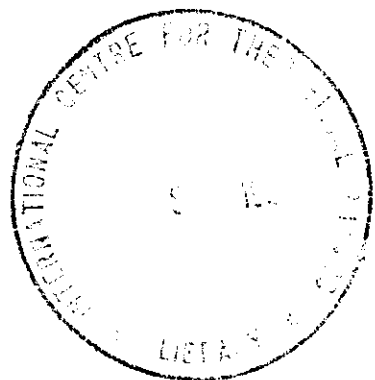




INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS
34100 TRIESTE (ITALY) - P.O. B. 586 - MIRAMARE - STRADA COSTIERA 11 - TELEPHONE: 2240-1
CABLE: CENTRATOM - TELEX 460392 - I

H4.SMR/193 - 32

"COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA SCIENCE DES MATERIAUX POUR L'ENERGIE".
(26 août - 11 septembre 1986).

"UN EXEMPLE DE REFRIGERATION SOLAIRE PAR ABSORPTION SECHE".

Pr. J. Flechon
Laboratoire de Physique
Nancy, France

Ces notes de recherche provisoires, sont destinées aux participants. Eventuellement, d'autres copies seront disponibles au bureau 231.

Matériaux pour la Réfrigération SOLAIRE

La conservation des denrées périssables $\rightarrow \Delta \theta \rightarrow$
 ex: Normes OMS : $-3^{\circ}\text{C} + 8^{\circ}\text{C}$ dans
 l'ambiante 43°C jour 30°C nuit
 Tigeorification: $\begin{cases} \theta > 0^{\circ}\text{C} & \text{réfrigération} \\ \theta < 0^{\circ}\text{C} & \text{congélation} \end{cases}$

Réfrigération solaire: Recessi Wraym. $\rightarrow$ la
 transform. en W $\begin{cases} \text{électrique} \\ \text{thermique} \end{cases} \rightarrow \theta \rightarrow$ photovolt.
phototherm.

Parcs concernés : carte OMS m
 Appareils commerciaux: catalogue OMS m
limitation: Photothermie.

Matériaux : rayonnement $< 1\text{KW m}^{-2}$
 dilué - intermittent - mobile.
 capteurs plans $\theta < 100^{\circ}\text{C}$
 à concentration $100^{\circ}\text{C} < \theta < 200^{\circ}\text{C}$
 couple frigorifère.
 formé par 2 corps $\begin{cases} \text{l'un: de se vaporiser avec } L_v \uparrow \\ \text{l'autre: } \begin{cases} \text{libérer le } 1^{\text{er}} \text{ à } \theta \uparrow \\ \text{H}_2\text{O, CaCl}_2, \text{zeolithes ou } \underline{\text{adsorb.}} \end{cases} \end{cases}$
 (à éponge) $\text{Amb } 30-35^{\circ}\text{C}$

Former facilement une solution: riche (adsorption) $\begin{cases} \text{humide} \\ \text{seche} \end{cases}$
 { un composé labile
 siège de réactions réversibles (absorp
 sèche

Rythme 1 cycle / 24h.

jour: dissociation ou vaporisation du frigorigère } int
 nuit: absorption ou adsorption } tan
 qui se vaporise avec
 production de froid.

Stockage de froid nécessaire $\rightarrow$ On crée
 { jour - nuit
 { jours sans soleil.

Rq: distinguer quantité de qualité du froid

But: Travailler une recherche ayant pour
 objet la réalisation industrielle d'un
 réfrigérateur solaire photothermique
 entièrement autonome et pratiquement
 sans entretien.

3

No Photothermal Refrigerators (in Denmark: one Solar ICEPACK FREEZER)

