

ECOLE POLYTECHNIQUE THIES
DEPARTEMENT GENIE
MECANIQUE

Gm. 0399

PROJET DE FIN
D'ETUDE S

TITRE: MAXIMISATION DE L'ENERGIE
SOLAIRE CAPTEE PAR
UN SUIVEUR

AUTEUR: Ibra SECK

DIRECTEUR DE PROJET : Roger MARTIN

JUIN 1982



ecole polytechnique thies
deparlement genie mecanique

A mes parents

A tous ceux qui me sont chers

Remerciements

Je remercie tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de mon projet.

Je vais remercier plus particulièrement M Roger Martin qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce présent projet.

Mes remerciements vont également aller à M A Wolski, à M François Houmaire et également à M Simon.

Sommaire

on a effectué une étude d'optimisation de l'énergie captée par un suiveur. Avant l'étude proprement dite on a déterminée le gain théorique c'est à dire le gain maximal qu'on peut atteindre avec un suiveur et qui dans notre cas est trouvé égal à 2.1. Ensuite on a fait une étude d'un circuit tout en étant guidé par le souci d'optimiser. Et est ainsi qu'on a adopté un système de transmission à sens unique pour éliminer les oscillations.

- on a utilisé pour le système de commande un système par à-coups avec des triggers fait des amplificateurs opérationnels qui assurent une plus grande facilité d'ajustement de leurs seuils.
- Un économiseur permettant de ouvrir le circuit la nuit est introduit.

à la fin on fait l'étude théorique d'un capteur ayant une surface de captage de 1 m^2 qui nous a permis de voir qu'à grande échelle le gain réel s'approche très bien du gain théorique.

Table des matières

	Page
I Introduction	1
II Determination du gain Theorique	4
II-a Definition	4
II-b mesures et resultats	4
II b.1 Determination de l'energie emmagasinee avec un capteur mobile	4
II b.2 Determination de l'energie emmagasinee avec un capteur fixe	7
II-c calcul du gain theorique	9
III Etude du circuit a optimiser	10
III-A position du probleme	10
III-B Etude du circuit	12
III-B-1 presentation generale	12
III-B-2 etude du detecteur	13
III-B-3 Etude des triggers de smith	17
III-B-4 Systeme de transmission	19
III-B-5 Regulateur de tension	20
III-B-6 Etude d'un economiseur	20
III-B-7 circuit final	22
III-B-8 fonctionnement du circuit	24
III-B-9 Resultats et problemes rencontres	26
IV Etude theorique d'un suiveur	28
IV-1 choix du capteur	28
IV-2 Montage propose	28

	Page
IV-3 Estimation de l'énergie brute captée	30
IV-4 Estimation de l'énergie dissipée	33
IV-5 Détermination du gain	34
V Conclusion et recommandations	36
Annexes	38
A.I détermination des seuils d'un trigger	38
A.II Variation du courant de charge en fonction de l'angle	43
A.III Variation du courant de charge en fonction de l'intensité du soleil	45
A.IV Mesure effectuée avec le circuit	47
A.V présentation du circuit	49
A.VI relevés d'intensité du soleil	51
A.VII catalogue de panneaux solaires	55
A.VIII Vitesse du vent à Thios	59

CHAPITRE I

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

Avec la montée continue des prix des combustibles, on fait de plus en plus appel aux énergies renouvelables. De même l'utilisation abusive de ces combustibles nous donne des inquiétudes. A ce propos ces constatations qui suivent nous donnent matière de réflexion.

De 1950 à nos jours nous avons consommé plus de la moitié de l'énergie des 11 siècles précédents :

• Nos besoins en énergie ont quintuplés depuis 100 ans -

• A l'an 2000 il nous faudrait consommer l'équivalent de 15 milliard de tonnes de charbon.

Face à cette inquiétude deux possibilités s'ouvrent à nous : l'exploitation de l'énergie solaire ou l'énergie nucléaire. Mais le nucléaire n'est pas sans risque et c'est pourquoi il est rejeté par certains pays. Par contre le solaire n'a jusqu'à présent rencontré aucune résistance.

L'énergie des étoiles provient de réactions de fusion nucléaire et de radioactivité positive.

• Pour ce qui est de notre étoile, le soleil, on peut dire qu'elle est jeune parce qu'elle na

consomme que 7,5% de son combustible
On peut dire que le soleil est une vaste
source d'énergie et qu'il est une source
d'avenir. C'est d'ailleurs ce qui explique
l'importance qu'on accorde de plus en plus
à la recherche dans le domaine du solaire.
L'énergie reçue par un capteur solaire dépend tres
fortement de l'angle que font les rayons solaires
avec la perpendiculaire à la surface de captage.
C'est pour cela qu'il serait souhaitable de réduire
toujours cet angle à zéro. Mais si on le soleil
continuellement occasionnerait des pertes inutiles
et une instabilité du système. C'est pour quoi
nous allons opter pour un système fonctionnant
par à-coups. Un tel système a été réalisé
par M. Ousmane ci-dessus lors de son projet de fin
d'étude en 1978. Mais il y'avait des problèmes
de stabilité.

Dans notre étude nous allons d'abord déterminer
le gain maximal qu'on peut attendre d'un sui-
veur. Dans un deuxième ^{temps} nous allons étudier
les éléments du système de commande dans le
but de réduire la consommation d'énergie et de
rechercher une meilleure stabilité, en un mot à
optimiser le circuit.

en fin nous allons faire une étude brève d'un

Suiveur ayant de l'ordre du mètre carré de surface de captage. Dans cette partie nous allons déterminer le gain.

II DETERMINATION DU GAIN THEORIQUE

II. a. DÉFINITION

Le gain théorique est défini comme étant le rapport de l'énergie captée par un suiveur idéal sur l'énergie captée par un capteur fixe orienté à la position perpendiculaire au rayons solaires à 12 heures 30 minutes. On entend par suiveur idéal un suiveur qui est toujours perpendiculaire au rayons solaires et dont on ne tient pas compte de l'énergie dépensée pour s'orienter.

II. b. Mesures et résultats

Pour la détermination du gain théorique nous allons faire les mesures suivantes.

- Mesurer le courant de charge d'une batterie avec le capteur perpendiculaire au rayons solaires
- Mesure le courant de charge d'une batterie avec le capteur orienté à une position perpendiculaire au rayon solaire à 12 heures 30 minutes.

II. b. 1 Détermination de l'énergie emmagasinée avec un capteur mobile

Pour cela il nous a fallu prendre des mesures

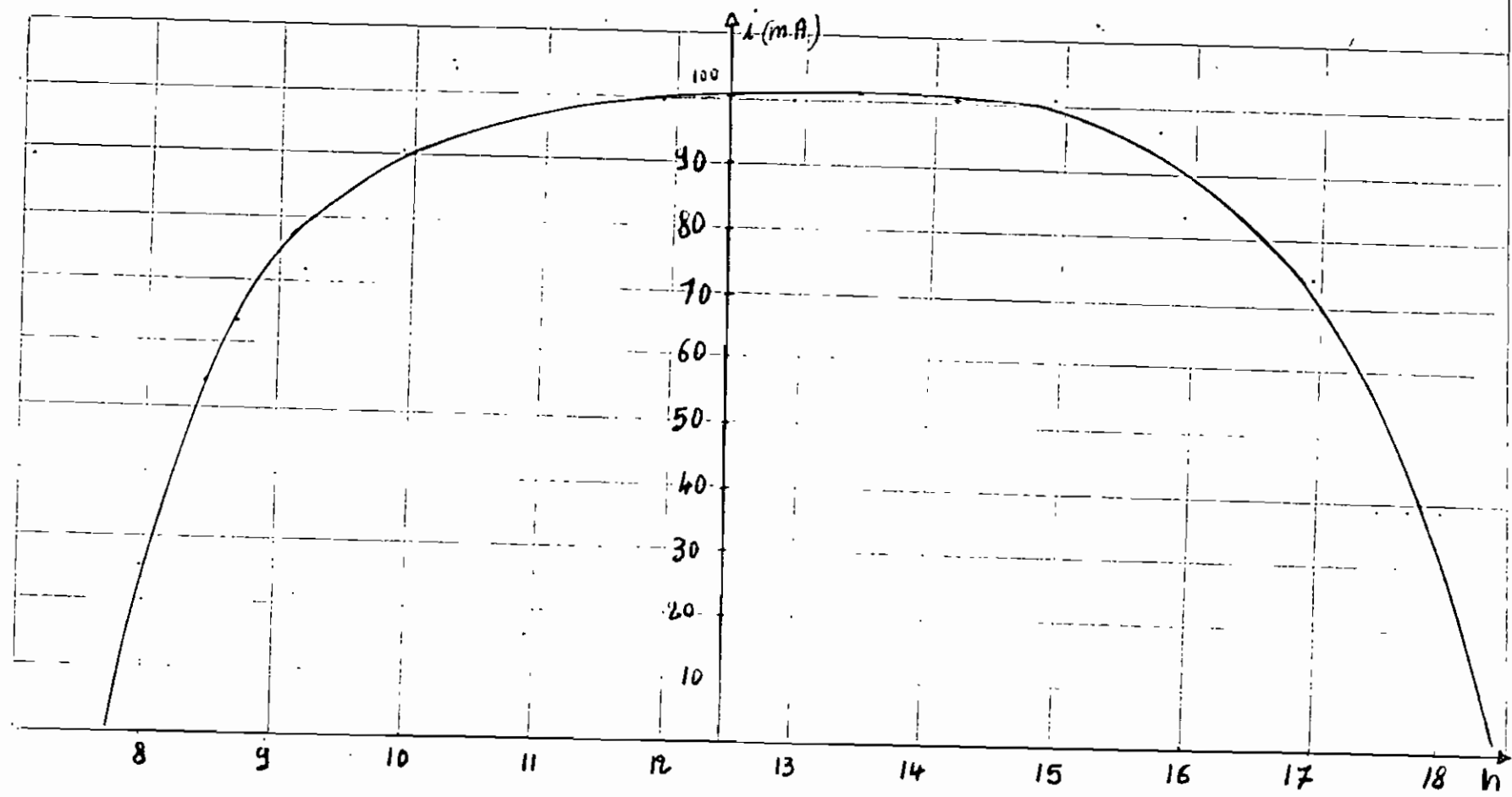
de l'intensité de charge d'une batterie de 12.6
Volte pour différentes heures de la journée en
ayant toujours les rayons solaires perpendi-
culaires à la surface de captage.

Tableau N°1 courant de charge en fonction
de l'heure avec un capteur mobile

heure	8 h	8h30	8h45	9h15	10h	11h15
intensité i (mA)	27	55	64	73	91	91

heure	11h45	13h	14h15	15h	16h	17h
i (mA)	100	100	100	100	82	73

heure	17h30	17h45	18h
i (mA)	36	36	36



Courbe 1 intensité de charge en fonction de l'heure pour capteur mob. (perpendiculaire aux rayons)

l'intégral de la courbe 1 donne $q = 870 \text{ mAh}$

l'énergie journalière sera : $E = q \times V$

$$E_1 = 870 \times 12.4 = 10788 \text{ mWh/jour}$$

$$E_1 = 10.8 \text{ Wh/jour}$$

II.b.2 Détermination de l'énergie avec capteur fixe

Pour la détermination de l'énergie emmagasinée avec un capteur fixe on fait les mesures d'intensité à différentes heures de la journée en laissant la cellule orientée à la position où les rayons solaires lui seront perpendiculaires à 12 h 30. ce qui donne comme résultat

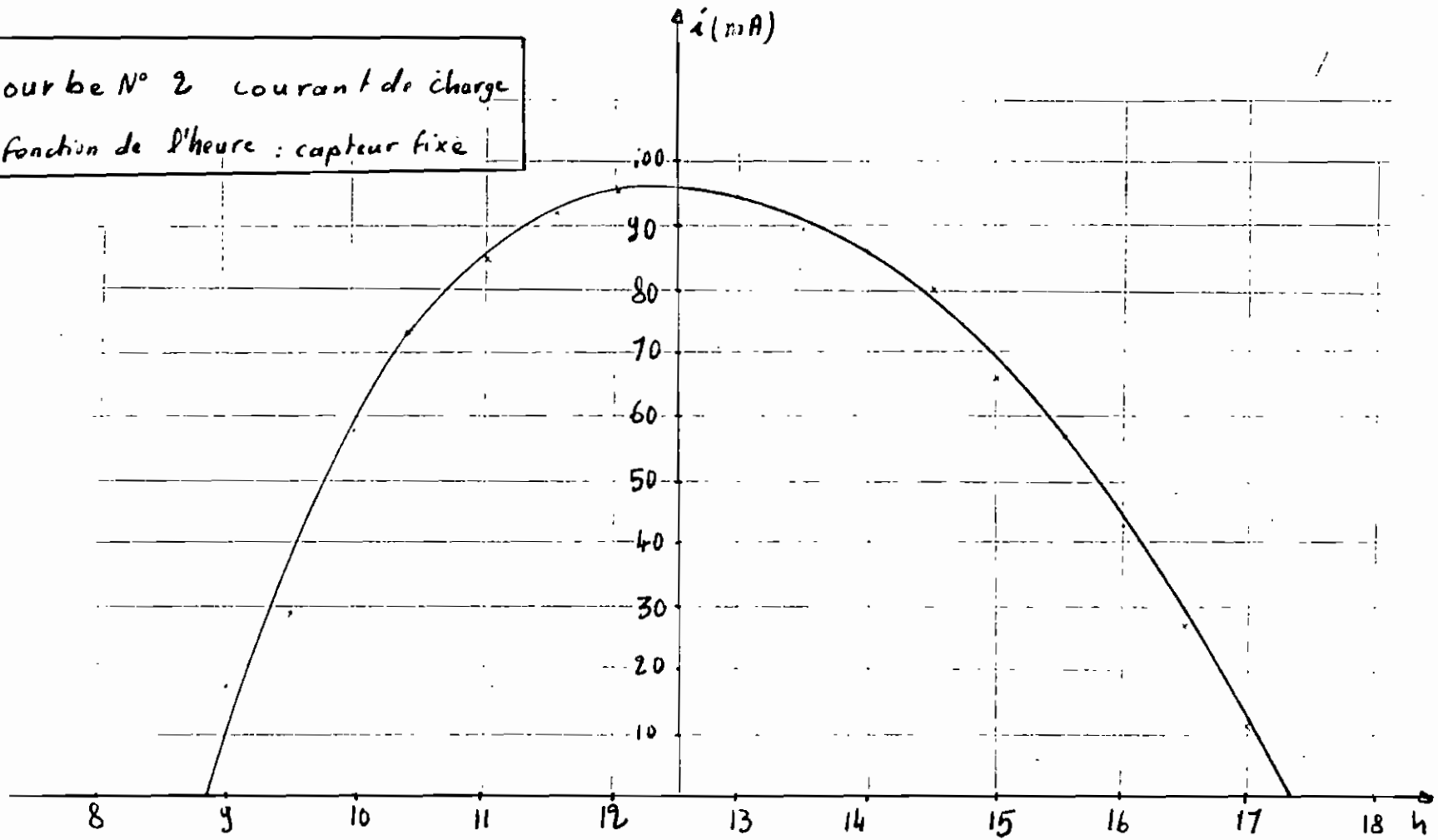
Tableau 2 Intensité en fonction de l'heure.
capteur fixe

heure	9H	9H-30	10H	10H-30	11H	11H-30	12h
$i \text{ (mA)}$	17	29	58	72	83	92	95

heure	12H-30	13H	13H-30	14H	14H-30	15H	15H-30
$i \text{ (mA)}$	95	94	90	85	80	65	56

heure	16H	16H-30	17H
$i \text{ (mA)}$	42	28	12

Courbe N° 2 Courant de charge
en fonction de l'heure : capteur fixe



CHAPITRE III
ETUDE DU CIRCUIT
A OPTIMISER

L'intégral de la courbe 2 donne une valeur $q = 430 \text{ mAh/jour}$

L'énergie transformée par jour est donnée par

$$E_L = q \times V = 430 \times 12.4 = 5.16 \text{ Wh/jour}$$

$$E_L = 5.16 \text{ Wh/jour}$$

II.c calcul du gain théorique

Le gain théorique étant donné par le rapport entre l'énergie reçue avec un suiveur idéal et l'énergie reçue avec un capteur fixe on aura :

$$\text{le gain théorique } g_t = E_1 / E_L$$

$$\text{avec } E_1 = 10.8 \text{ Wh/jour}$$

$$\text{et } E_L = 5.16 \text{ Wh/jour}$$

$$\text{on a } g_t = 2.1$$

$$g_t = 2.1$$

A 12h30, les 2 mesures avaient dû donner le même courant de charge

III.A-position du probleme

Pour voir plus clair dans le probleme d'optimisation on a presente sous forme schematique l'intensite de charge d'une batterie avec un suiveur reel et avec un suiveur ideal.

