

# Cuisson solaire photovoltaïque au fil du soleil sans batteries et sans stockage

Sommaire général de la documentation:

[Présentation générale du cuiseur solaire photovoltaïque](#)  
[1ère partie Cuiseur à commande manuelle : construction](#)  
[2ème partie Cuiseur à commande manuelle : annexes](#)  
[3ème partie Cuiseur à commande automatique : construction](#)  
[4ème partie Cuiseur à commande automatique : annexes](#)  
[5ème partie Renseignements d'ordre général](#)  
[6ème partie Eléments de conception](#)

Chaque partie fait l'objet d'un document PDF. Chaque partie a sa pagination propre.  
Les pieds de page précisent entre autres le nom de la partie, le numéro de page, la date de dernier accès pour révision, et éventuellement le nom du chapitre à l'intérieur de la partie.

-0-

## 5ème Partie : RENSEIGNEMENTS D'ORDRE GENERAL

page

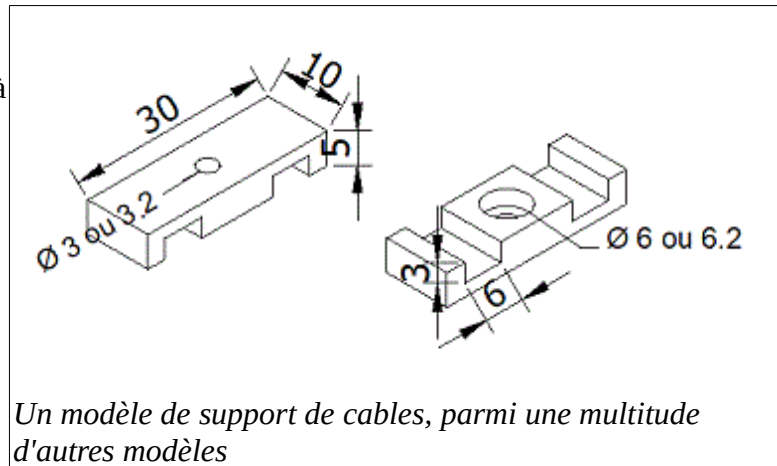
1	Chapitre I Les supports de cables et de Leds
5	Chapitre II Ohmmètre et Thermomètre
6	Chapitre III Cables électriques et pertes en ligne
9	Chapitre IV Electricité, et dangers de l'électricité
12	Chapitre V Le capteur photovoltaïque: choix et installation
14	Chapitre VI Le support du capteur photovoltaïque
14	Section I Quelques consignes préalables
16	Section II Proposition de support orientable
19	Section III Le berceau orientable
24	Section IV La base
27	Section V Autres éléments du capteur
30	Chapitre VII Le cuiseur installation et utilisation
34	Chapitre VIII Contrôle des performances du cuiseur

# CHAPITRE I - LES SUPPORTS DE CABLES ET DE LEDS

## Supports de cables électriques

Ci contre : supports confectionnés dans du PVC ep 5 mm à l'aide d'une petite fraiseuse CNC de bureau ; une imprimante 3D conviendrait également très bien ; mais on peut aussi les confectionner simplement dans du bois, avec une scie, une perceuse, et une rafe ronde ; il faut alors bien choisir la pièce de bois en fonction du sens du fil et des cernes, et donner au support des dimensions un peu plus importantes..

Remarquer le petit évidement Ø 6 mm : on peut ainsi mettre en place et boulonner la vis qui maintiendra le support de cable, installer le support de cable avec un autre écrou, et serrer ce dernier après pose du cable électrique



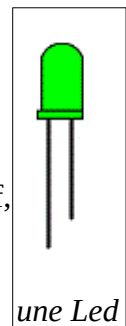
*Un modèle de support de cables, parmi une multitude d'autres modèles*

## Au sujet des leds témoins

Sur la platine de contrôle, les leds indiquent dans quel état se trouvent les interrupteurs. Elles sont branchées en parallèle sur le circuit dont elles sont témoins. Une Led est une diode lumineuse ; en tant que diode, elle ne laisse passer le courant que dans une seule direction : une diode est polarisée, elle a un pôle positif, à relier au "+" du circuit électrique (usuellement: un fil de couleur rouge, ou rouge foncé), et un pôle négatif, à relier au pôle "-", usuellement un fil bleu.