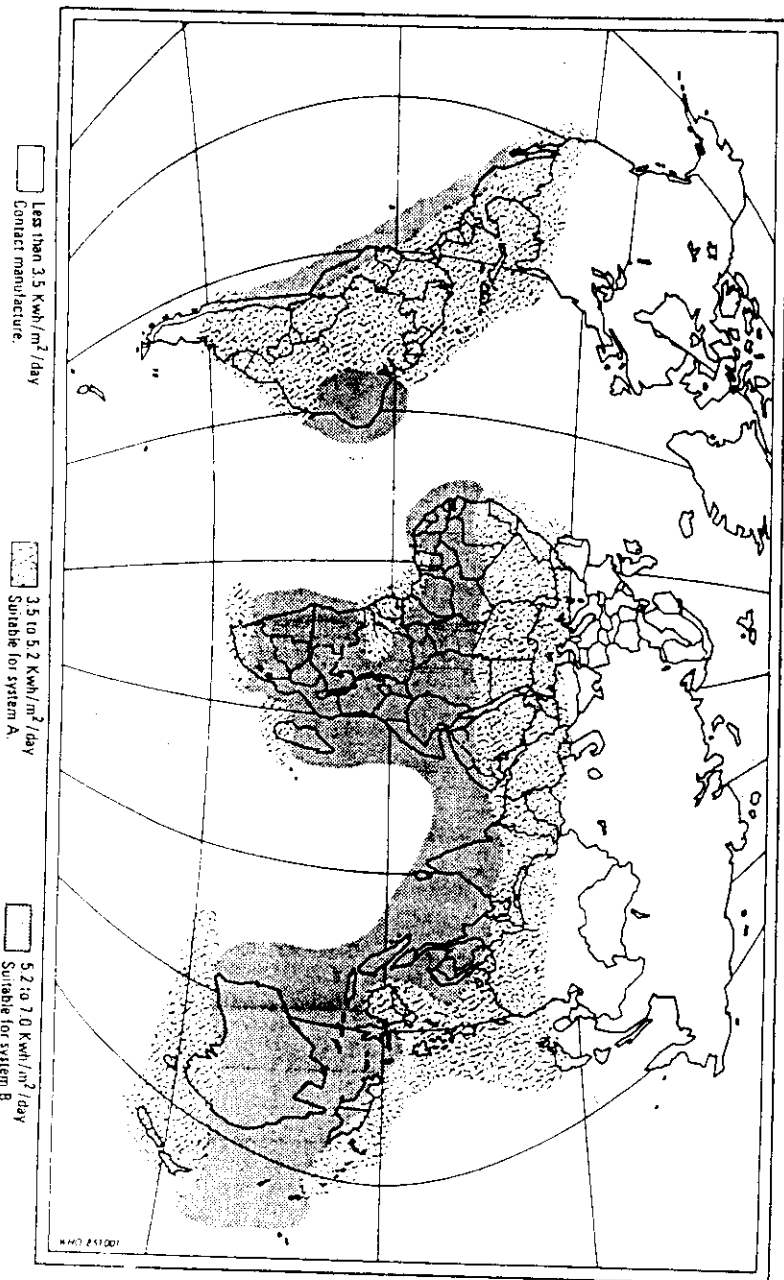
2 Types Areas	a) 3,5 - 4,7 KWh/M ² /Day	8 days no sun Security
	b) 5,8 - 7,0 KWh/M ² /Day	5 -----

Holdover time during power cut	4 - 6 Hours	3 - 4 H
--------------------------------	-------------	---------

Prices :Revision Date 31 5 85 (if Dollar =8FF)

Company		R	F	a	b
Aylesbury Vale Inds Park	UK	24/29	16/9	34.400	28.000
A E G Telefunken	G	90/100	18/33	37.600	30.400
Solvolt Intern.	USA	90/100	18/33	54.888	47.296
-----	---	80/93	10/18	42.680	35.088
LEROY SOMER	F	16/46 = 16/46		77.024	66.224
Solarex	USA	90/100	18/33	36.256	31.312
-----	---	80/93	10/18	34.336	29.392
Polar	USA	90/100	18/33	33.040	29.640

KAPTAN APS	DK	10/29	40.000 (Icepack Freezing 3 - 5 /24 Kg/hrs)
------------	----	-------	---



(5) 11 Un exemple d'étude de réfrigération solaire par absorption sèche

I Les données du problème.

- a) les besoins: pays sub-tropicaux en voie de développement
 dans ces pays: régions déshéritées - raison -
 la conservation des denrées périssables
 ex: Normes OMS: vaccins (-30° + 8°) ambiance 43°C jour
 30°C nuit.
 or: réalisations actuelles:
 photovoltaïques (ind.) froid
 adsorption zeolites-eau (recherche)

Problèmes économiques.

- b) choix du couple: $\text{CaCl}_2, \text{NH}_3$
 utilisé industriellement en Allemagne (1920-30)

Caractères physico-chimiques:

CaCl_2	8NH_3	4NH_3	2NH_3	0
16 bars	95°C	106°C		
40°C	32	42	180	conclure
1				
0,13	-2	2	126	

Tracé du réseau ($\log P, \frac{1}{T}$) ses isothermes.
 montage labo

obtention d'une concentration (varmes)
 les équilibres $P, T \rightarrow \Delta$

On éclaire durant 6 heures & capture sous une
 puissance lumineuse constante de 1 kW.m^{-2} .