Il faut attendre par suiveur ideale un suiveur qui est toujours dans la position optimale et qui en plus ne consomme pas d'energie.

Comme on le voit dans le schema 1 optimiser un systeme de suiveur revient a reduire au maximum possible la partie hachuree du schema.

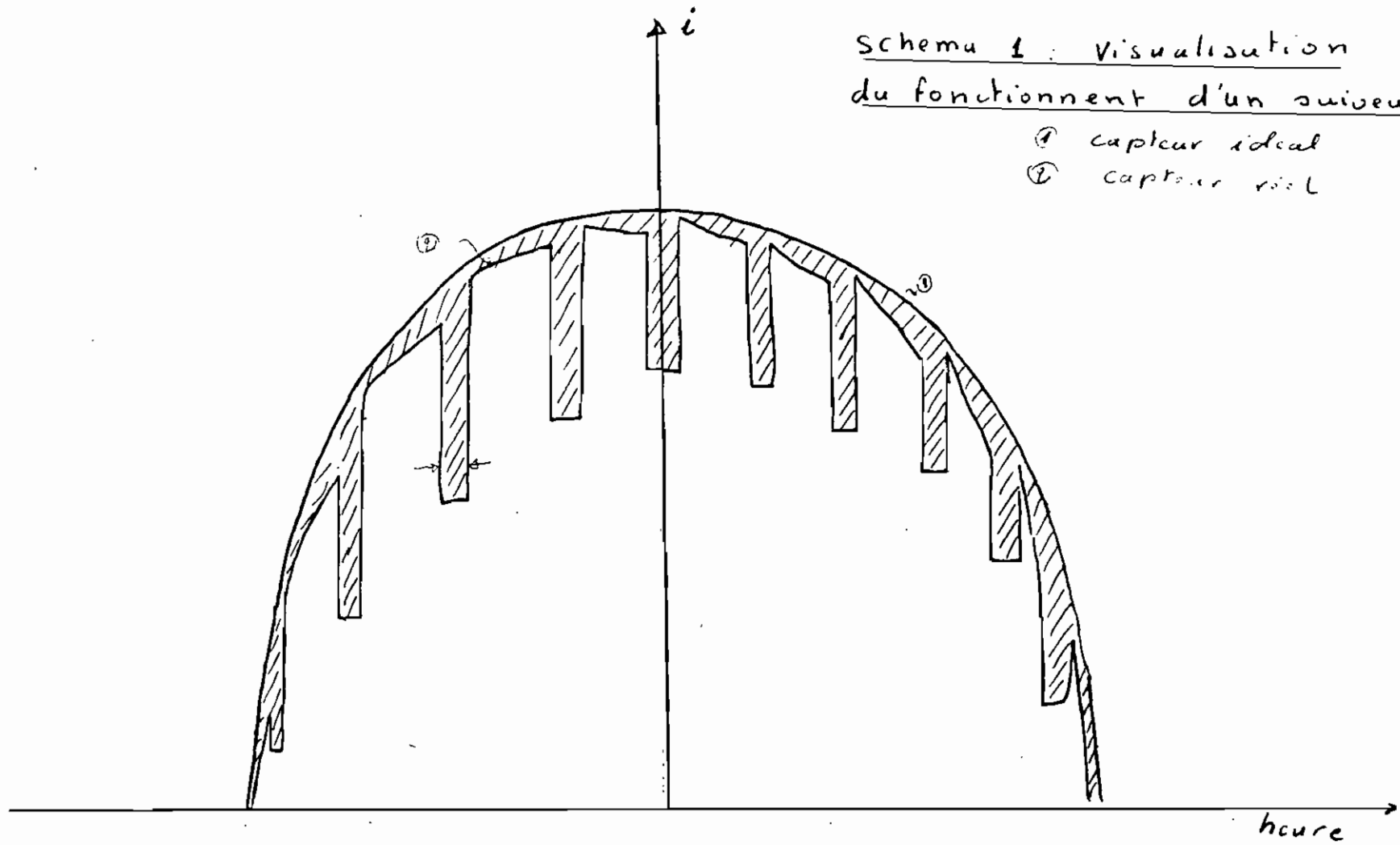
Pour cela il faut rechercher la solution dans :

- la reduction du courant consommé et pour cela il faut éliminer les oscillations qui occasionnent au niveau du moteur, diminuer la consommation permanente du circuit.

- Réduction ^{de} l'écart maximal admissible entre la position optimale du systeme et la position du systeme. Mais la valeur de cet écart ne peut être réduite sans tenir compte de la stabilité du circuit.

Schema 1 : visualisation
du fonctionnement d'un suiveur

- ① capteur idéal
- ② capteur réel

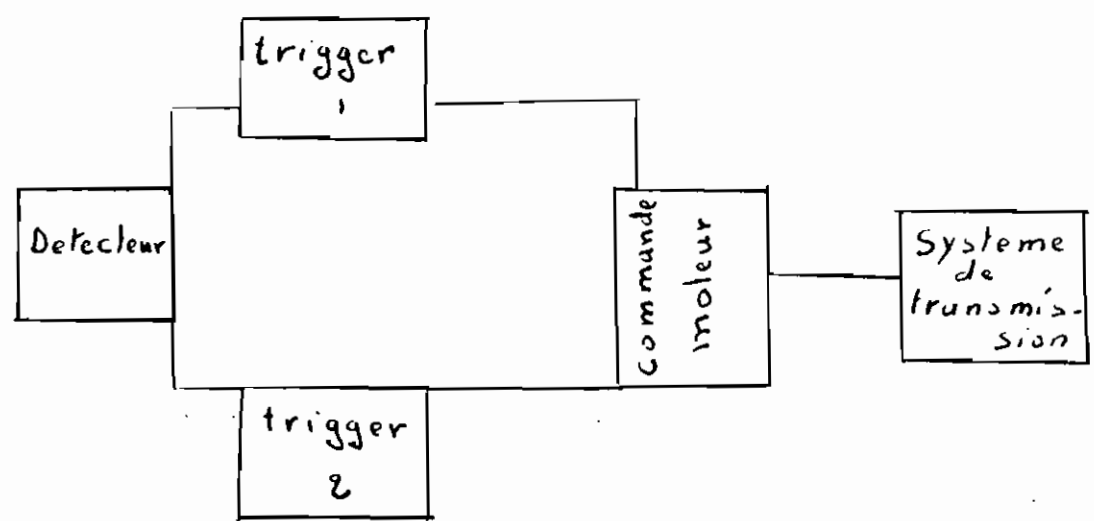


II. B. ETUDE DU CIRCUIT

II. B. 1. Présentation générale

On a opté pour un servo qui fonctionne pare à-coup. Ainsi on va mettre au point un circuit qui ne va réagir qu'après un certain écart entre la position optimale et la position du système.

schéma Schema global



- Notre circuit comprend :
- Un detecteur qui va nous permettre de détecter la position du soleil
 - 2 triggers de smith qui nous permettent de fixer l'écart admissible entre la perpendiculaire au soleil et la position du capteur
 - Un circuit de commande qui nous permet

un fois l'écart admissible atteint de faire tourner le moteur.

- Un système de transmission qui va transmettre le mouvement du moteur au système.

III.8.2. Etude du détecteur.

La détection se fait avec des phototransistors. Lorsqu'ils sont éclairés les phototransistors émettent un courant émetteur dont la valeur est d'autant plus élevée que l'intensité de la lumière est grande. Mais comme tous les autres transistors ils se saturent pour une certaine intensité du soleil. C'est ce qu'on appelle l'intensité de saturation.

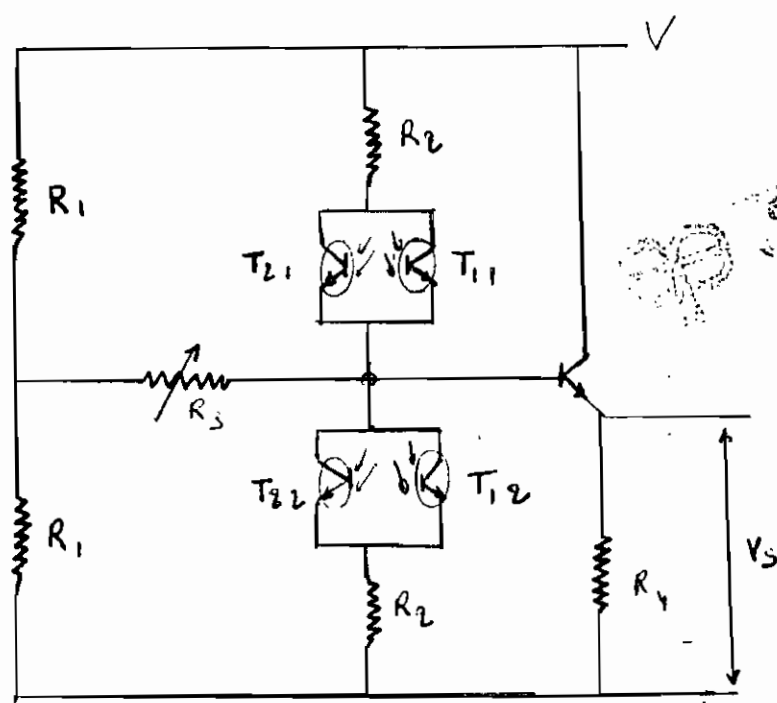


schéma 3 circuit de detection

Centre de Recherche et de Développement
des Technologies

Le circuit comprend deux types de phototransistors qui sont appariés deux à deux :

- 2 phototransistors à grand angle de détection qui permettent la détection de grands écarts entre la position du capteur et la position optimale. Ces transistors sont dénotés T_{11} et T_{12}

- 2 phototransistors à faible angle de détection T_{21} et T_{22} pour les petits écarts.

Le fonctionnement du circuit se fait comme suit :

- si les deux paires T_{11} et T_{21} sont aussi bien éclairés que T_{12} et T_{22} on aura la tension de sortie qui sera égale à la moitié de la tension V

- si les transistors T_{11} et T_{21} sont plus éclairés que T_{12} et T_{22} on aura la tension de sortie V_s qui sera inférieur à $\frac{V}{2}$

- si les transistors T_{12} et T_{22} sont plus éclairés que T_{11} et T_{21} on aura la tension de sortie V_s qui sera supérieurs à $\frac{V}{2}$

Ainsi notre circuit va nous servir de détecteur de la position du soleil dont la sensibilité va dépendre des résistances R_1 et R_2 on a mis un potentiomètre pour pouvoir mieux contrôler la sensibilité.

Pour le choix des résistances donc de la déte-

Attention ↗

sensibilité du détecteur on a pris une série de mesures de la tension de sortie en fonction de l'angle que fait le capteur avec la perpendiculaire aux rayons solaires.

Après plusieurs mesures on a retenu les mesures suivantes :

Tableau 3. Tension de sortie du détecteur et de l'angle

α	-15	-10	-6	-5	-4	-3	-1
V_s	4.5	4.8	5.2	5.5	7.5	8	10

V_{cc} ?

α	0	1	2	3	6	8	11
V_s	11	12.1	12.5	13.4	14	14.2	14.3

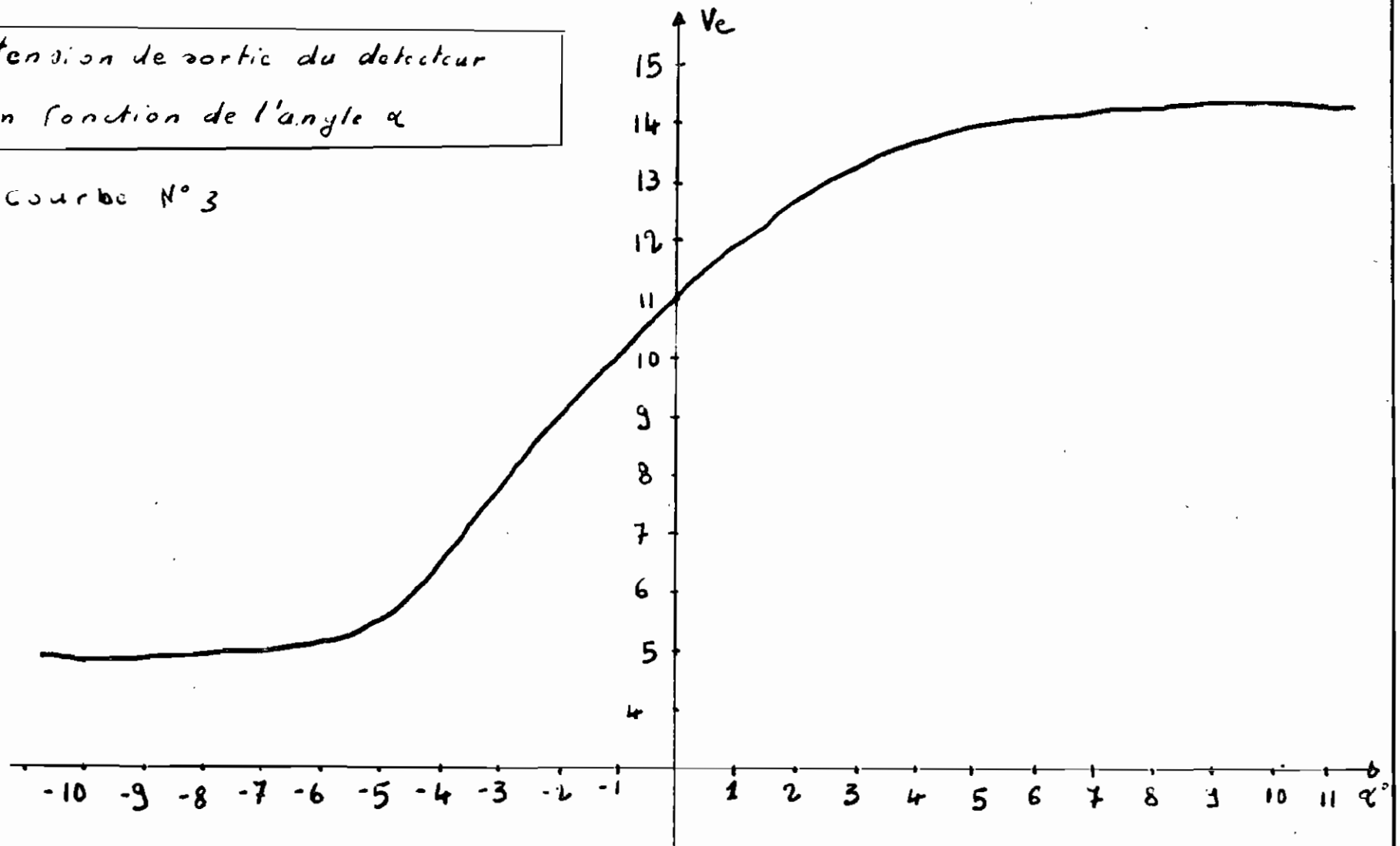
α : Angle que fait le capteur avec la perpendiculaire des rayons solaires.

V_s : tension de sortie du détecteur.

Ces mesures nous ont donné la courbe

tension de sortie du detecteur
en fonction de l'angle α

courbe N° 3

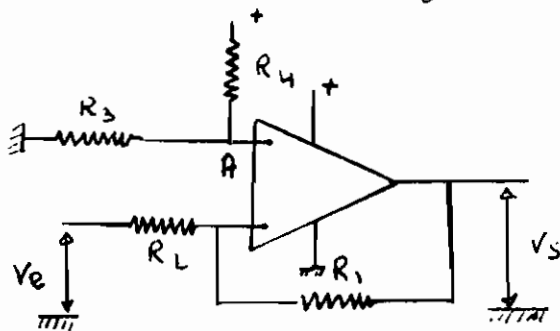


III.B.3 Etude des triggers de smith

A la sortie de notre circuit de détection on a une tension qui change avec la position du capteur. Dans notre système on permet un certain angle entre la position optimale du capteur et sa position occupée. C'est pour cela qu'on a utilisé des triggers de smith. Pour une plus grande simplicité et une plus grande facilité de détermination des seuils on a utilisé des amplificateurs opérationnels.