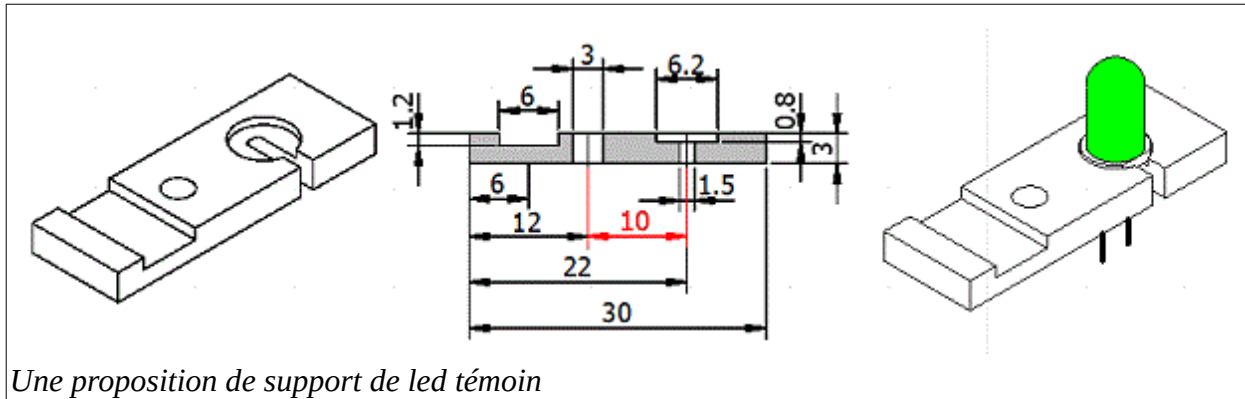
Le pôle négatif d'une led se repère de deux manières : la patte négative est plus courte que la patte positive, et la collerette inférieure, qui permet de maintenir la led en position, est munie d'un petit méplat.

Les leds fonctionnent sous une tension de 2 volts environ, sinon elle risque de "griller". Il convient donc de limiter le courant par une résistance dont la valeur est fonction des caractéristiques du courant disponible. Sur le circuit électrique la résistance peut être indifféremment installée "avant" ou "après" la diode ; convenons ici d'installer la résistance sur le pôle positif. Une résistance n'est pas polarisée.



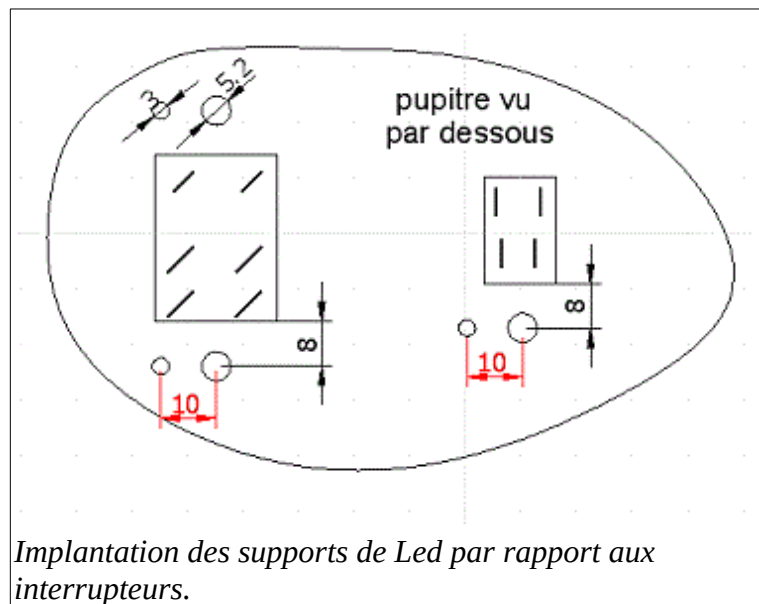
*une Led*

## Supports de leds témoins, à confectionner dans du PVC ou du bois, ou par imprimante 3D



### Implantation du support de Led témoins sur la platine PVC

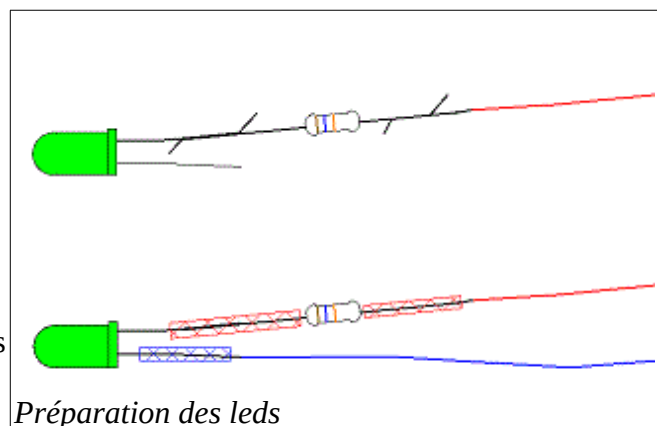
- un percement  $\varnothing$  5,2 pour la led, dans l'axe de l'interrupteur
- un percement à 10 mm pour le boulonnage sur la platine



