91
14.952	27.38	27.63
15.006	27.515	27.76
14.952	27.38	27.63

ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit 4800					
15.338	28.345	28.6	maximum	15.412	28.53	28.79
15.249	28.1225	28.22	minimum	15.07	27.675	27.92
15.273	28.1825	28.44	moyenne	15.3116	28.2791	28.5218
15.299	28.2475	28.51	variance	0.00906	0.05664	0.06507
15.372	28.43	28.69	Etype	0.09984	0.24961	0.26754
15.372	28.43	28.69				
15.412	28.53	28.79				
15.412	28.53	28.79				
15.377	28.4425	28.7				
15.254	28.135	28.39				
15.07	27.675	27.92				

ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité	Permit 4800					
15.025	27.5625	27.81	maximum	15.095	27.7375	28
15.025	27.5625	27.81	minimum	14.941	27.3525	27.6
14.941	27.3525	27.6	moyenne	15.0178	27.5445	27.797
15.005	27.5125	27.76	variance	0.00233	0.01459	0.01436
15.025	27.5625	27.81	Etype	0.05092	0.12731	0.12632
15.095	27.7375	28				
14.951	27.3775	27.63				
15.065	27.6625	27.91				
14.976	27.44	27.72				
15.07	27.675	27.92				

ENFONCEMENT DE 10 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité	Permit 4800					
14.941	27.3525		maximum	15.253	28.1325	ERR
15.005	27.5125		minimum	14.856	27.14	ERR



15.025	27.5625	moyenne	15.0146	27.5365	ERR
15.07	27.675	variance	0.01685	0.10529	ERR
14.871	27.1775	Etype	0.13681	0.34203	ERR
15.253	28.1325				
15.233	28.0825				
14.856	27.14				
14.941	27.3525				
14.951	27.3775				

---

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité	Permit				
	4800				
14.483	26.2075	26.39 maximum	14.483	26.2075	26.42
14.467	26.1675	26.42 minimum	14.229	25.5725	25.78
14.348	25.87	26.12 moyenne	14.3818	25.9546	26.069
14.483	26.2075	26.39 variance	0.00592	0.03703	0.05101
14.452	26.13	26.38 Etype	0.08011	0.20028	0.23143
14.433	26.0825	26.37			
14.422	26.055	26.31			
14.358	25.895	26.16			
14.343	25.8575	26.11			
14.328	25.82	26.08			
14.314	25.785	26.04			
14.304	25.76	26.01			
14.229	25.5725	25.82			
		25.95			
		25.78			
		25.82			
		25.91			
		25.78			
		25.78			
		25.82			
		26.01			

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Position étendue  
microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit				
	4800				
14.154	25.385	maximum	14.561	26.4025	ERR
14.178	25.445	minimum	14.139	25.3475	ERR
14.223	25.5575	moyenne	14.2412	25.6029	ERR
14.194	25.485	variance	0.01468	0.09173	ERR
14.154	25.385	Etype	0.13522	0.33806	ERR
14.407	26.0175				
14.189	25.4725				

14.303 25.7575  
 14.561 26.4025  
 14.154 25.385  
 14.139 25.3475  
 14.238 25.595

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Position étendue  
 perturbations

Intensité	Permit 4800					
14.358	25.895	26.11	maximum	14.363	25.9075	26.15
14.328	25.82	26.08	minimum	14.328	25.82	26.08
14.363	25.9075	26.15	moyenne	14.347	25.8675	26.106
14.358	25.895	26.11	variance	0.00024	0.00153	0.00066
14.328	25.82	26.08	Etype	0.01746	0.04366	0.02881

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
 perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit 4800					
14.482	26.205	26.46	maximum	14.482	26.205	26.46
14.468	26.17	26.42	minimum	14.308	25.77	26.02
14.358	25.895	26.12	moyenne	14.4211	26.0527	26.3031
14.378	25.945	26.2	variance	0.00242	0.01513	0.01565
14.422	26.055	26.31	Etype	0.05121	0.12802	0.13022
14.438	26.095	26.35				
14.372	25.93	26.19				
14.308	25.77	26.02				
14.452	26.13	26.38				
14.452	26.13	26.38				
14.453	26.1325	26.38				
14.453	26.1325	26.38				
14.438	26.095	26.35				

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
 mouvement du microterm

Intensité	Permit 4800					
14.378	25.945	26.2	maximum	14.483	26.2075	26.46
14.309	25.7725	26.02	minimum	14.309	25.7725	26.02
14.378	25.945	26.2	moyenne	14.3967	25.9918	26.243
14.483	26.2075	26.46	variance	0.00275	0.01719	0.01752
14.309	25.7725	26.02	Etype	0.05528	0.13819	0.13953
14.433	26.0825	26.33				

14.408	26.02	26.27
14.408	26.02	26.27
14.423	26.0575	26.31
14.438	26.095	26.35

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité	Permit				
	4800				
14.358	25.895	maximum	14.725	26.8125	ERR
14.363	25.9075	minimum	14.308	25.77	ERR
14.358	25.895	moyenne	14.4224	26.056	ERR
14.308	25.77	variance	0.01741	0.10883	ERR
14.462	26.155	Etype	0.13909	0.34773	ERR
14.328	25.82				
14.616	26.54				
14.725	26.8125				
14.348	25.87				
14.358	25.895				

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité	Permit				
	4800				
14.13	25.325	25.57 maximum	14.238	25.595	25.84
14.238	25.595	25.84 minimum	13.991	24.9775	25.22
14.055	25.1375	25.38 moyenne	14.0661	25.1653	25.41
14.04	25.1	25.35 variance	0.00518	0.03239	0.03251
14.04	25.1	25.35 Etype	0.07636	0.1909	0.19125
13.991	24.9775	25.22			
14.055	25.1375	25.38			
14.055	25.1375	25.38			
13.991	24.9775	25.22			

ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit				
	4800				
14.075	25.1875	25.43 maximum	14.453	26.1325	26.38
14.1	25.25	25.49 minimum	14.075	25.1875	25.43
14.239	25.5975	25.84 moyenne	14.2642	25.6606	25.9067
14.422	26.055	26.31 variance	0.02468	0.15427	0.15793
14.453	26.1325	26.38 Etype	0.16664	0.4166	0.42152
14.15	25.375	25.61			

14.085	25.2125	25.46
14.432	26.08	26.33
14.422	26.055	26.31

### ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité	Permit	4800				
14.343	25.8575	26.11	maximum	14.457	26.1425	26.39
14.417	26.0425	26.3	minimum	14.343	25.8575	26.11
14.407	26.0175	26.27	moyenne	14.4084	26.0209	26.2738
14.377	25.9425	26.2	variance	0.0012	0.0075	0.00722
14.407	26.0175	26.27	Etype	0.03704	0.09261	0.09086
14.407	26.0175	26.27				
14.452	26.13	26.38				
14.457	26.1425	26.39				

### ENFONCEMENT DE 15 CM VERTICALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité	Permit	4800				
14.362	25.905		maximum	14.665	26.6625	ERR
14.372	25.93		minimum	14.347	25.8675	ERR
14.347	25.8675		moyenne	14.4588	26.1469	ERR
14.392	25.98		variance	0.01346	0.08414	ERR
14.467	26.1675		Etype	0.12306	0.30766	ERR
14.497	26.2425					
14.65	26.625					
14.665	26.6625					
14.377	25.9425					

---

### ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité	Permit	4800				
16.488	31.22	31.5	maximum	16.489	31.2225	31.5
16.489	31.2225	31.5	minimum	16.374	30.935	31.2
16.45	31.125	31.4	moyenne	16.439	31.0975	31.3408
16.374	30.935	31.23	variance	0.0012	0.00751	0.01306
16.374	30.935	31.23	Etype	0.0362	0.0905	0.11935
16.449	31.1225	31.4				
16.449	31.1225	31.4				
16.449	31.1225	31.4				

16.458	31.145	31.43
16.429	31.0725	31.2
16.429	31.0725	31.2
16.43	31.075	31.2

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit				
	4800				
16.384	30.96	maximum	16.652	31.63	ERR
16.384	30.96	minimum	16.384	30.96	ERR
16.384	30.96	moyenne	16.4133	31.0333	ERR
16.409	31.0225	variance	0.00639	0.03992	ERR
16.384	30.96	Etype	0.08424	0.21059	ERR
16.652	31.63				
16.384	30.96				
16.384	30.96				
16.384	30.96				
16.384	30.96				

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
perturbations

Intensité	Permit				
	4800				
16.429	31.0725	31.36 maximum	16.429	31.0725	31.36
16.429	31.0725	31.36 minimum	16.384	30.96	31.24
16.384	30.96	31.24 moyenne	16.414	31.035	31.32
		variance	0.00045	0.00281	0.0032
		Etype	0.02598	0.06495	0.06928

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit				
	4800				
16.449	31.1225	31.4 maximum	16.474	31.185	31.47
16.449	31.1225	31.4 minimum	16.364	30.91	31.19
16.473	31.1825	31.47 moyenne	16.4372	31.0931	31.3762
16.449	31.1225	31.4 variance	0.00143	0.00891	0.00847
16.374	30.935	31.23 Etype	0.0393	0.09825	0.09579
16.473	31.1825	31.47			
16.458	31.145	31.43			
16.449	31.1225	31.4			
16.449	31.1225	31.4			
16.364	30.91	31.19			

16.374	30.935	31.23
16.449	31.1225	31.4
16.474	31.185	31.47

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
mouvement du microterm

Intensité	Permit	4800			
16.384	30.96	31.24	maximum	16.458	31.145 31.43
16.364	30.91	31.19	minimum	16.364	30.91 31.19
16.429	31.0725	31.36	moyenne	16.4113	31.0283 31.31
16.429	31.0725	31.36	variance	0.00096	0.00602 0.00658
16.384	30.96	31.21	Etype	0.03272	0.08179 0.08551
16.414	31.035	31.32			
16.428	31.07	31.36			
16.374	30.935	31.23			
16.449	31.1225	31.4			
16.458	31.145	31.43			

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité	Permit	4800			
16.424	31.06		maximum	16.657	31.6425 ERR
16.409	31.0225		minimum	16.363	30.9075 ERR
16.383	30.9575		moyenne	16.4203	31.0508 ERR
16.363	30.9075		variance	0.00738	0.04612 ERR
16.363	30.9075		Etype	0.09111	0.22778 ERR
16.657	31.6425				
16.383	30.9575				
16.393	30.9825				
16.408	31.02				

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité	Permit	4800			
16.149	30.3725	30.66	maximum	16.384	30.96 31.24
16.214	30.535	30.81	minimum	16.149	30.3725 30.66
16.23	30.575	30.85	moyenne	16.2966	30.7415 31.02
16.209	30.5225	30.79	variance	0.00814	0.05088 0.05144
16.245	30.6125	30.89	Etype	0.0951	0.23776 0.23907
16.383	30.9575	31.24			
16.384	30.96	31.24			

16.384	30.96	31.24
16.384	30.96	31.24
16.384	30.96	31.24

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit					
	4800					
16.383	30.9575	31.24 maximum	16.384	30.96	31.24	
16.384	30.96	31.24 minimum	16.227	30.5675	31.12	
16.384	30.96	31.24 moyenne	16.3614	30.9036	31.2229	
16.384	30.96	31.24 variance	0.00301	0.01882	0.00176	
16.227	30.5675	31.12 Etype	0.05928	0.1482	0.04536	
16.384	30.96	31.24				
16.384	30.96	31.24				

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité	Permit					
	4800					
16.384	30.96	31.24 maximum	16.498	31.245	31.53	
16.384	30.96	31.24 minimum	16.384	30.96	31.24	
16.384	30.96	31.24 moyenne	16.3988	30.9969	31.2811	
16.394	30.985	31.28 variance	0.00125	0.00779	0.00801	
16.384	30.96	31.24 Etype	0.03744	0.09359	0.09493	
16.384	30.96	31.24				
16.384	30.96	31.24				
16.393	30.9825	31.28				
16.498	31.245	31.53				

ENFONCEMENT DE 2 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité	Permit				
	4800				
16.363	30.9075	maximum	16.72	31.8	ERR
16.363	30.9075	minimum	16.363	30.9075	ERR
16.428	31.07	moyenne	16.4403	31.1008	ERR
16.373	30.9325	variance	0.0116	0.07247	ERR
16.497	31.2425	Etype	0.11421	0.28553	ERR
16.72	31.8				
16.363	30.9075				
16.428	31.07				
16.428	31.07				

-----

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité	Permit 4800					
16.165	30.4125	30.69	maximum	16.165	30.4125	30.69
16.055	30.1375	30.41	minimum	16.055	30.1375	30.41
16.12	30.3	30.58	moyenne	16.1134	30.2835	30.561
16.055	30.1375	30.41	variance	0.00165	0.01028	0.01097
16.12	30.3	30.58	Etype	0.04275	0.10688	0.1104
16.055	30.1375	30.41				
16.125	30.3125	30.59				
16.139	30.3475	30.62				
16.15	30.375	30.66				
16.15	30.375	30.66				

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit 4800				
16.12	30.3		maximum	16.318	30.795 ERR
16.09	30.225		minimum	16.09	30.225 ERR
16.09	30.225		moyenne	16.1397	30.3493 ERR
16.124	30.31		variance	0.00381	0.02383 ERR
16.139	30.3475		Etype	0.06508	0.16271 ERR
16.144	30.36				
16.318	30.795				
16.124	30.31				
16.124	30.31				
16.124	30.31				

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
perturbations

Intensité	Permit 4800					
16.185	30.4625	30.73	maximum	16.195	30.4875	30.77
16.13	30.325	30.6	minimum	16.13	30.325	30.6
16.195	30.4875	30.77	moyenne	16.15	30.375	30.65
16.13	30.325	30.6	variance	0.00081	0.00505	0.00513
16.13	30.325	30.6	Etype	0.03114	0.07786	0.07849
16.13	30.325	30.6				

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT



Bouclage début  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit	4800				
16.241	30.6025	30.88	maximum	16.262	30.655	30.93
16.241	30.6025	30.88	minimum	16.057	30.1425	30.41
16.217	30.5425	30.81	moyenne	16.1949	30.4872	30.7712
16.258	30.645	30.91	variance	0.00469	0.02931	0.02587
16.257	30.6425	30.91	Etype	0.06984	0.1746	0.16415
16.232	30.58	30.85				
16.232	30.58	30.85				
16.217	30.5425	30.81				
16.242	30.605	30.88				
16.257	30.6425	30.91				
16.257	30.6425	30.91				
16.257	30.6425	30.91				
16.257	30.6425	30.91				
16.247	30.6175	30.89				
16.257	30.6425	30.91				
16.262	30.655	30.93				
16.152	30.38	30.66				
16.142	30.355	30.62				
16.127	30.3175	30.59				
16.167	30.4175	30.69				
16.068	30.17					
16.102	30.255	30.53				
16.092	30.23	30.51				
16.057	30.1425	30.41				
16.122	30.305	30.58				
16.107	30.2675	30.54				

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
mouvement du microterm

Intensité	Permit	4800				
16.127	30.3175	30.59	maximum	16.197	30.4925	30.81
16.127	30.3175	30.59	minimum	16.058	30.145	30.41
16.127	30.3175	30.59	moyenne	16.1442	30.3605	30.6445
16.142	30.355	30.62	variance	0.00157	0.00978	0.01248
16.182	30.455	30.72	Etype	0.04149	0.10374	0.11716
16.182	30.455	30.72				
16.15	30.375	30.81				
16.107	30.2675	30.54				
16.058	30.145	30.41				
16.187	30.4675	30.73				
16.197	30.4925	30.77				

ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité		Permit		4800		
16.165	30.4125	maximum	16.385	30.9625		ERR
16.181	30.4525	minimum	16.151	30.3775		ERR
16.166	30.415	moyenne	16.2198	30.5495		ERR
16.151	30.3775	variance	0.00508	0.03177		ERR
16.196	30.49	Etype	0.07478	0.18695		ERR
16.32	30.8					
16.181	30.4525					
16.385	30.9625					
16.256	30.64					
16.246	30.615					
16.171	30.4275					

#### ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité		Permit		4800		
15.862	29.655	29.92 maximum	15.877	29.6925		29.95
15.862	29.655	29.92 minimum	15.809	29.5225		29.79
15.862	29.655	29.92 moyenne	15.8591	29.6478		29.9113
15.877	29.6925	29.95 variance	0.00046	0.00285		0.00249
15.847	29.6175	29.89 Etype	0.02281	0.05703		0.0533
15.877	29.6925	29.95				
15.809	29.5225	29.79				
15.877	29.6925	29.95				

#### ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité		Permit		4800		
16.181	30.4525	30.72 maximum	16.384	30.96		31.24
16.077	30.1925	30.47 minimum	15.809	29.5225		29.79
16.102	30.255	30.53 moyenne	16.0987	30.2468		30.5218
15.809	29.5225	29.79 variance	0.03047	0.19043		0.19169
15.907	29.7675	30.05 Etype	0.18307	0.45768		0.45919
15.902	29.755	30.03				
16.384	30.96	31.24				
16.384	30.96	31.24				
16.077	30.1925	30.47				
16.092	30.23	30.5				
16.171	30.4275	30.7				

## ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité		Permit 4800				
16.126	30.315	30.59	maximum	16.231	30.5775	30.85
16.231	30.5775	30.85	minimum	16.121	30.3025	30.58
16.141	30.3525	30.62	moyenne	16.1557	30.3892	30.6633
16.126	30.315	30.59	variance	0.0012	0.00748	0.0076
16.121	30.3025	30.58	Etype	0.03669	0.09172	0.09247
16.143	30.3575	30.62				
16.166	30.415	30.69				
16.151	30.3775	30.66				
16.196	30.49	30.77				

## ENFONCEMENT DE 4 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité		Permit 4800				
16.12	30.3		maximum	16.385	30.9625	ERR
16.12	30.3		minimum	16.056	30.14	ERR
16.093	30.2325		moyenne	16.158	30.395	ERR
16.181	30.4525		variance	0.00874	0.05461	ERR
16.171	30.4275		Etype	0.09853	0.24632	ERR
16.256	30.64					
16.385	30.9625					
16.076	30.19					
16.056	30.14					
16.122	30.305					

---

## ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
perturbations sur le cable

Intensité		Permit 4800				
14.104	25.26	25.49	maximum	14.194	25.485	26.04
14.104	25.26	25.49	minimum	14.104	25.26	25.49
14.104	25.26	25.49	moyenne	14.159	25.3975	25.6758
14.164	25.41	25.63	variance	0.00133	0.00828	0.03074
14.164	25.41	25.63	Etype	0.03802	0.09505	0.18313
14.194	25.485	25.71				
14.134	25.335	25.57				
14.164	25.41	25.63				

14.194	25.485	25.71
14.194	25.485	25.71
14.194	25.485	26.04
14.194	25.485	26.01

### ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Position étendue  
microterm enlevé (différentes positions de la sortie RS)

Intensité	Permit				
	4800				
14.075	25.1875	maximum	14.114	25.285	ERR
14.08	25.2	minimum	14.075	25.1875	ERR
14.08	25.2	moyenne	14.0848	25.212	ERR
14.114	25.285	variance	0.00022	0.00136	ERR
14.075	25.1875	Etype	0.01651	0.04128	ERR

### ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
perturbations sur le bouclage

Intensité	Permit				
	4800				
13.865	24.6625	24.41 maximum	14.269	25.6725	25.57
		24.49 minimum	13.762	24.405	24.41
		25.05 moyenne	13.9906	24.9766	25.1636
13.895	24.7375	variance	0.01348	0.08426	0.14032
13.95	24.875	Etype	0.11824	0.2956	0.38874
14.015	25.0375				
13.965	24.9125				
14.03	25.075				
14.065	25.1625	25.39			
14.08	25.2				
14.06	25.15	25.38			
13.996	24.99				
13.986	24.965				
14.001	25.0025				
14.046	25.115	25.36			
14.03	25.075				
14.09	25.225	25.46			
14.105	25.2625	25.5			
13.846	24.615				
13.831	24.5775				
14.269	25.6725				
13.762	24.405				
13.817	24.5425				
13.861	24.6525	24.87			
13.866	24.665	24.88			
13.891	24.7275	24.95			
14.076	25.19				
14.09	25.225	25.46			

14.115	25.2875	25.52
14.135	25.3375	25.57

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
mouvement du microterm

Intensité	Permit 4800					
14.11	25.275	25.5	maximum	14.214	25.535	25.76
14.164	25.41	25.63	minimum	14.11	25.275	25.5
14.214	25.535	25.76	moyenne	14.168	25.42	25.645
14.184	25.46	25.69	variance	0.00144	0.00899	0.00913
			Etype	0.04379	0.10947	0.1103

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage début  
microterm enlevé (positions différentes de la sortie RS 232)

Intensité	Permit 4800					
14.12	25.3		maximum	14.184	25.46	ERR
14.184	25.46		minimum	14.07	25.175	ERR
14.08	25.2		moyenne	14.1135	25.2838	ERR
14.07	25.175		variance	0.00201	0.01254	ERR
			Etype	0.05173	0.12932	ERR

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations

Intensité	Permit 4800					
13.925	24.8125	25.04	maximum	14.164	25.41	25.63
13.934	24.835	25.08	minimum	13.875	24.6875	24.92
13.95	24.875		moyenne	14.0192	25.048	25.2722
14.089	25.2225	25.46	variance	0.00806	0.05037	0.04653
13.995	24.9875	25.35	Etype	0.09316	0.23291	0.22879
14.064	25.16	25.39				
14.064	25.16	25.39				
14.059	25.1475					
14.164	25.41	25.63				
13.979	24.9475	25.19				
13.875	24.6875	24.92				
14.144	25.36					
14.118	25.295					
13.909	24.7725					

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
perturbations sur le bouclage

Intensité		Permit 4800				
14.089	25.2225	25.46	maximum	14.287	25.7175	25.95
14.164	25.41	25.63	minimum	13.924	24.81	25.04
13.924	24.81	25.04	moyenne	14.1093	25.2733	25.52
14.287	25.7175	25.95	variance	0.01177	0.07358	0.10775
14.118	25.295		Etype	0.11886	0.29715	0.37903
14.074	25.185					

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
mouvement du microterm

Intensité		Permit 4800				
14.064	25.16	25.39	maximum	14.153	25.3825	25.61
14.043	25.1075	25.35	minimum	14.043	25.1075	25.35
14.153	25.3825	25.61	moyenne	14.0908	25.2269	25.46
14.103	25.2575	25.49	variance	0.00176	0.01097	0.0101
			Etype	0.04838	0.12094	0.11605

ENFONCEMENT DE 6 CM HORIZONTALEMENT

Bouclage fin  
microterm enlevé

Intensité		Permit 4800				
14.103	25.2575		maximum	14.153	25.3825	ERR
14.079	25.1975		minimum	14.079	25.1975	ERR
14.153	25.3825		moyenne	14.1112	25.278	ERR
14.118	25.295		variance	0.00059	0.00371	ERR
14.103	25.2575		Etype	0.02722	0.06806	ERR

## **ANNEXE 2**

# DETERMINATION DU VOLUME DE MESURE

HUMICAP 9000

VERSION 01

CABLES PASSES DANS UN TUBE EN ALU

---

## I ANGLE 0

Position verticale (angle=0)

Mesures réalisées sans correction de l'effet de dérive

(correction en température:chiffre impair)

### DETERMINATION DU BARYCENTRE:

Permittivité maximale:	29.52
Permittivité de l'air:	1
Position du barycentre sur l'électrode:	1cm de la pointe
Cote d'enfoncement du barycentre à l'interface des 2 milieux:	2.15

Enfonc en cm	Intensité en mA	Permit déduite	Permit 4800	1-erreur relative	Enfonc du baryc
2.2	10.26	15.65	15.84	0.537	-0.05
2.5	11.246	18.12	18.33	0.621	-0.35
3	12.786	21.97	22.21	0.752	-0.85
3.5	13.636	24.09	24.33	0.824	-1.35
4	13.864	24.66	24.91	0.844	-1.85
4.5	13.366	23.42	26.18	0.887	-2.35
5	14.694	26.74	27.02	0.915	-2.85
5.5	15.031	27.58	27.85	0.943	-3.35
6	15.141	27.85	28.13	0.953	-3.85
6.5	15.175	27.94	28.22	0.956	-4.35
7	15.224	28.06	28.35	0.960	-4.85
7.5	15.294	28.24	28.51	0.966	-5.35
8	15.263	28.16	28.44	0.963	-5.85
8.5	15.372	28.43	28.71	0.973	-6.35
9	15.422	28.56	28.84	0.977	-6.85
9.5	15.471	28.68	28.97	0.981	-7.35
10	15.51	28.78	29.07	0.985	-7.85
10.5	15.481	28.70	29	0.982	-8.35
11	15.605	29.01	29.31	0.993	-8.85
11.5	15.605	29.01	29.31	0.993	-9.35
12	15.605	29.01	29.31	0.993	-9.85
12.5	15.605	29.01	29.31	0.993	-10.35
18	15.605	29.01	29.31	0.993	-15.85
18.5	15.605	29.01	29.31	0.993	-16.35
19	15.605	29.01	29.31	0.993	-16.85
20	15.62	29.05	29.34	0.994	-17.85
21	15.635	29.09	29.38	0.995	-18.85
22	15.639	29.10	29.4	0.996	-19.85
23	15.684	29.21	29.51	1.000	-20.85