- Remplissage aux $\frac{1}{4}$:

Il y a 18 l. d'ammoniac liquide pour 12 kg de sel:

$\theta_{\text{max. génér.}} = 140^\circ\text{C}$	
$\theta_{\text{amb. pièce}} (^\circ\text{C})$	$\text{NH}_3 \text{ liq. condensé}$
20	4,7 litres
30	4,6
35	4,5
40	4

- Remplissage aux $\frac{3}{4}$:

Il y a 24 l. d'ammoniac liquide pour 12 kg de sel:

$\theta_{\text{max. génér.}} = 140^\circ\text{C}$	
$\theta_{\text{amb. pièce}} (^\circ\text{C})$	$\text{NH}_3 \text{ liq. condensé}$
30	4,5 litres

Projet prototype miniature.

a) but: Conservation des vaccins, de la viande du lait, en ambiance tropicale.

b) Conception: cuve isolante 300 l (OHS: 12cm polyuréthane)
en fait: congélateur double 9,5cm au lieu de 6,5

autonomie conditionnée par le cycle solaire.

{	générateur 6 m ²
	condenseur: ailettes - air (2m)
	réserve NH ₃

c) schéma

d) Réalisation industrielle (Brevet déposé à Paris le 6 juillet 1984)
par l'ANVAR
extension internationale 1985.