### Préparation des leds avant leur installation sous le pupitre

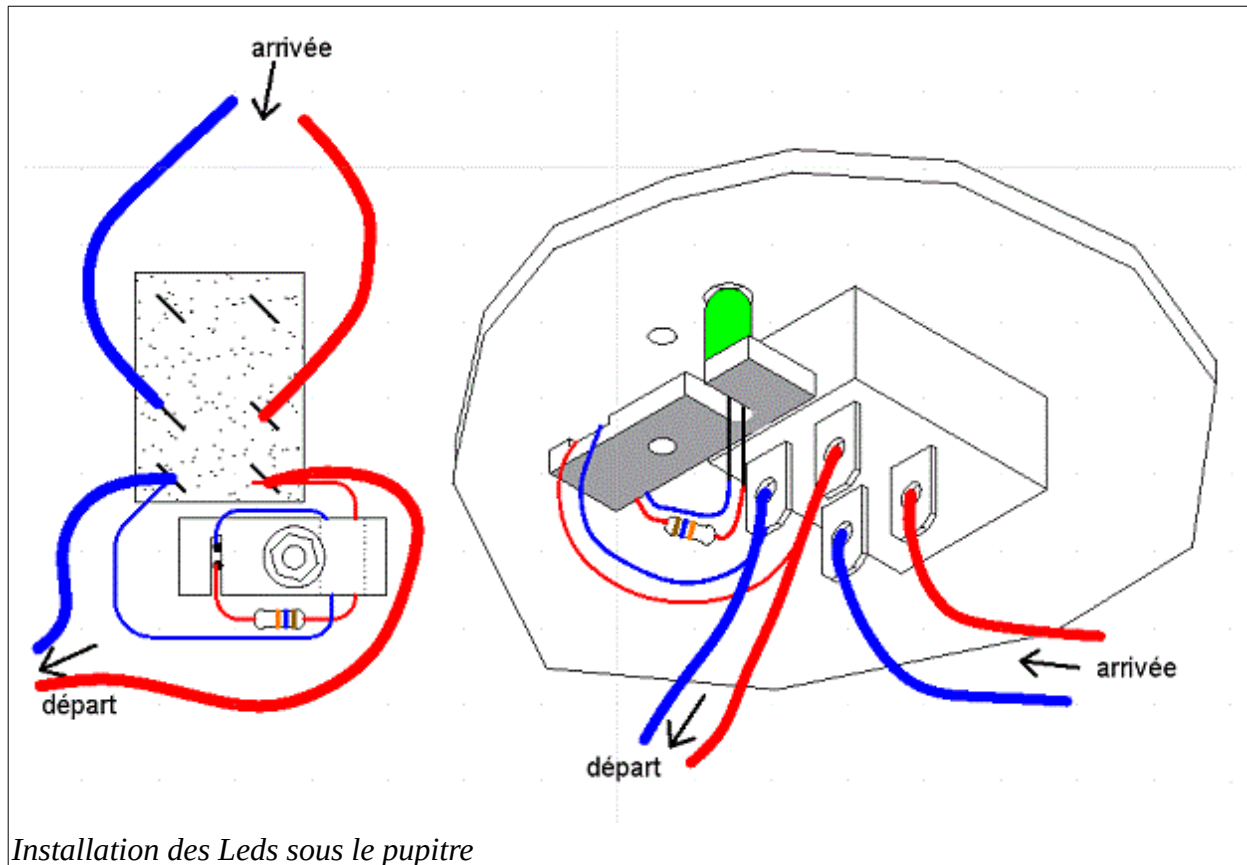
"tortiller" à la main les pattes ou les fils électriques ; dans le cas de fils électriques souples, étamer préalablement l'extrémité sur 15 à 20 mm

souder les assemblages, et couper les excédents de pattes et de fils



insérer les gaines thermo-rétractables, et chauffer légèrement les gaines avec une allumette, une bougie ou un briquet. Veiller à ne pas couvrir la résistance, qui a de la chaleur à dissiper.

## Installation des Leds sous le pupitre



*Installation des Leds sous le pupitre*

Le principe est d'éviter tout effort intempestif des cables sur les pattes de la led.

### Calcul de la résistance

Sur la platine de commande, le courant peut atteindre 40 Volt ; la led fonctionne correctement avec 20 mA sous 2 Volt

$U = RI$  ;  $R = U/I$  U est la chute de tension souhaitée, soit  $40 - 2 = 38V$

$R = 38/0,020 = 1\ 900\ \text{Ohm}$  ; on prendra une résistance de 1,8 k $\Omega$ .

Cette résistance , comme toutes les résistances, va dégager de la chaleur,

selon la loi  $P = UI$  ;  $P = 38 * 0,020 = 0,76\ \text{W}$ .

Les résistances usuelles dont on dispose en électronique sont des résistances 1/4 de Watt ; elles sont donc impropres pour notre usage, il faut approvisionner des résistances Watt, par exemple Gotronic.fr ref RE1W1K8.