---

## II ANGLE 45

(tube en alu en position verticale)



Mesures réalisées sans correction de l'effet de dérive

(correction en température:chiffre impair)

Température ASPIN: 19.8C

DETERMINATION DU BARYCENTRE:

Permittivité maximale: 30.3  
Permittivité de l'air: 1  
Position du barycentre sur l'électrode: 1.5 cm de la pointe  
Cote d'enfoncement du barycentre  
à l'interface des 2 milieux: 0.25

Enfonc en cm	Intensité en mA	Permit déduite	Permit 4800	1-erreur relative	Enfonc du baryc
0.27	10.225	15.56	15.76	0.520	-0.02
0.5	10.603	16.51	16.71	0.551	-0.25
0.8	11.241	18.10	18.35	0.606	-0.55
1	11.604	19.01	19.25	0.635	-0.75
1.5	12.788	21.97	22.23	0.734	-1.25
2	13.582	23.96	24.23	0.800	-1.75
2.5	14.356	25.89	26.17	0.864	-2.25
3	14.734	26.84	27.12	0.895	-2.75
3.5	14.963	27.41	27.69	0.914	-3.25
4	15.102	27.76	28.05	0.926	-3.75
4.5	15.215	28.04	28.34	0.935	-4.25
5	15.295	28.24	28.53	0.942	-4.75
5.5	15.369	28.42	28.71	0.948	-5.25
6	15.433	28.58	28.87	0.953	-5.75
6.5	15.468	28.67	28.96	0.956	-6.25
7	15.418	28.55	28.84	0.952	-6.75
7.5	15.502	28.76	29.07	0.959	-7.25
8	15.532	28.83	29.14	0.962	-7.75
8.5	15.528	28.82	29.12	0.961	-8.25
9	15.542	28.86	29.15	0.962	-8.75
9.5	15.542	28.86	29.15	0.962	-9.25
12	15.607	29.02	29.31	0.967	-11.75
14	15.607	29.02	29.31	0.967	-13.75
16	15.607	29.02	29.31	0.967	-15.75
17	15.627	29.07	29.37	0.969	-16.75
19	15.7	29.25	29.55	0.975	-18.75
20	15.81	29.53	29.82	0.984	-19.75
21	15.915	29.79	30.1	0.993	-20.75
22	15.965	29.91	30.23	0.998	-21.75

-----  
III ANGLE 90

Mesures réalisées sans correction de l'effet de dérive

(correction en température:chiffre impair)

Température ASPIN: 19.8C

DETERMINATION DU BARYCENTRE:

Permittivité maximale: 30  
 Permittivité de l'air: 1  
 Position du barycentre sur l'électrode:  
 Cote d'enfoncement du barycentre  
 à l'interface des 2 milieux: 6.75

Enfonc en cm	Intensité en mA	Permit deduité	Permit 4800	1-erreur relative	Enfonc du baryc
6.8	10.641	16.60	16.8	0.560	-0.05
7	12.185	20.46	20.69	0.690	-0.25
7.5	13.863	24.66	24.91	0.830	-0.75
8	14.827	27.07	27.35	0.912	-1.25
8.5	15.362	28.41	28.69	0.956	-1.75
9	15.519	28.80	29.1	0.970	-2.25
9.5	15.525	28.81	29.11	0.970	-2.75
10	15.589	28.97	29.27	0.976	-3.25
10.5	15.589	28.97	29.27	0.976	-3.75
11	15.589	28.97	29.27	0.976	-4.25
12	15.688	29.22	29.52	0.984	-5.25
13	15.713	29.28	29.58	0.986	-6.25
14	15.73	29.33	29.58	0.986	-7.25
15	15.748	29.37	29.66	0.989	-8.25
16	15.832	29.58	29.88	0.996	-9.25
17	15.852	29.63	29.93	0.998	-10.25
18	15.802	29.51	29.8	0.993	-11.25
19	15.907	29.77	30.07	1.002	-12.25
20	15.877	29.69	30	1.000	-13.25

-----

IV ANGLE 45 (Tube en alu dans le prolongement du capteur)

Mesures réalisées sans correction de l'effet de dérive  
 (correction en température: chiffre impair)  
 Température ASPIN: 20 C

DETERMINATION DU BARYCENTRE:

Permittivité maximale: 31.02  
 Permittivité de l'air: 1  
 Position du barycentre sur l'électrode: 1.7cm de la pointe  
 Cote d'enfoncement du barycentre  
 à l'interface des 2 milieux: 1.65

Enfonc en cm	Intensité en mA	Permit déduite	Permit 4800	1-erreur relative	Enfonc du baryc
1.8	10.933	17.33	17.54	0.565	-0.15
2	11.639	19.10	19.32	0.623	-0.35
2.2	12.553	21.38	21.62	0.697	-0.55
2.5	13.184	22.96	23.21	0.748	-0.85
2.8	13.77	24.43	24.67	0.795	-1.15

3	13.974	24.94	25.19	0.812	-1.35
3.2	14.226	25.57	25.83	0.833	-1.55
3.5	14.723	26.81	27.09	0.873	-1.85
3.8	14.972	27.43	27.7	0.893	-2.15
4	15.082	27.71	27.97	0.902	-2.35
4.5	15.299	28.25	28.53	0.920	-2.85
5	15.408	28.52	28.8	0.928	-3.35
5.5	15.511	28.78	29.07	0.937	-3.85
6	15.605	29.01	29.31	0.945	-4.35
6.5	15.605	29.01	29.31	0.945	-4.85
7	15.605	29.01	29.31	0.945	-5.35
8	15.64	29.10	29.4	0.948	-6.35
9	15.684	29.21	29.51	0.951	-7.35
10	15.679	29.20	29.49	0.951	-8.35
11	15.709	29.27	29.56	0.953	-9.35
12	15.709	29.27	29.56	0.953	-10.35
13	15.655	29.14	29.44	0.949	-11.35
14	15.758	29.39	29.69	0.957	-12.35
15	15.803	29.51	29.8	0.961	-13.35
16	15.978	29.95	30.25	0.975	-14.35
17	16.087	30.22	30.52	0.984	-15.35
18	16.126	30.32	30.61	0.987	-16.35
19	16.286	30.72	31.02	1.000	-17.35

V ANGLE 180

PAS DE TUBE EN ALU

Mesures réalisées sans correction de l'effet de dérive  
(correction en température: chiffre impair)

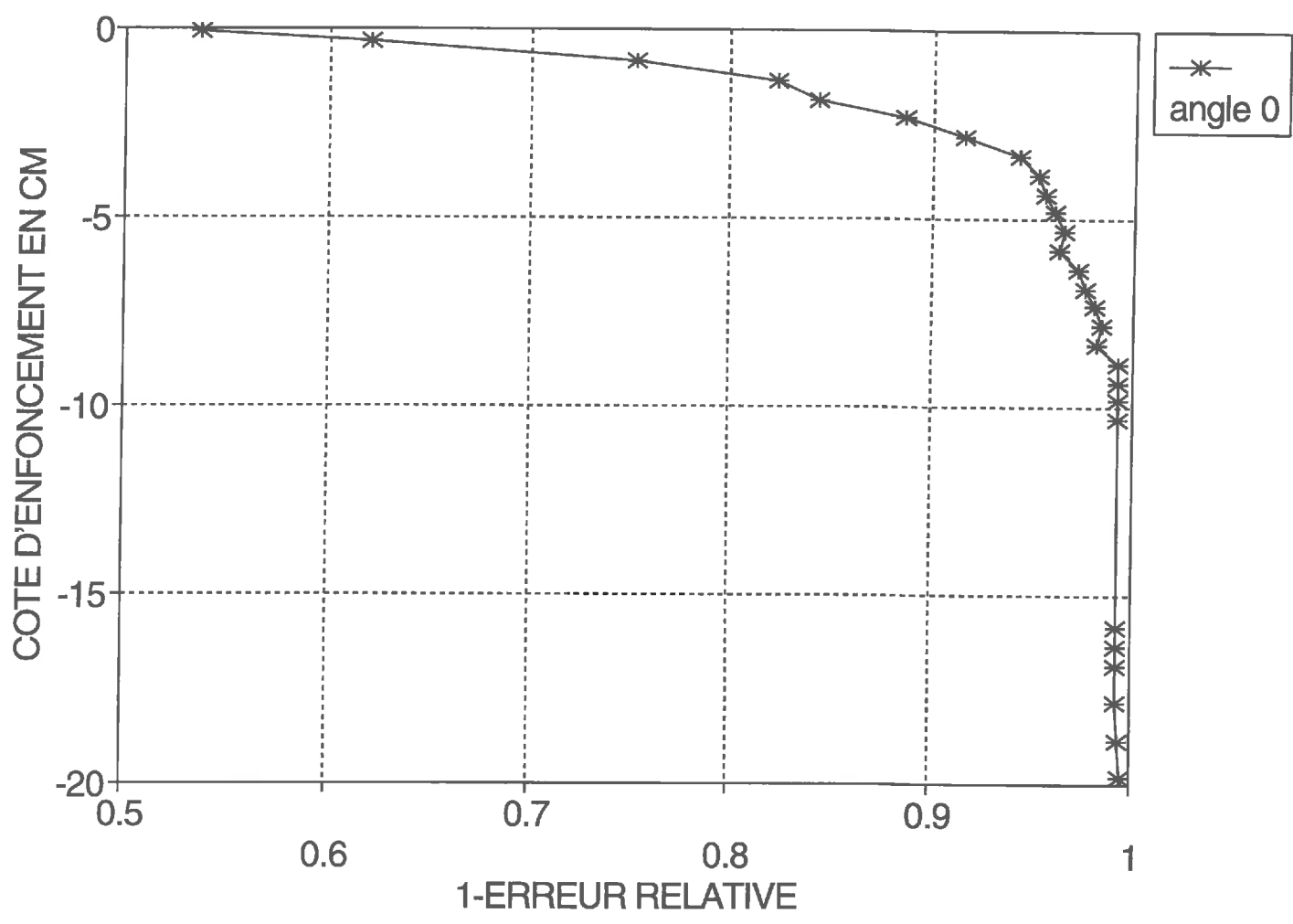
Température ASPIN: 20 C

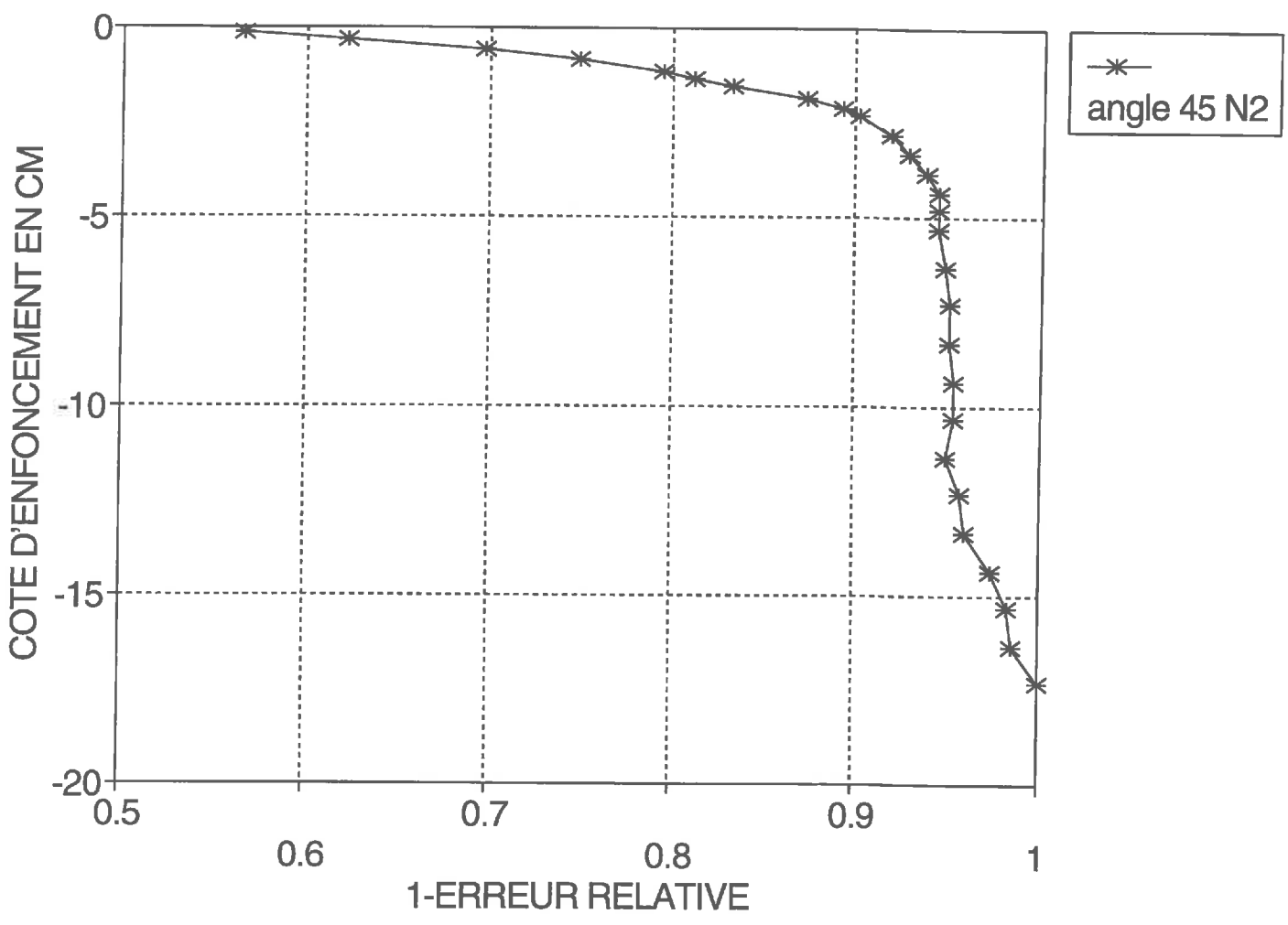
DETERMINATION DU BARYCENTRE:

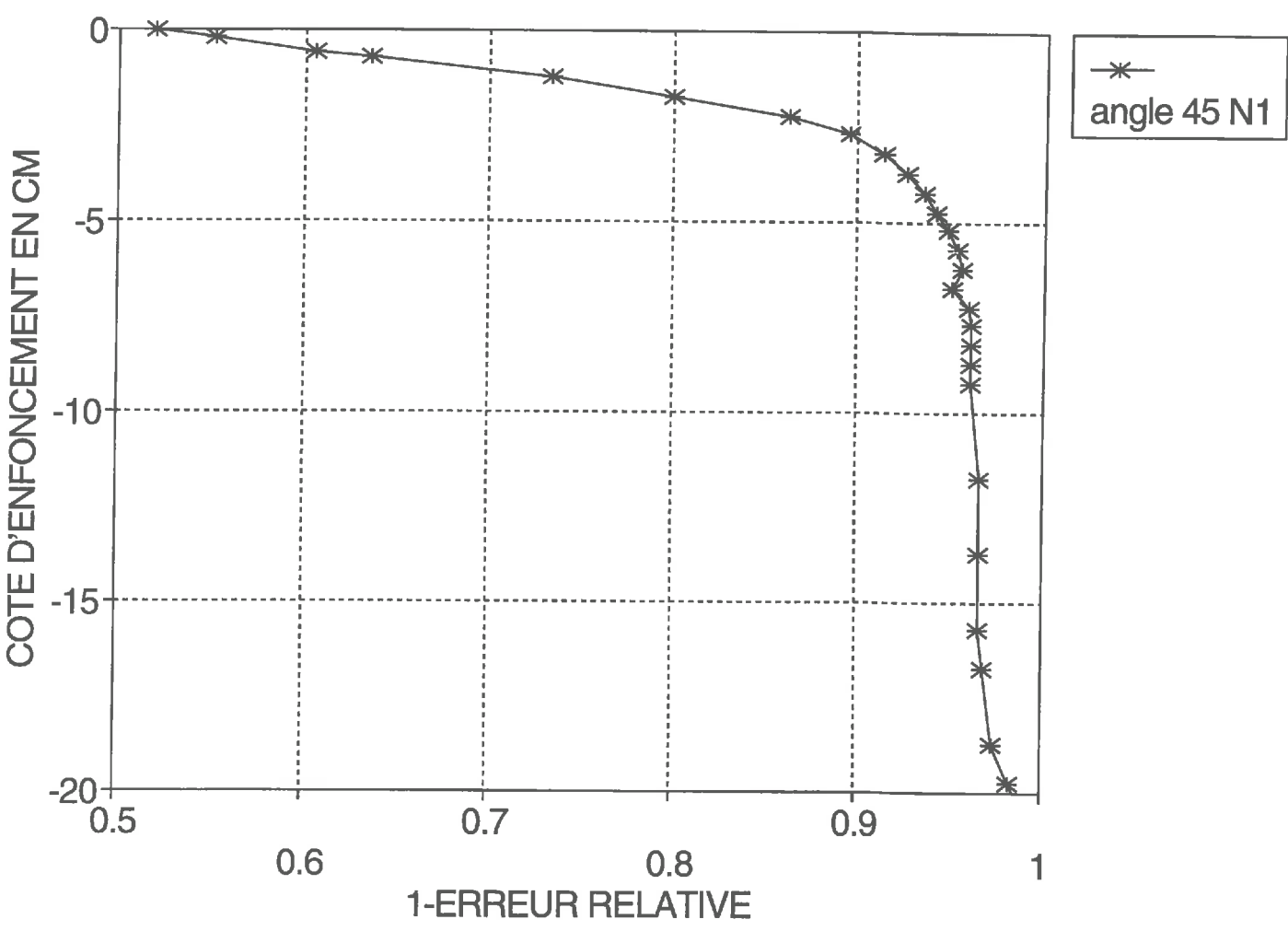
Permittivité maximale: 31.42  
 Permittivité de l'air: 1  
 Position du barycentre sur l'électrode: 1 cm de la pointe  
 Cote d'enfoncement du barycentre  
 à l'interface des 2 milieux: 11.15

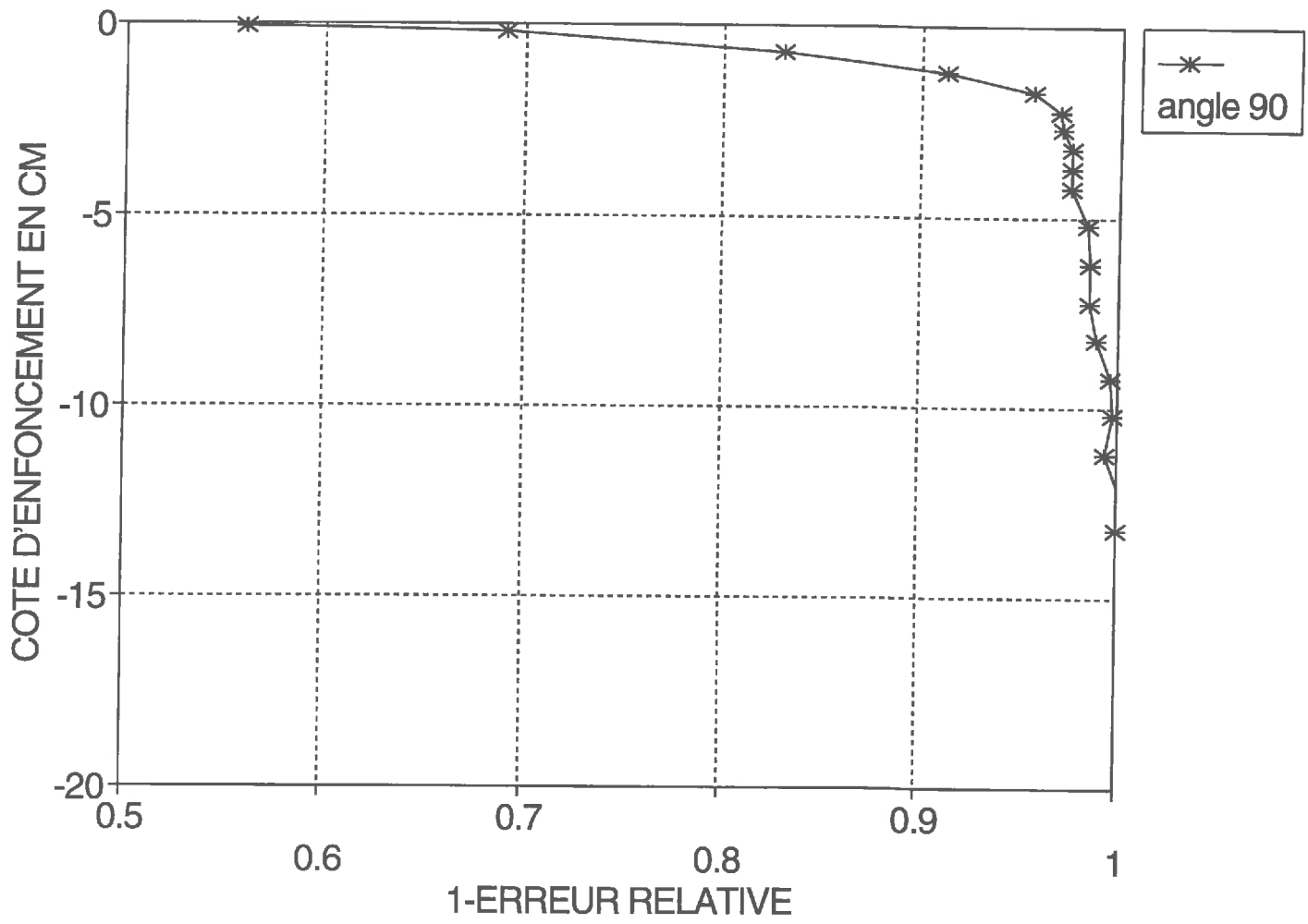
Enfonc en cm	Intensité en mA	Permit déduite	Permit 4800	1-erreur relative	Enfonc du baryc
11.16	10.405	16.01	16.23	0.517	-0.01
11.3	11.115	17.79	18.01	0.573	-0.15
11.5	12.184	20.46	20.69	0.658	-0.35
11.8	13.48	23.70	23.94	0.762	-0.65
12	14.106	25.27	25.53	0.813	-0.85
12.2	14.821	27.05	27.33	0.870	-1.05
12.5	15.404	28.51	28.8	0.917	-1.35
12.8	15.577	28.94	29.25	0.931	-1.65
13	15.765	29.41	29.71	0.946	-1.85
13.5	16.01	30.03	30.34	0.966	-2.35
14	16.103	30.26	30.57	0.973	-2.85
14.5	16.163	30.41	30.71	0.977	-3.35

15	16.213	30.53	30.84	0.982	-3.85
15.5	16.248	30.62	30.93	0.984	-4.35
16	16.283	30.71	31.03	0.988	-4.85
16.5	16.322	30.81	31.12	0.990	-5.35
17	16.357	30.89	31.21	0.993	-5.85
17.5	16.392	30.98	31.3	0.996	-6.35
18	16.372	30.93	31.25	0.995	-6.85
18.5	16.457	31.14	31.46	1.001	-7.35