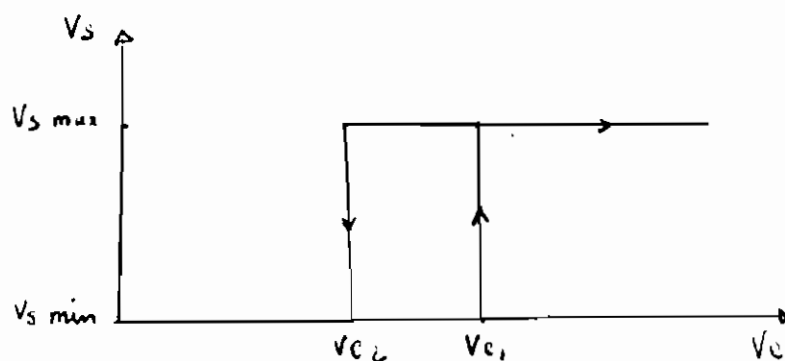
schema 4

Schema de montage.



schema 5

schéma de fonctionnement.



Le trigger de smith est un circuit électronique bistable. Le fonctionnement se présente comme suit :

- Si la tension d'entrée V_e est inférieure à V_{e1} et V_{e2} , la tension de sortie est $V_{s\min}$.
- Si on augmente la tension d'entrée la tension de sortie demeure à la valeur $V_{s\min}$ jusqu'à ce qu'on atteigne V_{e1} . Une fois que V_{e1} est atteint la tension saute et prend la valeur $V_{s\max}$ et reste ainsi constante.

Si on est dans la position où la tension de sortie est égale à $V_{s\max}$ et qu'on diminue la tension d'entrée cela va donner comme résultat une tension de sortie qui demeure constante pour ensuite tomber à la valeur $V_{s\min}$ si on atteint la tension d'entrée V_{e2} .

Ce sont ces deux valeurs de tension d'entrée V_{e1} et V_{e2} qui occasionne un changement de la tension de sortie du trigger sont appelés seuils du trigger.

Détermination des seuils d'un trigger.
Le calcul des seuils est présenté en annexe I.

Présentons ici la procédure de détermination des seuils.

Pour déterminer les seuils d'un trigger les étapes à suivre sont les suivantes.

- 1. fixer un écart entre les seuils
- 2. déterminer les résistances R_1 et R_2 à partir de l'équation $a = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\Delta V_c}{V_{s\max} - V_{s\min}}$

- 3 - on fixe V_{e1}
- 4 - déterminer V_A par la relation $V_A = V_{e1} - a(1 - V_{s\min})$
- 5 - Déterminer les résistances R_3 et R_4 à partir de l'équation $V_A = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_{s\max}$

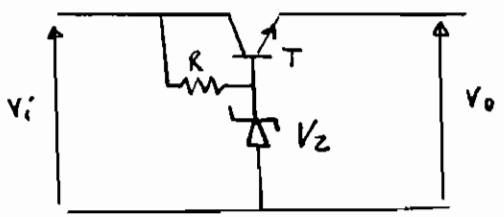
III.B.4 Systeme de transmission

Pour remédier aux oscillations du système dû à l'inertie que possède ce dernier au moment où le moteur s'arrête, ce qui provoque une continuation de la rotation et le basculement du trigger 2, on a utilisé un système de vis sans fin qui va bloquer le mouvement une fois le moteur arrêté. Le système de transmission nous permet ainsi une transmission à sens unique. N'ayant pas assez d'engrenage pour assurer une réduction adéquate on a couplé le système de transmission par vis avec un système par courroies -

III B5. Regulateur de tension

La tension des batteries pouvant connaître des variations, on a mis au point un circuit qui nous permet de régulariser la tension d'alimentation du circuit de commande.

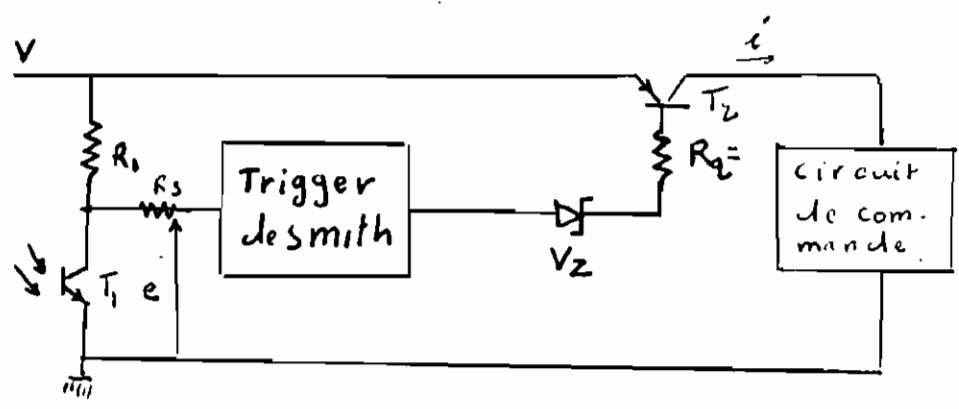
Schema 6 Schema de montage



Ce montage nous permet d'avoir $V_o \approx V_z$
en effet $V_o = V_z + V_{BE}$

III B.6 Etude d'un économiseur

Pour réduire la consommation d'énergie on a mis un dispositif qui nous permet de couper le circuit lorsque l'intensité est très faible et ainsi d'économiser de l'énergie durant la nuit



Schema 7 Schema de montage du circuit

Fonctionnement.

suivant le niveau d'éclaircement on a la tension e qui varie en fonction du courant dans le photo transistor T_1 avec cette tension e on allume le trigger dont le schéma de montage et le calcul des seuils sont présentés en Annexe I .

si on pose e_1 et e_2 les seuils du trigger on a :
- si l'éclaircement est faible notamment la nuit on a $e < e_1$ ce qui fait que la tension de sortie du trigger est nul et donc le transistor T_2 sera bloqué ce qui fera que le circuit de commande ne sera pas alimenté .

- si l'éclaircement augmente on a e qui augmente et fini par atteindre e_1 et ainsi notre tension de sortie du trigger sera de V . Par la suite avec la diode zener et la résistance R_1 on sature le transistor T_2 se sature et il ya alimentation normale du circuit.

- si l'intensité diminue on aura e qui diminue et si e atteint la valeur e_2 il ya brusquement du trigger et sa tension de sortie qui tombe à zero ce qui entraine l'ouverture du circuit d'alimentation .

II.8.7 CIRCUIT FINAL

Pour la détermination des paramètres du circuit et plus particulièrement des seuils de déclenchement il nous fallait trouver un compromis entre l'énergie perdue par l'éloignement des seuils et la stabilité du système qui se perdait avec des seuils trop rapprochés. C'est ainsi qu'il nous a fallu faire plusieurs essais en changeant les seuils pour enfin trouver les paramètres adéquats. on a ainsi trouver les seuils qui assurent une stabilité tout en ne permettant pas de grosses pertes

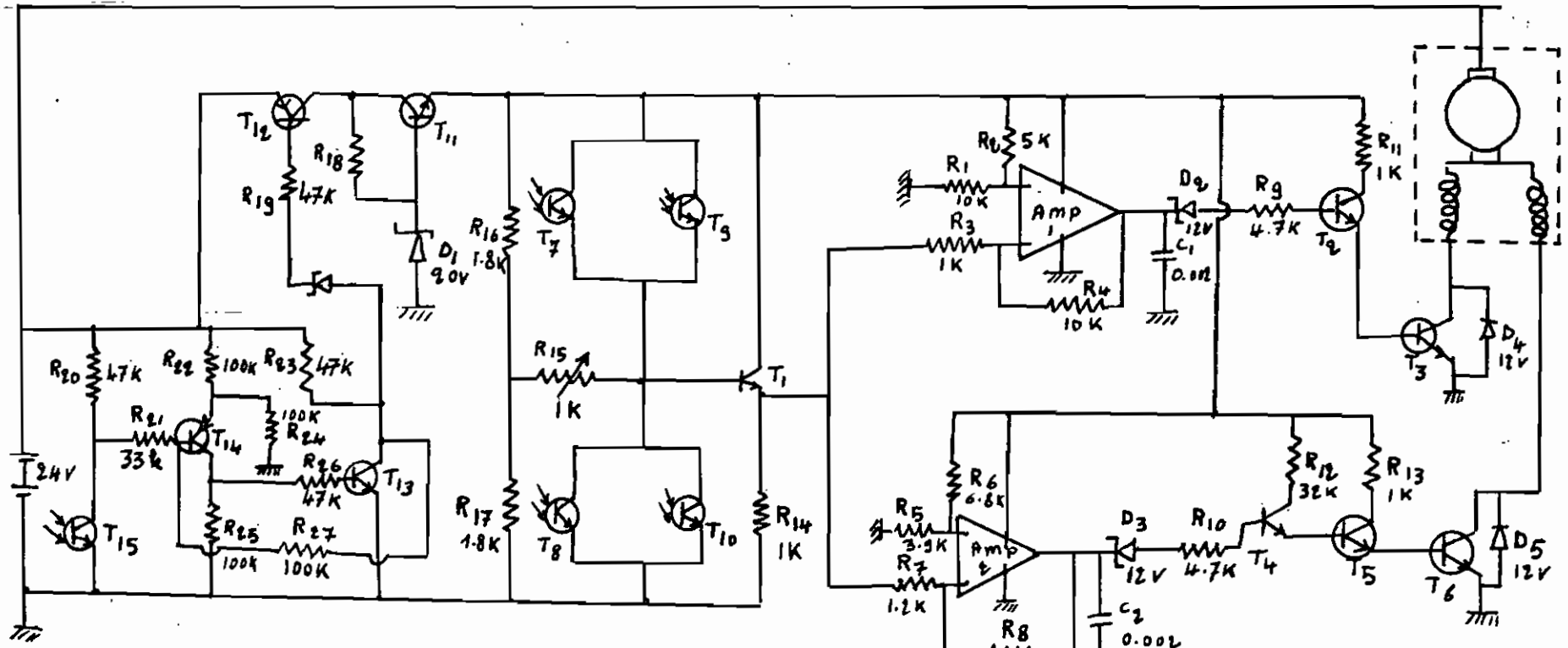
le circuit ainsi finalement retenu est présenté à la figure 8 page 23

les seuils sont :

- pour le trigger 1 $V_{e1} = 14.1$ Voltes
 $V_{e2} = 12.36$ Voltes
- pour le trigger 2 $V_{e1} = 7.85$ Voltes
 $V_{e2} = 5.1$ Voltes

Le potentiomètre sera ajusté après montage et exposition sous le soleil afin de déterminer une sensibilité adéquate du détecteur.

22
23

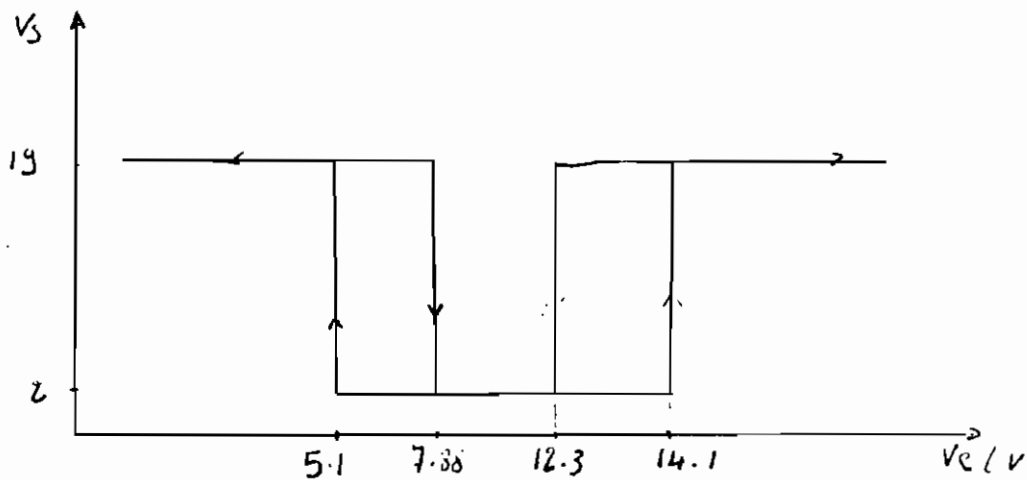


AMP 1 - AMP 2 : UCA 7741312
 T₁₂, T₁₄ : 2N3638
 T₁, T₂, T₄, T₅, T₁₃, T₁₄ = 2N 3566
 T₇ - T₈ = T1L 63
 T₃, T₆ : 2N 4921
 T₁₅ = T₉ - T₁₀ MV 3530

Schema 8 circuit final

II 8.8 Fonctionnement du circuit

Le fonctionnement est montré à la figure ci dessous.



Schema 9 : Schema de fonctionnement du circuit

- si le capteur est dans la position optimale on a la tension de sortie du détecteur V_e qui est aux environs de 9 Voltes ce qui donne une tension de sortie pour le trigger de 2 et une tension de sortie du trigger 2 de 19 Voltes ce qui va donner après l'envoyer sur 2 Voltes. Dans cette position on aura donc les transistors T_2 et T_5 dans la zone de cut off donc le moteur sera à l'arrêt.

- si le soleil prend de l'avance sur la cellule

on voit la tension de sortie du détecteur montée... si cette tension atteint 14.2 volts il y aura basculement du trigger 1 et sa tension de sortie va passer à 19 volts. Cette tension va être réduite par le diode zener pour saturer les transistors T_2 et T_3 donc faire tourner le moteur dans le sens de rotation horaire du système ce qui va réduire l'avance du soleil donc réduire la tension de sortie du détecteur. Une fois que la tension de sortie du détecteur atteint 12.3 volts le trigger 1 va basculer une nouvelle fois et voir sa tension de sortie tomber à 2 volts ce qui va mettre les transistor T_3 dans la zone off et donc il y a arrêt du moteur.

- si le soleil est en retard par rapport à la position optimale la tension de sortie sera inférieure à 5 volts. si la tension est supérieure à 5 volts la tension de sortie du trigger 1 sera 19 volts mais avec l'inverseur la tension tombe à 2 volts. Une fois que l'on atteint une tension de sortie du détecteur de 5.1 volts on aura un basculement du trigger 2 qui voit sa tension de sortie qui tombe à 2 volts pour ensuite monter à 19 volts après l'inverseur ce qui va polariser les transistors T_5 et T_6 ce qui va faire tourner le moteur dans le sens permettant au système de

← la rotation

École Polytechnique

tourner dans le sens antihoraire. Une fois que le moteur commence à tourner la tension de sortie du détecteur commence à monter et une fois qu'elle atteint 7.88 Voltes le trigger se bascule de nouveau arrêtant ainsi le moteur.

- Pour l'économiseur les seuils du trigger sont fixés à : $e_1 = 16$ Voltes et $e_2 = 10$ Voltes. Ainsi si l'éclaircissement augmente la tension d'entrée du trigger augmente et si cela atteint 15 Voltes on a le circuit qui est fermé. De même si la lumière diminue on a ouverture du circuit lorsque la tension d'entrée tombe à 10 V.

III. B. 4 Résultats et problèmes rencontrés

On a effectué des enregistrements de l'énergie dissipée dans le circuit. Les résultats sont présentés en Annexe IV. Ainsi on voit que l'énergie dissipée pour faire tourner le moteur se manifeste par des pics donc c'est négligeable par rapport au courant permanent. L'économiseur nous a permis de réduire presque à zéro le courant durant la nuit.