On constate donc que la consommation des leds n'est pas négligeable. Il existe des leds à basse consommation.

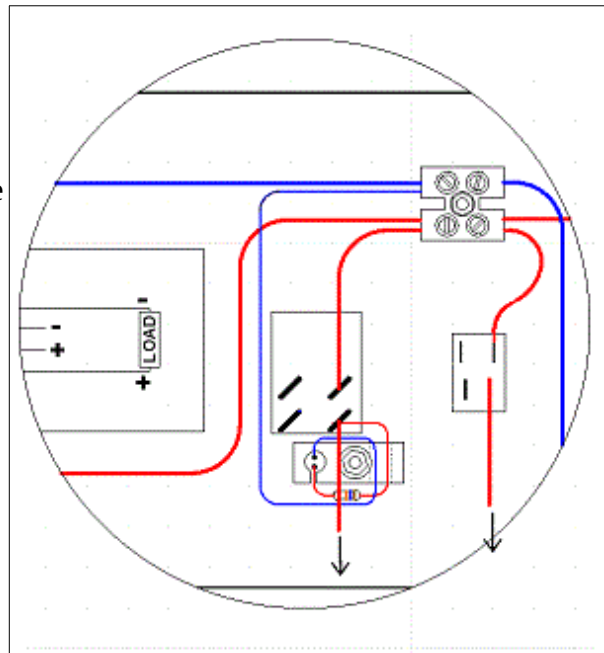
Le calcul de la résistance a été fait sur le cas le plus défavorable. La consommation, donc l'intensité lumineuse, varie en fonction de la tension délivrée par le capteur solaire.

### 3 remarques :

- le courant de fonctionnement des leds témoins est prélevé sur le "courant fort" et non pas sur le "courant faible" qui alimente l'automatisme

- Les leds sont branchées en parallèle avec le circuit dont elles sont le témoin. Donc le fait qu'une led soit allumée renseigne uniquement sur l'état ON ou OFF de l'interrupteur, mais ce n'est pas la preuve que la céramique en question fonctionne. La led s'allume même si la céramique ne fonctionne pas.

- dans le cas du cuiseur à commande manuelle, pour les interrupteurs commandant les céramiques: seul le câble positif est branché sur l'interrupteur. Il faut donc renvoyer le négatif de la led par exemple sur le domino support du câble de masse, qui alors aura un rôle de connexion électrique en plus du fait de supporter le câble



*Branchement de la led dans le cas du cuiseur à conduite manuelle, pour les interrupteurs commandant les céramiques*

## CHAPITRE II - OHMMETRE ET THERMOMETRE

### OHMMETRE

Un multimètre permet de mesurer la tension et l'intensité électriques, et également de mesurer la résistance lorsqu'il est utilisé en ohmmètre. C'est principalement cette dernière utilisation nous intéresse ici.

La résistance d'un corps est sa capacité à s'opposer au passage du courant électrique ; elle est mesurée en Ohm ( $\Omega$ ). L'ohmmètre contient une pile électrique, qui envoie un faible courant électrique ; l'utilisateur fait passer ce courant à travers le corps dont il veut mesurer la résistance - par exemple, une céramique -. L'appareil lit la chute de tension qui en résulte, et calcule et affiche la résistance en  $\Omega$ .

Un ohmmètre possède généralement plusieurs calibres en fonction de l'importance de la résistance ; dans notre cas, pour mesurer la résistance des céramiques, placer le sélecteur sur le calibre le plus faible, souvent "200  $\Omega$ " ; brancher correctement les cordons : le cordon noir sur la borne "com" (= "commun"), et le cordon rouge sur la borne marquée (entre autres) " $\Omega$ "

L'ohmmètre permet en outre d'effectuer un test de continuité : si l'on branche les cordons aux extrémités d'un circuit électrique, ou tout simplement si l'on fait se toucher les deux extrémités des cordons, l'ohmmètre affiche presque 0 Ohm, et émet un "beep". Si le circuit électrique en cours de test n'est pas continu (cable coupé, borne débranchée, erreur de connexion...) l'appareil n'émet pas de beep, et il faut poursuivre les investigations.

L'ohmmètre permet de détecter un branchement erroné si, en manipulant un interrupteur, le courant est envoyé dans une direction autre que celle qui était prévue ; il permet aussi de détecter un court-circuit. L'ohmmètre est donc le premier outil pour effectuer l'indispensable contrôle-qualité du câblage du panneau de contrôle, et le contrôle qualité du câblage de la plaque chauffante. Il permet entre autres de vérifier si la connexion (non visible) des fils à l'intérieur de la résistance céramique est en bon état.