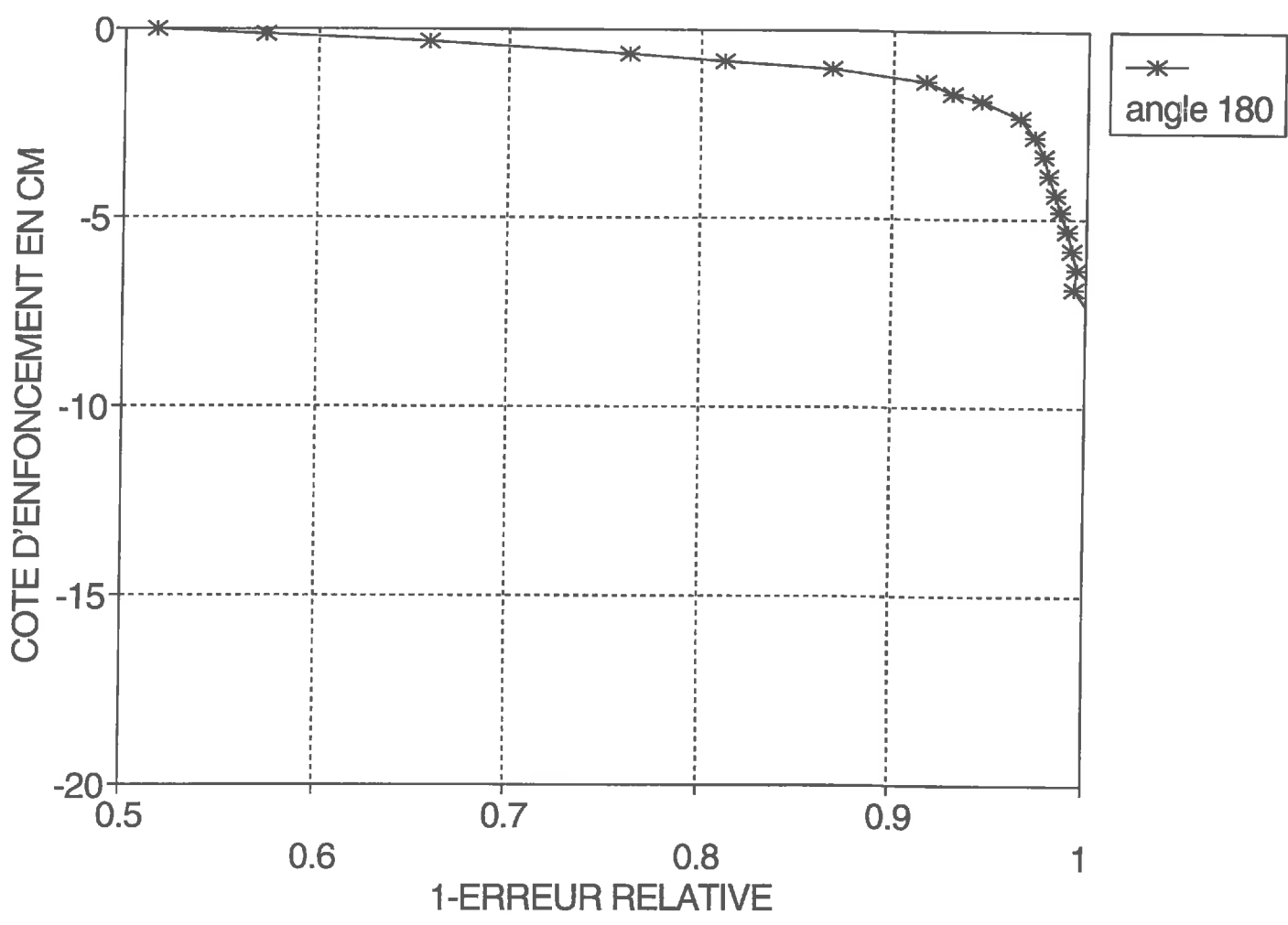




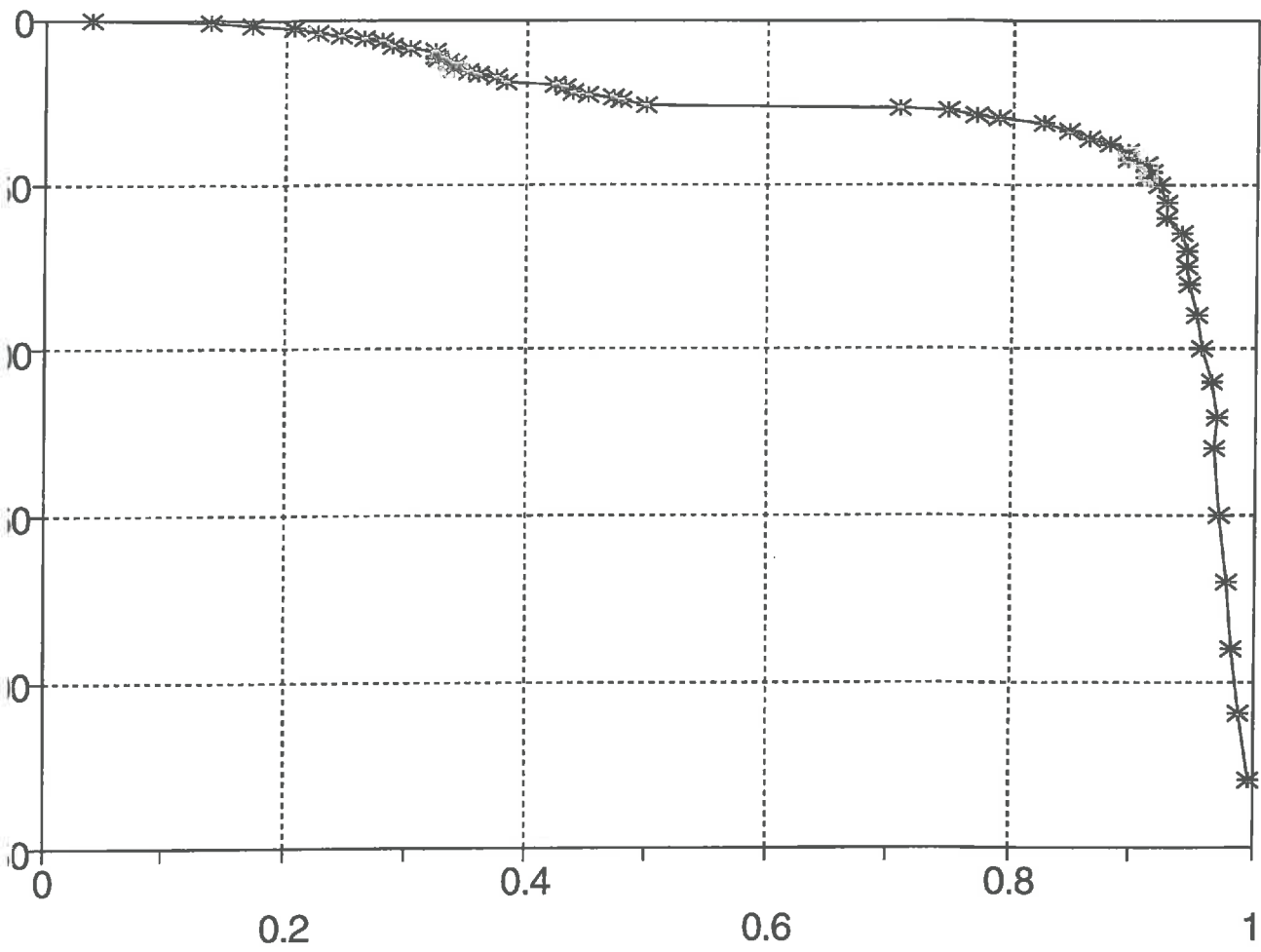




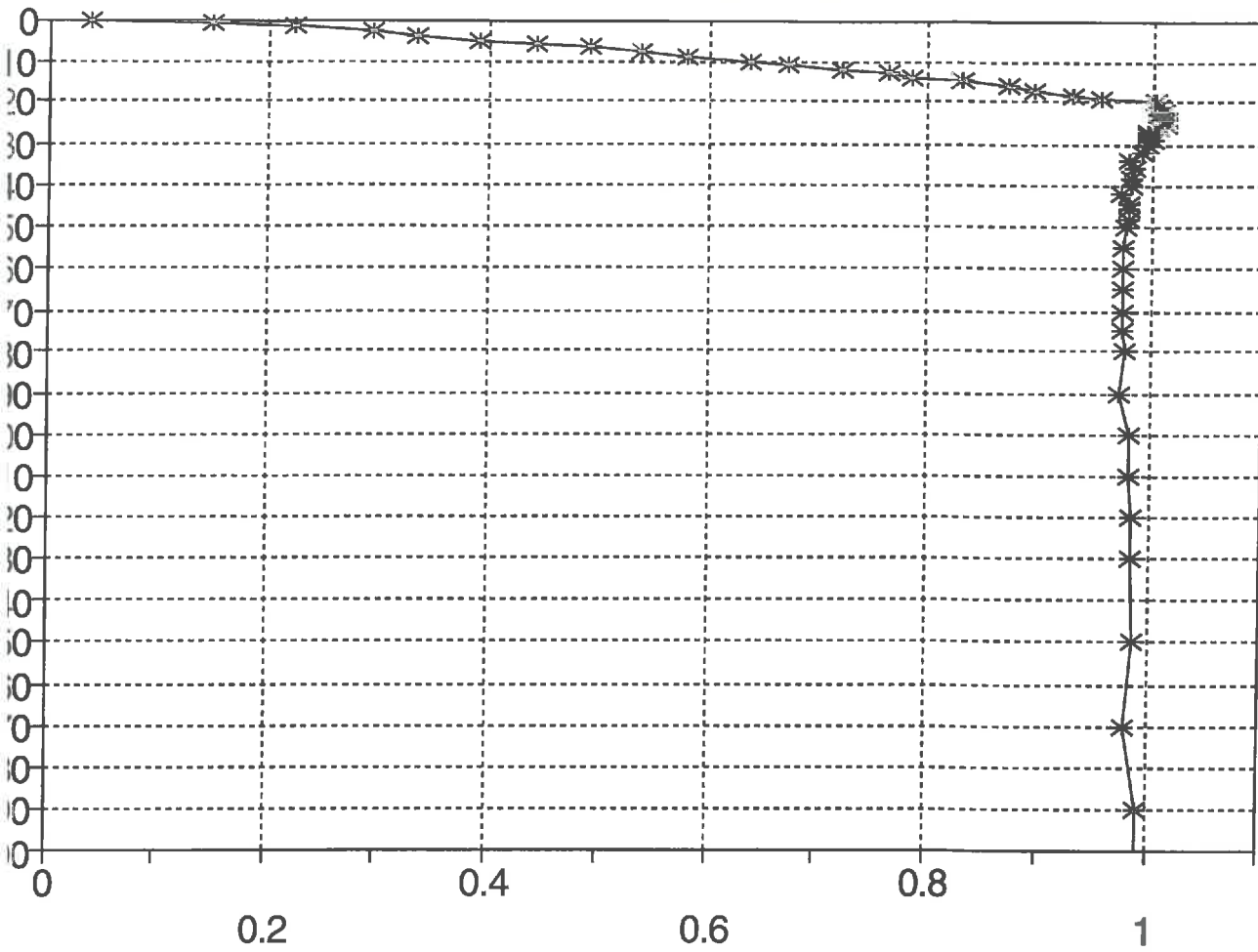




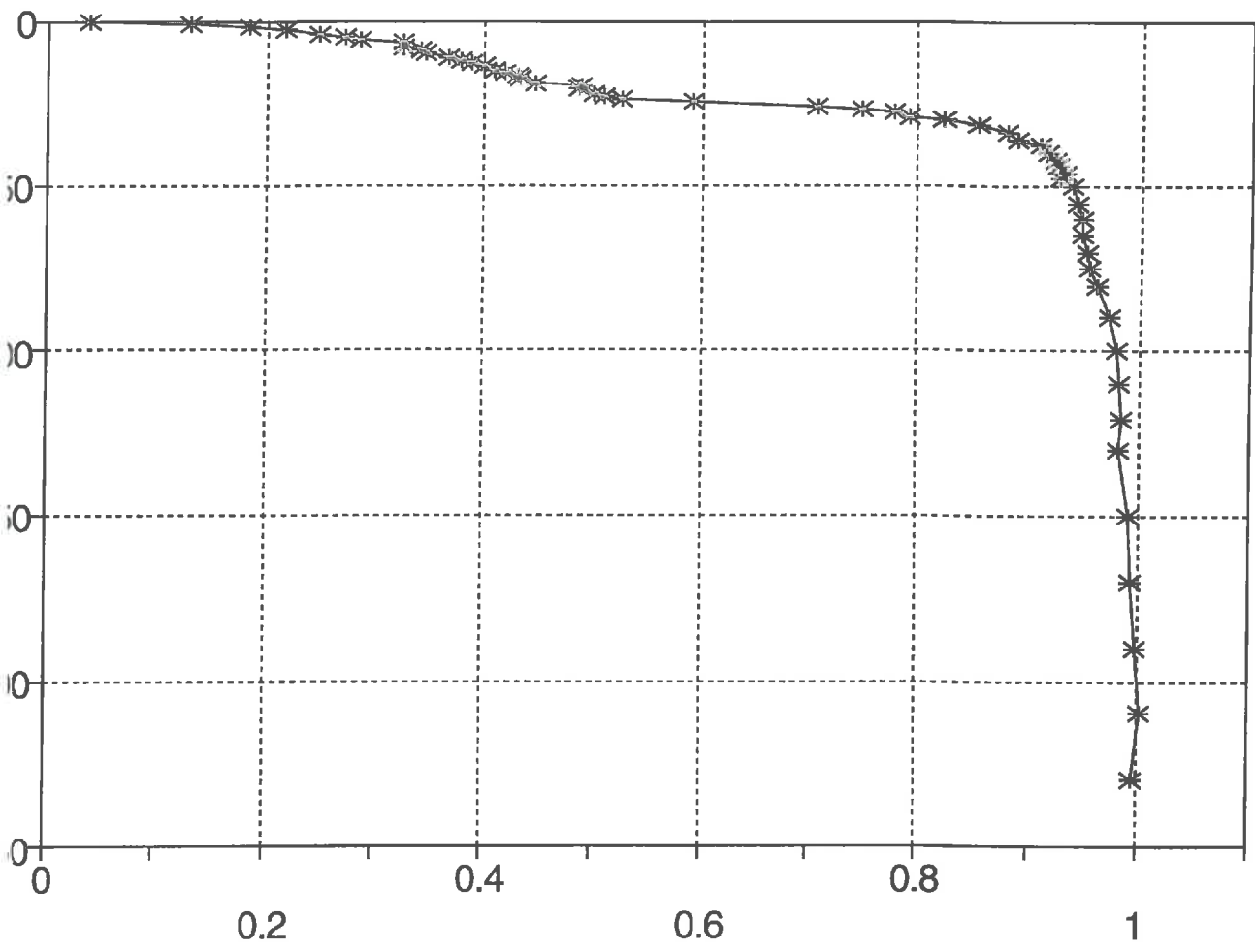
SERIE 1 (JUILLET 1996) II



SERIE 3 (901 JUILLET 96) II



SERIE2 (JUILLET 96) II



## **ANNEXE 3**

## SENSIBILITE THERMIQUE

HUMICAP 9000 Version 01

### Test dans l'air et l'alcool

Une bouteille d'alcool est placée dans le bain thermostaté dont on fait varier la température.

On réalise une mesure lors de l'introduction de la sonde dans l'alcool et une mesure après équilibre thermique.

Les mesures réalisées dans l'air sont à la température du laboratoire (environ 25°C).

Tempér en °C	Permit air avant	Permit alcool instant	Permit alcool éq therm	Permit air après	Permit alcool théorique
5	1	28.34	27.14	0.34	27.4305
15	1.3	27.14	26.41	0.69	26.0796
25	1.42	25.89	25.68	1.15	24.852
35	1.31	24.31	24.66	1.63	23.7382
45	1.25	23.03	23.94	2.23	22.729
55	1.14	21.6	23.46	3.03	21.8152

### Régressions linéaires

Perm=f(T)

Résultats :

Second membre	1.19895
Err std de l'est. de Y	0.16261
R carré	0.02548
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4
Coefficient(s) X	0.00126
Err std du coef.	0.00389

Air  
équilibre thermique avec  
le milieu (25°C)

Résultats :

Second membre	29.1325
Err std de l'est. de Y	0.10803
R carré	0.99856
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4
Coefficient(s) X	-0.136
Err std du coef.	0.00258

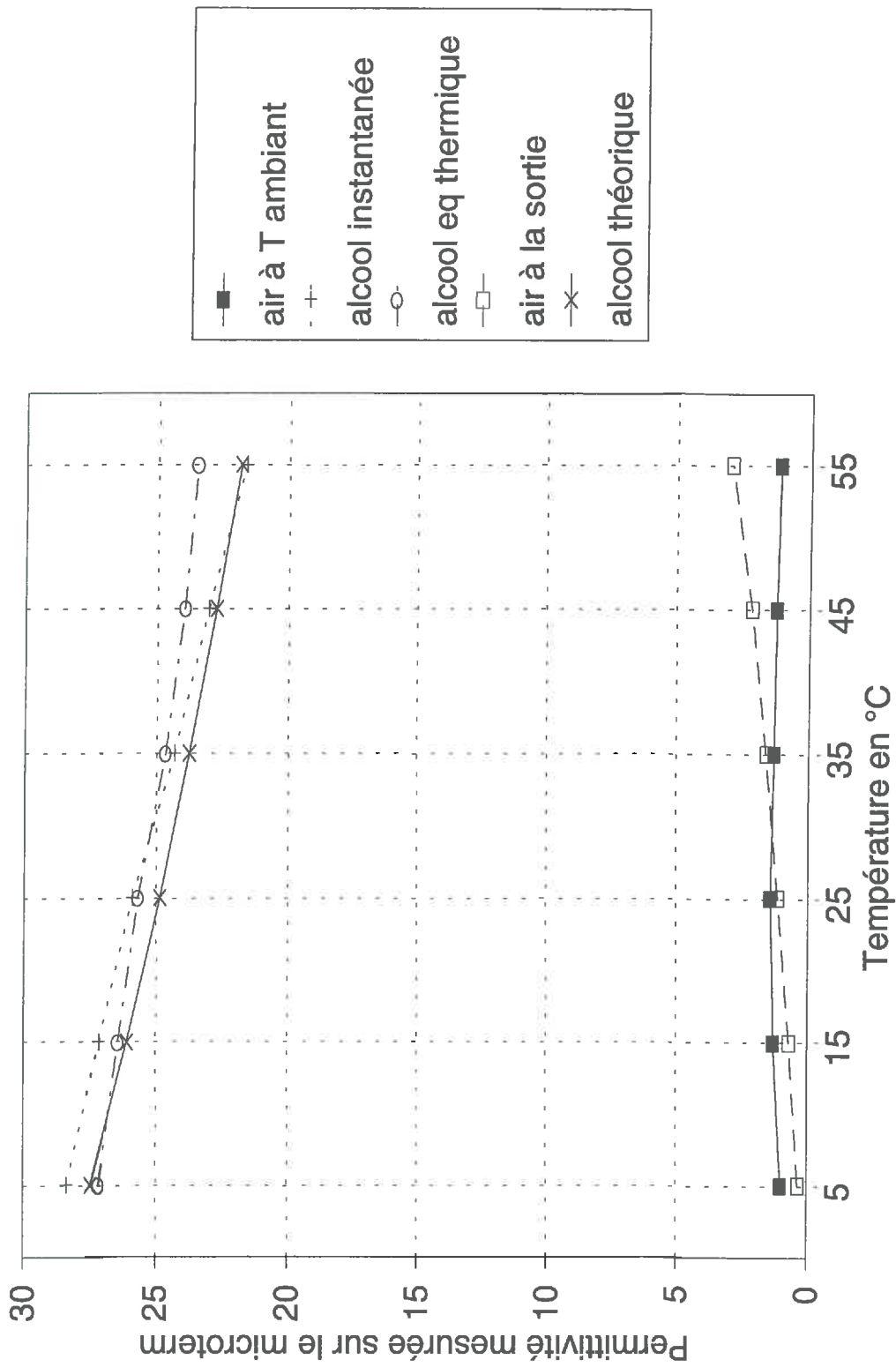
Alcool  
lors de l'introduction

	Résultats :	
	Second membre	27.5147
Alcool	Err std de l'est. de Y	0.14142
après équilibre thermique	R carré	0.99228
	Nombre d'observations	6
	Degrés de liberté	4
	Coefficient(s) X	-0.0767
	Err std du coef.	0.00338

	Résultats :	
	Second membre	-0.0783
Air	Err std de l'est. de Y	0.15679
corps du capteur	R carré	0.98039
à la température	Nombre d'observations	6
du bain	Degrés de liberté	4
	Coefficient(s) X	0.053
	Err std du coef.	0.00375

	Résultats :	
	Second membre	27.8043
Alcool théorique	Err std de l'est. de Y	0.167
	R carré	0.99495
	Nombre d'observations	6
	Degrés de liberté	4
	Coefficient(s) X	-0.1121
	Err std du coef.	0.00399

# ETUDE DE LA SENSIBILITE THERMIQUE





# ETUDE DE LA SENSIBILITE THERMIQUE

Etude dans la chambre climatique

On mesure la permittivité de l'air à différentes températures

Théorie: permittivité de l'air = 1

Température °C	Permittivité	Intensité mA	Conversion du signal 4-20
5	0.34	2.677	-3.3075
15	0.8	4.305	0.7625
25	1.3	4.527	1.3175
35	2.12	4.819	2.0475
45	2.66	5.028	2.57

Permittivité=f(température)

Résultats :

Second membre  
Err std de l'est. de Y  
R carré  
Nombre d'observations  
Degrés de liberté

-0.046  
0.11219  
0.98948  
5  
3

Intensité=f(température)

Résultats :

Second membre  
Err std de l'est. de Y  
R carré  
Nombre d'observations  
Degrés de liberté

2.9672  
0.50339  
0.7816  
5  
3

Coefficient(s) X 0.0596

Err std du coef. 0.00355

Coefficient(s) X 0.05216

Err std du coef. 0.01592

Permittivité=f(Intensité)

Résultats :

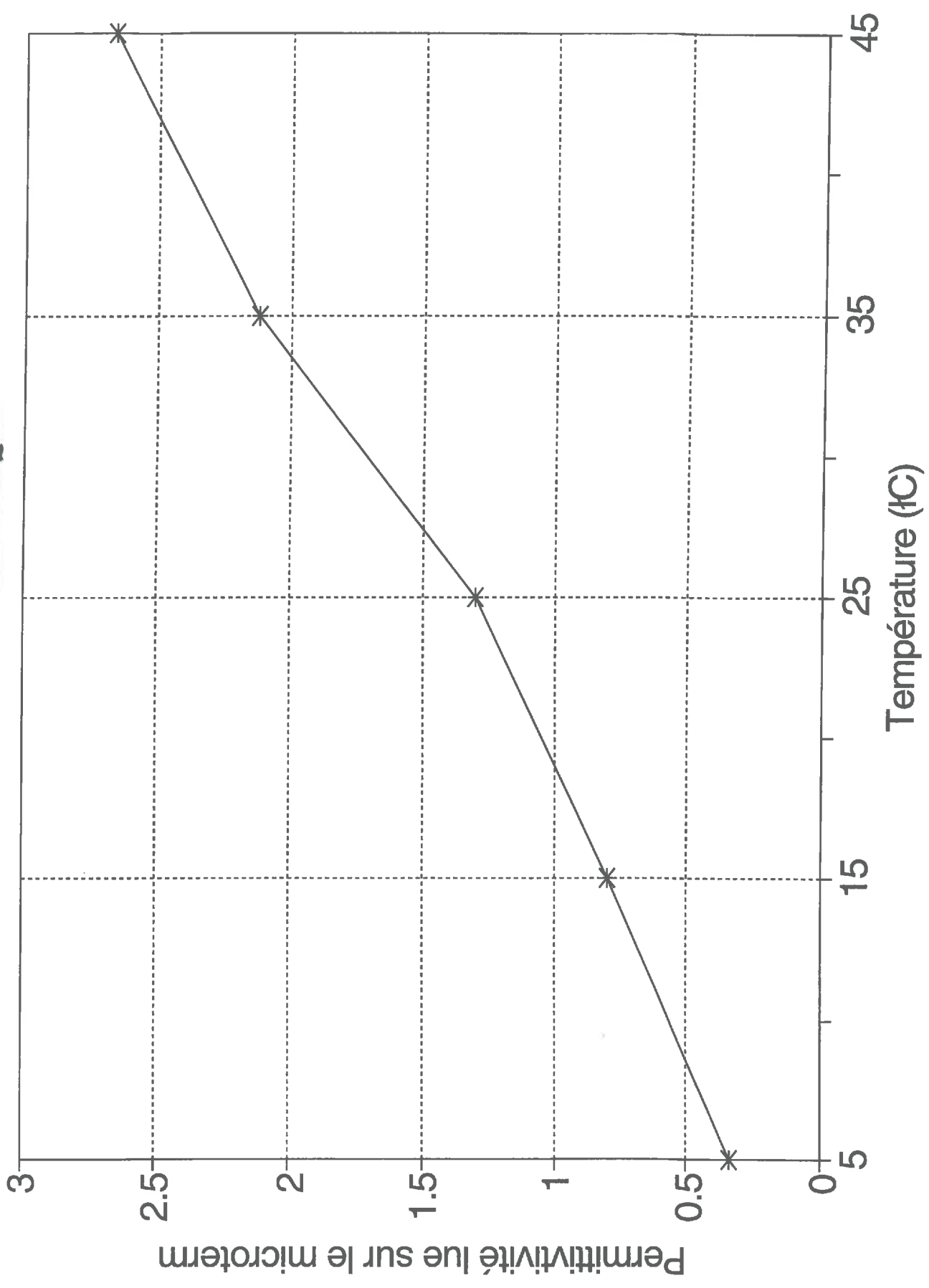
Second membre  
Err std de l'est. de Y  
R carré  
Nombre d'observations  
Degrés de liberté