Le principal problème était lié à la stabilité du système. En effet la combinaison d'un système de vis sans fin et de courroie ne permet toujours une transmission à sens unique. Il fallait une

certaine tension des courroies pour qu'il n'y ait pas d'oscillations. C'est pourquoi il serait souhaitable d'utiliser des engrenages pour réduire la vitesse du moteur

CHAPITRE IV
ETUDE THEORIQUE
D'UN
SUIVEUR

IV.1 Choix du capteur

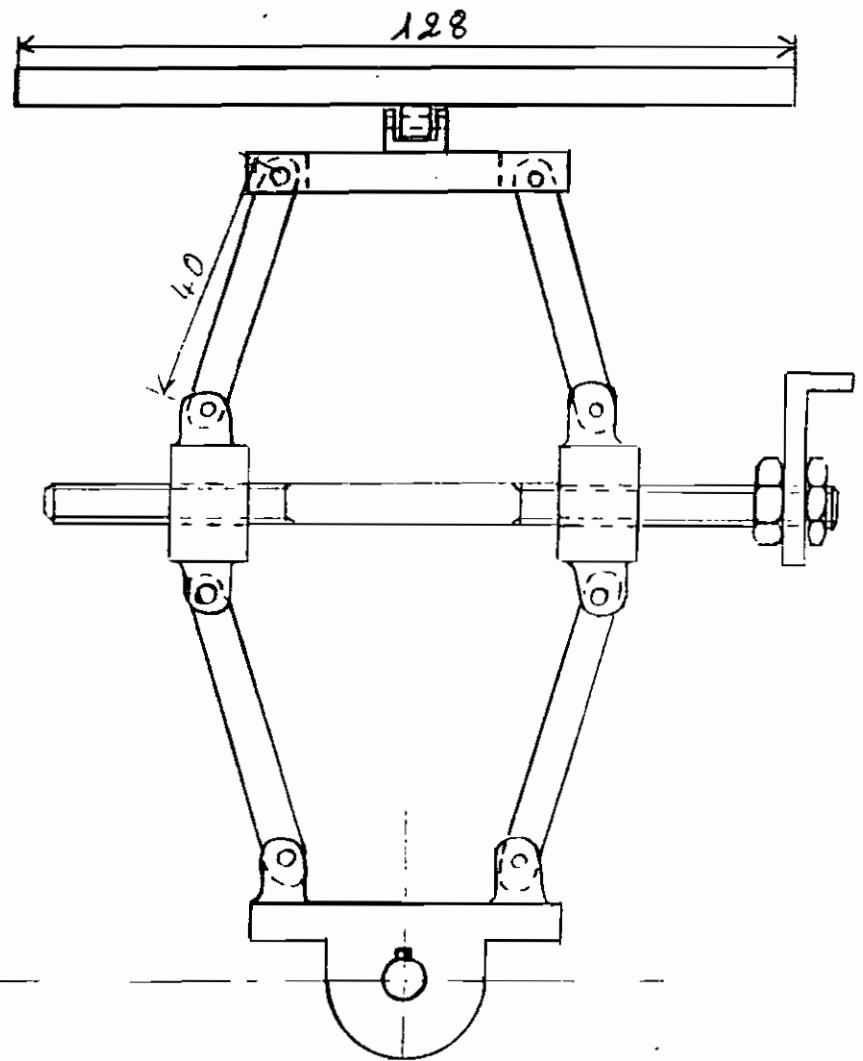
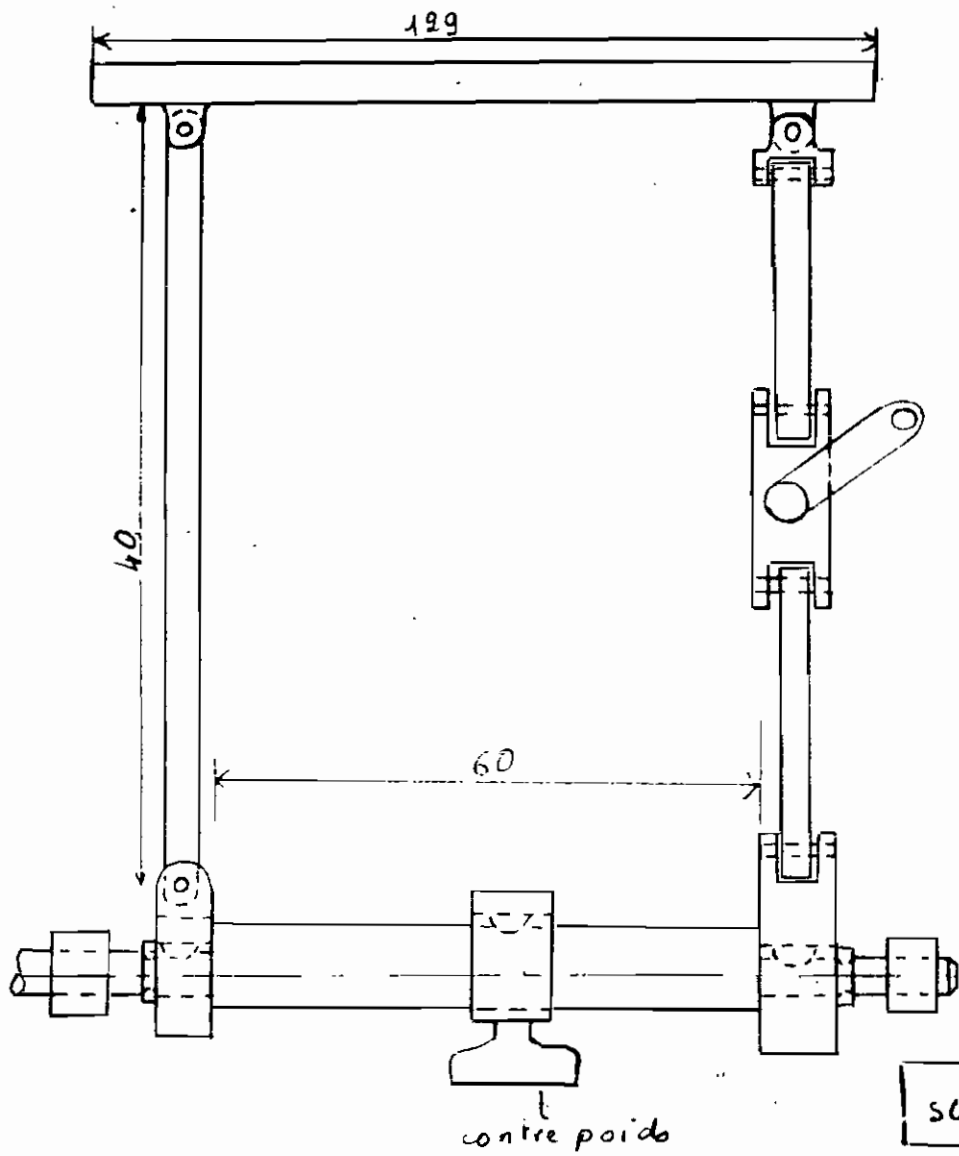
Dans cette étude on a utilisé un panneau de cellule photovoltaïque. On a utilisé un capteur photovoltaïque parce qu'il offre les avantages suivants :

- Les cellules photovoltaïque prennent moins d'espace et sont moins lourdes que les autres capteurs.
- Elles offrent le courant pour l'alimentation du système de commande.

Le panneau choisi est celui de type FPG (164) (Voire annexe VII)

IV.2 Montage proposé

Le système est présenté à la page 29. .
Dans cette étude ce qui nous intéresse c'est plutôt le gain possible c'est pourquoi nous n'avons pas détaillé le système.
On a juste fait le design des éléments qui influent trop la consommation d'énergie.
Pour réduire le frottements on a utilisé des roulements à billes. Un dispositif d'orientation manuelle a été utilisé pour les orientations nord-sud.



schema 10 presentation du systeme

IV.3 Estimation de l'énergie brute captée

On a utilisé les mesures d'intensité de soleil à Dakar de 1975 à 1979 pour déterminer la moyenne de l'intensité du soleil à chaque heure. Les mesures se trouvent en annexe.

VI.

Tableaux donnant la valeur moyenne de l'intensité du soleil

heure	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H
I (W/m ²)	1.37	56.31	226.90	435.96	589.96	732.62	776.16

heure	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
I (W/m ²)	788.37	725.88	623.32	438.62	241.16	69.38	2.75

Le capteur fournit 144 W sous un soleil d'intensité de 1 kW/m² et sous une tension de batterie de 34.6 Volts. Du fait que l'intensité de charge débitée par une cellule photovoltaïque est proportionnelle à l'intensité du (annexe III)

soit, on aura notre courant de charge qui nous sera donné par :

$$i = i_0 \times \frac{I}{I_0}$$

avec $i_0 = \frac{144}{34.6} \text{ A}$ et $I_0 = 1000 \text{ W/m}^2$

ce qui donne $i = 4.16 \cdot 10^{-3} I$

Tableau 5 donnant le courant de charge.

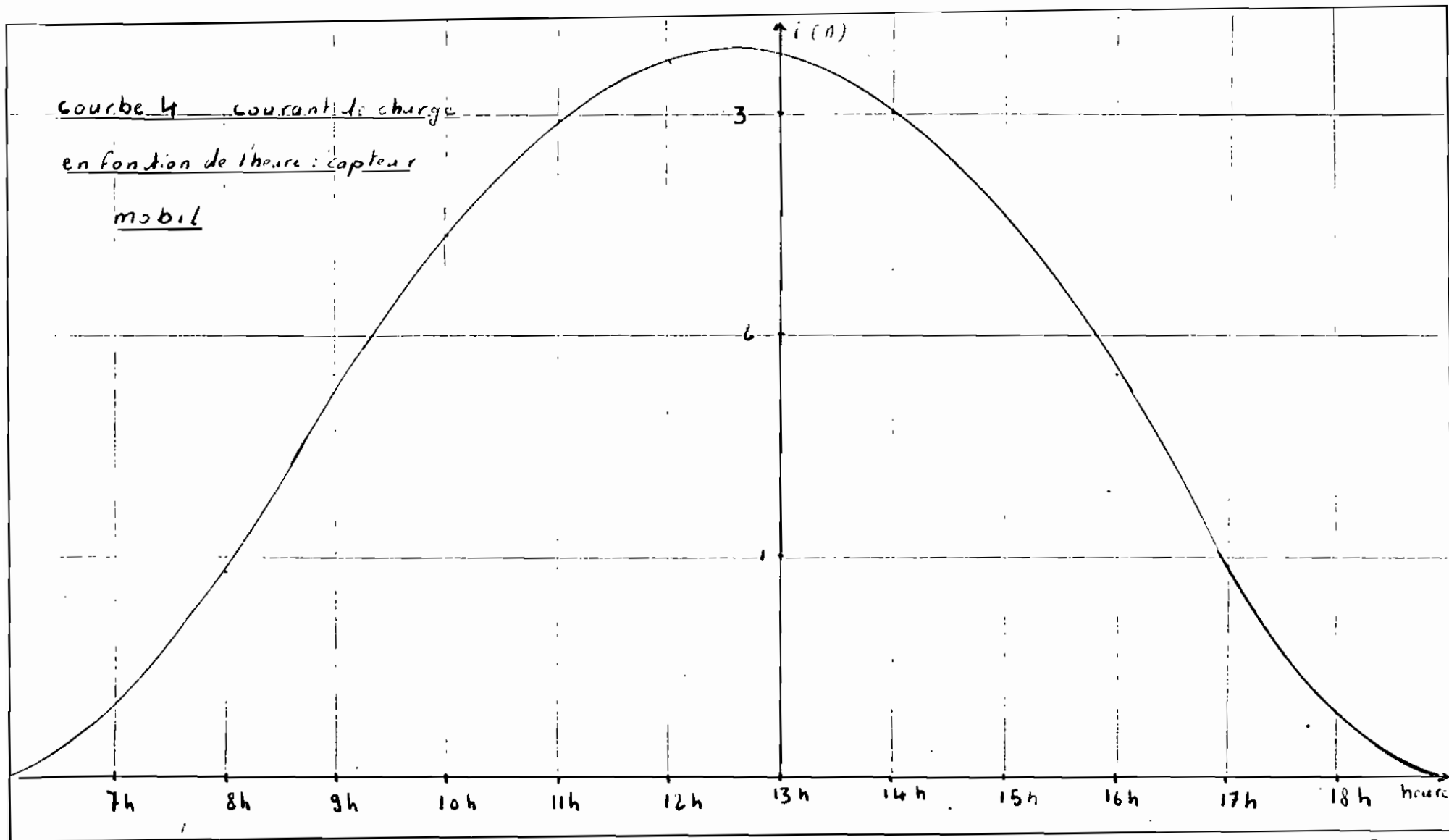
heure	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H
$i \text{ (A)}$	$5.7 \cdot 10^{-3}$	0.23	0.344	1.813	2.454	3.048	3.229

heure	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
$i \text{ (A)}$	3.280	3.020	2.593	1.825	1.00	0.288	0.0114

Le Tableau nous a permis de tracer la courbe de l'intensité de charge en fonction de l'heure : courbe N° 4

L'intégrale de cette courbe nous donne 23 Ah ce qui correspond à une énergie de :

$$E_1 = 34.6 \times 23 = 796 \text{ Wh / jour}$$



Dans cette étude l'équilibrage statique et l'utilisation de roulement à billes font que l'estimation de l'énergie consommée peut se résumer à l'énergie nécessaire pour contrer le vent et l'énergie dépensée dans le circuit électronique

IV-4 Estimation de l'énergie dépensée

Dans la détermination de l'énergie dépensée pour orienter le système on va prendre un vent de 5 m/s ce qui représente un pourcentage de durée de 30% (voir annexe VIII)

La force exercée par le vent est donnée par

$$F = \frac{1}{2} \rho s v^2$$

$$\text{avec } \rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$s = 1.284 \times 1.297$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$\text{on trouve } F = 24.77 \text{ N.}$$

le torque créé par le vent: T

$$T = F \times r = 24.77 \times 0.4 = 10 \text{ N.m}$$

Pour orienter notre système on a majoré ce torque pour vaincre les frottements et éventuellement résister à un vent un ^{peu} plus fort.

Donc on a pris un torque de 15 N.m

Le travail fourni pour effectuer le déplacement du matin au soir et du soir au lendemain matin est donné par :

$$W = T \times \theta$$

avec $\theta = 2\pi \text{ rad}$ et $T = 15 \text{ N}\cdot\text{m}$,
on trouve $W = 94.24 \text{ Joule}$.

Pour ce qui est de la détermination de l'énergie dissipée au niveau du circuit électronique cela sera réduit par l'insertion du coupe circuit qui au arrêt l'alimentation la nuit on aura comme énergie dépensée :

$$E = V \times i \times t$$

V : tension appliquée qui de 19 Volte .
 i : courant débité dans le circuit qui peut être estimé à 30 mA

t la durée qui est 12 heure
avec cela on trouve une énergie de.
 $2052 \text{ J} = E$

IV.5 Détermination du gain

Le gain est basé sur une estimation d'un vent de 5 m/s et une dissipation d'énergie au niveau du circuit de commande de 30 mA

L'énergie total dépensée $E_d = W + E$

$$E_d = 94.24 + 2052 = ($$

Le gain réel g_r sera donné par

$$g_r = \frac{E_i}{E_d} \quad (1)$$

$$E_i = E_1 - E_d \quad (2)$$

avec E'_1 : énergie réellement stockée

E_1 : énergie brut captée

E_L : énergie stockée avec capteur fixe

$$g_t = \frac{E_1}{E_L} \Rightarrow E_L = \frac{E_1}{g_t}$$

$$g_r = \frac{E'_1}{E_L} = \frac{E_1 - E_d}{\frac{E_1}{g_t}} = \frac{(E_1 - E_d) g_t}{E_1}$$

$$E_1 = 796 \times 3600$$

$$- g_t = 2.1$$

$$g_r = \frac{(796 \times 3600 - 2146) 2.1}{796 \times 3600} = 2.$$

$$g_r = 2$$

conclusion et recommandations-

L'étude et la réalisation d'un prototype de suiveur solaire nous ont permis de voir qu'on peut doubler l'énergie emmagasinée. Ainsi donc on peut fournir la même quantité d'énergie avec une surface de captage deux fois moindre.

Avec l'étude théorique faite sur une surface de captage de 1 m^2 , on s'est rendu compte que l'énergie à dépenser pour le fonctionnement du suiveur devient presque négligeable avec de grande surface de captage. Mais là aussi le phénomène du vent doit être pris en considération.

Du fait de la lenteur avec laquelle la détermination change on peut utiliser un système manuel pour l'orientation nord-sud du système. Pour des suiveurs à grande échelle, des systèmes automatiques, semi-automatique avec système pneumatique ou hydraulique peuvent être étudiés.

- un système de transmission à cone unique permet d'éliminer les oscillations. Il ya la possibilité d'utiliser un frein magnétique ou moteur frein pour stabiliser le système.
- De même les phototransistors pour le circuit de détection se saturant sous le soleil et pendant les changer ou avoir un dispositif adéquat pour

CHAPITRE V

CONCLUSION
ET
RECOMMENDATIONS

conclusion et recommandations.

L'étude et la réalisation d'un prototype de suiveur solaire nous ont permis de voir qu'on peut doubler l'énergie emmagasinée. Ainsi donc on peut fournir la même quantité d'énergie avec une surface de captage deux fois moindre.

Avec l'étude théorique faite sur une surface de captage de 1 m^2 , on s'est rendu compte que l'énergie à dépenser pour le fonctionnement du suiveur devient presque négligeable avec de grande surface de captage. Mais là aussi le phénomène du vent doit être pris en considération.

Du fait de la lenteur avec laquelle la déclinaison change on peut utiliser un système manuel pour l'orientation nord-sud du système. Pour des suiveurs à grande échelle, des systèmes automatiques, semi-automatique avec système pneumatique ou hydraulique peuvent être étudiés.