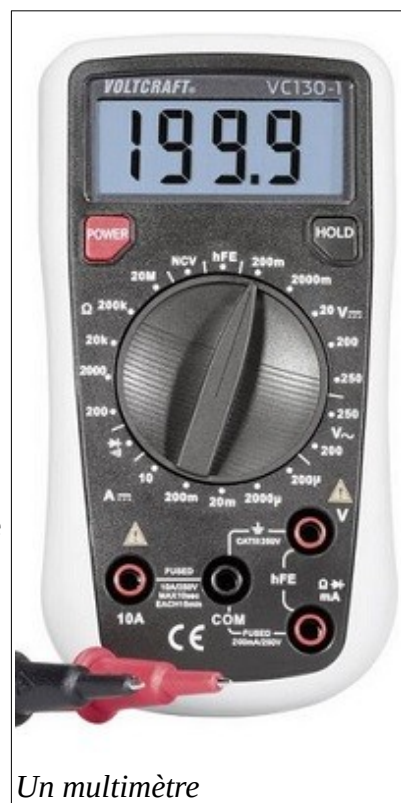
Lorsque l'on teste des céramiques, on peut par curiosité relever leur résistance en Ohm, mais en sachant que cette dernière varie en fonction de la température, notamment aux basses températures ; le seul fait de tenir la céramique dans le creux de la main fait varier sa résistance. A titre indicatif, pour une céramique "35x21mm / 36 V", à 20°C, la résistance est de l'ordre de 40 Ohm ; elle descend à 13  $\Omega$  environ vers 180° C

Si l'ohmmètre n'a pas de fonction "beep", ce qui est rare, il faut se reporter à chaque fois à l'affichage pour savoir s'il y a continuité ou non.

Lorsque un ohmmètre numérique n'est pas raccordé, il affiche "- - - -" ou "1 \_\_\_\_\_" ou "OL" (pour "Over load")

L'ohmmètre produit son propre courant, très faible, avec la pile, il ne faut donc pas le brancher sur un circuit électrique déjà alimenté par ailleurs...

Un ohmmètre analogique à aiguille doit être taré avant usage : lorsque l'on rejoint les pointes de touche, l'aiguille doit indiquer 0  $\Omega$ . Il peut y avoir un décalage, en fonction de l'état de charge de la pile ; manipuler alors doucement une molette (un potentiomètre) jusqu'à amener l'aiguille à bon poste, à l'extrémité du cadran vert sur la droite. Les ohmmètres numériques ont usuellement une tare automatique.



*Un multimètre*

## THERMOMETRE

L'utilisation d'un thermomètre est nécessaire lors du test des céramiques, et ponctuellement pour mesurer la température de la plaque chauffante, ou pour contrôler les performances du cuiseur, mais l'utilisateur, dans le cadre de l'usage courant du cuiseur, n'en a aucunement besoin.

Le modèle de thermomètre ci contre convient très bien pour nos besoins ; on le trouve facilement sur la toile, en tapant sa référence " TM-902C " dans un moteur de recherche généraliste.

C'est un thermomètre à thermocouple ; sur ce sujet, il existe une documentation quasi-exhaustive sur [aviatechno.net](http://aviatechno.net) "

C'est sur la soudure, la petite boule à l'extrémité du fil, que s'effectue la prise de température. "dans un circuit fermé constitué de deux conducteurs de nature différente, il circule un courant lorsqu'on maintient entre les deux jonctions une différence de température". Dans le cas du thermomètre ci contre, il s'agit d'un thermo couple de type K. Le boîtier noir contient un voltmètre. Lors du branchement, respecter le pôle + et le pôle -, assez peu lisibles sur la petite fiche jaune. On peut se procurer des sondes supplémentaires, mais il est en principe possible de réparer une sonde cassée en effectuant une nouvelle soudure à l'extrémité du fil, voir la documentation ci dessus en référence. Pour contrôler le thermomètre, plonger la sonde entre quelques glaçons fondant, puis dans de l'eau bouillante.

Il existe des thermomètres quasi-identiques à deux sondes, à consulter alternativement ; on peut préférer disposer de deux thermomètres, l'un confirmant l'autre....



## CHAPITRE III CABLES ELECTRIQUES ET PERTES EN LIGNE

### CABLES ELECTRIQUES

#### Fils et câbles de puissance

Sur l'installation du cuiseur, la tension n'est pas élevée, en dessous du seuil de dangerosité, mais par contre le courant, dit aussi Intensité ou ampérage, est relativement élevé.

Tout câble électrique est une résistance (très faible, certes, mais c'est une résistance) et à ce titre il produit de la chaleur (effet Joule) et il produit une chute de tension  $U$  proportionnelle à sa résistance, et à l'intensité du courant qui le traverse :  $U = RI$ , la loi d'Ohm s'applique de la même manière aux câbles électriques et aux résistances. Entre la perte de puissance et le risque d'incendie, la question de la section des câbles n'est pas à prendre à la légère.

Section en mm <sup>2</sup>	Amperage en A
0,75	4
1	6
1,5	9
2,5	15
4	24
6	36

En première approche, prévoir au maximum 6 A par mm<sup>2</sup> de section.