3.06772  
0.57366  
0.71638  
5  
3

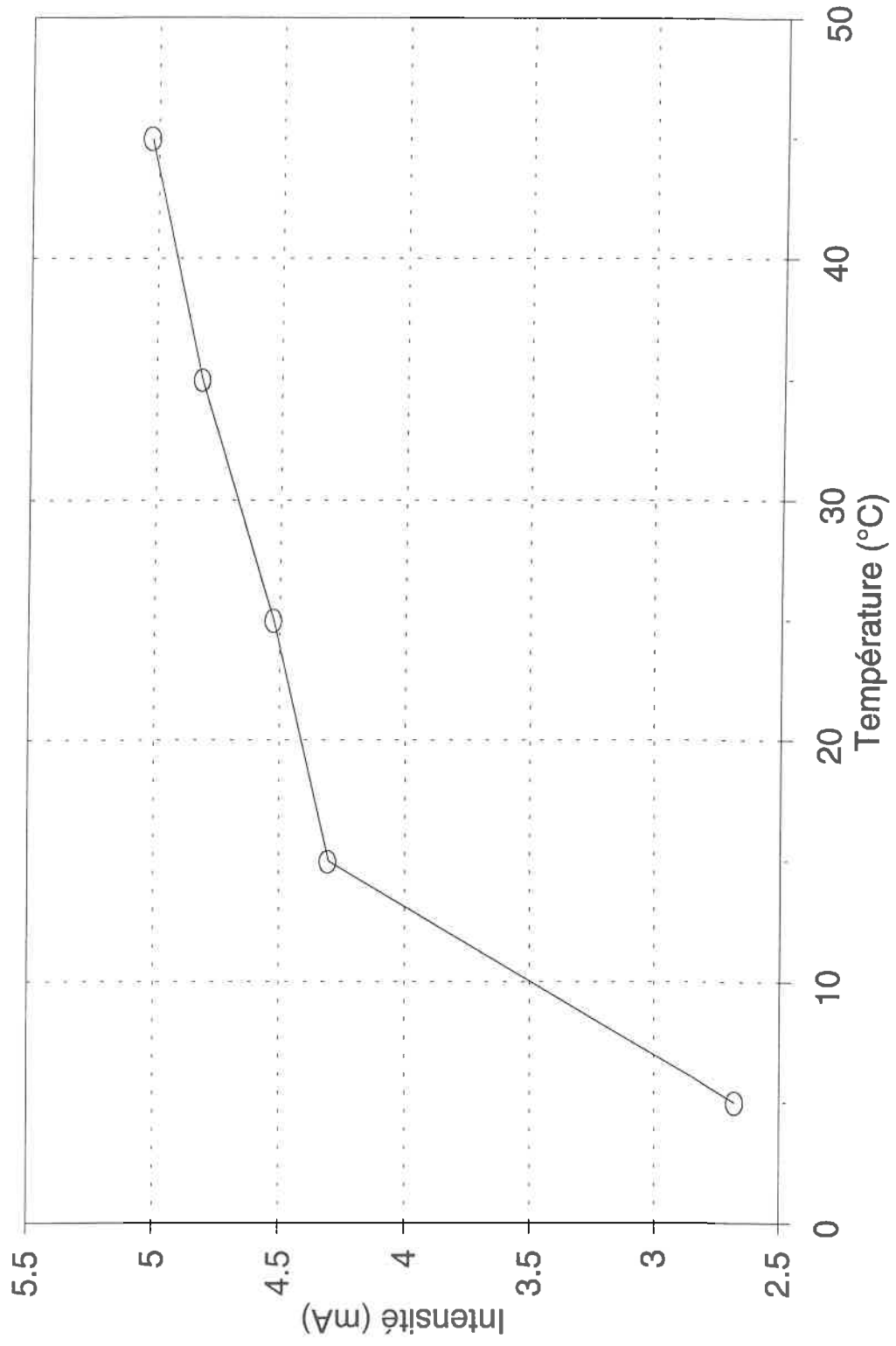
Coefficient(s) X 0.83344

Err std du coef. 0.30277

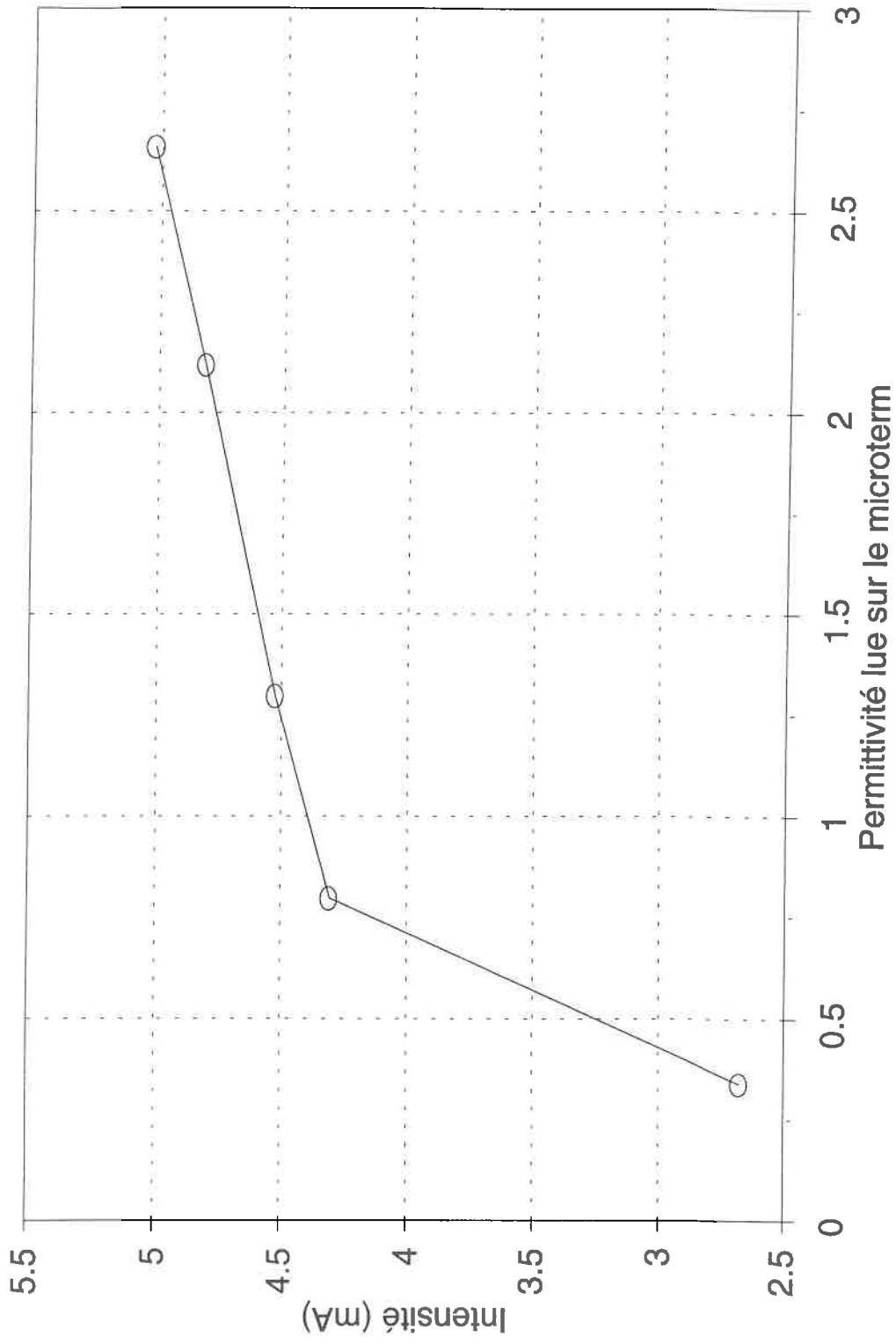
# SENSIBILITE THERMIQUE



# SENSIBILITE THERMIQUE



# SENSIBILITE THERMIQUE



## **ANNEXE 4**

## FICHE DE MESURES

### PERFORMANCES DE LA MESURE DE TEMPERATURE DU CAPTEUR

#### MATERIEL DE MESURES

\*Multimètre AOIP MN5128 (20000 points de résolution)

\*Thermomètre ASPIN -2/+32 C +/-0.1 C (09 638.04)

\*Alimentation en batterie 12V

En raison du pas de lecture de 0.2 C sur le microterm 4800, certaines mesures oscillaient entre deux valeurs.

Dans ce cas, j'ai retenu la valeur intermédiaire.

1. Alimentation du capteur en équilibre thermique

Enfoncement du barycentre: 7.5cm

Contrôle thermomètre ASPIN 09638.04

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec
10.2	10.2	10			0
		10			15
		10.1			30
		10.2			45
		10.3			60
10.2		10.3			75
		10.4			90
		10.5			105
		10.5			120
		10.6			135
		10.7			150
		10.7			165
		10.8			180
		10.8			195
		10.9			210
		10.9			225
		10.9			240
		10.9			255
		11			270
		11			285
		11.1			300
		11.1			315
		11.1			330
		11.1			345
		11.2			360
		11.2			375
		11.2			390
		11.2			405
		11.3			420
		11.3			435
		11.3			450
		11.3			465
		11.3			480
		11.3			495

		11.3	510
		11.3	525
		11.4	540
		11.4	555
		11.4	570
		11.4	585
10.2	10.2	11.4	600

2. Alimentation du capteur à température ambiante

Enfoncement du barycentre: 7.5cm

Contrôle température au thermomètre ASPIN 09 368.04

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
10.3	10.4	19.6	11.47	19.88	0
		19.4			15
		19.4	11.437	19.75	30
		19.2	11.357	19.43	45
		19	11.3	19.20	60
		18.8	11.259	19.04	70
		18.4	11.19	18.76	80
		18.2	11.153	18.61	90
		18	11.085	18.34	105
		17.4	11.008	18.03	120
		17.2	10.932	17.73	135
		16.8	10.946	17.78	150
		16.6	10.78	17.12	165
		16.4	10.708	16.83	180
		16.2	10.64	16.56	195
		15.8	10.572	16.29	210
		15.6	10.511	16.04	225
		15.4	10.448	15.79	240
		15.2	10.39	15.56	255
		15	10.331	15.32	270
		14.8	10.27	15.08	285
		14.6	20.215	54.86	300
		14.4	10.154	14.62	315
		14.2	10.1	14.40	330
		14.2	10.039	14.16	345
		14	9.98	13.92	360
		13.8	9.91	13.64	375
		13.5	9.766	13.06	390
		13.4	9.711	12.84	405
		13.4	9.61	12.44	420
		13.2	9.518	12.07	435
		13.2	9.37	11.48	450
		13	9.07	10.28	465
		13	5.85	-2.60	480
		12.8	5.824	-2.70	495
		12.8	5.825	-2.70	525
		12.6	5.827	-2.69	540
		12.6	5.827	-2.69	555
		12.5	5.828	-2.69	570

		12.5	5.829	-2.68	585
		12.5	5.83	-2.68	600
		12.4	5.83	-2.68	615
		12.4	5.831	-2.68	630
		12.2	5.831	-2.68	645
		12.2	5.831	-2.68	660
		12.2	5.832	-2.67	675
		12.2	5.831	-2.68	690
		12.2	5.831	-2.68	705
		12.2	5.831	-2.68	720
		12.2	5.831	-2.68	735
		12.1	5.832	-2.67	750
		12.1	5.832	-2.67	765
10.3	10.4	12	5.832	-2.67	780

### 3. Alimentation du capteur déjà dans l'alcool

Enfoncement du barycentre: 7.5 cm

Contrôle des températures: thermomètre ASPIN 09 638.04

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
10.3	10.4	10	ANOMALIE		0
		10.1			5
		10.1			15
		10.2			25
		10.2			30
		10.3			45
		10.3			60
		10.4			75
		10.5			90
		10.5			105
		10.6			120
		10.6			135
		10.7			150
		10.7			165
		10.8			180
		10.8			195
		10.9			210
		10.9			225
		10.9			240
		11			255
		11			270
		11.1			285
10.3	10.4	11.1			300

### 4. Etude des perturbations dues à la chauffe du capteur

Expérimentation réalisée dans de l'eau

Utilisation du bain thermostaté à 10°C

Thermomètre ASPIN collé au capteur afin d'observer un réchauffement du milieu

(Voir schéma du protocole mis en place)



Alimentation du capteur déjà immergé  
 Enfoncement du barycentre: 7.5 cm

Temp du bain	Temp vers capteur	Temp 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
10.3	10.4	10	ANOMALIE		5
	10.4	10			15
	10.4	10			25
	10.4	10.1			30
	10.4	10.1			45
	10.4	10.1			60
	10.4	10.2			75
	10.4	10.3			90
	10.4	10.4			105
	10.4	10.5			120
	10.4	10.6			135
	10.4	10.6			150
	10.4	10.7			165
	10.4	10.7			180
	10.4	10.8			195
	10.4	10.9			210
	10.4	10.9			225
	10.4	11			240
	10.4	11			255
	10.4	11.1			270
	10.4	11.1			285
	10.4	11.1			300
	10.4	11.1			315
	10.4	11.1			330
	10.4	11.2			345
	10.4	11.2			360
	10.4	11.3			375
	10.4	11.3			390
	10.4	11.3			405
	10.4	11.4			420
	10.4	11.4			435
	10.4	11.4			465
	10.4	11.4			480
	10.4	11.4			495
	10.4	11.4			510
	10.4	11.4			525
	10.4	11.4			540
	10.4	11.4			555
	10.4	11.4			570
	10.4	11.4			585
	10.4	11.5			600
	10.4	11.5			615
	10.4	11.5			630
	10.4	11.5			645
	10.4	11.5			660

Conclusion: réchauffement à l'intérieur de la sonde  
 mais pas de propagation sur le milieu d'étude

5. Alimentation du capteur déjà dans l'alcool  
 Enfoncement du barycentre: 7.5 cm

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
30.1	30	27.6	13.424	27.70	0
		27.6	13.433	27.73	10
		27.7	13.435	27.74	15
		27.7	13.449	27.80	30
		27.7	13.46	27.84	40
		27.8	13.465	27.86	45
		27.8	13.488	27.95	60
		27.9	13.501	28.00	75
		28	13.535	28.14	90
		28	13.562	28.25	105
		28.2	13.579	28.32	120
		28.2	13.599	28.40	135
		28.3	13.619	28.48	150
		28.3	13.638	28.55	165
		28.3	13.655	28.62	180
		28.4	13.673	28.69	195
		28.5	13.687	28.75	210
		28.5	13.704	28.82	225
		28.6	13.72	28.88	240
		28.6	13.733	28.93	255
		28.7	13.745	28.98	270
		28.7	13.759	29.04	285
		28.8	13.772	29.09	300
		28.9	13.784	29.14	315
		28.9	13.795	29.18	330
		28.9	13.806	29.22	345
		29	13.816	29.26	360
		29.1	13.827	29.31	375
		29.1	13.835	29.34	390
		29.1	13.845	29.38	405
		29.1	13.853	29.41	420
		29.2	13.861	29.44	435
		29.2	13.869	29.48	450
29.2	13.877	29.51	465		
29.3	13.884	29.54	480		
29.3	13.891	29.56	495		
29.3	13.897	29.59	510		
29.3	13.903	29.61	525		
29.3	13.91	29.64	540		
29.3	13.914	29.66	555		
29.3	13.92	29.68	570		
29.3	13.926	29.70	585		
29.4	13.93	29.72	600		
29.5	13.946	29.78	660		
30.1	30	29.6	13.961	29.84	720

6. Alimentation du capteur en équilibre thermique

Enfoncement du barycentre: 7.5 cm

Contrôle des températures: thermomètre ASPIN 09 638.04

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
30.1	30		13.497	27.99	0
		27.7	13.505	28.02	10
		27.8	13.513	28.05	20
		28	13.53	28.12	30
		28	13.554	28.22	45
		28.1	13.578	28.31	60
		28.2	13.606	28.42	75
		28.3	13.628	28.51	90
		28.3	13.654	28.62	105
		28.5	13.692	28.77	135
		28.6	13.709	28.84	150
		28.7	13.728	28.91	165
		28.7	13.744	28.98	180
		28.7	13.757	29.03	195
		28.9	13.773	29.09	210
		28.9	13.785	29.14	225
		29	13.797	29.19	240
		29	13.809	29.24	255
		29.1	13.82	29.28	270
		29.1	13.831	29.32	285
		29.1	13.84	29.36	300
		29.1	13.849	29.40	315
		29.1	13.859	29.44	330
		29.2	13.867	29.47	345
		29.3	13.875	29.50	360
		29.3	13.882	29.53	375
		29.3	13.89	29.56	390
		29.3	13.897	29.59	405
		29.3	13.904	29.62	420
		29.3	13.91	29.64	435
		29.3	13.916	29.66	450
		29.3	13.922	29.69	465
		29.4	13.928	29.71	480
		29.4	13.933	29.73	495
		29.5	13.937	29.75	510
		29.5	13.942	29.77	525
		29.5	13.947	29.79	540
		29.5	13.95	29.80	555
		29.5	13.955	29.82	570
		29.5	13.96	29.84	585
		29.5	13.962	29.85	600
		29.6	13.975	29.90	660
30	30.1	29.7	13.988	29.95	720

7. Alimentation du capteur en équilibre thermique

Enfoncement du barycentre: 7.5 cm

Contrôle des températures: thermomètre ASPIN

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.
20.2	20.2		11.069	18.28	0
			11.075	18.30	5
		18.1			15
		18.1	11.09	18.36	20
		18.1	11.107	18.43	30
		18.1	11.128	18.51	45
		18.2	11.16	18.64	60
		18.5	11.19	18.76	75
		18.5	11.216	18.86	90
		18.6	11.241	18.96	105
		18.8	11.267	19.07	120
		18.9	11.287	19.15	135
		18.9	11.308	19.23	150
		18.9	11.327	19.31	165
		19	11.344	19.38	180
		19.1	11.362	19.45	195
		19.3	11.377	19.51	210
		19.3	11.392	19.57	225
		19.3	11.406	19.62	240
		19.4	11.418	19.67	255
		19.5	11.431	19.72	270
		19.5	11.443	19.77	285
		19.6	11.454	19.82	300
		19.6	11.464	19.86	315
		19.6	11.473	19.89	330
		19.7	11.483	19.93	345
		19.7	11.491	19.96	360
		19.8	11.5	20.00	375
		19.8	11.508	20.03	390
		19.8	11.516	20.06	405
		19.8	11.523	20.09	420
		19.9	11.53	20.12	435
		19.9	11.536	20.14	450
		19.9	11.543	20.17	465
		19.9	11.549	20.20	480
		19.9	11.555	20.22	495
		20	11.56	20.24	510
		20	11.565	20.26	525
		20	11.57	20.28	540
		20.1	11.574	20.30	555
		20.1	11.579	20.32	570
		20.1	11.583	20.33	585
20.2	20.2	20.1	11.587	20.35	600

8. Alimentation du capteur en équilibre thermique  
Enfoncement du barycentre: 7.5 cm  
Contrôle thermomètre ASPIN 09 638.04

Temp du bain	Temp de l'alcool	Temp sur le 4800	Intensité	Temp déduite	TEMPS en sec.		
40.1	39.8	37.8	15.968	37.87	5		
		37.8	15.974	37.90	15		
		37.8	16	38.00	30		
		37.9	16.028	38.11	45		
		38	16.06	38.24	60		
		38.1	16.079	38.32	75		
		38.2	16.101	38.40	90		
		38.3	16.143	38.57	120		
		38.4	16.18	38.72	150		
		38.5	16.214	38.86	180		
		38.7	16.244	38.98	210		
		38.7	16.269	39.08	240		
		38.8	16.293	39.17	270		
		38.9	16.313	39.25	300		
		38.9	16.332	39.33	330		
		39	16.349	39.40	360		
		39.1	16.365	39.46	390		
		39.1	16.378	39.51	420		
		40.1	39.8	39.2	16.391	39.56	450

PERFORMANCE DE LA MESURE DE TEMPERATURE  
 HUMICAP 9000 Version 01

Le capteur n'était pas complètement immergé

TEMPER ASPIN	TEMPER 4800	INTENSITE	TEMPER DEDUITE	TEMPS (sec)
10.2	10			0
10.4	10			0
20.2	18	11.069	18.276	0
30	27.6	13.424	27.696	0
30	27.7	13.497	27.988	0
39.8	37.8	15.968	37.872	0
10.2	10			15
10.4	10.1			15
20.2	18.1	11.085	18.34	15
30	27.7	13.435	27.74	15
30	27.7	13.51	28.04	15
39.8	37.8	15.974	37.896	15
10.2	10.1			30
10.4	10.2			30
20.2	18.1	11.107	18.428	30
30	27.7	13.449	27.796	30
30	28	13.53	28.12	30
39.8	37.8	16	38	30
10.2	10.3			60
10.4	10.3			60
20.2	18.2	11.16	18.64	60
30	27.8	13.488	27.952	60
30	28.1	13.578	28.312	60
39.8	38	16.06	38.24	60
10.2	10.5			120
10.4	10.6			120
20.2	18.8	11.267	19.068	120
30	28.2	13.579	28.316	120
30	28.4	13.671	28.684	120
39.8	38.3	16.143	38.572	120
10.2	11.1			300
10.4	11.1			300
20.2	19.6	11.454	19.816	300
30	28.8	13.772	29.088	300
30	29.1	13.84	29.36	300
39.8	38.9	16.313	39.252	300
10.2	11.4			600
20.2	20.1	11.587	20.348	600
30	29.4	13.93	29.72	600
30	29.5	13.962	29.848	600

TEMPERATURE LUE= f(TEMPERATURE ASPIN)

0 Résultats :

Second membre	0.0224752
Err std de l'est. de Y	0.6550454
R carré	0.9972199
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.93147332
Err std du coef.	0.02459115

15 Résultats :

Second membre	0.1045099
Err std de l'est. de Y	0.6219063
R carré	0.997486
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.93010626
Err std du coef.	0.02334707

30 Résultats :

Second membre	0.2095299
Err std de l'est. de Y	0.6277609
R carré	0.9974335
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.9291808
Err std du coef.	0.02356686

60 Résultats :

Second membre	0.3325153
Err std de l'est. de Y	0.6696847
R carré	0.997083
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.92962239
Err std du coef.	0.02514073

120 Résultats :

Second membre	0.6491596
Err std de l'est. de Y	0.5384318

R carré	0.9981182
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.93104582
Err std du coef.	0.02021335

300 Résultats :

Second membre	1.2391194
Err std de l'est. de Y	0.4632289
R carré	0.998612
Nombre d'observations	6
Degrés de liberté	4