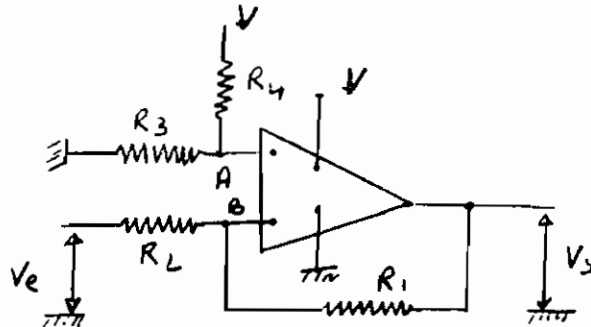
- un système de transmission à sens unique permet d'éliminer les oscillations. Il ya la possibilité d'utiliser un frein magnétique ou moteur frein pour stabiliser le système.
- De même les phototransistors pour le circuit de détection se saturant sous le soleil et flanche les changer ou avoir un dispositif adéquat pour

atténuer l'éclairement.
Il est à noter la possibilité d'utiliser d'autres
capteurs solaires avec un suiveur.

ANNEXE I

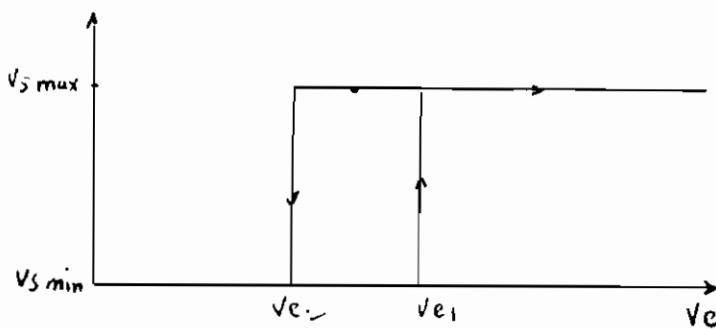
Determination des seuils d'un trigger de smith

trigger avec un amplificateur opérationnel



Schema de montage d'un trigger

→ hema de fonctionnement.



$$\text{on a } \frac{V_e - V_s}{R_1 + R_2} = i \quad (1)$$

$$\text{et } V_B = V_e - R_2 i \quad (2)$$

$$\text{de (1)} \rightarrow V_B = V_e - R_2 \left(\frac{V_e - V_s}{R_1 + R_2} \right)$$

$$V_B = V_e \left(1 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$

$$V_B = V_e \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$

$$(R_1 + R_2) V_B = V_e R_1 + R_2 V_s \quad (3)$$

ANNEXES

Supposons V_B faible

on aura $V_S = V_{S \min}$

si on augmente V_e le basculement aura lieu lorsque $V_B = V_A$ ce qui donne avec l'équation (3)

$$(R_1 + R_L) V_A = V_{e1} R_1 + R_L V_{S \min}$$

$$\Rightarrow V_{e1} = V_A \left(\frac{R_1 + R_L}{R_1} \right) - \frac{R_L}{R_1} V_{S \min}$$

$$V_{e1} = V_A \left(1 + \frac{R_L}{R_1} \right) - \frac{R_L}{R_1} V_{S \min}$$

on posant $\frac{R_L}{R_1} = a$ on aura

$$V_{e1} = V_A (1 + a) - a V_{S \min} \quad (4)$$

d'autre basculement aura lieu lorsque $V_B > V_A$ et qu'on fera diminuer V_e dans ce cas on a $V_S = V_{S \max}$

et lorsque $V_A = V_B$ il y'aura basculement et de l'équation (3) on tire

$$V_A (R_2 + R_1) = V_{e2} R_1 + R_2 V_{S \max}$$

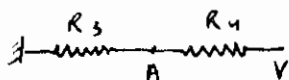
$$\Rightarrow V_{e2} = V_A (1 + a) - a V_{S \max} \quad (5)$$

écart des deux seuils.

$$\Delta V_e = V_{e1} - V_{e2} = a (V_{S \max} - V_{S \min})$$

$$\text{ce qui donne } a = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\Delta V_e}{V_{S \max} - V_{S \min}}$$

Détermination de V_A

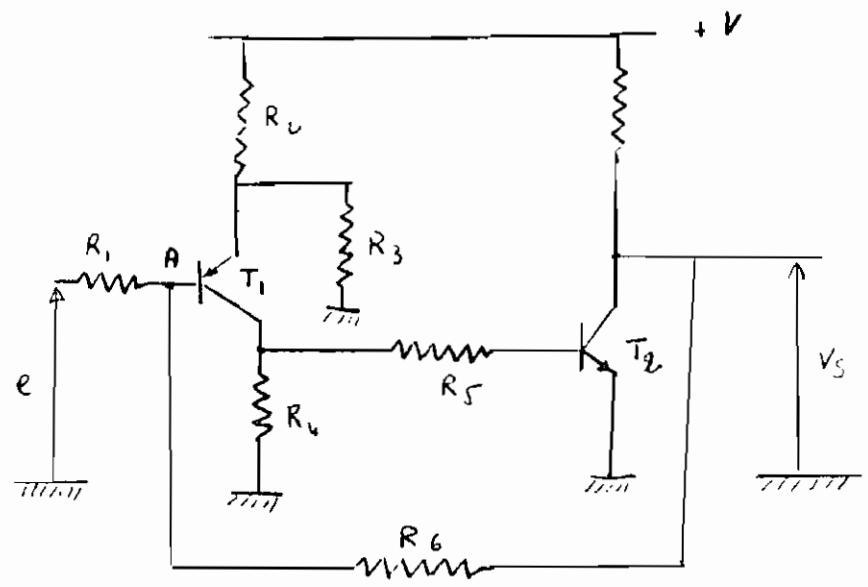


$$\text{on } V_A = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) V$$

$$V_A = \frac{1}{1+b} V \quad \text{avec } b = \frac{R_4}{R_3}$$

Trigger avec éléments discrets

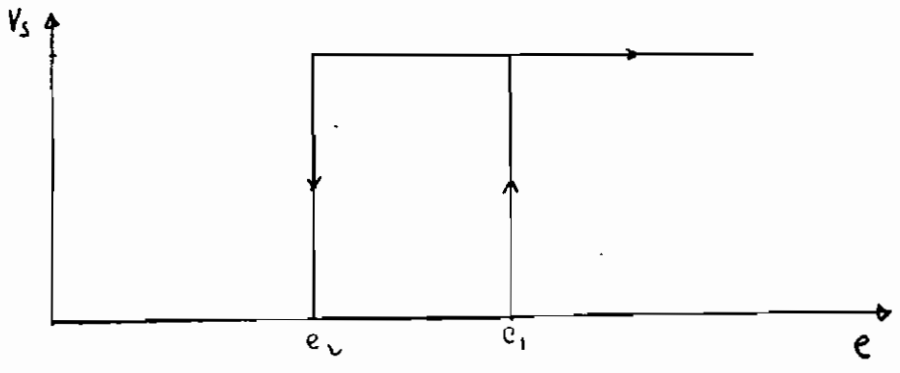
schema de montage



e : tension d'attaque du trigger

V_s : tension de sortie.

schema de fonctionnement



on a les deux états stables $V_s = 0$ et $V_s = V$

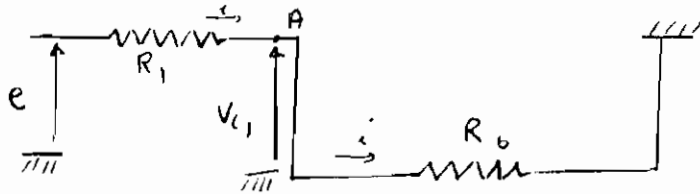
- Etat stable $V_s = 0$

si e faible on aura $e < e_1$ et donc $V_s = 0$

T_1 et T_2 conduisant.

si e augmente on a V_A qui augmente et T_1 se sature lorsque $V_{CE1} = 0$ juste avant le basculement (blocage de T_1)

on a le circuit



$$\begin{aligned} \text{on a } V_A &= e - R_1 i \\ \text{et } i &= \frac{e}{R_1 + R_6} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad V_A = e - R_1 \frac{e}{R_1 + R_6}$$

$$\text{et } V_{c1} = V \cdot \frac{R_4 // R_3}{R_2 + R_4 // R_3}$$

$$\left. \begin{aligned} V_A &= V_{c1} \\ e &= e_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow e_1 - R_1 \frac{e_1}{R_1 + R_6} = V \frac{R_4 // R_3}{R_2 + R_4 // R_3}$$

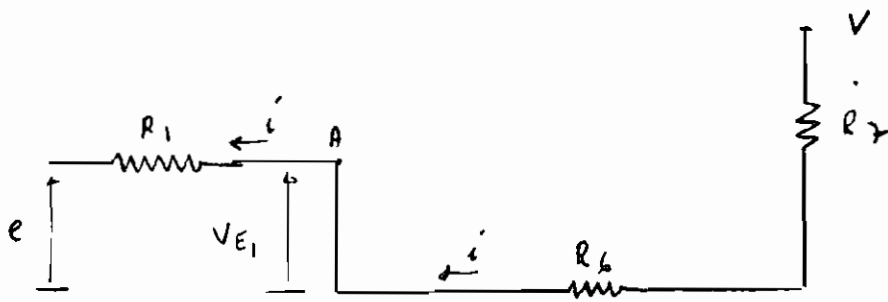
$$\Rightarrow e_1 \left(\frac{R_6}{R_1 + R_6} \right) = V \frac{R_4 // R_3}{R_2 + R_4 // R_3}$$

$$e_1 = V \frac{R_4 // R_3}{R_2 + R_4 // R_3} \left(\frac{R_1 + R_6}{R_6} \right)$$

- Etat stable 2

si $e > e_1$, on toujours $V_S = V$ et T_1 et T_2 bloqués
si on diminue e

on comme circuit équivalente



on a $V_A = e + R_1 i$ et $i = \frac{V - e}{R_1 + R_6 + R_2}$
 d'autre part $V_{E1} = V \times \frac{R_3}{R_3 + R_2}$

Le transistor T_1 commence à conduire lorsque $V_A = V_{E1}$ \Rightarrow
 en posant $e = e_2$

$$V_A = e_2 + R_1 i = e_2 + R_1 \left(\frac{V - e_2}{R_1 + R_6 + R_2} \right) = V_{E1}$$

$$\Rightarrow e_2 \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_6 + R_2} \right) + \frac{R_1 V}{R_1 + R_6 + R_2} = V \frac{R_3}{R_3 + R_2}$$

$$e_2 \left(\frac{R_6 + R_2}{R_1 + R_6 + R_2} \right) = V \left(\frac{R_3}{R_3 + R_2} - \frac{R_1}{R_1 + R_6 + R_2} \right)$$

Recapitulation:

$$e_1 = V \frac{R_4 // R_3}{R_4 + R_4 // R_3} \left(\frac{R_1}{R_6} + 1 \right)$$

$$e_2 = V \left(1 + \frac{R_1}{R_6 + R_2} \right) \left(\frac{R_3}{R_3 + R_2} - \frac{R_1}{R_1 + R_6 + R_2} \right)$$

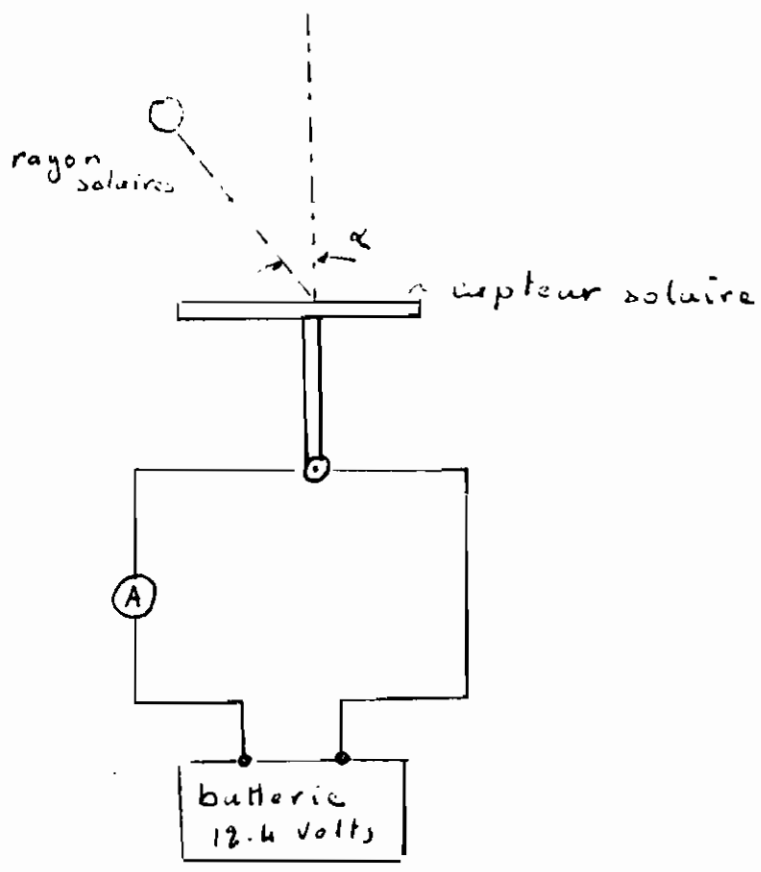
Pour déterminer les seuls e_1 et e_2 on choisit les Résistances pour vérifier les deux égalités.

ANNEXE II

Variation du courant de charge en fonction de l'angle

Pour étudier la variation de l'intensité de charge d'une batterie en fonction de l'angle que fait la cellule avec la perpendiculaire au rayons solaire on fait le montage suivant.

Montage :

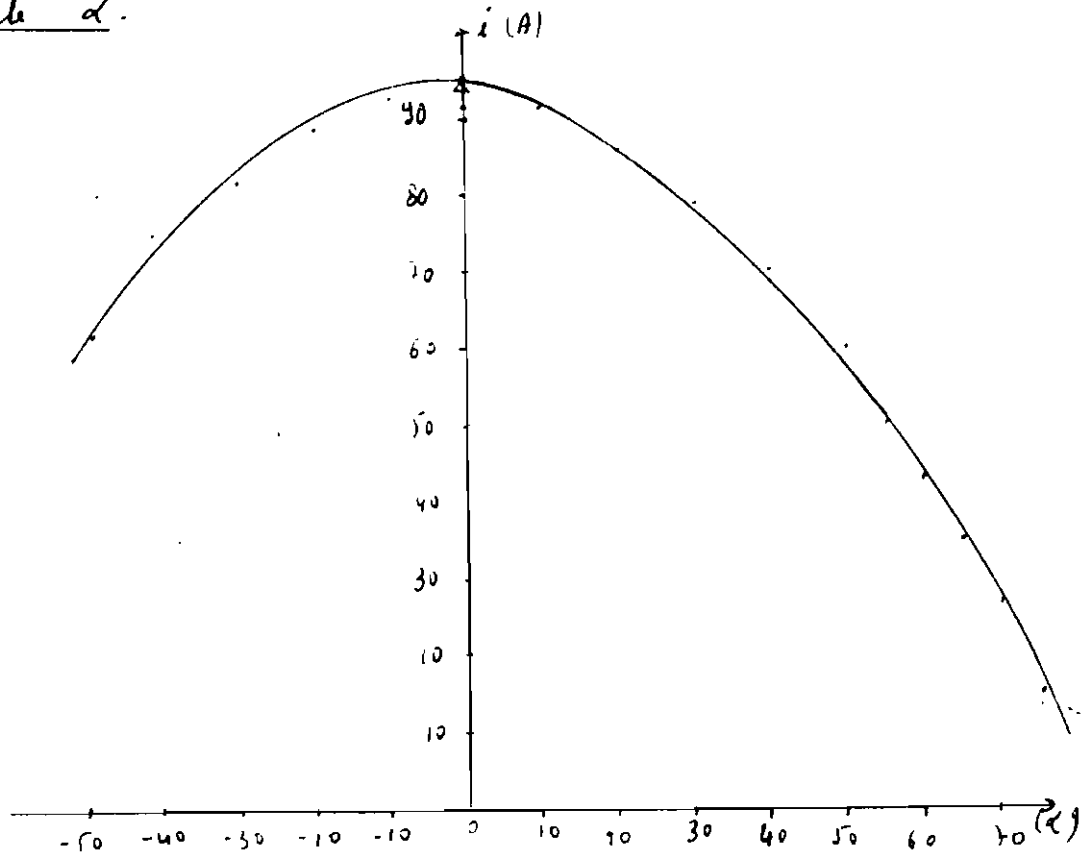


en faisant varier l'angle α on obtient les valeurs suivantes :

Tableau donnant l'intensité de charge en fonction de l'angle α

α°	-49	-41	-30	-20	-10	0	10
I_{mA}	63	75	82	89	93	95	92
α°	20	30	40	50	55	60	65
$I (mA)$	86	79	70	60	50	43.0	35
α°	70	75					
$I (mA)$	27	15					

Courbe donnant l'intensité de charge en fonction de α .