IV Les essais in situ

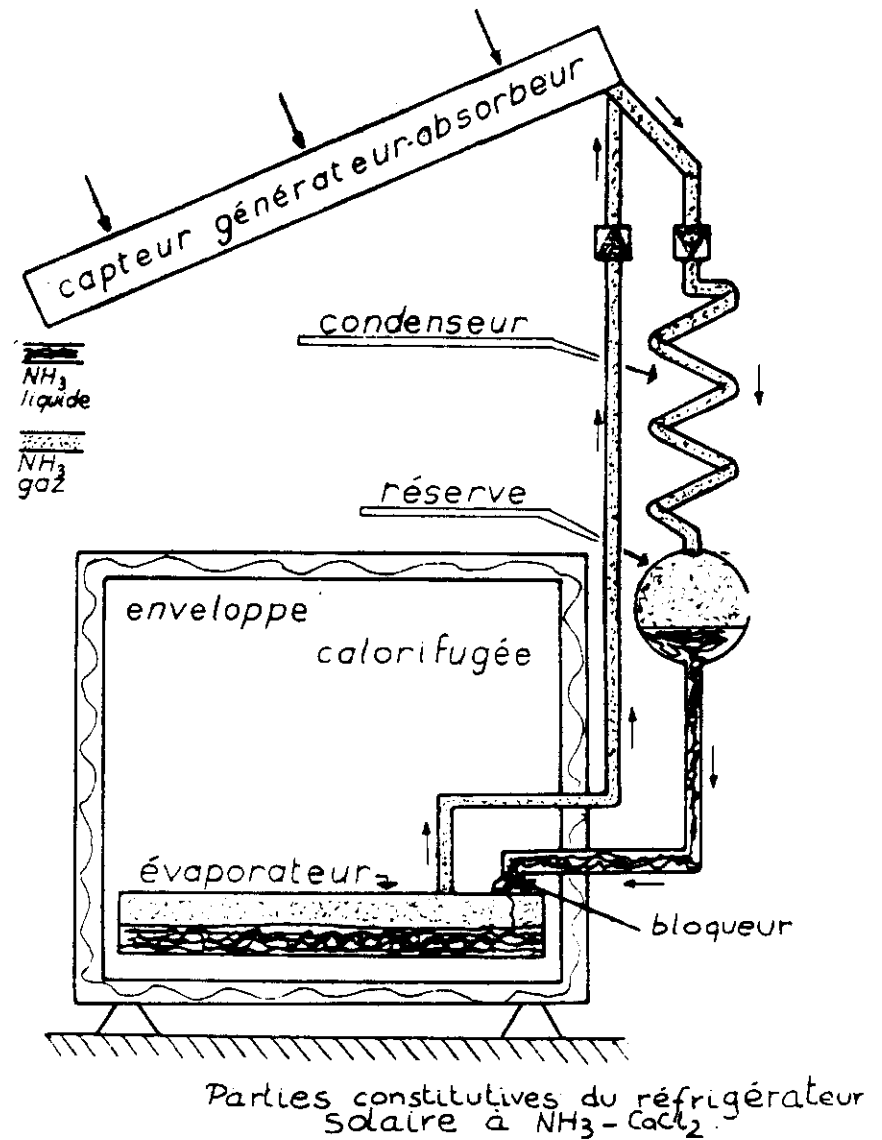
a) juin 85: Kianjatoa 1

b) sept 85: I C T P Trieste

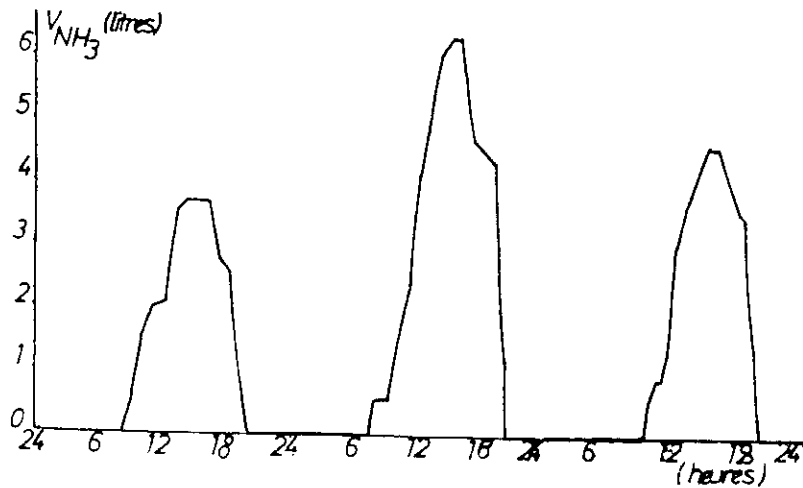
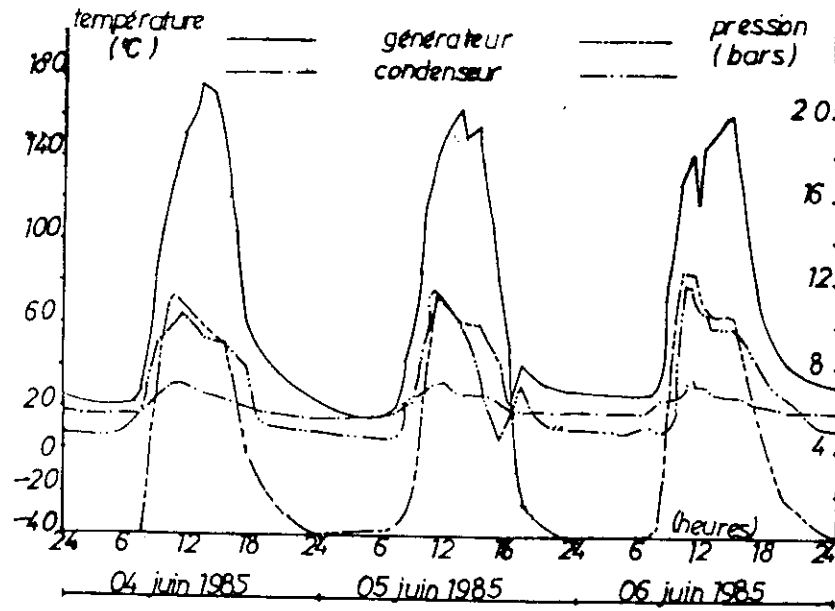
c) mai 86: Abu Dhabi

d) Mars 86: Kianjatoa 2

e) sept 86: Lab CHS Colombie.