Coefficient(s) X	0.93289675
Err std du coef.	0.01739014

600 Résultats :

Second membre	1.9135742
Err std de l'est. de Y	0.2561103
R carré	0.9994184
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	0.91532858
Err std du coef.	0.01561416



		temper aspin	temper theorique	temper 480	DELTA TEMPER	0 sec
		10.2	10.2	10.0	-0.156	
		10.4	10.3	10.0	-0.342	
INTENSITE=f(T ASPIN)		20.2	19.5	18.0	-1.471	
		30.0	28.6	27.6	-0.999	
		30.0	28.6	27.7	-0.899	
0 Résultats :		39.8	37.7	37.8	0.072	
Second membre	5.99103					
Err std de l'est. de Y	0.0549					15 sec
R carré	0.9995	10.2	9.6	10.0	0.408	
Nombre d'observations	4	10.4	9.8	10.1	0.322	
Degrés de liberté	2	20.2	18.9	18.1	-0.793	
		30.0	28.0	27.7	-0.308	
Coefficient(s) X	0.24995	30.0	28.0	27.7	-0.308	
Err std du coef.	0.00396	39.8	37.1	37.8	0.677	
						30 sec
		10.2	9.7	10.1	0.413	
		10.4	9.9	10.2	0.327	
60 Résultats :		20.2	19.0	18.1	-0.879	
Second membre	6.0715	30.0	28.1	27.7	-0.385	
Err std de l'est. de Y	0.07064	30.0	28.1	28.0	-0.085	
R carré	0.99917	39.8	37.2	37.8	0.609	
Nombre d'observations	4					
Degrés de liberté	2					60sec
		10.2	9.8	10.3	0.485	
Coefficient(s) X	0.25	10.4	10.0	10.3	0.299	
Err std du coef.	0.0051	20.2	19.1	18.2	-0.911	
		30.0	28.2	27.8	-0.421	
		30.0	28.2	28.1	-0.121	
120 Résultats :		39.8	37.3	38.0	0.669	
Second membre	6.20173					
Err std de l'est. de Y	0.07291					120 sec
R carré	0.99911	10.2	10.1	10.5	0.354	
Nombre d'observations	4	10.4	10.3	10.6	0.268	
Degrés de liberté	2	20.2	19.5	18.8	-0.656	
		30.0	28.6	28.2	-0.381	
Coefficient(s) X	0.24878	30.0	28.6	28.4	-0.181	
Err std du coef.	0.00526	39.8	37.7	38.3	0.595	
						300 sec
		10.2	10.8	11.1	0.345	
15 Résultats :		10.4	10.9	11.1	0.159	
Second membre	6.01784	20.2	20.1	19.6	-0.484	
Err std de l'est. de Y	0.05505	30.0	29.2	28.8	-0.426	
R carré	0.99949	30.0	29.2	29.1	-0.126	
Nombre d'observations	4	39.8	38.4	38.9	0.532	
Degrés de liberté	2					
						600 sec
Coefficient(s) X	0.24944	10.2	11.2	11.4	0.150	
Err std du coef.	0.00397	20.2	20.4	20.1	-0.303	
		30.0	29.4	29.4	0.027	

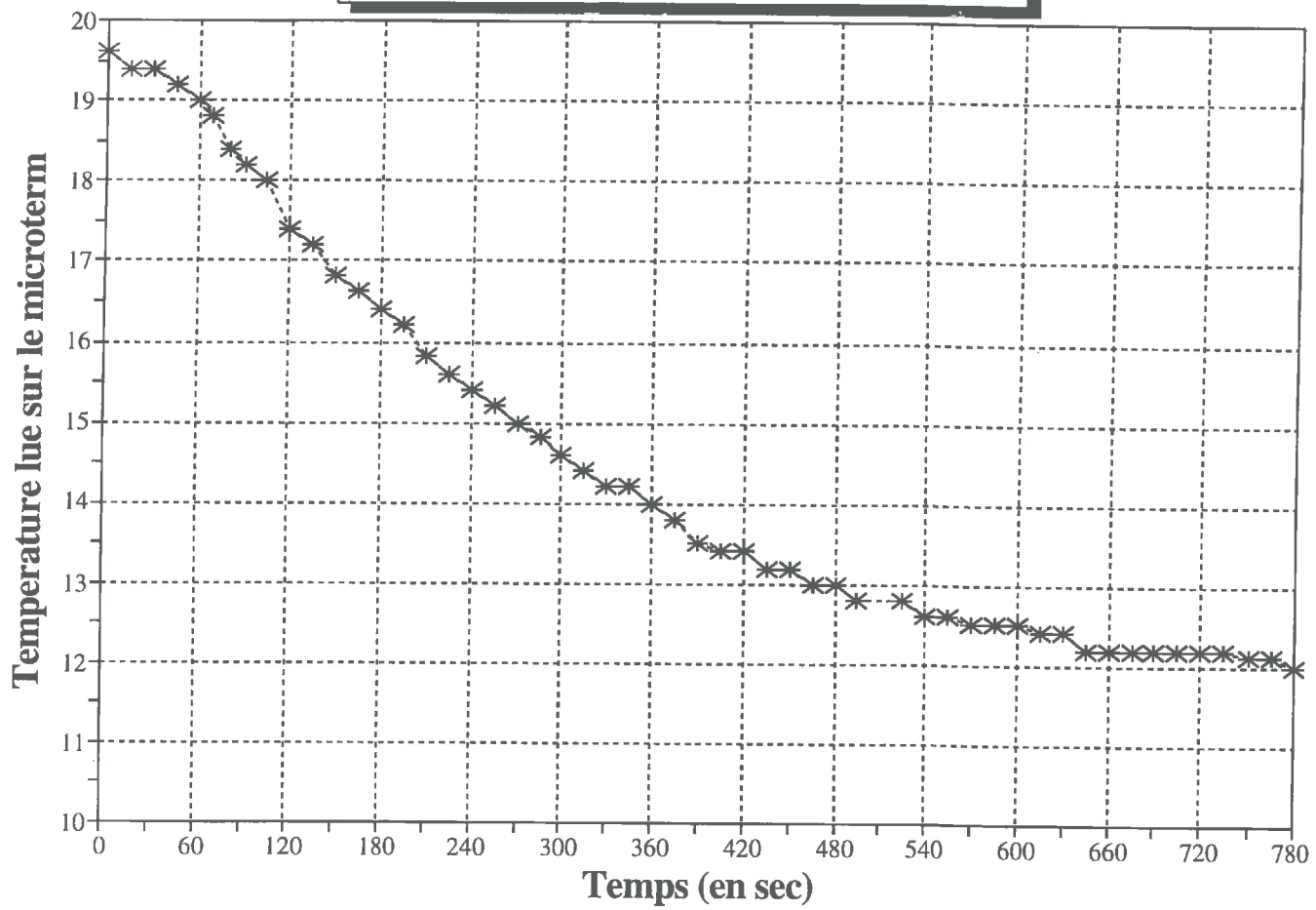
30.0      29.4      29.5      0.127

30      Résultats :

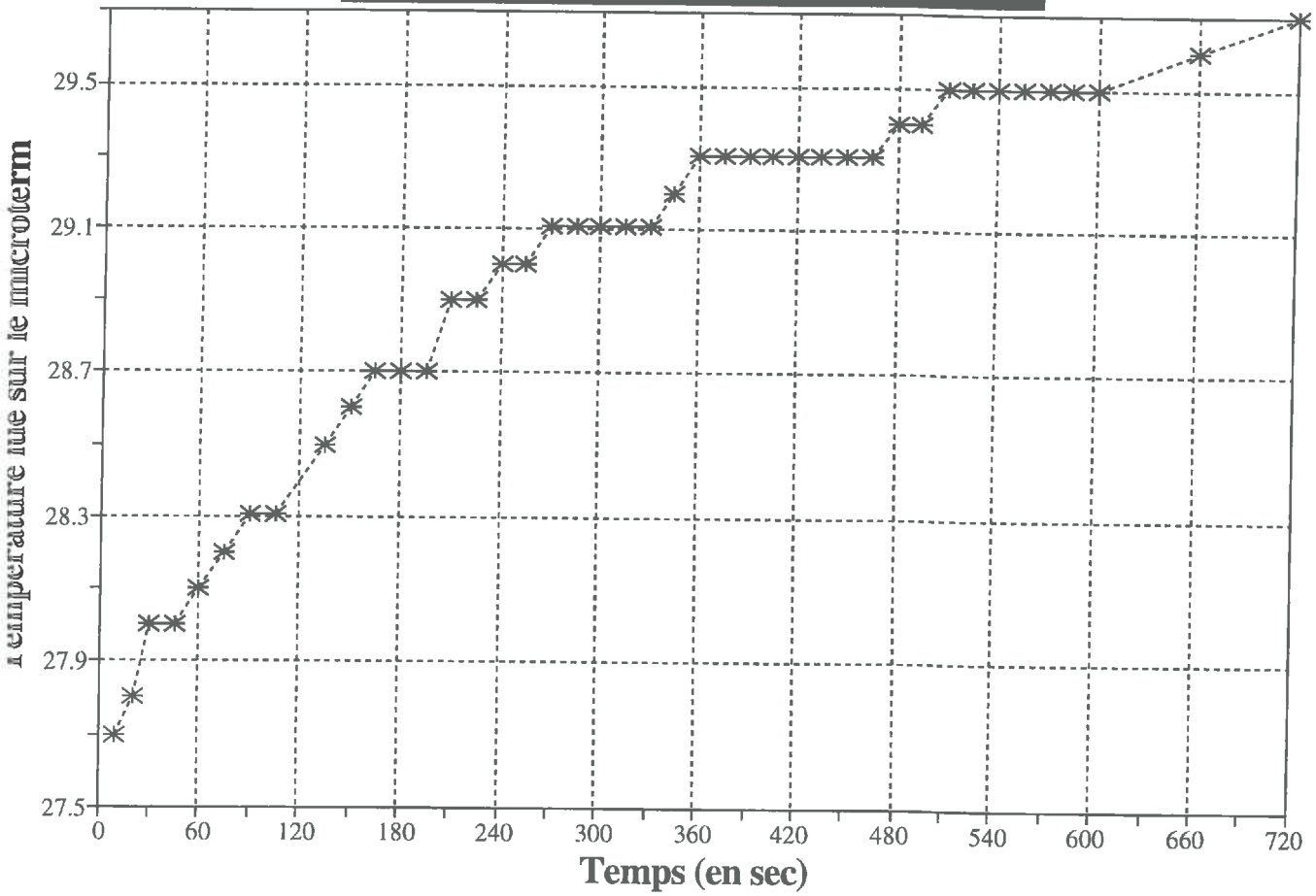
Second membre	6.03221
Err std de l'est. de Y	0.06073
R carré	0.99938
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	0.24964
Err std du coef.	0.00438

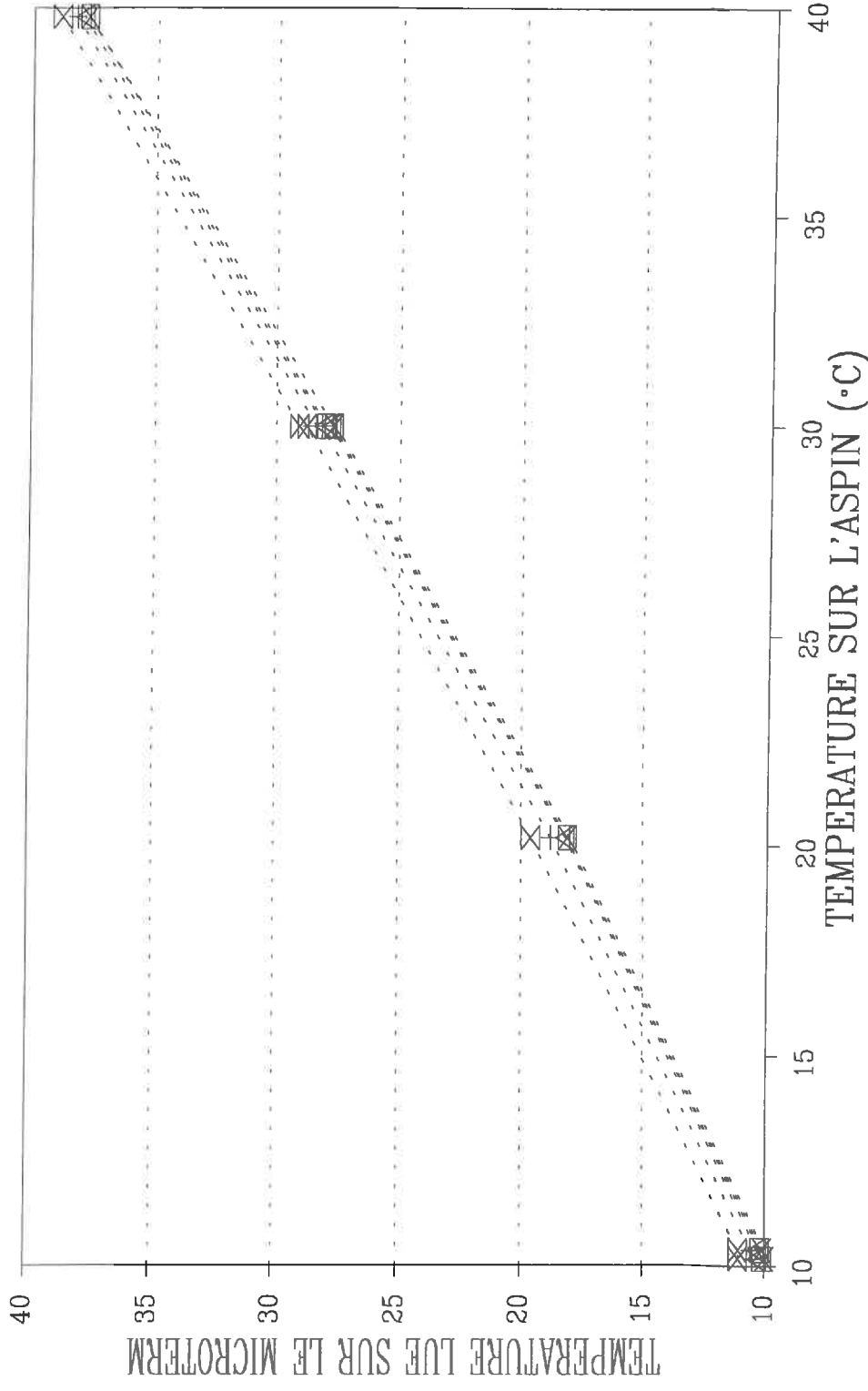
**passage de l'air ambiant a un enfoncement de 7.5cm dans l'alcool a 10 C**



**Enfoncement de 7.5cm du capteur en  
equilibre thermique avec l'alcool a 30C**

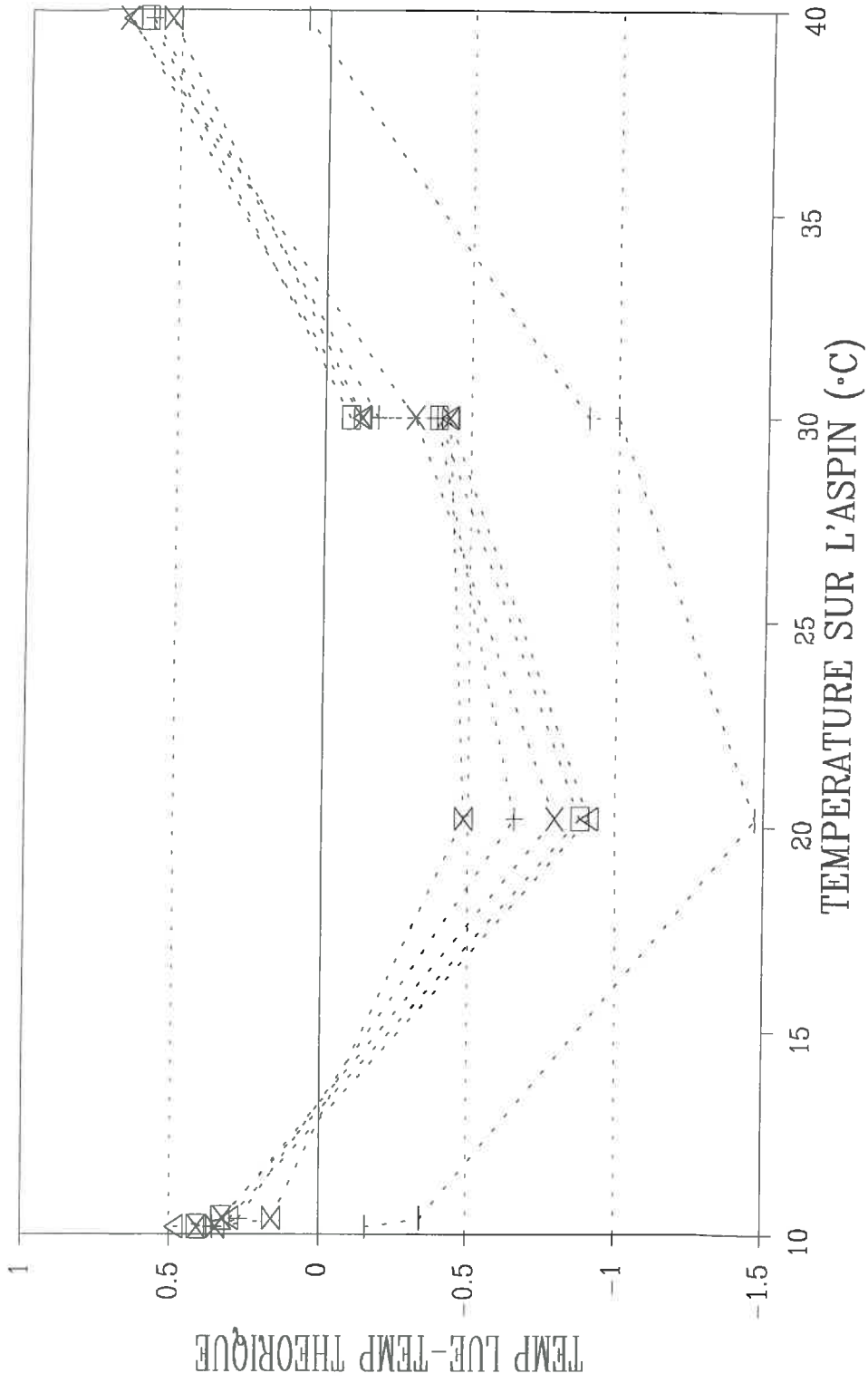


# PERFORMANCE DE LA MESURE DE TEMPERATURE



-- 0 sec ·× 15 sec ·□ 30 sec ·△ 60 sec ·+ 120 sec ·× 300 sec

# PERFORMANCE DE LA MESURE DE TEMPERATURE



--- 0 sec    ·×· 15 sec    ·□· 30 sec    ·+· 60 sec    ·+· 120 sec    ·×· 300 sec

# PERFORMANCES DE LA MESURE DE TEMPERATURE

## MATERIEL DE MESURES

\*Multimètre AOIP MN5128 (20000 points de résolution)

\*Thermomètre ASPIN -2/+32 C +/-0.1 C (09 638.04)

\*Alimentation en batterie 12V

En raison du pas de lecture de 0.2 C sur le microterm 4800, certaines mesures oscillaient entre deux valeurs.

Dans ce cas, j'ai retenu la valeur intermédiaire.

### 1. Alimentation du capteur en équilibre thermique

#### Contrôle thermomètre ASPIN 09638.04

Temp du bain	Temp sur le 4800	Intensité	Permit déduite	TEMPS en sec
10.1	8.7	6.015	-1.94	0
	8.8	6.212		15
	8.8	6.215		30
	9	6.211		45
	9.2	6.206		60
	9.3			75
	9.5			90
	9.6			105
	9.7			120
	9.9			135
	10			150
	10			165
	10.1			180
	10.1			195
	10.2			210
	10.3			225
	10.5			240
	10.5			255
	10.5			270
	10.5			285
	10.6			300
	10.6			315
	10.6			330
	10.7			345
	10.7			360
	10.7			375
	10.8			390
	10.9			405
	10.9			420
	10.9			435
	10.9			450

	10.9	465
	10.9	480
	10.9	495
	10.9	510
	10.9	525
	10.9	540
	10.9	555
	10.9	570
	10.9	585
10.1	10.9	600

## 2. Alimentation du capteur immerge

Controle temperature au thermometre ASPIN 09 368.04

Temp du bain	Temp sur le 4800	Intensite	Temp deduite	TEMPS en sec.
20	18.1	11.437	19.748	0
	18.2	11.32	19.28	15
	18.2	11.302	19.208	30
	18.4	11.309	19.236	45
	18.6	11.333	19.332	60
	18.8	11.358	19.432	75
	18.9	11.383	19.532	90
	19.1	11.41	19.64	105
	19.2	11.435	19.74	120
	19.4	11.458	19.832	135
	19.5	11.481	19.924	150
	19.6	11.5	20	165
	19.6	11.518	20.072	180
	19.7	11.533	20.132	195
	19.8			210
	19.9	11.561	20.244	225
	19.9	11.572	20.288	240
	20	11.583	20.332	255
	20	11.595	20.38	270
	20	11.603	20.412	285
	20.2	11.612	20.448	300
	20.2	11.62	20.48	315
	20.2	11.629	20.516	330
	20.3	11.637	20.548	345
	20.4	11.646	20.584	360
	20.4	11.653	20.612	375
	20.4	11.66	20.64	390
	20.5	11.667	20.668	405
	20.5	11.675	20.7	420
	20.5	11.681	20.724	435
	20.5	11.686	20.744	450
	20.5	11.691	20.764	465
	20.5	11.696	20.784	480



	20.5	11.7	20.8	495
	20.5	11.704	20.816	510
	20.5	11.708	20.832	525
	20.5	11.712	20.848	540
	20.6	11.715	20.86	555
	20.6	11.718	20.872	570
	20.6	11.721	20.884	585
20	20.6	11.723	20.892	600

### 3. Alimentation du capteur immerge

Controle des temperatures: thermometre ASPIN 09 638.04

Temp du bain	Temp sur le 4800	Intensite	Temp deduite	TEMPS en sec.
30.1	28.2	13.949	29.796	0
	28.3	13.801	29.204	15
	28.5	13.825	29.3	30
	28.6	13.863	29.452	45
	28.9	13.894	29.576	60
	29	13.913	29.652	75
	29.2	13.945	29.78	90
	29.3	13.98	29.92	105
	29.5	14.01	30.04	120
	29.6	14.036	30.144	135
	29.7	14.058	30.232	150
	29.8	14.082	30.328	165
	29.8	14.099	30.396	180
	29.9	14.117	30.468	195
	30.1	14.133	30.532	210
	30.1	14.145	30.58	225
	30.1	14.153	30.612	240
	30.1	14.16	30.64	255
	30.2	14.163	30.652	270
	30.3	14.167	30.668	285
	30.3	14.174	30.696	300
	30.3	14.181	30.724	315
	30.4	14.189	30.756	330
	30.5	14.199	30.796	345
	30.5	14.207	30.828	360
	30.5	14.214	30.856	375
	30.6	14.221	30.884	390
	30.6	14.229	30.916	405
	30.6	14.235	30.94	420
	30.6	14.24	30.96	435
	30.7	14.245	30.98	450
	30.8	14.251	31.004	465
	30.8	14.256	31.024	480
	30.8	14.261	31.044	495
	30.8	14.264	31.056	510
	30.8	14.268	31.072	525

	30.8	14.272	31.088	540
	30.8	14.275	31.1	555
	30.8	14.277	31.108	570
	30.8	14.281	31.124	585
30.1	30.8	14.284	31.136	600

#### 4. Alimentation du capteur immerge

controle temperature:thermometre ASPIN 09 638.04

Temp du bain	Temp sur le 4800	Intensite	Temp deduite	TEMPS en sec.
40	38.9	16.526	40.104	0
	38.9	16.434	39.736	15
	39.1	16.442	39.768	30
	39.3	16.476	39.904	45
	39.4	16.51	40.04	60
	39.6	16.549	40.196	75
	39.7	16.586	40.344	90
	39.9	16.622	40.488	105
	40	16.648	40.592	120
	40.1	16.673	40.692	135
	40.2	16.693	40.772	150
	40.3	16.711	40.844	165
	40.4	16.728	40.912	180
	40.5	16.742	40.968	195
	40.5	16.758	41.032	210
	40.5	16.774	41.096	225
	40.5	16.788	41.152	240
	40.6	16.802	41.208	255
	40.7	16.817	41.268	270
	40.8	16.83	41.32	285
	40.8	16.842	41.368	300
	40.8	16.854	41.416	315
	40.8	16.865	41.46	330
	40.8	16.875	41.5	345
	40.8	16.884	41.536	360
	40.8	16.893	41.572	375
	40.8	16.9	41.6	390
	40.8	16.908	41.632	405
	40.8	16.915	41.66	420
	40.8	16.921	41.684	435
	40.8	16.928	41.712	450
	40.8	16.934	41.736	465
	40.8	16.939	41.756	480
	40.8	16.944	41.776	495
	40.8	16.949	41.796	510
	40.8	16.954	41.816	525
	40.8	16.958	41.832	540
	40.8	16.961	41.844	555
	40.8	16.964	41.856	570