45

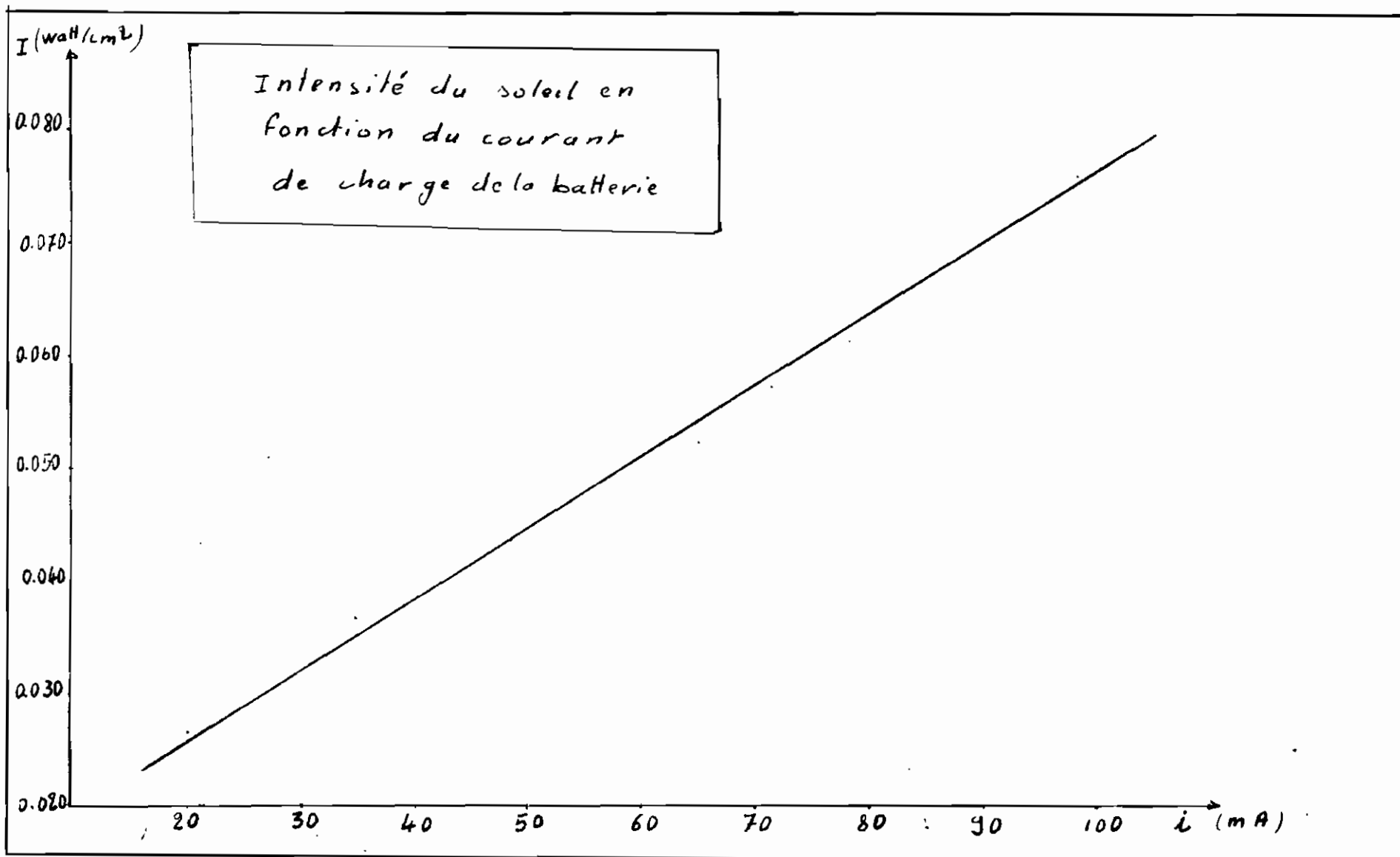
ANNEXE III Variation du courant de charge en fonction de l'intensité du soleil

Pour déterminer la variation du courant de charge d'une batterie par une cellule photo voltaïque en fonction de l'intensité du soleil, on mesure simultanément le courant de charge et l'intensité du soleil avec un solarimètre
les mesures ont données le tableau suivant

$I (W/m^2)$	0.026	0.033	0.038	0.043	0.047	0.052	0.057
$i (mA)$	20	33	40	48.5	54.5	65	71.5

$I (W/cm^2)$	0.062	0.067	0.076
$i (mA)$	78.5	84	98

Ce Tableau nous a permis de tracer la courbe à la page suivante. on voit ainsi que l'intensité de charge est proportionnelle à l'intensité du soleil.



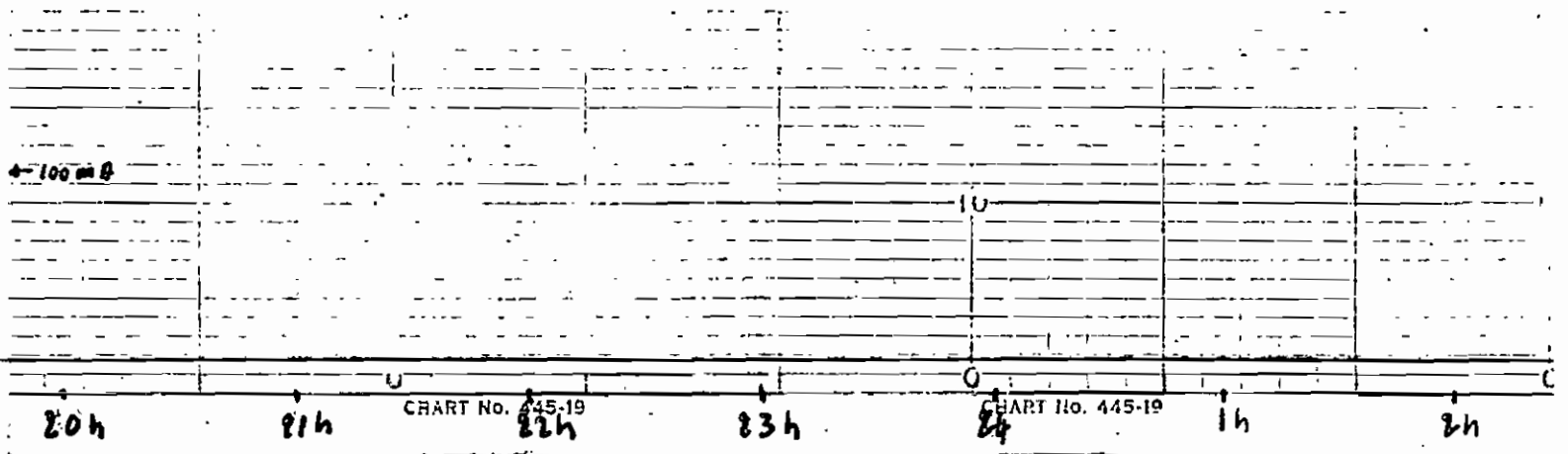
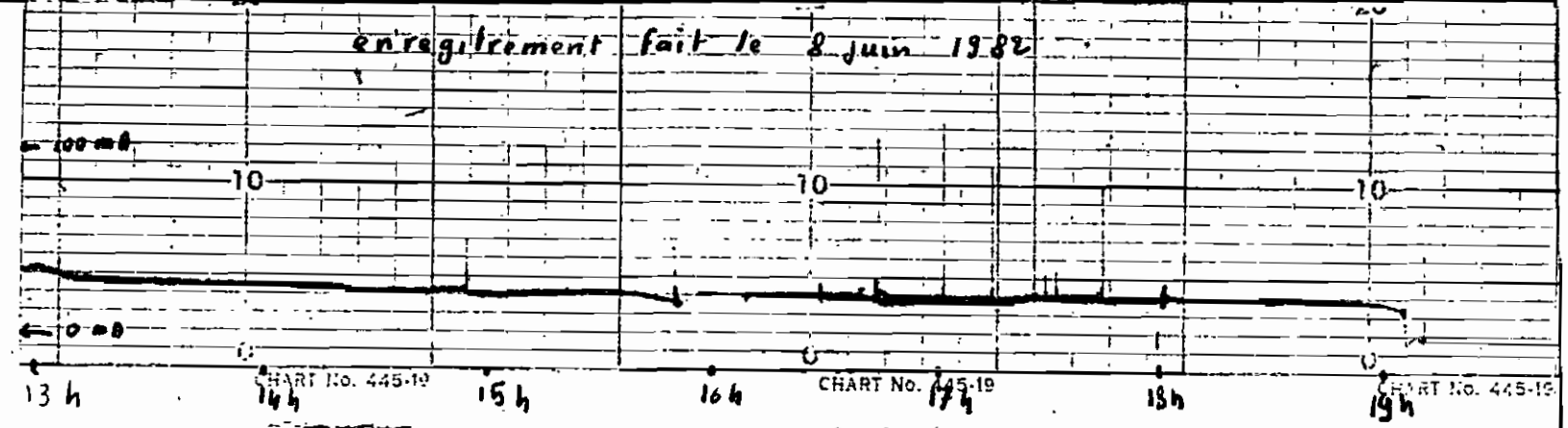
46
000

2000

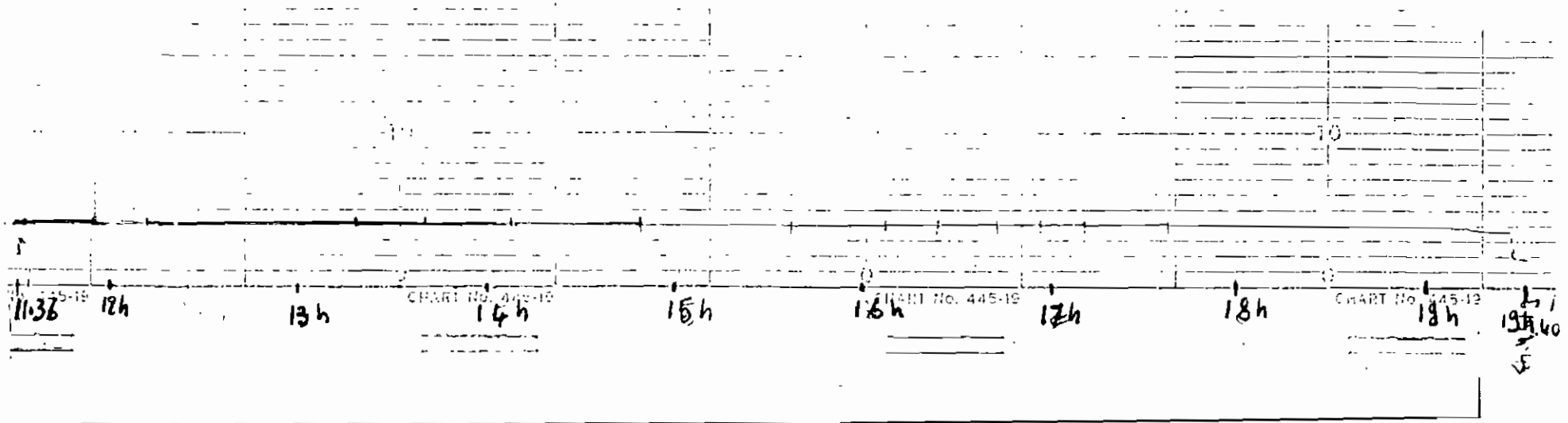
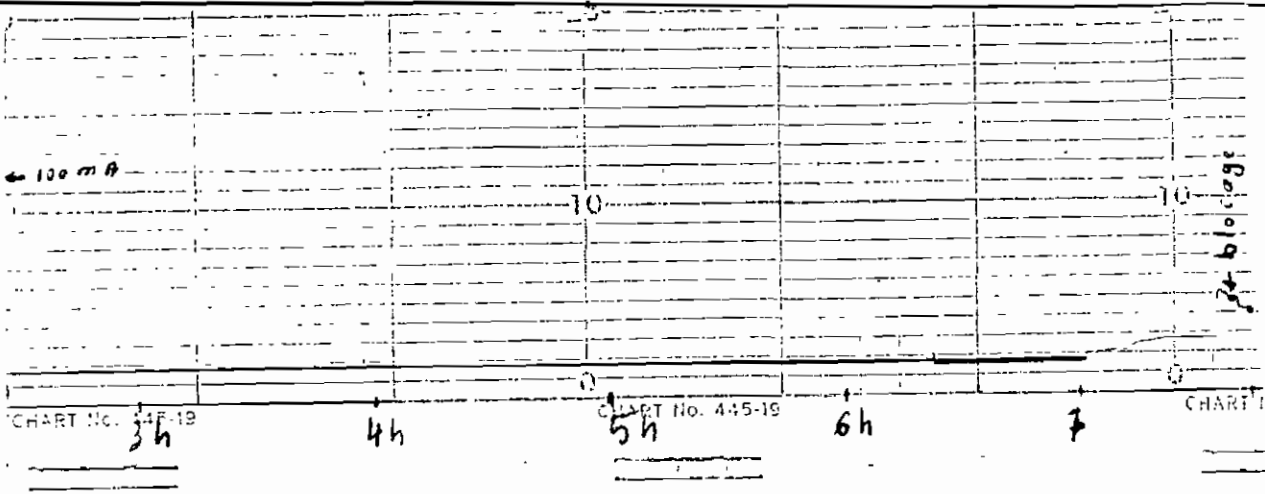
47

Annexe II Mesure effectuée avec le système

enregistrement fait le 8 juin 1982



48



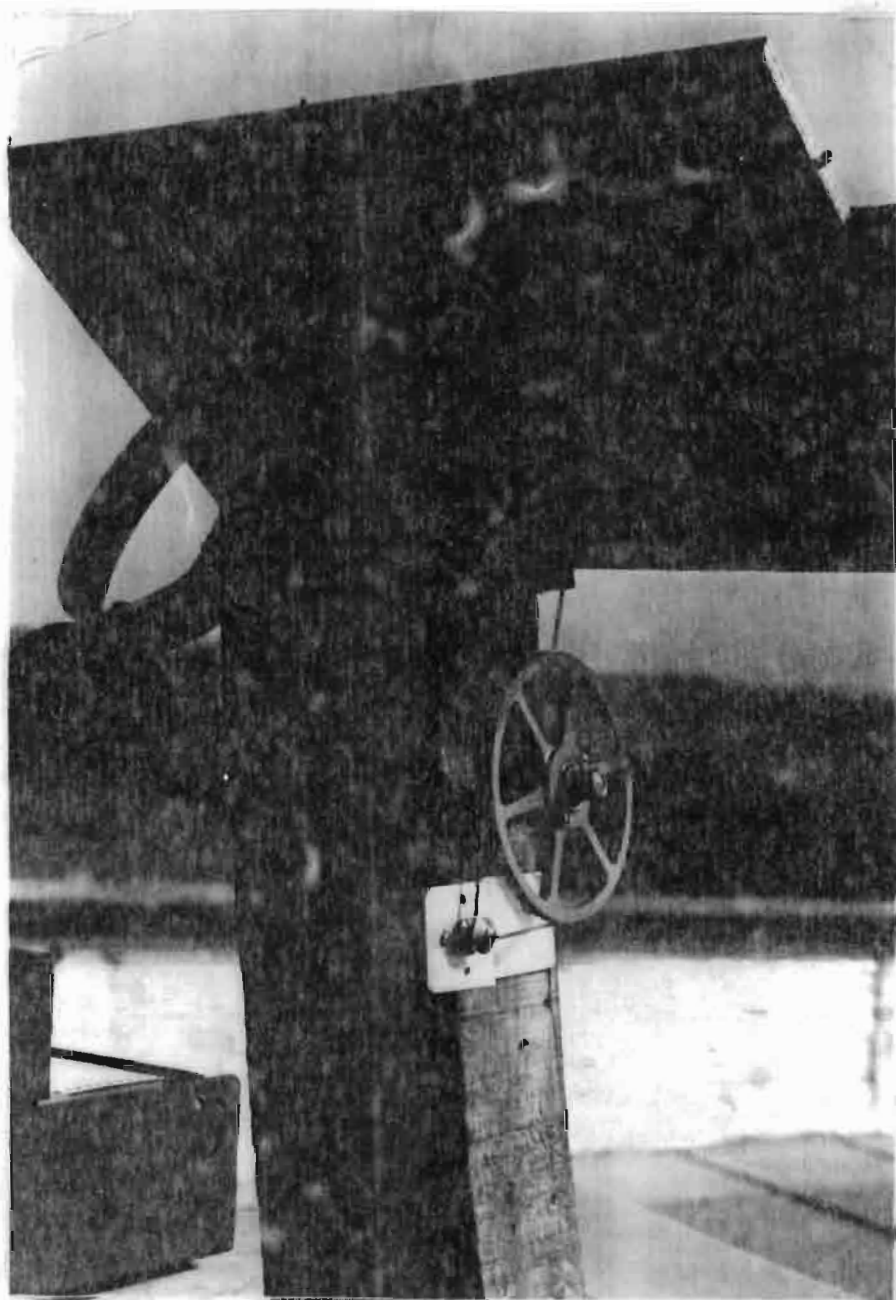
19h 40

Une vue du montage proposé



Fig. 6.