- entre un panneau solaire et le cuiseur, sur deux ou trois mètres, prévoir du câble 2,5mm<sup>2</sup> ; s'il y a deux panneaux, préférer une section de 4 mm<sup>2</sup>.

- pour cabler l'intérieur du cuiseur, utiliser exclusivement du câble souple. Une section de 1,5 mm<sup>2</sup> de fil convient ; lorsqu'il s'agit d'alimenter individuellement les céramiques, la section 0,75mm<sup>2</sup> convient.

Le fil électrique de cablage monobrin souple 1 x 1,5 mm<sup>2</sup>, norme H07V-K, est parfait pour notre usage . le "K" précise qu'il s'agit d'un câble souple (un fil rigide norme H07V-U n'est ici d'aucune utilité). Mais son approvisionnement est parfois difficile, sauf par grandes quantité sur le Net. On peut alors approvisionner quelques mètres de câble souple "3x2,5mm<sup>2</sup> " ou 3x1,5mm<sup>2</sup>", aisément disponible en grande surface (câble blanc) pour en extraire le fil dont on a besoin ; ce n'est pas très élégant, mais c'est simple. Pour les quelques mètres qui sont nécessaires ici, la récupération de câbles d'alimentation d'anciens articles électro-ménager convient très bien aussi sous réserve que la section des fils soit indiquée sur les câbles. Un câble d'alimentation de lave linge ou de lave vaisselle fournit les fils nécessaires pour câbler un pupitre ; les fils d'un câble d'alimentation de réfrigérateur ont une section trop faible.

### Fils pour circuits "courants faibles"

- pour les circuits des Leds témoins ou pour les circuits de commande, des fils de très petite section de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm<sup>2</sup> sont largement suffisants, éviter des fils de section plus importantes dont la mise en œuvre serait fastidieuse. On peut s'approvisionner sur le net ou ... dans un vieil ordinateur-tour ou autre appareil électronique au rebut.

Les sections de fils électriques sont exprimées en millimètres carrés ; dans les pays anglo- saxons, l'antique système de la jauge AWG American Wire Gauge est encore en usage : "combien de fils peut-on faire passer par un trou d'un diamètre donné ?" Plus le numéro AWG est élevé, plus le fil est fin.

Voici un tableau de correspondance (veiller à ne pas confondre le diamètre et la section)

AWG N°	Diam. mm.	Area mm <sup>2</sup>	AWG N°	Diam. mm.	Area mm <sup>2</sup>
1	7,350	42,400	16	1,290	1,3100
2	6,540	33,600	17	1,150	1,0400
3	5,830	26,700	18	1,024	0,8230
4	5,190	21,200	19	0,912	0,6530
5	4,620	16,800	20	0,812	0,5190
6	4,110	13,300	21	0,723	0,4120
7	3,670	10,600	22	0,644	0,3250
8	3,260	8,350	23	0,573	0,2590
9	2,910	6,620	24	0,511	0,2050
10	2,590	5,270	25	0,455	0,1630
11	2,300	4,150	26	0,405	0,1280
12	2,050	3,310	27	0,361	0,1020
13	1,830	2,630	28	0,321	0,0804
14	1,630	2,080	29	0,286	0,0646
15	1,450	1,650	30	0,255	0,0503

Tnt-Audio Internet HiFi Review <http://www.tnt-audio.com>

Les wires en provenance de chez Adafruit équipés de connecteurs Dupont, proposés pour le cablage de l'automatisme, sont 28 AWG, soit 0,08mm<sup>2</sup>. Ils peuvent donc faire transiter 0,8 x 8A = 640 mA



## LES PERTES EN LIGNE

De nombreuses abaques de perte de charge dans les câbles électriques sont disponibles sur la Toile, mais on peut préférer savoir calculer les pertes.

Noter que la longueur à prendre en compte pour le calcul des pertes est le double de la longueur d'un câble : il y a une perte à l'aller... et la même au retour : la tension chute lors de l'utilisation de l'électricité dans la résistance, mais le courant qui retourne vers le capteur-générateur est égal à celui qui en est sorti, est la perte en ligne est fonction du courant, et non de la tension.

### Connaitre la résistance du câble

Il faut d'abord connaître la résistance du fil ; c'est très facile en se rendant sur ce [calculateur](#)

Section du câble en mm <sup>2</sup>	(28AWG). 0,08	(24AWG). 0,20	(22AWG). 0,32	0,75	1	1,5	2,5	4	6
Résistance pour UN mètre, en Ω	0,213	0,085	0,0531	0,0227	0,017	0,0113	0,0068	0,00425	0,00283

### Connaitre la chute de tension qu'elle provoque

Soit un câble de 2,5 mm<sup>2</sup>, longueur 3 mètres soit 6 mètres aller-retour, par lequel transitent 7 Ampère provenant du panneau solaire.