40

40.8	16.968	41.872	585
40.8	16.971	41.884	600

ETALONNAGE

0 seconde

REF	MICRO T	T (4-20)
10.1	8.7	
20	18.1	19.75
30.1	28.2	29.80
40	38.9	40.10

15 secondes

10.1	8.8	
20	18.2	19.28
30.1	28.3	29.20
40	38.9	39.74

30 secondes

10.1	8.8	
20	18.2	19.21
30.1	28.5	29.30
40	39.1	39.77

60 secondes

10.1	9.2	
20	18.6	19.33
30.1	28.9	29.57
40	39.4	39.04

300 secondes

10.1	10.6	
20	20.2	20.45
30.1	30.3	30.70
40	40.8	41.37

600 secondes

10.1	10.9	
20	20.6	20.89
30.1	30.8	31.14
40	40.8	41.88

REGRESSIONS LINEAIRES

0 sec Résultats :

Second membre	-1.8006
Err std de l'est. de Y	0.46212
R carré	0.99916
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.00901
Err std du coef.	0.02071

30 sec Résultats :

Second membre	-1.7516
Err std de l'est. de Y	0.42538
R carré	0.99929
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.01404
Err std du coef.	0.01906

300 sec Résultats :

Second membre	0.1994
Err std de l'est. de Y	0.3218
R carré	0.99959
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.00901
Err std du coef.	0.01442

15 sec Résultats :

Second membre	-1.6504
Err std de l'est. de Y	0.42547
R carré	0.99928
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.006
Err std du coef.	0.01907

60 sec Résultats :

Second membre	-1.3014
Err std de l'est. de Y	0.39171
R carré	0.9994
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.01103
Err std du coef.	0.01755

600 sec Résultats :

Second membre	0.6996
Err std de l'est. de Y	0.11616
R carré	0.99995
Nombre d'observations	4
Degrés de liberté	2

Coefficient(s) X	1.00101
Err std du coef.	0.00521

RESIDU=Valeur mesuree-Valeur theorique

La valeur theorique est recalculée a partir des coefficients  
obtenus par les regressions lineaires

0 sec				
T REF	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	VAL REF-VAL MES
10.1	8.39	8.7	0.31	-1.4
20	18.38	18.1	-0.28	-1.9
30.1	28.57	28.2	-0.37	-1.9
40	38.56	38.9	0.34	-1.1

15 sec				
	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	
10.1	8.51	8.8	0.29	-1.3
20	18.47	18.2	-0.27	-1.8
30.1	28.63	28.3	-0.33	-1.8
40	38.59	38.9	0.31	-1.1

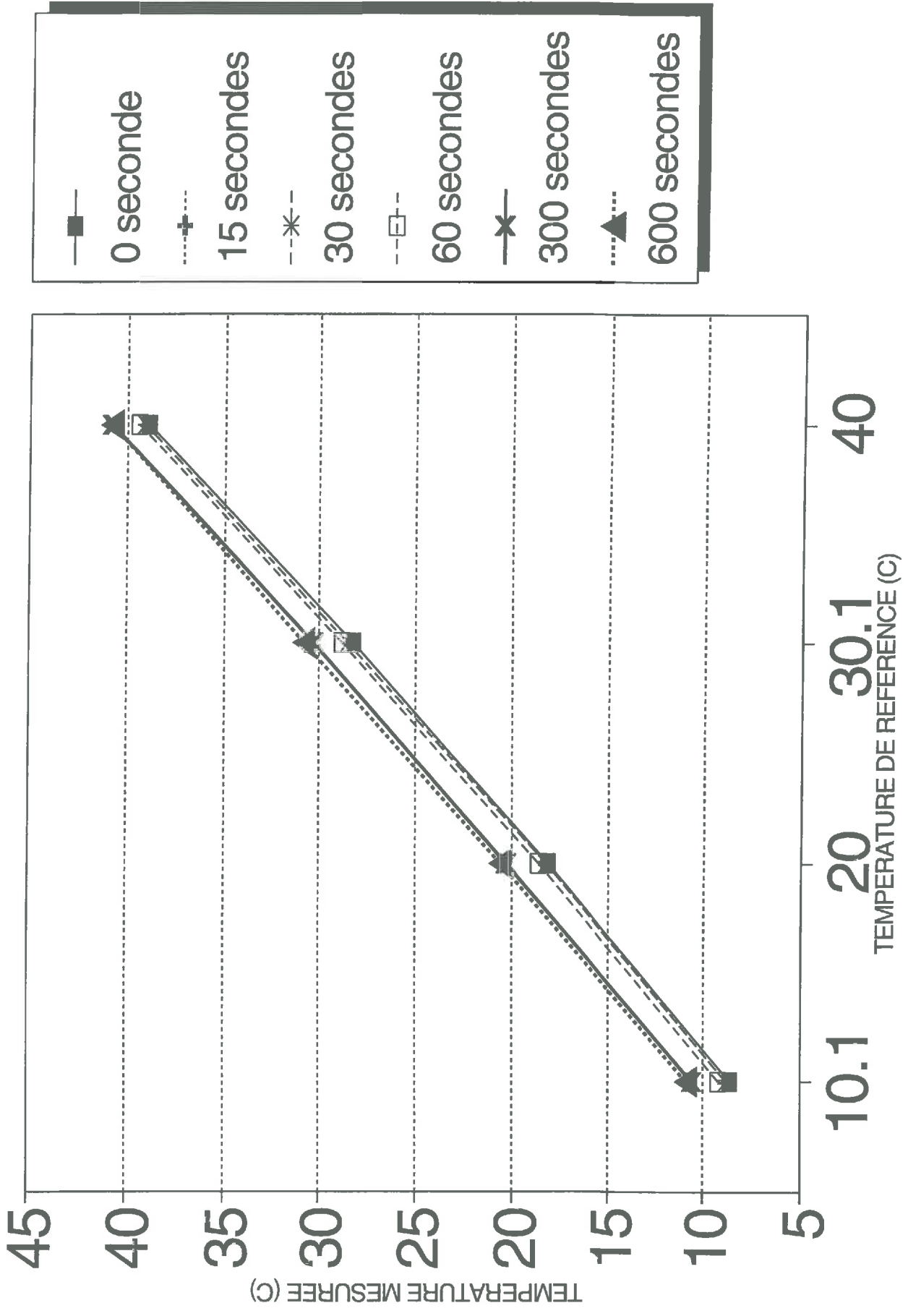
30 sec				
	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	
10.1	8.49	8.8	0.31	-1.3
20	18.53	18.2	-0.33	-1.8
30.1	28.77	28.5	-0.27	-1.6
40	38.81	39.1	0.29	-0.9

60 sec				
	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	
10.1	8.91	9.2	0.29	-0.9
20	18.92	18.6	-0.32	-1.4
30.1	29.13	28.9	-0.23	-1.2
40	39.14	39.4	0.26	-0.6

300 sec				
	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	
10.1	10.39	10.6	0.21	0.5
20	20.38	20.2	-0.18	0.2
30.1	30.57	30.3	-0.27	0.2
40	40.56	40.8	0.24	0.8

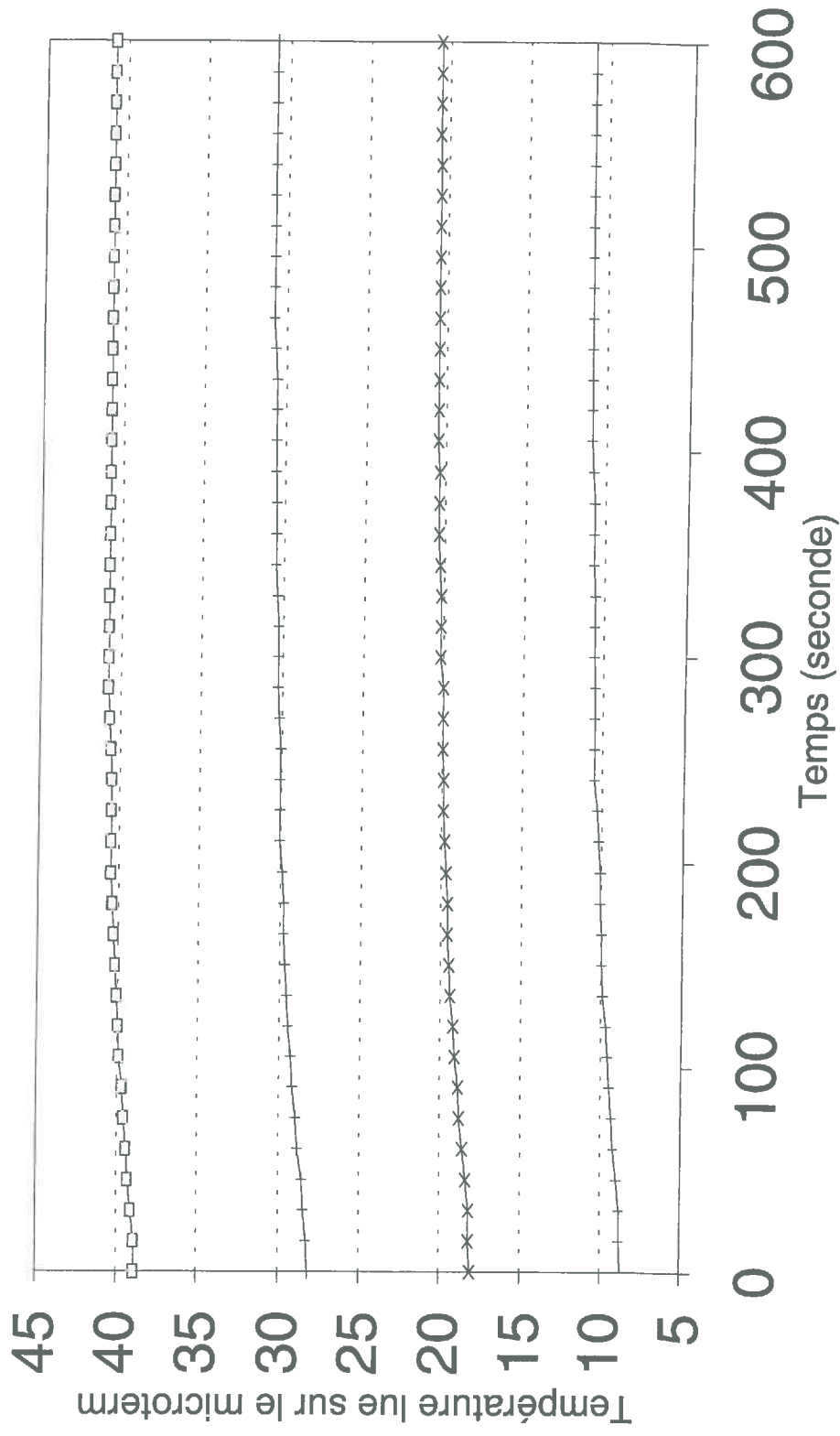
600 sec				
	VAL THEOR	VAL MES	RESIDUS	
10.1	10.81	10.9	0.09	0.8
20	20.72	20.6	-0.12	0.6
30.1	30.83	30.8	-0.03	0.7
40	40.74	40.8	0.06	0.8

# MESURE DE TEMPERATURE ETALONNAGE



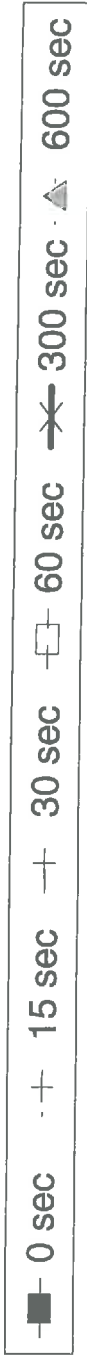
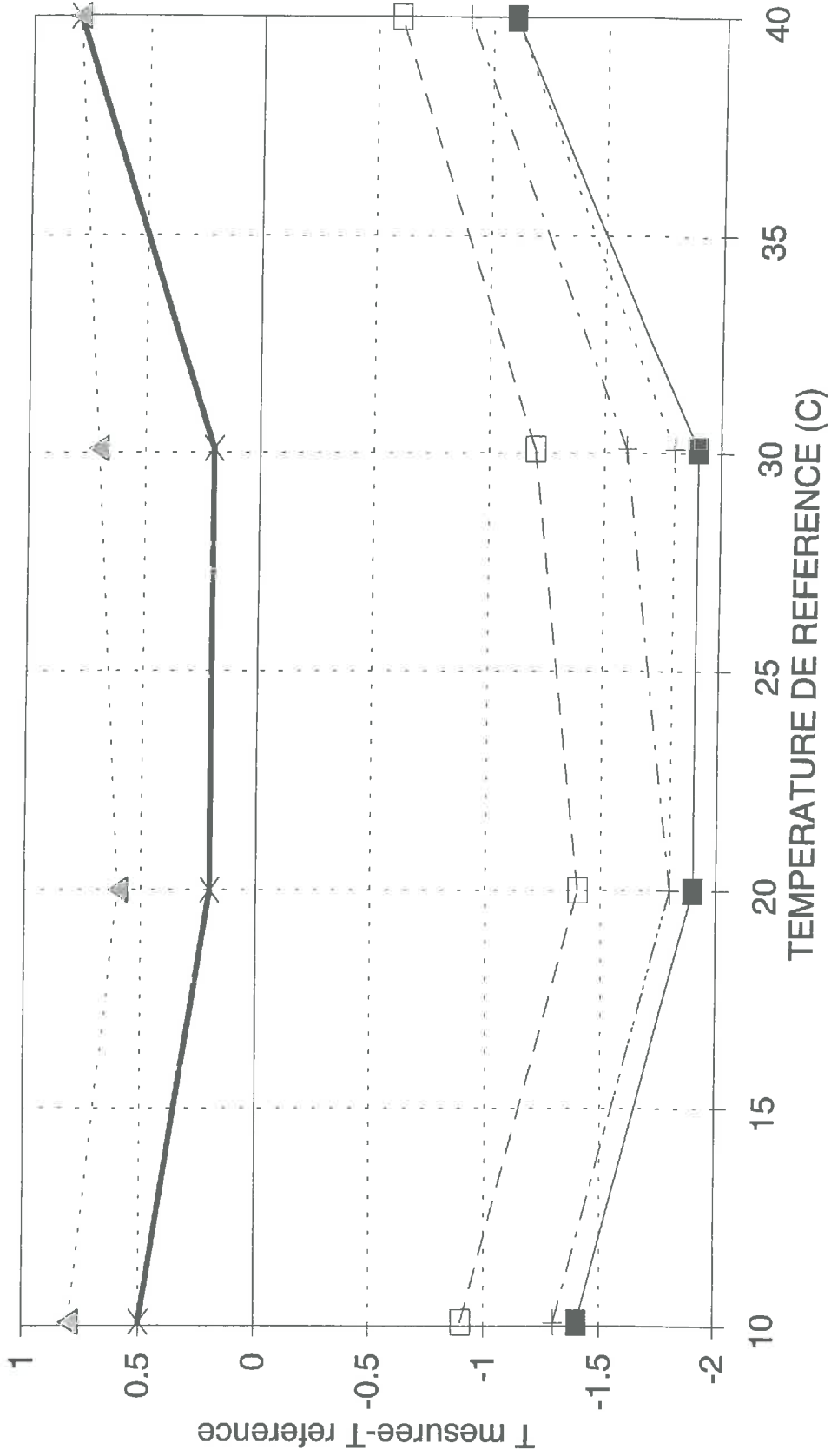
# performance du capteur de température

## *Capteur immergé*



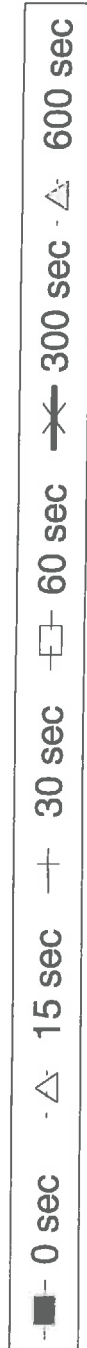
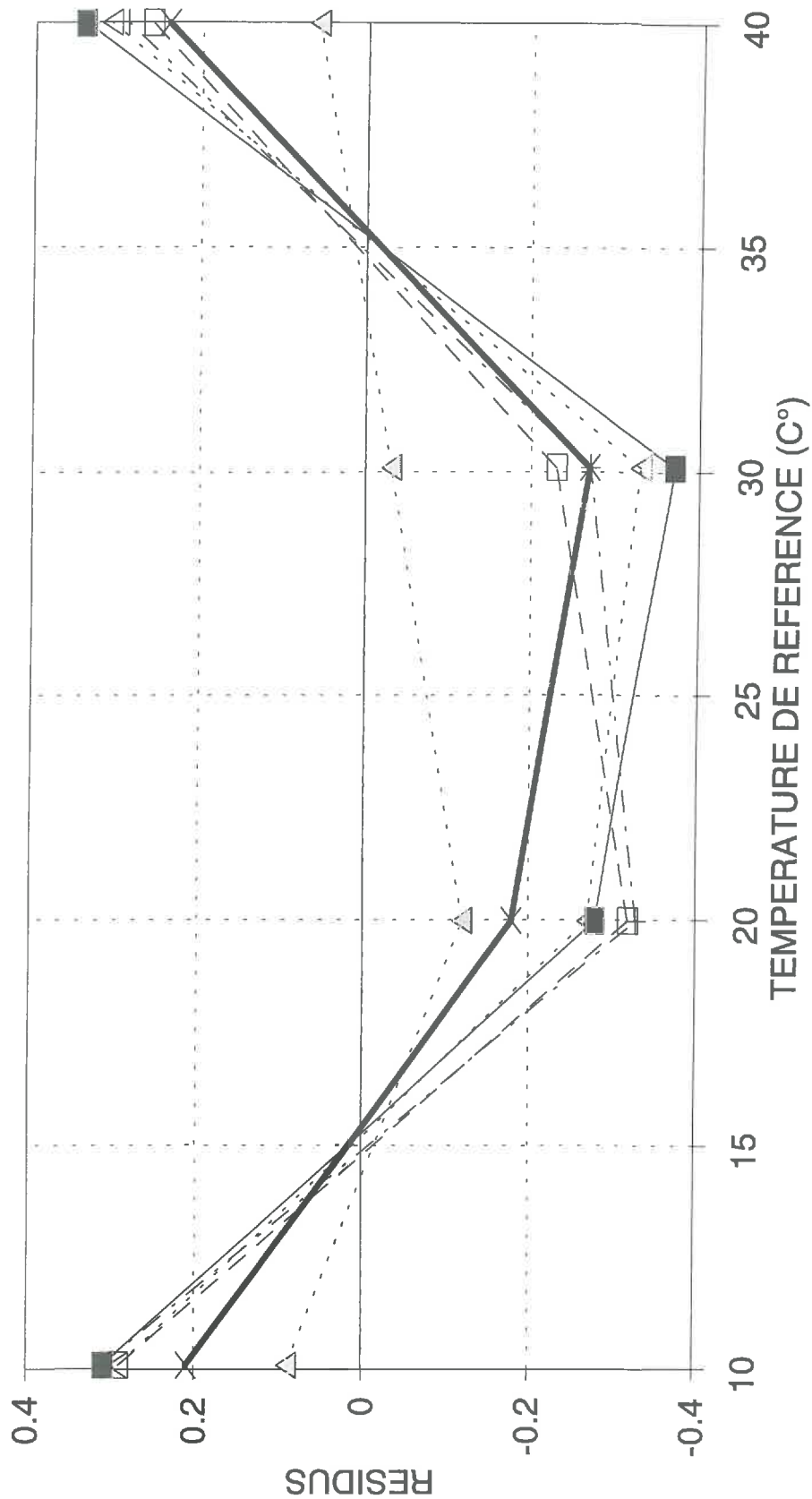


# MESURE DE TEMPERATURE



# MESURE DE TEMPERATURE

ETALONNAGE POUR UN TEMPS DONNE



# **ANNEXE 5**

# EFFET DE LA SALINITE DU MILIEU

Sable utilisé: S31

MATERIEL:

\*balance sartorius  
2002MP1 d=0.1mg

\*multimètre AOIP  
MN5128

\*fiolle 1l

Boîtes: h= 170 mm  
r= 49 mm  
v= 1.28230389 l

\*conductimètre  
\*balance Mettler PE6000  
(d=0.1g)

\*Préparation des solutions de KNO<sub>3</sub>

base: poudre de KNO<sub>3</sub> a 98%  
M (g/l) 110.1 soit: 107.898 g/l

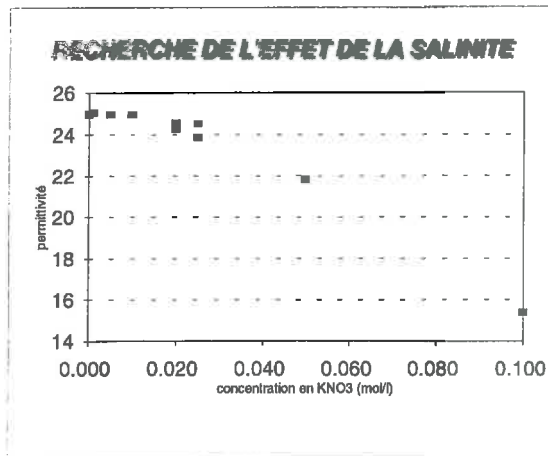
concent (mol/l)	volume (l)	masse (g)	Masse mes (g)	Conductivité (mS/cm)	
0.1	1	10.7898	10.7896	10.2	
0.075	1	8.0924	8.0922	7.79	
0.05	1	5.3949	5.3950	5.44	1.68
0.025	1	2.6975	2.6974	2.95	1.02
0.01	1	1.0790	1.0790	1.252	0.6
0.005	1	0.5395	0.5395	0.653	0.42
0.001	1	0.1079	0.1080	0.139	0.223
0.02	1	2.1580	2.1578	solution	échantillon

Concent de KNO <sub>3</sub>	M sable initiale	Msable restante	Msolution initiale	Msolution restante	Volume de l'échantillon
1.0E-01	2199.8	528.8	687.2	290.1	1056
7.5E-02					
5.0E-02	2806.9	1022.6	675.3	285.8	1078.64
2.5E-02	3815.4	2101.4	1054.4	670	1056
1.0E-02	3869.9	2199.7	674.4	290.2	1056
5.0E-03	4476.21	2807	622.1	238	1056
1.0E-03			660.8	269.8	1093.7
0.0E+00	4154.2	2485.9	934.6	550.6	1040.93
0.0E+00	3539.6	1782.4	992.7	601.4	1056
2.0E-02	3048.9	1285.8			1078.64

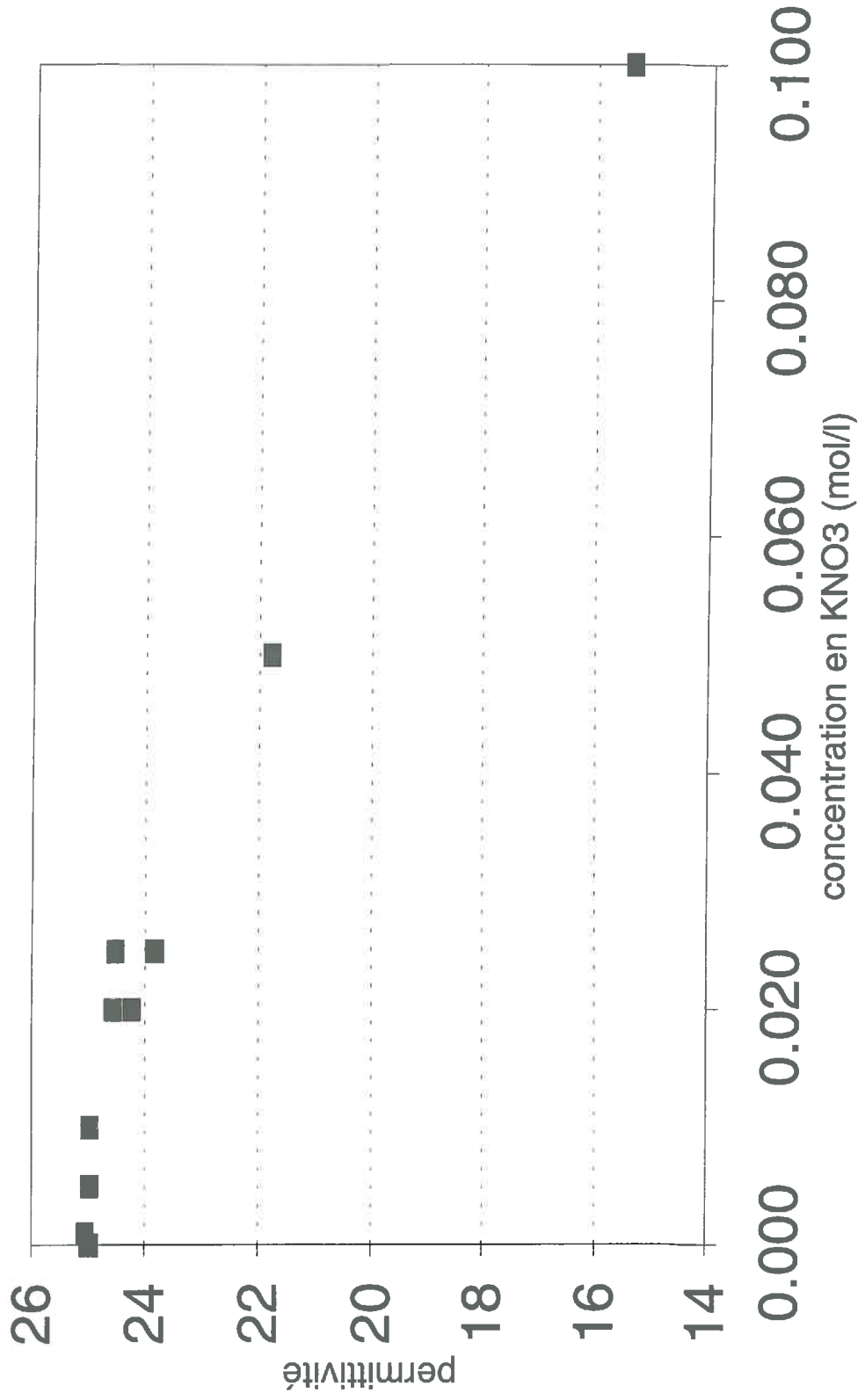
Concent en KNO <sub>3</sub>	Msable	Msolution	Masse vol seche	Teneur en eau mass.	Teneur en eau vol
0.1	1687.7	397.1	1.60	0.24	37.60