□ □ - Les composants mécaniques
voir fig 11 et 12.



Une vue du montage fig:11

et la vis sans fin ?

GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A 1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.

Relèves d'intensité du soleil

MOIS DE JANVIER

ANNEES	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	20.90*	160.23*	369.23*	556.17*	678.00*	743.91*	751.23*	671.12*	553.85*	358.78*	163.72*	18.59*	0.00*
* 76 *	0.00*	17.42*	157.91*	351.81*	520.17*	644.41*	710.59*	739.62*	667.63*	541.07*	362.26*	175.33*	27.87*	0.00*
* 77 *	0.00*	17.42*	161.39*	359.94*	527.14*	668.79*	729.17*	745.43*	675.76*	565.46*	366.65*	191.58*	32.51*	0.00*
* 78 *	0.00*	16.26*	147.48*	343.69*	513.21*	652.54*	705.95*	721.04*	664.15*	538.75*	368.07*	186.94*	31.35*	0.00*
* 79 *	0.00*	13.93*	123.03*	306.53*	453.99*	608.42*	672.23*	666.47*	591.00*	508.56*	355.30*	164.88*	25.54*	0.00*
MOY. *	0.00*	17.18*	150.01*	346.24*	514.14*	650.45*	713.38*	724.76*	653.93*	541.54*	366.21*	176.49*	27.17*	0.00*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A 1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.

MOIS DE FEVRIER

ANNEES	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	46.44*	232.22*	464.44*	652.54*	798.63*	858.65*	833.67*	748.91*	626.63*	449.35*	233.63*	49.93*	0.00*
* 76 *	0.00*	41.80*	243.83*	476.37*	679.36*	829.83*	918.30*	917.27*	868.50*	711.75*	499.27*	267.65*	53.41*	0.00*
* 77 *	0.00*	35.93*	224.09*	455.15*	643.25*	774.45*	838.19*	829.83*	736.67*	659.51*	449.35*	246.15*	48.77*	0.00*
* 78 *	0.00*	33.67*	235.70*	469.98*	647.89*	786.67*	898.56*	891.73*	828.90*	683.69*	491.71*	272.86*	55.73*	0.00*
* 79 *	0.00*	38.32*	247.31*	471.41*	674.60*	805.80*	865.92*	867.34*	815.03*	683.53*	509.72*	274.62*	56.89*	0.00*
MOY. *	0.00*	39.25*	236.63*	471.87*	659.53*	797.23*	875.01*	867.81*	807.93*	672.74*	466.60*	259.62*	52.95*	0.00*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A 1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.

MOIS DE MARS

ANNEES	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	53.93*	257.65*	487.66*	713.38*	861.77*	946.88*	965.69*	894.16*	766.33*	554.77*	319.77*	83.95*	0.00*
* 76 *	0.00*	62.70*	268.69*	495.79*	667.63*	806.96*	877.79*	898.69*	829.03*	703.63*	510.88*	290.28*	76.63*	0.00*
* 77 *	0.00*	56.89*	229.80*	453.99*	615.30*	753.55*	826.70*	824.39*	748.91*	628.16*	436.57*	231.06*	54.57*	0.00*
* 78 *	0.00*	73.15*	293.76*	527.14*	716.40*	847.66*	917.17*	923.87*	832.51*	692.82*	487.66*	264.73*	65.10*	0.00*
* 79 *	0.00*	42.96*	210.16*	443.86*	645.57*	776.76*	852.25*	860.33*	791.67*	645.57*	462.12*	242.67*	60.38*	0.00*
MOY. *	0.00*	57.94*	250.31*	482.69*	671.67*	805.33*	884.18*	894.44*	819.36*	687.14*	496.40*	269.70*	68.34*	0.00*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE MARS

ANNEES*	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	83.60*	301.89*	529.46*	726.85*	871.99*	946.30*	953.26*	836.37*	765.17*	568.81*	326.27*	102.18*	0.00*
* 76 *	0.00*	91.73*	318.01*	527.14*	737.30*	866.18*	923.07*	921.91*	868.50*	732.65*	538.75*	321.63*	97.53*	0.00*
* 77 *	0.00*	77.79*	277.50*	512.05*	702.47*	842.96*	921.91*	926.56*	860.38*	728.01*	545.72*	325.11*	109.14*	8.13*
* 78 *	0.00*	96.37*	326.27*	557.33*	757.04*	882.44*	953.26*	954.42*	888.24*	761.69*	564.29*	322.79*	99.85*	2.32*
* 79 *	0.00*	78.83*	271.70*	493.47*	687.37*	809.29*	901.01*	916.11*	826.70*	701.30*	523.66*	298.40*	92.89*	2.32*
MOY. *	0.00*	94.06*	297.47*	523.89*	722.20*	854.57*	929.11*	934.45*	868.04*	737.76*	546.65*	318.84*	100.32*	2.55*

GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS D'AVRIL

ANNEES*	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	118.30*	333.24*	586.36*	764.00*	875.47*	956.75*	957.91*	899.85*	785.17*	571.26*	349.49*	128.83*	0.00*
* 76 *	6.97*	114.95*	351.81*	577.07*	746.59*	863.60*	940.49*	935.85*	863.86*	747.75*	568.94*	341.36*	124.24*	8.13*
* 77 *	4.64*	181.02*	296.06*	498.11*	681.57*	826.70*	883.60*	887.08*	823.22*	703.63*	532.95*	323.95*	117.27*	9.29*
* 78 *	0.00*	96.37*	293.76*	505.08*	697.82*	834.83*	897.53*	899.85*	780.74*	661.83*	488.82*	263.57*	99.85*	5.81*
* 79 *	3.48*	87.00*	260.09*	469.08*	623.16*	750.55*	827.86*	825.54*	766.52*	618.87*	447.02*	263.57*	181.02*	5.81*
MOY. *	3.02*	181.95*	307.00*	527.14*	703.63*	834.83*	901.25*	901.25*	826.24*	699.45*	521.80*	308.39*	114.25*	5.81*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE JUIN

ANNEES*	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H
* 75 *	0.00*	99.85*	288.99*	492.31*	686.21*	823.22*	868.50*	848.76*	777.94*	661.83*	565.03*	293.76*	118.30*	0.00*
* 76 *	5.81*	103.34*	312.34*	517.85*	685.65*	864.64*	894.85*	881.28*	840.64*	726.85*	535.27*	321.63*	126.56*	12.77*
* 77 *	5.81*	83.60*	240.35*	440.06*	602.61*	738.46*	789.55*	793.03*	737.30*	624.67*	465.60*	282.15*	112.63*	12.77*
* 78 *	5.81*	87.00*	249.64*	481.86*	644.41*	740.78*	789.39*	802.32*	668.79*	510.21*	392.45*	243.83*	182.18*	9.29*
* 79 *	4.64*	73.15*	234.54*	421.48*	588.55*	697.82*	747.75*	769.81*	625.83*	542.23*	444.76*	263.39*	189.14*	10.45*
MOY. *	4.41*	89.40*	263.57*	478.71*	639.77*	760.99*	817.65*	819.84*	736.10*	613.76*	468.62*	282.15*	112.16*	9.66*

> DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE JUILLET

* ANNEES *	6H *	7H *	8H *	9H *	10H *	11H *	12H *	13H *	14H *	15H *	16H *	17H *	18H *	19H *
* 75 *	3.83*	94.76*	238.03*	399.42*	532.95*	575.91*	616.54*	618.87*	563.13*	476.05*	370.39*	233.03*	90.57*	4.64*
* 76 *	5.81*	89.40*	264.73*	429.61*	536.36*	668.79*	704.79*	733.82*	721.04*	585.19*	434.25*	274.02*	109.14*	10.45*
* 77 *	5.81*	77.79*	232.22*	426.12*	593.32*	656.82*	704.79*	716.40*	696.66*	603.77*	465.60*	278.66*	103.34*	11.61*
* 78 *	3.48*	75.47*	228.74*	399.42*	514.37*	615.38*	640.93*	675.76*	575.91*	471.41*	362.26*	23.22*	90.57*	8.13*
* 79 *	4.64*	71.99*	224.09*	487.55*	560.81*	645.57*	717.56*	741.94*	661.83*	533.27*	401.74*	248.48*	96.69*	9.23*
NOY. *	4.71*	79.83*	237.56*	412.42*	557.56*	632.34*	676.92*	697.36*	643.71*	534.34*	406.85*	212.48*	98.46*	8.82*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE AOUT

* ANNEES *	6H *	7H *	8H *	9H *	10H *	11H *	12H *	13H *	14H *	15H *	16H *	17H *	18H *	19H *
* 75 *	0.00*	71.99*	232.22*	369.23*	479.53*	595.64*	666.47*	692.02*	654.06*	503.92*	382.00*	218.29*	84.76*	3.49*
* 76 *	2.32*	88.24*	242.67*	426.12*	560.81*	660.67*	752.39*	751.23*	695.50*	604.93*	431.93*	234.54*	75.47*	4.64*
* 77 *	3.48*	74.31*	242.67*	433.09*	606.09*	738.46*	790.71*	802.32*	745.43*	613.06*	465.60*	265.89*	106.82*	9.29*
* 78 *	1.16*	68.50*	229.90*	408.59*	541.07*	647.89*	708.27*	717.56*	666.21*	553.85*	413.35*	241.51*	84.76*	3.49*
* 79 *	2.32*	73.15*	251.96*	434.25*	558.49*	631.64*	708.27*	705.95*	654.06*	570.16*	408.71*	241.51*	60.12*	4.64*
NOY. *	1.96*	75.24*	239.00*	412.66*	549.20*	654.06*	725.22*	733.82*	687.37*	569.17*	420.32*	240.35*	66.39*	5.11*

< DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE SEPTEMBRE

* ANNEES *	6H *	7H *	8H *	9H *	10H *	11H *	12H *	13H *	14H *	15H *	16H *	17H *	18H *	19H *
* 75 *	0.00*	49.93*	207.94*	360.07*	543.40*	644.41*	647.89*	625.83*	563.13*	492.31*	365.75*	221.77*	62.70*	0.00*
* 76 *	0.00*	54.57*	211.32*	372.71*	534.11*	592.16*	633.96*	648.93*	632.80*	573.58*	390.13*	233.38*	76.63*	1.16*
* 77 *	3.49*	62.70*	214.90*	404.06*	565.46*	628.16*	717.56*	707.11*	657.10*	553.85*	406.39*	256.60*	76.63*	4.64*
* 78 *	0.00*	61.54*	236.86*	416.84*	572.42*	681.57*	705.95*	719.83*	687.37*	577.07*	419.16*	239.19*	60.30*	0.00*
* 79 *	0.00*	46.44*	197.39*	414.51*	556.17*	662.99*	731.49*	725.69*	695.50*	606.09*	411.03*	258.93*	78.95*	1.16*
NOY. *	0.70*	55.04*	213.64*	395.24*	554.31*	641.86*	687.37*	683.89*	647.20*	568.58*	398.49*	241.97*	71.05*	1.39*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE OCTOBRE

ANNEES	6H	* 7H	* 8H	* 9H	* 10H	* 11H	* 12H	* 13H	* 14H	* 15H	* 16H	* 17H	* 18H	* 19H
* 75 *	0.00*	35.99*	213.64*	414.51*	593.32*	738.46*	797.68*	801.16*	722.20*	582.87*	398.26*	218.29*	41.60*	0.00*
* 76 *	0.00*	37.16*	210.16*	409.87*	601.45*	732.65*	800.00*	829.03*	755.83*	597.97*	428.45*	238.03*	49.93*	0.00*
* 77 *	1.39*	45.28*	219.45*	436.57*	618.87*	757.04*	844.12*	837.15*	772.13*	636.23*	441.22*	248.35*	48.77*	1.16*
* 78 *	0.00*	41.90*	227.58*	434.25*	606.09*	716.40*	755.83*	774.45*	724.53*	610.74*	435.41*	225.25*	47.61*	0.00*
* 79 *	0.00*	33.67*	212.43*	407.55*	606.09*	710.59*	758.20*	776.78*	730.33*	625.83*	451.67*	232.22*	54.57*	0.00*
MOY. *	0.29*	38.78*	216.66*	428.55*	605.17*	731.03*	791.17*	803.71*	741.01*	610.74*	431.00*	238.83*	48.53*	0.23*

MOIS DE NOVEMBRE

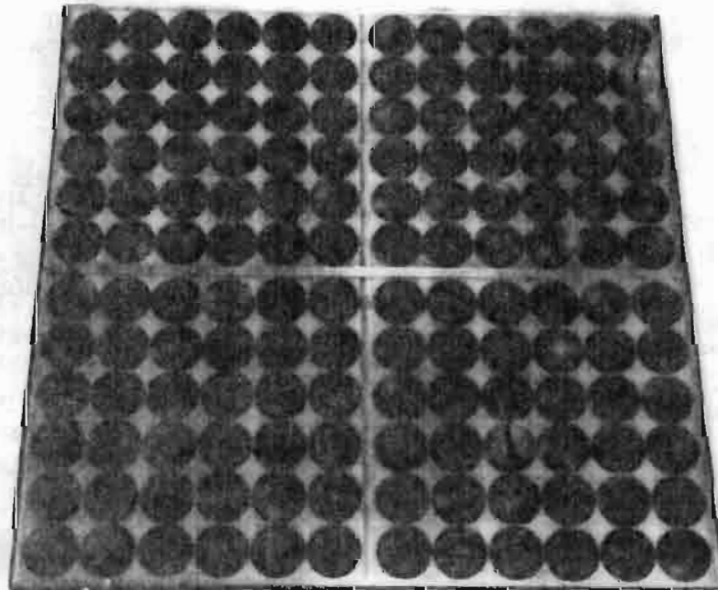
ANNEES	6H	* 7H	* 8H	* 9H	* 10H	* 11H	* 12H	* 13H	* 14H	* 15H	* 16H	* 17H	* 18H	* 19H
* 75 *	0.00*	30.19*	200.87*	399.42*	577.07*	714.68*	758.20*	734.98*	683.89*	556.17*	377.36*	176.49*	25.54*	0.00*
* 76 *	0.00*	18.58*	162.55*	355.30*	538.75*	681.57*	775.62*	766.33*	704.79*	582.87*	394.77*	188.10*	32.51*	0.00*
* 77 *	0.00*	29.03*	199.71*	414.51*	596.81*	716.40*	784.90*	768.71*	716.40*	587.52*	411.03*	199.71*	32.51*	0.00*
* 78 *	0.00*	18.58*	153.27*	340.20*	507.40*	599.13*	665.31*	652.54*	592.16*	483.02*	332.08*	157.91*	25.54*	0.00*
* 79 *	0.00*	18.58*	178.81*	395.49*	551.52*	696.66*	724.53*	734.98*	717.56*	609.58*	428.45*	198.55*	33.67*	0.00*
MOY. *	0.00*	22.99*	179.04*	378.98*	554.31*	681.57*	741.71*	735.91*	682.96*	563.63*	388.74*	184.15*	29.96*	0.00*

DONNEES STATISTIQUES SUR LE RAYONNEMENT
GLOBAL POUR LE SITE C.E.R.E.R DE 1975 A
1979; VALEURS HORAIRES EN W/M2.
MOIS DE DECEMBRE

ANNEES	6H	* 7H	* 8H	* 9H	* 10H	* 11H	* 12H	* 13H	* 14H	* 15H	* 16H	* 17H	* 18H	* 19H
* 75 *	0.00*	13.93*	150.94*	358.07*	542.23*	662.99*	734.98*	748.91*	669.96*	541.07*	372.71*	179.97*	26.71*	0.00*
* 76 *	0.00*	15.21*	125.75*	295.96*	489.75*	602.84*	677.50*	648.47*	613.06*	483.02*	323.95*	161.39*	26.71*	0.00*
* 77 *	0.00*	11.61*	130.04*	292.60*	452.83*	575.91*	628.16*	620.03*	568.94*	451.67*	301.89*	142.82*	19.74*	0.00*
* 78 *	0.00*	9.29*	111.47*	260.09*	444.70*	581.71*	678.08*	678.08*	595.64*	485.34*	333.24*	169.52*	23.22*	0.00*
* 79 *	6.97*	15.09*	137.01*	327.43*	470.25*	582.87*	636.23*	624.67*	566.62*	483.02*	320.46*	149.78*	18.58*	0.00*
MOY. *	1.39*	13.03*	131.04*	308.83*	479.95*	601.26*	671.00*	664.03*	602.84*	488.62*	330.45*	160.70*	22.99*	0.00*

Usine des Agriers, 16015 ANGOULÊME CEDEX
Tél. (45) 95 70 66 - Télex 790 244F

MODULES ET PANNEAUX SOLAIRES TYPE FPG



UNE GAMME DE MODULES ET PANNEAUX INDUSTRIELS

		DIMENSIONS	POIDS (kg)		PUISSANCE CRETE TYPIQUE* ET TENSION A LA PUISSANCE CRETE	
			sans cadre	avec cadre auto-portant		
MODULES	FPGC 36	642 x 642 x 42,5 mm	5,5	7,5	36 W.	17,2 V.
	FPGF 36				30 W.	16,2 V.
PANNEAUX	FPGC 72	642 x 1287 x 42,5 mm	11	14	72 W.	17,2 ou 34,6 V.
	FPGF 72				30 W.	16,2 ou 32,4 V.
	FPGC 144	1284 x 1297 x 105 mm	22	30	144 W.	17,2 ou 34,6 ou 69,2 V.
	FPGF 144				120 W.	16,2 ou 32,4 ou 64,8 V.