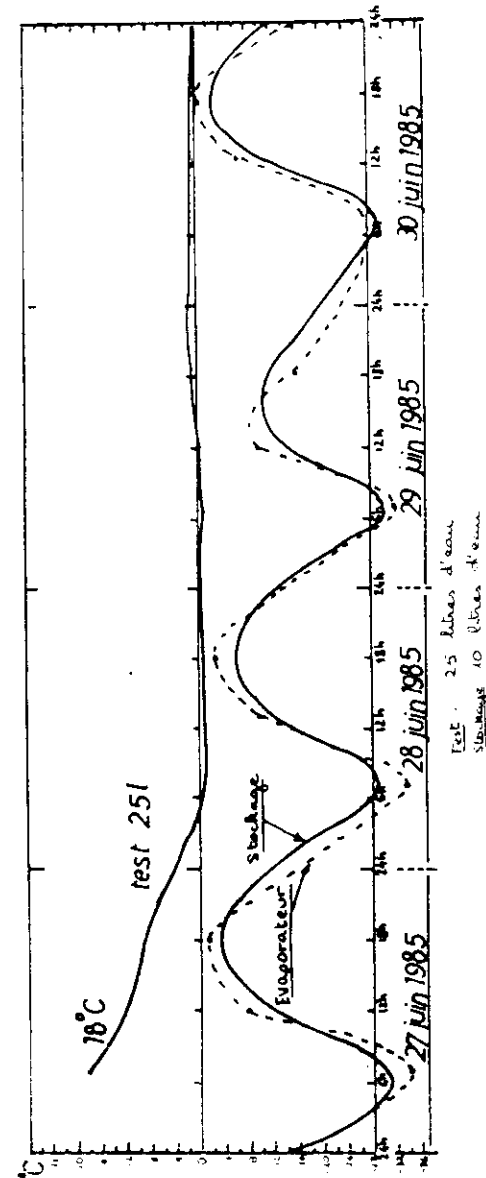


Réfrigérateur solaire; Kianjasoa 68



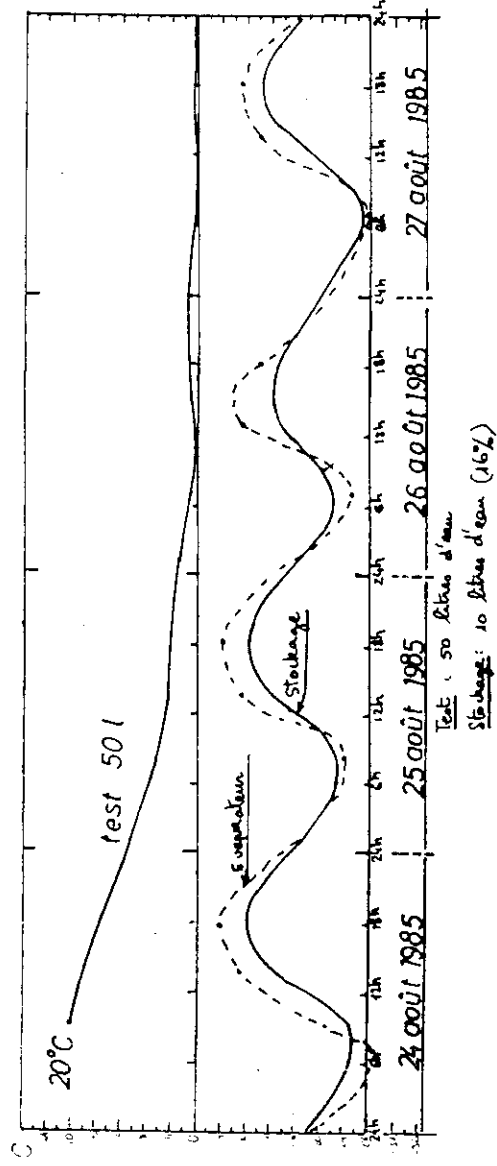
Evolution de $\theta_g, \theta_c, P_g, P_c, V_{NH_3}$