0.075					
0.05	1784.3	389.5	1.65	0.22	36.11
0.025	1714	384.4	1.62	0.22	36.40
0.01	1761.4	385.2	1.67	0.22	36.48
0.005	1755.21	384.1	1.66	0.22	36.37
0.001	1789.6	391	1.64	0.22	35.75
0	1668.3	384	1.60	0.23	36.89
0	1757.2	391.3	1.66	0.22	37.05
0.02	1763.1	389.2	1.63	0.22	36.08
0.025	1774.8	391.8	1.66	0.22	36.58

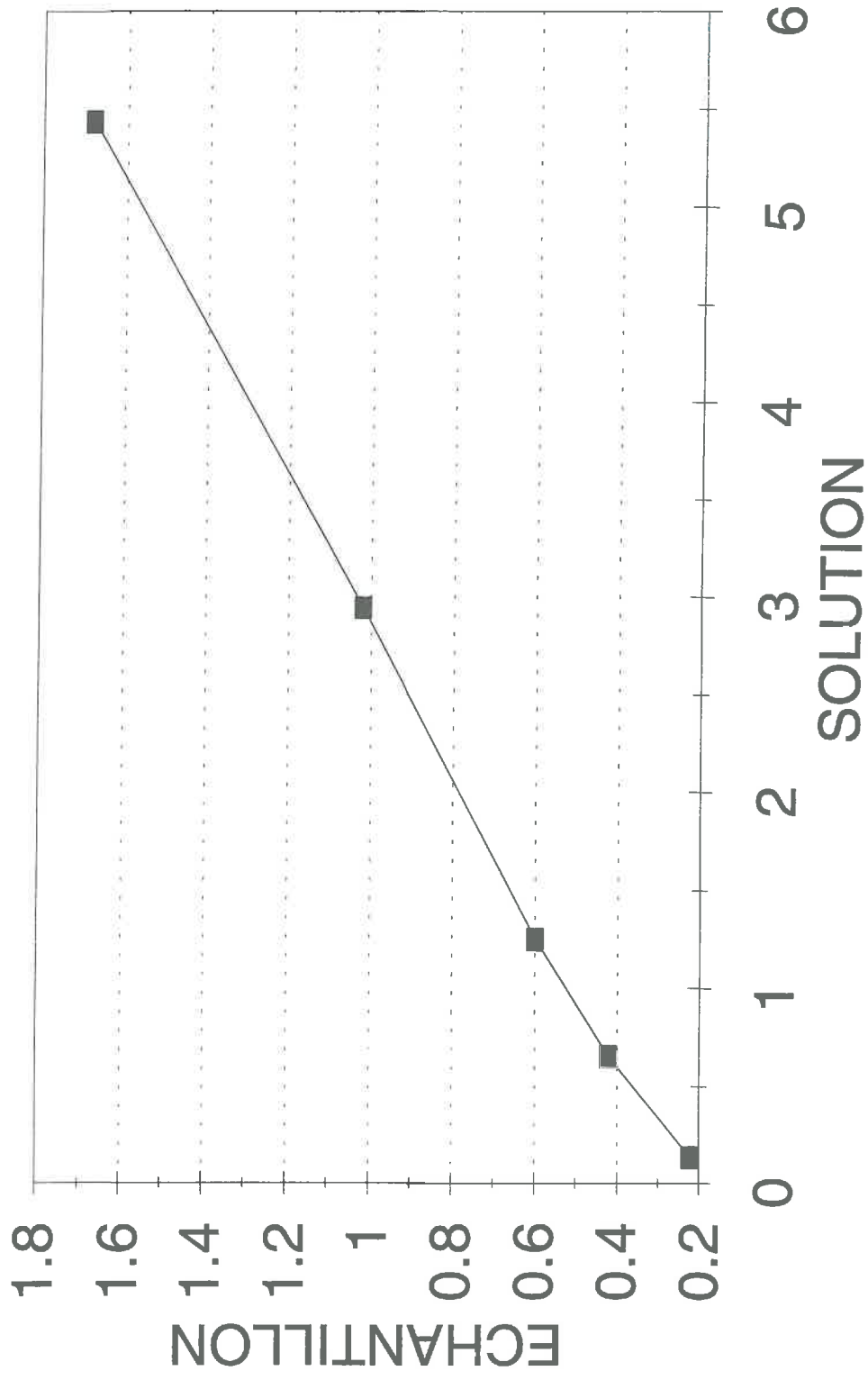
Concent en KNO3	Intensité en mA	Permittivité déduite	Permittivité sur le MT	Conductivité en mS/cm échantillon
0.1	10.148	15.37	15.28	
0.075				
0.05	12.714	21.79	22.03	1.68
0.025	13.598	24.00	23.82	1.02
0.01	13.985	24.96	25.23	0.6
0.005	13.985	24.96	25.23	0.42
0.001	14.014	25.04	25.32	0.223
0	13.985	24.96	25.23	
0	13.998	24.99	25.28	
0.025	13.802	24.51	24.79	
0.02	13.825	24.56	24.85	
0.02	13.690	24.23	24.5	



# RECHERCHE DE L'EFFET DE LA SALINITE



# CORRELATION CONDUCTIVITE (mS/cm)



# **ANNEXE 6**



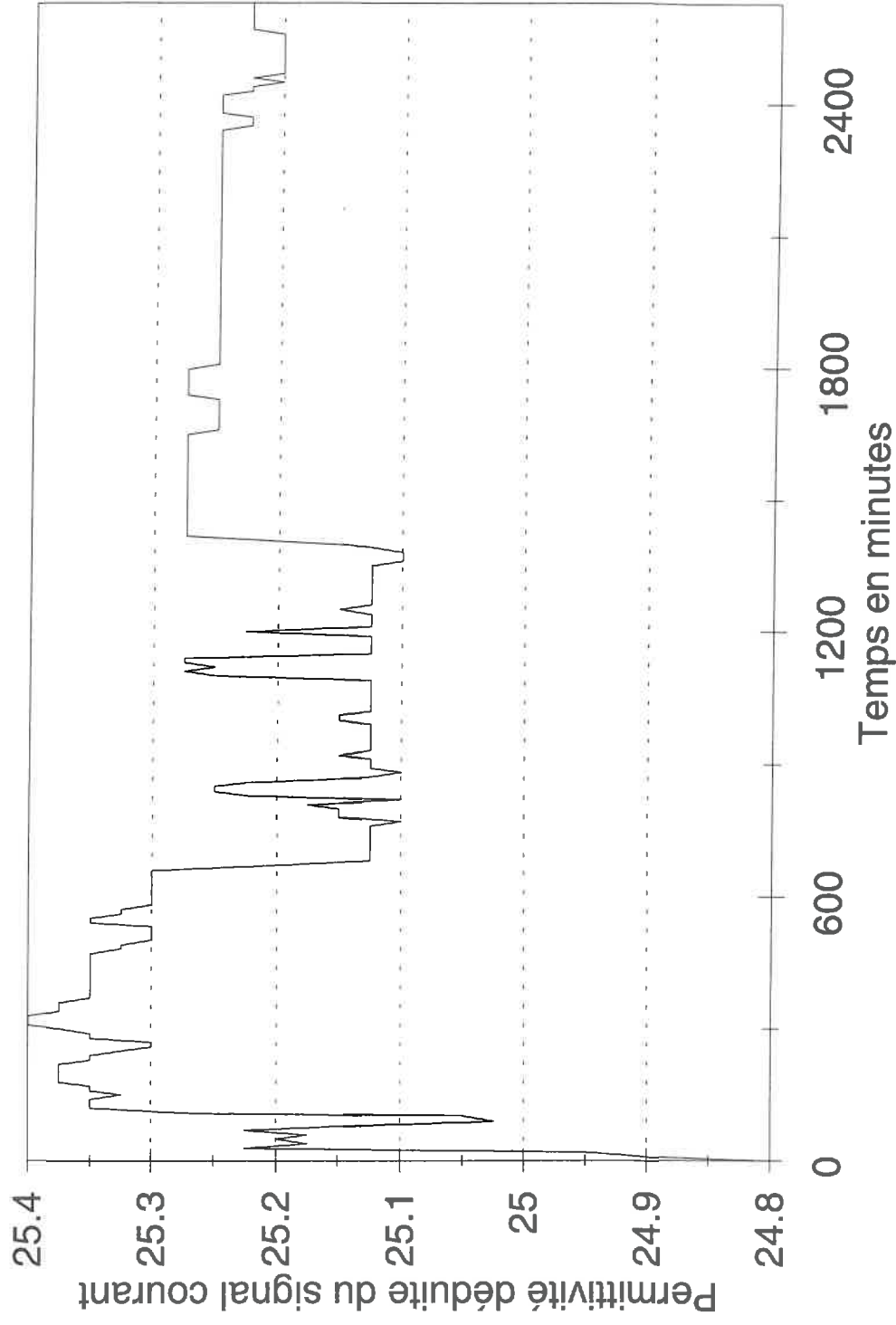
## STABILITE DE LA MESURE DE PERMITTIVITE

Capteur plongé dans de l'alcool dans la chambre climatique à 20°C  
 Contrôle des températures: thermocouple de type K  
 Mesures relevées sur centrale CAMPBELL 21X

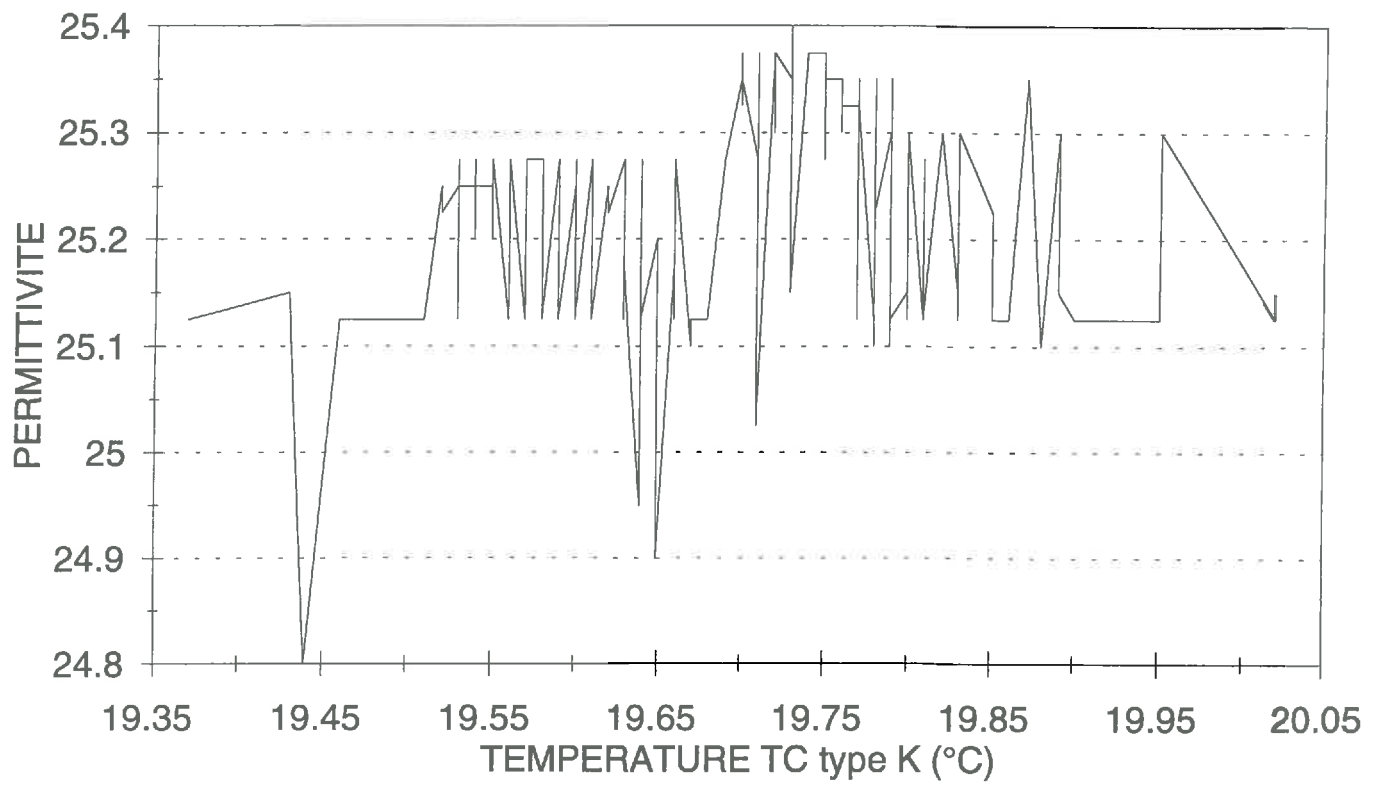
Pression (mV)	Température (°C)		Temps (heure)	Temps (min)	Intensité (mA)	Permittivité déduite
1392	19.44	90	220	0	13.92	24.8
1396	19.65	90	230	10	13.96	24.9
1398	19.64	90	240	20	13.98	24.95
1409	19.64	90	250	30	14.09	25.225
1407	19.63	90	300	40	14.07	25.175
1408	19.65	90	310	50	14.08	25.2
1407	19.66	90	320	60	14.07	25.175
1409	19.78	90	330	70	14.09	25.225
1406	19.71	90	340	80	14.06	25.15
1401	19.71	90	350	90	14.01	25.025
1402	19.71	90	400	100	14.02	25.05
1411	19.71	90	410	110	14.11	25.275
1414	19.71	90	420	120	14.14	25.35
1414	19.7	90	430	130	14.14	25.35
1414	19.7	90	440	140	14.14	25.35
1413	19.7	90	450	150	14.13	25.325
1414	19.72	90	500	160	14.14	25.35
1414	19.7	90	510	170	14.14	25.35
1415	19.7	90	520	180	14.15	25.375
1415	19.71	90	530	190	14.15	25.375
1415	19.72	90	540	200	14.15	25.375
1415	19.72	90	550	210	14.15	25.375
1415	19.72	90	600	220	14.15	25.375
1414	19.71	90	610	230	14.14	25.35
1414	19.73	90	620	240	14.14	25.35
1413	19.76	90	630	250	14.13	25.325
1412	19.72	90	640	260	14.12	25.3
1412	19.71	90	650	270	14.12	25.3
1414	19.71	90	700	280	14.14	25.35
1414	19.71	90	710	290	14.14	25.35
1415	19.72	90	720	300	14.15	25.375
1416	19.73	90	730	310	14.16	25.4
1416	19.73	90	740	320	14.16	25.4
1416	19.73	90	750	330	14.16	25.4
1415	19.74	90	800	340	14.15	25.375
1415	19.74	90	810	350	14.15	25.375
1415	19.75	90	820	360	14.15	25.375
1414	19.87	90	830	370	14.14	25.35
1414	19.87	90	840	380	14.14	25.35
1414	19.77	90	850	390	14.14	25.35
1414	19.78	90	900	400	14.14	25.35
1414	19.76	90	910	410	14.14	25.35
1414	19.75	90	920	420	14.14	25.35
1414	19.77	90	930	430	14.14	25.35
1414	19.78	90	940	440	14.14	25.35
1414	19.76	90	950	450	14.14	25.35
1414	19.77	90	1000	460	14.14	25.35
1414	19.77	90	1010	470	14.14	25.35

1413	19.78	90	1020	480	14.13	25.325
1413	19.77	90	1030	490	14.13	25.325
1412	19.77	90	1040	500	14.12	25.3
1412	19.78	90	1050	510	14.12	25.3
1412	19.76	90	1100	520	14.12	25.3
1412	19.79	90	1110	530	14.12	25.3
1414	19.79	90	1120	540	14.14	25.35
1414	19.78	90	1130	550	14.14	25.35
1413	19.77	90	1140	560	14.13	25.325
1413	19.77	90	1150	570	14.13	25.325
1412	19.89	90	1200	580	14.12	25.3
1412	19.95	90	1210	590	14.12	25.3
1412	19.83	90	1220	600	14.12	25.3
1412	19.8	90	1230	610	14.12	25.3
1412	19.8	90	1240	620	14.12	25.3
1412	19.79	90	1250	630	14.12	25.3
1412	19.79	90	1300	640	14.12	25.3
1412	19.82	90	1310	650	14.12	25.3
1412	19.79	90	1320	660	14.12	25.3
1408	19.79	90	1330	670	14.08	25.2
1405	19.78	90	1340	680	14.05	25.125
1405	19.79	90	1350	690	14.05	25.125
1405	19.81	90	1400	700	14.05	25.125
1405	19.78	90	1410	710	14.05	25.125
1405	19.8	90	1420	720	14.05	25.125
1405	19.81	90	1430	730	14.05	25.125
1405	19.78	90	1440	740	14.05	25.125
1405	19.77	90	1450	750	14.05	25.125
1405	19.77	90	1500	760	14.05	25.125
1404	19.78	90	1510	770	14.04	25.1
1406	20.02	90	1520	780	14.06	25.15
1406	19.83	90	1530	790	14.06	25.15
1406	19.8	90	1540	800	14.06	25.15
1407	19.79	90	1550	810	14.07	25.175
1404	19.79	90	1600	820	14.04	25.1
1409	19.8	90	1610	830	14.09	25.225
1410	19.78	90	1620	840	14.1	25.25
1410	19.79	90	1630	850	14.1	25.25
1409	19.77	90	1640	860	14.09	25.225
1405	19.78	90	1650	870	14.05	25.125
1404	19.78	90	1700	880	14.04	25.1
1405	19.79	90	1710	890	14.05	25.125
1405	19.79	90	1720	900	14.05	25.125
1405	19.78	90	1730	910	14.05	25.125
1406	19.8	90	1740	920	14.06	25.15
1405	19.85	90	1750	930	14.05	25.125
1405	20.02	90	1800	940	14.05	25.125
1405	19.94	90	1810	950	14.05	25.125
1405	19.9	90	1820	960	14.05	25.125
1405	19.86	90	1830	970	14.05	25.125
1405	19.83	90	1840	980	14.05	25.125
1405	19.79	90	1850	990	14.05	25.125
1406	19.83	90	1900	1000	14.06	25.15
1406	19.73	90	1910	1010	14.06	25.15
1405	19.68	90	1920	1020	14.05	25.125
1405	19.66	90	1930	1030	14.05	25.125

# Stabilité de la mesure de permittivité Capteur plongé dans l'alcool à 20°C



# RECHERCHE D'UNE EVENTUELLE CORRELATION ENTRE PERMITTIVITE ET TEMPERATURE



## ETUDE DE LA STABILITE DE LA MESURE DE PERMITTIVITE

l'expérience a été réalisée dans la chambre climatique pendant plus de 48 h  
 la température de consigne est de 20 C. (contrôle: Thermocouple de type K)  
 les mesures de permittivité de l'air sont stockées sur une centrale CAMPBELL 21X  
 la sortie 4-20 du capteur est convertie en tension à l'aide d'une résistance de haute précision  
 R=100 Ohm

jour	heure	tension	T panel	T TCK 1	T TCK 2	Intensité	Permittivité
110	1820	446.4	23.18	19.13	19.53	4.464	1.16
110	1830	446.3	22.75	19.54	19.5	4.463	1.1575
110	1840	446.4	22.6	19.51	19.49	4.464	1.16
110	1850	446.3	22.48	19.49	19.47	4.463	1.1575
110	1900	446.4	22.4	19.48	19.49	4.464	1.16
110	1910	446.4	22.28	19.48	19.48	4.464	1.16
110	1920	446.4	22.25	19.45	19.45	4.464	1.16
110	1930	446.4	22.23	19.44	19.46	4.464	1.16
110	1940	446.4	22.22	19.43	19.45	4.464	1.16
110	1950	446.4	22.21	19.44	19.44	4.464	1.16
110	2000	446.4	22.18	19.43	19.45	4.464	1.16
110	2010	445.9	22.13	19.44	19.47	4.459	1.1475
110	2020	445.7	22.05	19.46	19.49	4.457	1.1425
110	2030	445.7	22.01	19.42	19.46	4.457	1.1425
110	2040	445.5	22.02	19.41	19.45	4.455	1.1375
110	2050	445.3	22.03	19.4	19.45	4.453	1.1325
110	2100	445.2	22.02	19.41	19.45	4.452	1.13
110	2110	446.1	22	19.5	19.57	4.461	1.1525
110	2120	446.4	21.99	19.39	19.45	4.464	1.16
110	2130	445.6	21.99	19.4	19.46	4.456	1.14
110	2140	444.9	21.99	19.4	19.46	4.449	1.1225
110	2150	444.8	21.98	19.4	19.46	4.448	1.12
110	2200	444.8	21.95	19.4	19.47	4.448	1.12
110	2210	444.8	21.91	19.41	19.47	4.448	1.12
110	2220	444.8	21.93	19.37	19.44	4.448	1.12
110	2230	444.8	21.94	19.38	19.45	4.448	1.12
110	2240	444.8	21.94	19.39	19.45	4.448	1.12
110	2250	444.8	21.94	19.38	19.46	4.448	1.12
110	2300	444.8	21.95	19.37	19.46	4.448	1.12
110	2310	444.8	21.96	19.38	19.45	4.448	1.12
110	2320	444.9	21.95	19.38	19.46	4.449	1.1225
110	2330	445.4	21.94	19.37	19.44	4.454	1.135
110	2340	445.6	21.95	19.38	19.45	4.456	1.14
110	2350	445.9	21.95	19.38	19.46	4.459	1.1475
111	0	446.3	21.94	19.38	19.45	4.463	1.1575
111	10	446.3	21.92	19.4	19.47	4.463	1.1575
111	20	446.4	21.86	19.39	19.48	4.464	1.16
111	30	446.4	21.89	19.37	19.45	4.464	1.16
111	40	445.9	21.89	19.49	19.56	4.459	1.1475
111	50	444.9	21.88	19.37	19.46	4.449	1.1225
111	100	445.7	21.88	19.38	19.48	4.457	1.1425
111	110	446.3	21.88	19.37	19.47	4.463	1.1575
111	120	446.4	21.89	19.37	19.46	4.464	1.16
111	130	446.3	21.89	19.38	19.46	4.463	1.1575