La chute de tension d'un bout à l'autre du câble =

$$U = RI = 0,0068 \Omega * 6 \text{ mètres (aller-retour)} * 7 \text{ Ampère} = 0,2856 \text{ Volt}$$

### Calcul de la puissance dissipée par effet Joule

$P = UI = 0,2856 \text{ Volt} * 7 \text{ Ampère} = 2 \text{ W}$ , soit environ 1 % de la puissance du panneau en fonctionnement courant

### Idem avec un câble de 1,5mm<sup>2</sup> :

$$U = 0,0113 \Omega * 6 \text{ mètres (aller-retour)} * 7 \text{ Ampère} = 0,4746 \text{ Volt}$$

$P = 0,4746 \text{ Volt} * 7 \text{ Ampère} = 3,32 \text{ W}$  Il n'est que de le savoir, et de ne pas allonger inconsidérément le câble

### Idem avec un câble de 6 mètres, section 4 mm<sup>2</sup>

$$U = 0,00425 * 12 \text{ mètres} * 7 \text{ Ampère} = 0,357 \text{ Volt}$$

$$P = 0,357 * 7 = 2,5 \text{ W}$$

# CHAPITRE IV ELECTRICITE ET DANGERS DE L'ELECTRICITE

**ELECTRICITE** : quelques rappels utiles dans le cadre de la présente documentation

Un dipôle électrique est un composant électrique possédant deux bornes : lampe, interrupteur, pile, résistance, moteur...

- La différence de Tension aux bornes d'un dipôle électrique, dite aussi "voltage" ou simplement "Tension", est notée  $U$  et mesurée en Volt(V)
- La quantité de courant électrique traversant un dipôle, nommée "Intensité", dite aussi "courant" ou "ampérage", est notée  $I$  et mesurée en Ampère (A)
- La Résistance d'un corps ou d'un dipôle est sa capacité à s'opposer au passage du courant électrique ; elle est notée  $R$ , et mesurée en Ohm ( $\Omega$ ).

Pour une valeur de résistance donnée, un dipôle laissera passer d'autant plus d'Intensité que la différence de tension appliquée à ses deux bornes est importante :  $I = U/R$  c'est la loi d'Ohm, notée également  $U = RI$

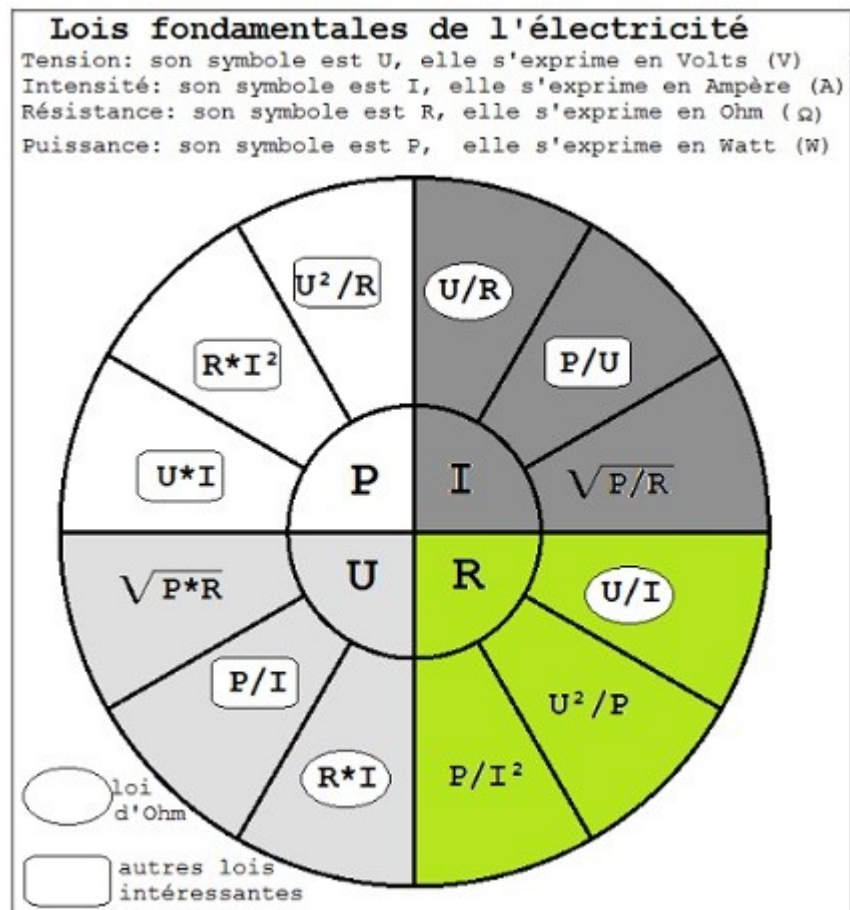
Un dipôle -par exemple : une céramique- traversé par un courant électrique produit de la chaleur, c'est l'effet Joule. Le dégagement de chaleur est d'autant plus important que la Tension et l'Intensité sont élevées :  $P = UI$

On dispose donc d'un système à deux équations :

$$U = RI \text{ et } P = UI$$

Dans la seconde équation, remplaçons  $I$  par  $U/R$  ;  
 $P = U(U/R)$  ; donc  $P = U^2/R$ ,  
 qui nous sera fort utile ultérieurement.