* pour un rayonnement solaire AM 1,5 de 1 kW/m² et une température de cellules de 25° C.
- Ces valeurs sont données à ± 10 %.

- Nos modules et panneaux répondent à la norme UTE C.57-100 qui peut être résumée ainsi :

- . 2 000 h. à 100° C.
- . 2 688 h. à 45° et 95 % d'humidité
- . 200 cycles entre - 40 et + 85° C.
- . brouillard salin (NFX 41002), 96 h.

- Ils comportent :

- . des cellules au silicium monocristallin à haut rendement de 100 mm. de diamètre.
- . des connexions fortement redondantes.
- . une face avant en verre trempé haute transmission à faible teneur en fer.
- . un enrobage en résine silicone stabilisée aux ultra-violets.
- . un cadre autoportant en aluminium anodisé 25 microns,
- . Une visserie de montage en acier inoxydable
- . Une sortie électrique étanche (connecteur ou boîte de raccordement).

- Ils sont disponibles en trois versions :

- . des modules unitaires FPG 36 avec sortie par connecteur femelle étanche (IP 55) à visser. La prise mâle est fournie et peut être montée en bout de câble* du récepteur avec un simple tournevis.
- . des panneaux FPG 72, avec sortie par deux connecteurs ou en option boîte de raccordement étanche (type FPGC 72 B et FPGF 72 B).
- . des panneaux FPG 144 avec sortie par boîte de raccordement étanche dans laquelle peut-être monté en usine un circuit électronique de protection ou de régulation.

- Ils sont faciles à utiliser :

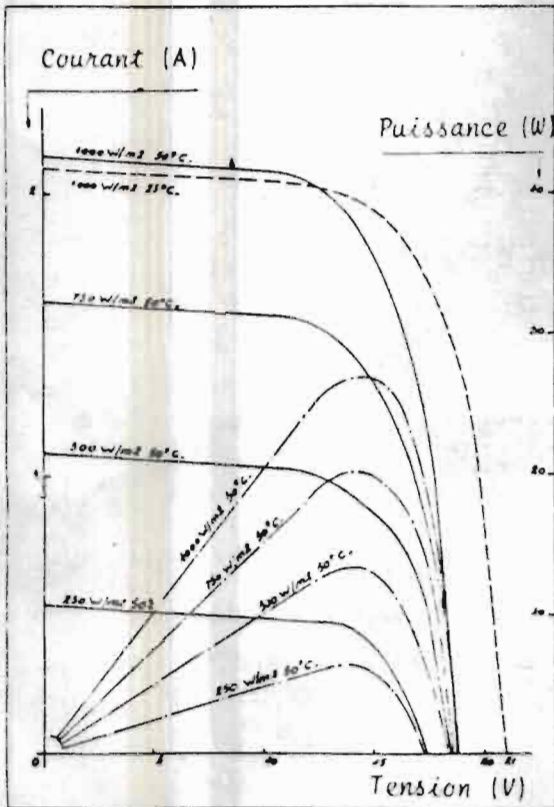
- . leur conception électrique et mécanique permet un montage simple adapté aux besoins spécifiques du client.
- . des pièces fournies avec les modules et panneaux aident à la fixation sur un support.
- . la gamme de six ensembles de 30 à 144 Wc. permet un dimensionnement précis des installations même pour des tensions élevées.

- Ils bénéficient du support de la documentation technique FRANCE-PHOTON :

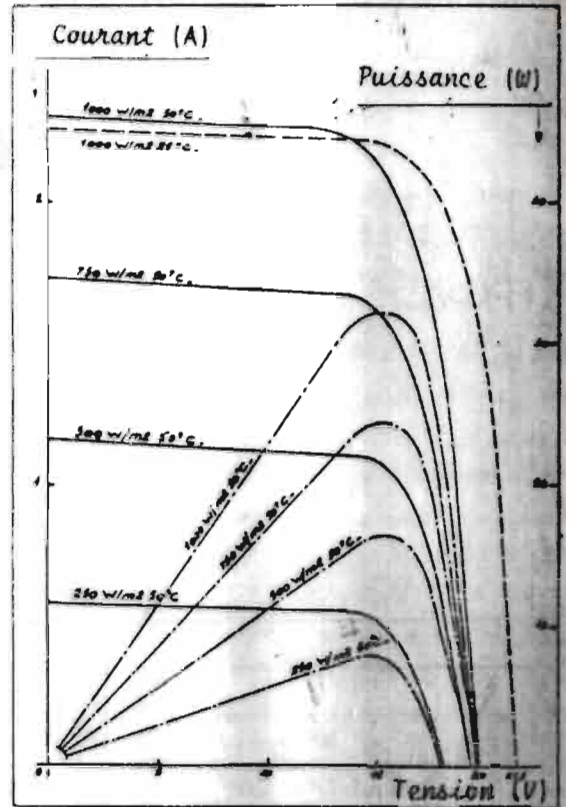
- . fiche technique FT 381 avec schémas électriques recommandés.
- . fiche technique FT 1381 avec instructions de montage.
- . "notice technique à l'usage des bureaux d'études" (52 pages, mars 1981) donnant les indications nécessaires à la mise en oeuvre de systèmes solaires.

* Les connecteurs acceptent des câbles /ifilaires avec des conducteurs de 1,5 à 2,5 mm² (AWG. 13 à 16).

FPGF 36



FPGC 36

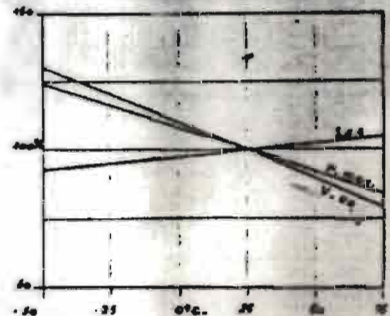


Courant fourni en fonction de la tension : cellules à 25° C. ---
 Courant fourni en fonction de la tension : cellules à 50° C. —
 puissance fournie en fonction de la tension : cellules à 50° C. - - -

Température des cellules	FPGF 36*		FPGC 36*	
	25° C.	50° C.	25° C.	50° C.
Tension de circuit ouvert (V)	21	19	21,5	19,5
Courant de court-circuit (A)	2,09	2,14	2,26	2,31
Puissance maximum (W)	30	27,4	36	32,8
Tension au point de puissance maximum (V)	16,2	14,2	17,2	15,2

Pour les modules FPG 72 multiplier par 2 le courant ou la tension. Pour les FPG 144 multiplier par 2 le courant et la tension ou par 4 le courant ou la tension, suivant le branchement désiré.

influence de la température des cellules sur les caractéristiques électriques

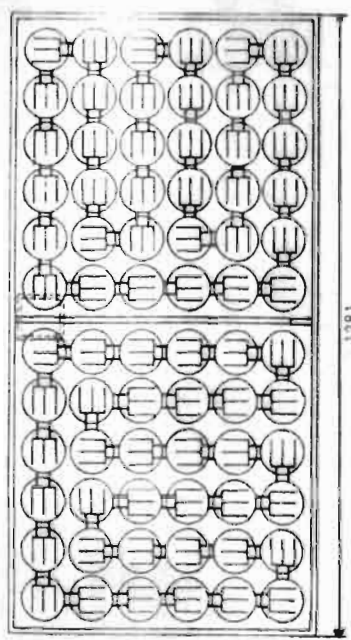
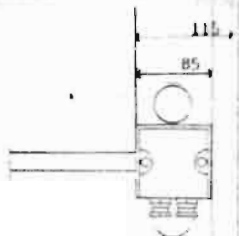


Chaque module est essayé et sa courbe tracée par notre ordinateur ce qui nous permet de garantir ses caractéristiques électriques.

* pour un éclairement AM 1,5 de 1 kW/m².
 - ces valeurs sont données à ± 10 %

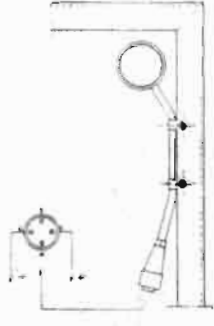
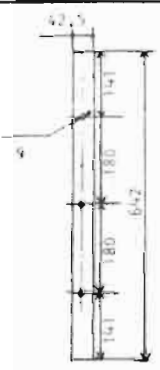
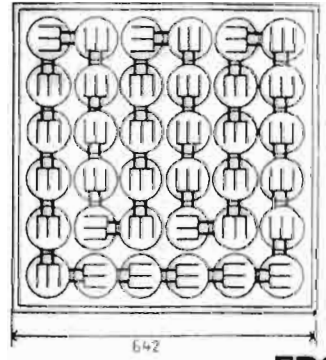
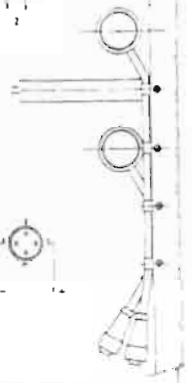
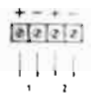
FPG 72

BOITE DE RACCORDEMENT ETANCHE



FPG 72

CONNECTEUR ETANCHE



FPG 36

CONNECTEUR ETANCHE

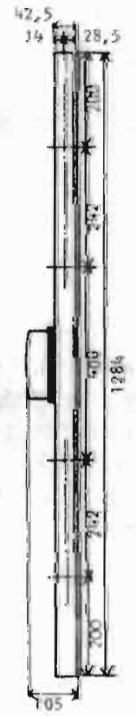
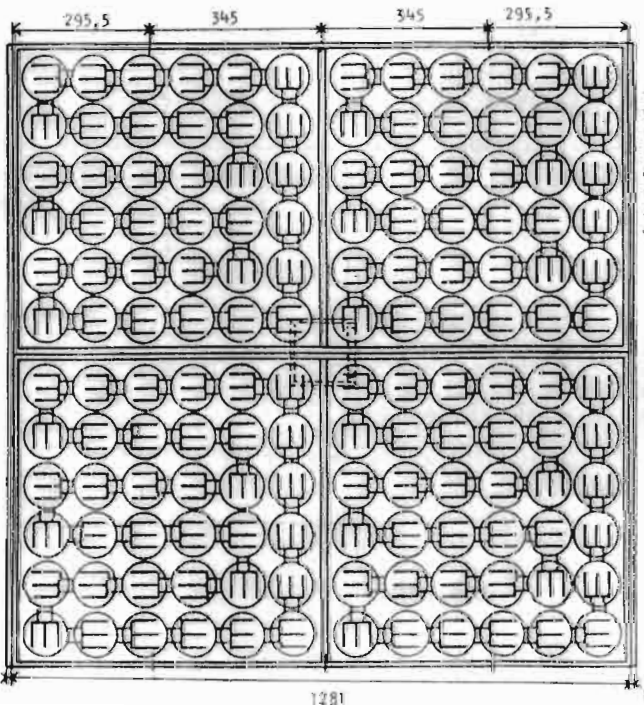


france photon

Usine des Agniers, 16015 ANGOULÈME CEDEX, FRANCE
Tél. (45) 95 70 66 - Télex 730 244

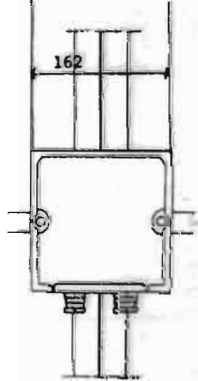
Importeur: MOTURIS LENOZ - GOMER
RC ANGOULÈME B. 611 300 300
E 4.2137 - J.M.B. - 3003

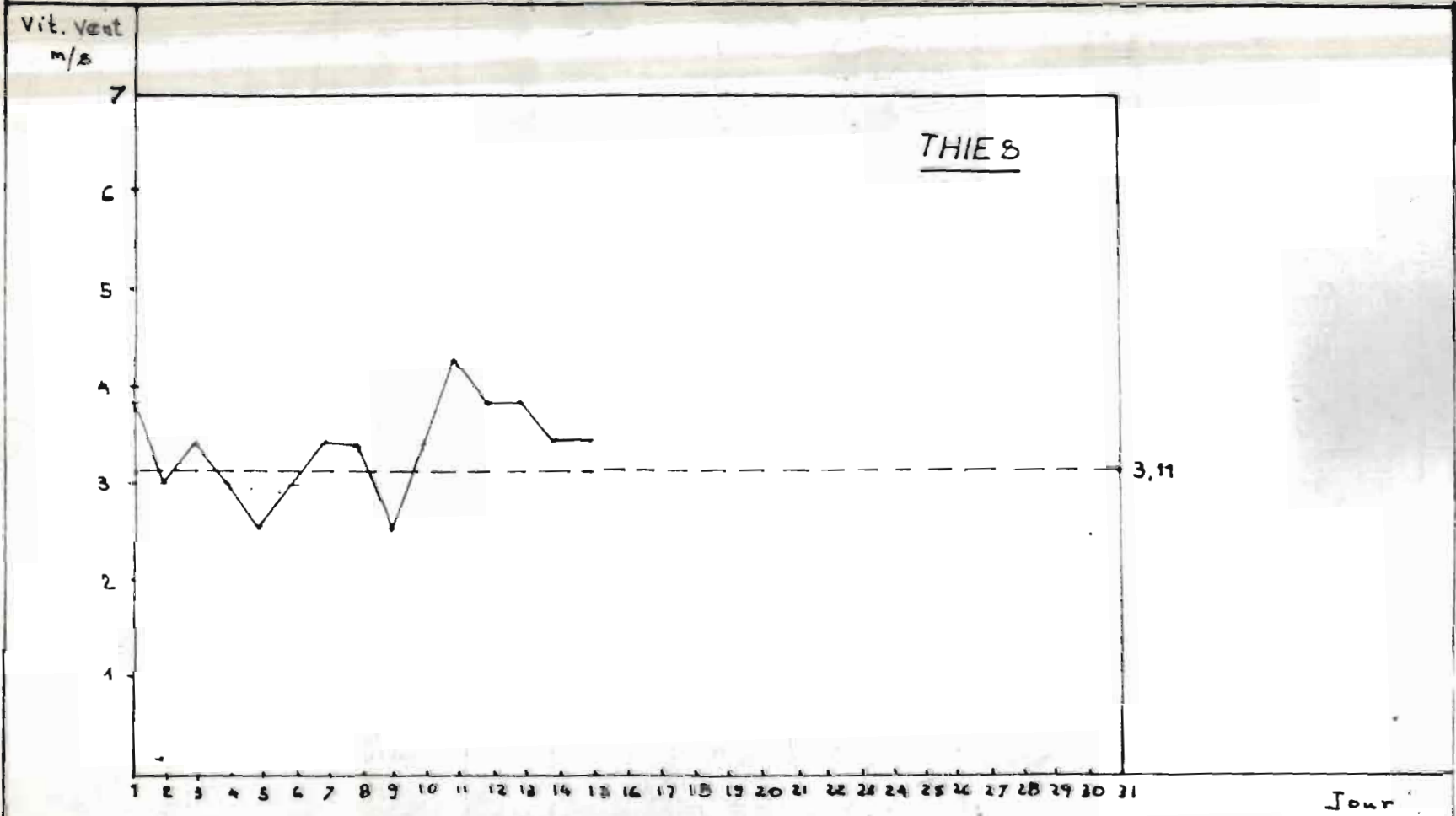
FT. 1481



FPG 144

BOITE DE RACCORDEMENT ETANCHE





mois : février
moyenne : 3.11 m/s

fig. C-8