Evolution de la température du test de 25 l d'eau



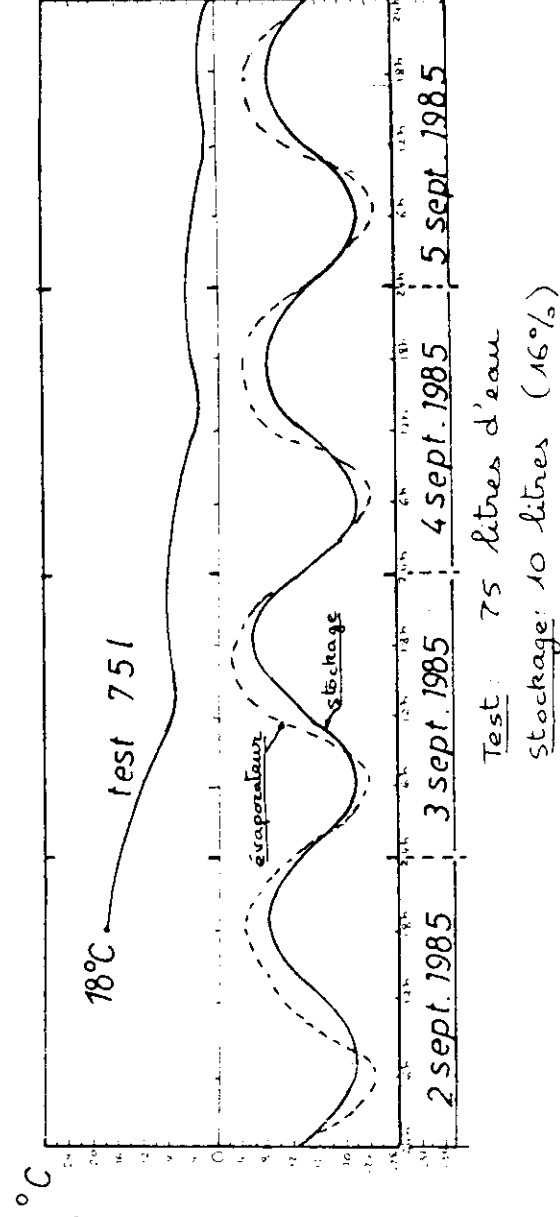
Test : 25 litres d'eau
Stockage 10 litres d'eau

Evolution de θ_r , θ_e et θ_g



(6d)

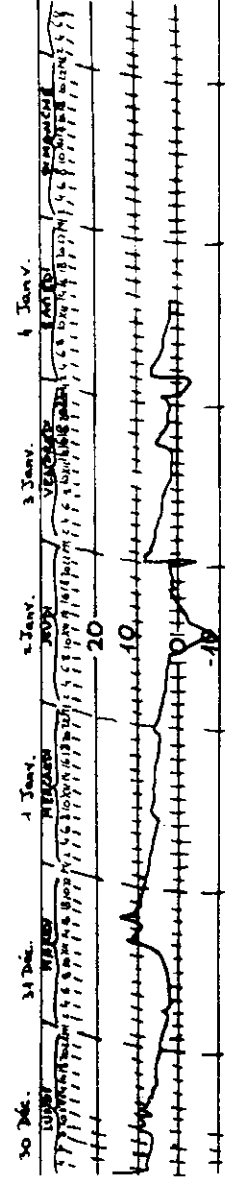
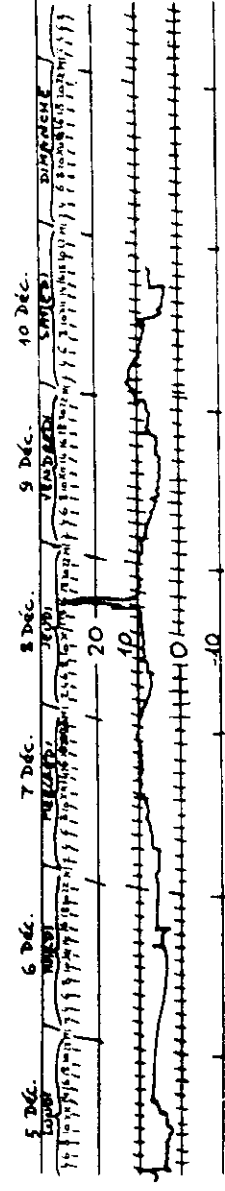
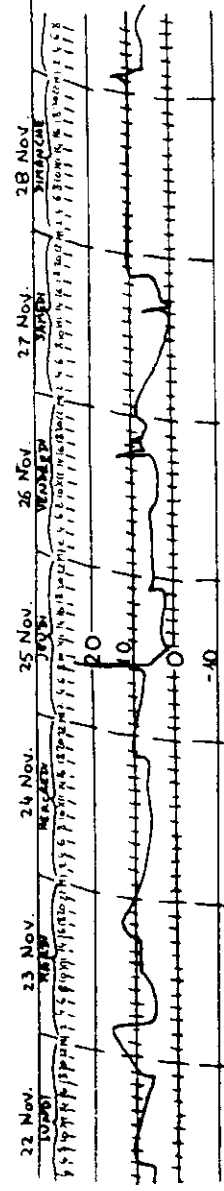
Evolution de θ_r , θ_e et θ_g



(6e)

Kianjaloo

(6f



Ambiante enregistré dans la cuve à 23cm
de la grille inférieure :

- du 22 Nov. au 28 Nov 1985
- du 5 Dec. au 10 Dec. 1985
- du 30 Dec. 1985 au 4 Janv. 1986