111	140	446.3	21.88	19.37	19.47	4.463	1.1575
111	150	446.4	21.89	19.37	19.47	4.464	1.16
111	200	446.4	21.89	19.37	19.47	4.464	1.16
111	210	446.5	21.88	19.37	19.47	4.465	1.1625
111	220	446.3	21.88	19.36	19.46	4.463	1.1575
111	230	446.4	21.87	19.35	19.45	4.464	1.16
111	240	446.3	21.87	19.36	19.46	4.463	1.1575
111	250	446.4	21.87	19.37	19.47	4.464	1.16
111	300	446.3	21.86	19.36	19.47	4.463	1.1575
111	310	446.3	21.85	19.36	19.45	4.463	1.1575
111	320	446.3	21.85	19.37	19.46	4.463	1.1575
111	330	446.4	21.84	19.38	19.47	4.464	1.16
111	340	446.4	21.83	19.36	19.45	4.464	1.16
111	350	446.4	21.82	19.41	19.53	4.464	1.16
111	400	446.1	21.81	19.39	19.52	4.461	1.1525
111	410	446.4	21.8	19.37	19.48	4.464	1.16
111	420	446.4	21.78	19.37	19.48	4.464	1.16
111	430	446.4	21.78	19.36	19.47	4.464	1.16
111	440	446.3	21.78	19.34	19.45	4.463	1.1575
111	450	446.4	21.78	19.36	19.47	4.464	1.16
111	500	446.4	21.76	19.35	19.47	4.464	1.16
111	510	446.4	21.75	19.35	19.47	4.464	1.16
111	520	446.4	21.74	19.34	19.46	4.464	1.16
111	530	446.3	21.73	19.36	19.46	4.463	1.1575
111	540	446.5	21.71	19.36	19.47	4.465	1.1625
111	550	446.4	21.7	19.35	19.46	4.464	1.16
111	600	446.4	21.69	19.35	19.47	4.464	1.16
111	610	446.5	21.68	19.33	19.44	4.465	1.1625
111	620	446.4	21.67	19.33	19.46	4.464	1.16
111	630	446.4	21.67	19.33	19.45	4.464	1.16
111	640	446.4	21.66	19.33	19.45	4.464	1.16
111	650	446.4	21.66	19.35	19.45	4.464	1.16
111	700	446.4	21.66	19.33	19.47	4.464	1.16
111	710	446.4	21.66	19.33	19.45	4.464	1.16
111	720	446.4	21.65	19.34	19.44	4.464	1.16
111	730	446.4	21.65	19.34	19.44	4.464	1.16
111	740	446.4	21.65	19.42	19.54	4.464	1.16
111	750	446.4	21.65	19.33	19.44	4.464	1.16
111	800	446.4	21.65	19.34	19.45	4.464	1.16
111	810	446.4	21.65	19.34	19.45	4.464	1.16
111	820	446.5	21.65	19.33	19.45	4.465	1.1625
111	830	446.3	21.66	19.34	19.45	4.463	1.1575
111	840	446.4	21.68	19.33	19.44	4.464	1.16
111	850	446.4	21.71	19.34	19.45	4.464	1.16
111	900	446.4	21.72	19.35	19.46	4.464	1.16
111	910	446.4	21.74	19.34	19.45	4.464	1.16
111	920	446.4	21.76	19.32	19.44	4.464	1.16
111	930	446.4	21.79	19.34	19.44	4.464	1.16
111	940	446.3	21.82	19.34	19.46	4.463	1.1575
111	950	446.3	21.84	19.37	19.48	4.463	1.1575
111	1000	446.5	21.86	19.36	19.47	4.465	1.1625
111	1010	446.4	21.88	19.36	19.47	4.464	1.16
111	1020	446.4	21.91	19.37	19.46	4.464	1.16
111	1030	446.4	21.91	19.38	19.47	4.464	1.16
111	1040	446.3	21.93	19.36	19.47	4.463	1.1575
111	1050	446.2	21.95	19.36	19.44	4.462	1.155
111	1100	446.3	21.98	19.38	19.46	4.463	1.1575
111	1110	446.4	21.98	19.39	19.46	4.464	1.16
111	1120	446.4	21.92	19.4	19.49	4.464	1.16
111	1130	446.4	21.93	19.38	19.47	4.464	1.16

111	1140	446.4	21.95	19.45	19.56	4.464	1.16
111	1150	446.4	21.98	19.37	19.44	4.464	1.16
111	1200	446.4	22.01	19.39	19.47	4.464	1.16
111	1210	446.3	22.03	19.38	19.47	4.463	1.1575
111	1220	446.5	22.06	19.37	19.43	4.465	1.1625
111	1230	446.4	22.11	19.38	19.43	4.464	1.16
111	1240	446.4	22.08	19.41	19.47	4.464	1.16
111	1250	446.4	22.06	19.41	19.46	4.464	1.16
111	1300	446.5	22.12	19.4	19.44	4.465	1.1625
111	1310	446.4	22.16	19.4	19.45	4.464	1.16
111	1320	446.4	22.18	19.39	19.43	4.464	1.16
111	1330	446.4	22.21	19.38	19.42	4.464	1.16
111	1340	446.3	22.18	19.42	19.46	4.463	1.1575
111	1350	446.4	22.2	19.4	19.44	4.464	1.16
111	1400	446.4	22.22	19.4	19.45	4.464	1.16
111	1410	446.4	22.25	19.4	19.44	4.464	1.16
111	1420	446.5	22.26	19.42	19.45	4.465	1.1625
111	1430	446.4	22.25	19.43	19.46	4.464	1.16
111	1440	446.4	22.24	19.42	19.44	4.464	1.16
111	1450	446.3	22.24	19.42	19.46	4.463	1.1575
111	1500	446.4	22.25	19.43	19.46	4.464	1.16
111	1510	446.4	22.25	19.43	19.45	4.464	1.16
111	1520	446.4	22.25	19.42	19.43	4.464	1.16
111	1530	446.4	22.28	19.41	19.43	4.464	1.16
111	1540	446.5	22.28	19.42	19.44	4.465	1.1625
111	1550	446.4	22.37	19.39	19.4	4.464	1.16
111	1600	446.4	22.37	19.43	19.45	4.464	1.16
111	1610	446.4	22.35	19.52	19.56	4.464	1.16
111	1620	446.4	22.37	19.41	19.44	4.464	1.16
111	1630	446.4	22.35	19.44	19.46	4.464	1.16
111	1640	446.4	22.28	19.44	19.46	4.464	1.16
111	1650	446.4	22.29	19.44	19.46	4.464	1.16
111	1700	446.5	22.28	19.46	19.49	4.465	1.1625
111	1710	446.4	22.16	19.42	19.46	4.464	1.16
111	1720	446.4	22.24	19.42	19.47	4.464	1.16
111	1730	446.3	22.27	19.42	19.44	4.463	1.1575
111	1740	446.4	22.13	19.45	19.49	4.464	1.16
111	1750	446.4	22.15	19.41	19.45	4.464	1.16
111	1800	446.5	22.13	19.42	19.45	4.465	1.1625
111	1810	446.4	22.12	19.43	19.45	4.464	1.16
111	1820	446.4	22.12	19.43	19.47	4.464	1.16
111	1830	446.2	22.11	19.44	19.48	4.462	1.155
111	1840	446.3	22.11	19.44	19.47	4.463	1.1575
111	1850	446.4	22.12	19.43	19.46	4.464	1.16
111	1900	446.3	22.12	19.44	19.47	4.463	1.1575
111	1910	446.3	22.25	19.42	19.42	4.463	1.1575
111	1920	446.4	22.14	19.43	19.45	4.464	1.16
111	1930	446.4	22.15	19.42	19.45	4.464	1.16
111	1940	446.4	22.12	19.42	19.47	4.464	1.16
111	1950	446.4	22.1	19.42	19.45	4.464	1.16
111	2000	446.4	21.92	19.44	19.51	4.464	1.16
111	2010	445.2	21.91	19.38	19.46	4.452	1.13
111	2020	445.4	21.91	19.4	19.47	4.454	1.135
111	2030	444.8	21.96	19.39	19.45	4.448	1.12
111	2040	443.3	21.99	19.38	19.45	4.433	1.0825
111	2050	443	22.03	19.37	19.43	4.43	1.075
111	2100	441.9	22.02	19.41	19.47	4.419	1.0475
111	2110	444.4	22.03	19.48	19.57	4.444	1.11
111	2120	446.4	22.06	19.37	19.44	4.464	1.16
111	2130	446.3	22.08	19.39	19.45	4.463	1.1575

111	2140	444.1	22.09	19.41	19.46	4.441	1.1025
111	2150	441	22.05	19.42	19.48	4.41	1.025
111	2200	440.4	22.03	19.41	19.46	4.404	1.01
111	2210	439.3	22.02	19.4	19.45	4.393	0.9825
111	2220	437.2	22.02	19.41	19.46	4.372	0.93
111	2230	438.1	22.01	19.42	19.47	4.381	0.9525
111	2240	439.7	22.02	19.41	19.46	4.397	0.9925
111	2250	439.8	22.02	19.41	19.47	4.398	0.995
111	2300	439.2	22.01	19.4	19.46	4.392	0.98
111	2310	437.4	21.91	19.45	19.52	4.374	0.935
111	2320	436.9	21.81	19.4	19.48	4.369	0.9225
111	2330	437	21.84	19.37	19.45	4.37	0.925
111	2340	436.9	21.91	19.37	19.44	4.369	0.9225
111	2350	437	21.95	19.37	19.45	4.37	0.925
112	0	437.4	21.98	19.37	19.45	4.374	0.935
112	10	437.9	22.01	19.37	19.45	4.379	0.9475
112	20	437.5	22.04	19.37	19.44	4.375	0.9375
112	30	438.5	22.07	19.36	19.42	4.385	0.9625
112	40	442.1	22.08	19.49	19.57	4.421	1.0525
112	50	441.9	22.02	19.39	19.46	4.419	1.0475
112	100	437.1	21.99	19.41	19.47	4.371	0.9275
112	110	436.9	21.97	19.4	19.47	4.369	0.9225
112	120	436.9	21.96	19.4	19.48	4.369	0.9225
112	130	437	21.95	19.4	19.47	4.37	0.925
112	140	437.7	21.94	19.4	19.48	4.377	0.9425
112	150	439	21.93	19.41	19.48	4.39	0.975
112	200	439	21.93	19.4	19.47	4.39	0.975
112	210	439.6	21.92	19.4	19.46	4.396	0.99
112	220	439	21.91	19.41	19.49	4.39	0.975
112	230	439.1	21.91	19.39	19.46	4.391	0.9775
112	240	439.9	21.9	19.4	19.47	4.399	0.9975
112	250	439.8	21.9	19.4	19.47	4.398	0.995
112	300	439.9	21.89	19.4	19.48	4.399	0.9975
112	310	439.7	21.89	19.41	19.49	4.397	0.9925
112	320	439.6	21.87	19.4	19.47	4.396	0.99
112	330	442.7	21.87	19.39	19.47	4.427	1.0675
112	340	441.4	21.86	19.39	19.46	4.414	1.035
112	350	440.3	21.87	19.45	19.51	4.403	1.0075
112	400	442.5	21.9	19.39	19.51	4.425	1.0625
112	410	436.9	21.92	19.38	19.47	4.369	0.9225
112	420	439	21.92	19.38	19.47	4.39	0.975
112	430	444.2	21.93	19.36	19.45	4.442	1.105
112	440	444.3	21.94	19.37	19.44	4.443	1.1075
112	450	444.3	21.95	19.37	19.45	4.443	1.1075
112	500	445.4	21.95	19.38	19.46	4.454	1.135
112	510	445.3	21.94	19.37	19.45	4.453	1.1325
112	520	445.6	21.95	19.36	19.45	4.456	1.14
112	530	445.4	21.95	19.37	19.46	4.454	1.135
112	540	446.3	21.94	19.38	19.46	4.463	1.1575
112	550	446.3	21.94	19.37	19.46	4.463	1.1575
112	600	446.4	21.94	19.37	19.46	4.464	1.16
112	610	446.3	21.93	19.37	19.46	4.463	1.1575
112	620	446.3	21.92	19.37	19.45	4.463	1.1575
112	630	446.4	21.91	19.36	19.44	4.464	1.16
112	640	446.4	21.91	19.37	19.44	4.464	1.16
112	650	446.4	21.9	19.36	19.45	4.464	1.16
112	700	446.4	21.9	19.37	19.47	4.464	1.16
112	710	446.4	21.89	19.36	19.46	4.464	1.16
112	720	446.4	21.88	19.36	19.46	4.464	1.16
112	730	446.3	21.87	19.37	19.46	4.463	1.1575



112	740	438.7	21.87	19.47	19.58	4.387	0.9675
112	750	438.7	21.85	19.36	19.46	4.387	0.9675
112	800	444.3	21.84	19.37	19.48	4.443	1.1075
112	810	446.3	21.85	19.35	19.46	4.463	1.1575
112	820	446.3	21.84	19.36	19.45	4.463	1.1575
112	830	446.3	21.85	19.36	19.47	4.463	1.1575
112	840	446.3	21.86	19.36	19.46	4.463	1.1575
112	850	446.3	21.87	19.35	19.45	4.463	1.1575
112	900	446.4	21.84	19.38	19.47	4.464	1.16
112	910	446.4	21.86	19.36	19.45	4.464	1.16
112	920	446.3	21.87	19.36	19.45	4.463	1.1575
112	930	446.3	21.89	19.36	19.46	4.463	1.1575
112	940	446.3	21.91	19.36	19.45	4.463	1.1575
112	950	446.3	21.93	19.36	19.44	4.463	1.1575
112	1000	446.4	21.95	19.37	19.46	4.464	1.16
112	1010	446.4	21.95	19.39	19.48	4.464	1.16
112	1020	446.4	21.92	19.38	19.45	4.464	1.16
112	1030	446.4	21.96	19.37	19.45	4.464	1.16
112	1040	446.4	21.98	19.37	19.45	4.464	1.16
112	1050	446.4	21.99	19.38	19.46	4.464	1.16
112	1100	446.4	22.01	19.38	19.46	4.464	1.16
112	1110	446.4	22	19.4	19.46	4.464	1.16
112	1120	446.3	21.97	19.41	19.48	4.463	1.1575
112	1130	446.3	21.97	19.38	19.45	4.463	1.1575
112	1140	438.7	22.01	19.46	19.56	4.387	0.9675
112	1150	443.5	22.04	19.39	19.46	4.435	1.0875
112	1200	446.1	22.07	19.39	19.45	4.461	1.1525
112	1210	446.4	22.1	19.39	19.44	4.464	1.16
112	1220	446.4	22.09	19.42	19.47	4.464	1.16
112	1230	446.4	22.06	19.43	19.47	4.464	1.16
112	1240	446.4	22.05	19.42	19.46	4.464	1.16
112	1250	446.4	22.08	19.4	19.44	4.464	1.16
112	1300	446.4	22.15	19.41	19.44	4.464	1.16
112	1310	446.4	22.17	19.4	19.43	4.464	1.16
112	1320	446.4	22.19	19.39	19.44	4.464	1.16
112	1330	446.4	22.2	19.38	19.43	4.464	1.16
112	1340	446.3	22.22	19.4	19.4	4.463	1.1575
112	1350	446.4	22.19	19.41	19.44	4.464	1.16
112	1400	446.3	22.18	19.41	19.44	4.463	1.1575
112	1410	446.4	22.17	19.43	19.45	4.464	1.16
112	1420	446.4	22.17	19.44	19.47	4.464	1.16
112	1430	446.4	22.16	19.43	19.45	4.464	1.16
112	1440	446.4	22.14	19.44	19.47	4.464	1.16
112	1450	446.4	22.17	19.41	19.43	4.464	1.16
112	1500	446.5	22.2	19.41	19.44	4.465	1.1625
112	1510	446.4	22.21	19.41	19.44	4.464	1.16
112	1520	446.4	22.22	19.42	19.44	4.464	1.16
112	1530	446.4	22.19	19.44	19.44	4.464	1.16
112	1540	446.3	22.17	19.42	19.43	4.463	1.1575
112	1550	446.4	22.13	19.43	19.46	4.464	1.16
112	1600	446.4	22.08	19.42	19.45	4.464	1.16
112	1610	439.6	22.03	19.52	19.57	4.396	0.99
112	1620	444.2	21.99	19.4	19.44	4.442	1.105
112	1630	446.3	22.02	19.4	19.44	4.463	1.1575
112	1640	446.4	22.03	19.4	19.43	4.464	1.16
112	1650	446.4	22.05	19.39	19.42	4.464	1.16
112	1700	446.4	22.04	19.4	19.44	4.464	1.16
112	1710	446.4	22.04	19.39	19.42	4.464	1.16
112	1720	446.5	22.01	19.42	19.45	4.465	1.1625
112	1730	446.3	21.98	19.39	19.44	4.463	1.1575

112	1740	446.4	22	19.38	19.43	4.464	1.16
112	1750	446.3	22	19.39	19.43	4.463	1.1575
112	1800	446.4	22	19.39	19.45	4.464	1.16
112	1810	446.4	22.01	19.4	19.44	4.464	1.16
112	1820	446.3	22.02	19.38	19.43	4.463	1.1575
112	1830	446.4	22.02	19.4	19.45	4.464	1.16
112	1840	446.3	22.01	19.4	19.45	4.463	1.1575
112	1850	446.3	21.93	19.41	19.45	4.463	1.1575
112	1900	446.4	21.9	19.4	19.46	4.464	1.16
112	1910	446.3	21.91	19.38	19.45	4.463	1.1575
112	1920	446.4	21.92	19.38	19.45	4.464	1.16
112	1930	446.3	21.92	19.39	19.44	4.463	1.1575
112	1940	446.3	21.92	19.37	19.44	4.463	1.1575
112	1950	446.3	21.92	19.38	19.45	4.463	1.1575
112	2000	446.3	21.92	19.38	19.45	4.463	1.1575
112	2010	446.3	21.91	19.38	19.43	4.463	1.1575
112	2020	446.3	21.91	19.39	19.45	4.463	1.1575
112	2030	446.3	21.9	19.37	19.44	4.463	1.1575
112	2040	446.2	21.89	19.37	19.44	4.462	1.155
112	2050	446.3	21.89	19.38	19.45	4.463	1.1575
112	2100	446.3	21.87	19.39	19.45	4.463	1.1575
112	2110	445.1	21.85	19.47	19.58	4.451	1.1275
112	2120	446.4	21.84	19.36	19.45	4.464	1.16
112	2130	446.4	21.83	19.38	19.45	4.464	1.16
112	2140	446.4	21.82	19.37	19.44	4.464	1.16
112	2150	446.3	21.81	19.37	19.46	4.463	1.1575
112	2200	446.4	21.8	19.37	19.44	4.464	1.16
112	2210	446.3	21.79	19.37	19.45	4.463	1.1575
112	2220	446.5	21.78	19.37	19.46	4.465	1.1625
112	2230	446.4	21.76	19.37	19.46	4.464	1.16
112	2240	446.4	21.75	19.37	19.46	4.464	1.16
112	2250	446.4	21.75	19.35	19.45	4.464	1.16
112	2300	446.4	21.74	19.36	19.44	4.464	1.16
112	2310	446.4	21.72	19.37	19.45	4.464	1.16
112	2320	446.4	21.71	19.36	19.44	4.464	1.16
112	2330	446.4	21.7	19.37	19.45	4.464	1.16
112	2340	446.3	21.68	19.37	19.45	4.463	1.1575
112	2350	446.4	21.67	19.36	19.44	4.464	1.16
113	0	446.3	21.65	19.36	19.44	4.463	1.1575
113	10	446.3	21.64	19.35	19.44	4.463	1.1575
113	20	446.3	21.63	19.36	19.44	4.463	1.1575
113	30	445.6	21.61	19.36	19.44	4.456	1.14
113	40	445.5	21.6	19.44	19.56	4.455	1.1375
113	50	446.4	21.59	19.33	19.44	4.464	1.16
113	100	446.4	21.58	19.36	19.45	4.464	1.16
113	110	444.7	21.57	19.36	19.45	4.447	1.1175
113	120	443.1	21.56	19.35	19.46	4.431	1.0775
113	130	442.1	21.55	19.35	19.45	4.421	1.0525
113	140	441	21.54	19.35	19.45	4.41	1.025
113	150	440.1	21.53	19.35	19.43	4.401	1.0025
113	200	438.6	21.51	19.35	19.45	4.386	0.965
113	210	437.5	21.5	19.34	19.43	4.375	0.9375
113	220	437	21.5	19.34	19.43	4.37	0.925
113	230	437	21.49	19.36	19.43	4.37	0.925
113	240	437	21.48	19.35	19.44	4.37	0.925
113	250	436.9	21.47	19.33	19.42	4.369	0.9225
113	300	436.9	21.47	19.33	19.43	4.369	0.9225
113	310	437	21.45	19.35	19.45	4.37	0.925
113	320	437	21.43	19.34	19.43	4.37	0.925
113	330	437	21.42	19.33	19.43	4.37	0.925

113	340	436.9	21.41	19.34	19.43	4.369	0.9225
113	350	438.6	21.41	19.4	19.51	4.386	0.965
113	400	446.4	21.38	19.34	19.48	4.464	1.16
113	410	445	21.37	19.33	19.45	4.45	1.125
113	420	438.1	21.36	19.32	19.43	4.381	0.9525
113	430	436.9	21.35	19.34	19.45	4.369	0.9225
113	440	436.9	21.33	19.34	19.44	4.369	0.9225
113	450	436.9	21.32	19.33	19.44	4.369	0.9225
113	500	436.9	21.31	19.34	19.44	4.369	0.9225
113	510	436.9	21.3	19.34	19.44	4.369	0.9225
113	520	436.9	21.28	19.33	19.45	4.369	0.9225
113	530	436.9	21.26	19.32	19.44	4.369	0.9225
113	540	437	21.25	19.33	19.44	4.37	0.925
113	550	436.8	21.24	19.32	19.44	4.368	0.92
113	600	436.9	21.23	19.33	19.45	4.369	0.9225
113	610	436.9	21.21	19.33	19.44	4.369	0.9225
113	620	436.9	21.2	19.32	19.44	4.369	0.9225
113	630	436.9	21.19	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	640	436.9	21.19	19.34	19.47	4.369	0.9225
113	650	436.9	21.19	19.33	19.46	4.369	0.9225
113	700	436.9	21.18	19.33	19.46	4.369	0.9225
113	710	436.9	21.17	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	720	436.9	21.16	19.31	19.44	4.369	0.9225
113	730	436.8	21.16	19.32	19.44	4.368	0.92
113	740	442.4	21.15	19.41	19.55	4.424	1.06
113	750	438.6	21.14	19.32	19.44	4.386	0.965
113	800	436.9	21.14	19.33	19.44	4.369	0.9225
113	810	436.9	21.15	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	820	436.9	21.14	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	830	436.9	21.15	19.32	19.44	4.369	0.9225
113	840	436.9	21.15	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	850	437	21.17	19.32	19.44	4.37	0.925
113	900	437	21.19	19.33	19.45	4.37	0.925
113	910	437	21.21	19.33	19.44	4.37	0.925
113	920	436.9	21.22	19.33	19.45	4.369	0.9225
113	930	436.9	21.22	19.32	19.44	4.369	0.9225
113	940	436.9	21.22	19.32	19.45	4.369	0.9225
113	950	436.9	21.23	19.34	19.46	4.369	0.9225
113	1000	436.9	21.24	19.33	19.46	4.369	0.9225
113	1010	436.8	21.22	19.32	19.44	4.368	0.92
113	1020	436.8	21.22	19.33	19.44	4.368	0.92
113	1030	436.8	21.22	19.34	19.45	4.368	0.92
113	1040	436.9	21.23	19.34	19.45	4.369	0.9225
113	1050	436.9	21.25	19.34	19.44	4.369	0.9225
113	1100	436.9	21.25	19.35	19.45	4.369	0.9225
113	1110	436.8	21.27	19.32	19.42	4.368	0.92
113	1120	437.1	21.44		19.4	4.371	0.9275
113	1130	436.9	21.48		19.38	4.369	0.9225

7559.04 7627.47

Temperature moyenne 19.33258 19.5076

## RESULTATS STATISTIQUES SUR LA STABILITE DANS L'AIR

<u><i>intension</i></u>	<u><i>intensite</i></u>	<u><i>permissivite</i></u>
Moyenne 443.9921	Moyenne 4.439921	Moyenne 1.099802
Erreur-type 0.18712	Erreur-type 0.001871	Erreur-type 0.004678
Médiane 446.3	Médiane 4.463	Médiane 1.1575
Mode 446.4	Mode 4.464	Mode 1.16
Ecart-type 3.704786	Ecart-type 0.037048	Ecart-type 0.09262
Variance 13.72544	Variance 0.001373	Variance 0.008578
Kurtosis -0.48394	Kurtosis -0.48394	Kurtosis -0.48394
Asymétrie -1.14946	Asymétrie -1.14946	Asymétrie -1.14946
Etendue 9.7	Etendue 0.097	Etendue 0.2425
Minimum 436.8	Minimum 4.368	Minimum 0.92
Maximum 446.5	Maximum 4.465	Maximum 1.1625
Somme 174044.9	Somme 1740.449	Somme 431.1225
Compte 392	Compte 392	Compte 392
Niveau de 0.366748	Niveau de conf 0.003667	Niveau de conf 0.009169

valeur initiale: 1.16  
 valeur finale: 0.92

# stabilité de la mesure de permittivité