De même, dans la seconde équation, remplaçons  $U$  par  $RI$  :  
 $P = (RI)*I$  ; donc  $P = RI^2$



Une résistance ne fonctionne pas sous une tension nominale. Il ne peut donc y avoir de puissance nominale. Par contre lorsque la puissance consommée augmente, la quantité de chaleur dégagée s'accroît, ce qui peut échauffer dangereusement et détruire le composant. Le fabricant indique une puissance maximale à ne pas dépasser : c'est la puissance maximale admissible

Un commentaire s'impose ici : le raisonnement usuel en matière d'électricité considère implicitement que la valeur en Ohm d'une résistance donnée est une constante, à quelques pour cent près. Or dans le cas de nos céramiques, la valeur de la résistance est éminemment variable en fonction de la température, avec une amplitude de l'ordre de 1 à 3 dans une plage de 20 à 190°C. Le raisonnement courant s'en trouve quelque peu brouillé. De plus, le raisonnement usuel en matière d'électricité considère implicitement que l'alimentation électrique est constante et très bien régulée, alors que dans notre cas la fourniture d'énergie électrique par le panneau solaire est elle aussi éminemment variable. Il est donc utile, dans le cas du cuiseur solaire, de se délester de quelques schémas pré-établis

La conductance électrique est la capacité d'un corps, soumis à une différence de potentiel [= tension, ou Voltage] à laisser passer une certaine quantité de courant électrique. Cette quantité de courant est d'autant plus élevée que la tension est forte: "élémentaire, mon cher Watson".

La conductance est notée G, son unité de mesure est le Siemens (S). La conductance est l'inverse de la résistance.

$$G = 1/R = I/U$$

Si l'on raisonne en conductance,  $P = U^2/R$  devient  $P = U^2 * G$

### association de résistances

- Lorsque l'on associe des résistances en série, les valeurs R de leurs résistances s'additionnent (ce sont des goulots d'étranglement qui se suivent)
- lorsque l'on associe des résistances en parallèle, les valeurs G de leurs résistances s'additionnent (le courant dispose de plusieurs points de passage en même temps); usuellement, on fait la somme des inverses des résistances.

Si l'on dispose de céramiques de puissance unitaire identique, et d'une tension donnée,

- si l'on associe deux céramiques en série, la résistance double, et la puissance  $P = U^2/R$  devient  $P = U^2/2R$ , elle est divisée par deux.
- si on associe deux céramiques en parallèle, la conductance double, et la puissance  $P = U^2 * G$  devient  $P = U^2 * 2G$ , elle est multipliée par deux

Voir entre autres : le cours de l'[académie de Bordeaux](#)

## LES DANGERS DE L'ELECTRICITE

Au sujet des seuils de dangerosité de l'électricité : consulter par exemple [technipass.com](http://technipass.com), au sujet de la dangerosité du courant électrique par contact.

Ici se trouve un article au [sujet de la basse tension](#)

Compte tenu de la résistance électrique du corps humain, et si la tension en courant continu est inférieure à 48 Volt, alors la quantité capable de traverser le corps humain se situe en dessous du seuil de dangerosité.

Par exemple: sur un chantier de travaux publics, le courant de chantier est distribué en 380 Volt alternatif.

Mais pour alimenter un vibreur à béton, manié à bout de bras dans le béton par un opérateur juché en haut d'un échafaudage, le courant est préalablement converti en 42 V continu.

Si maintenant on considère l'électricité stockée en batterie, le raisonnement n'est plus le même.

"La dangerosité d'un récipient dépend de la quantité d'énergie potentielle qu'il contient", que ce soit du gaz, de la vapeur, de l'électricité (sous forme d'énergie chimique) ou des cartouches de dynamite emballées dans du papier, et si cette énergie est libérée brusquement par exemple par explosion, alors il y a danger. Dans le cas d'une batterie, la libération brusque d'énergie peut provenir d'un court circuit, provoqué par exemple par un outil métallique qui malencontreusement tombe et reste sur les deux pôles de la batterie : l'outil s'échauffe (cf les lois ci dessus...), la batterie aussi, avec risque d'incendie et d'explosion. Une personne à proximité risque d'être brûlée ou blessée par l'explosion, ou par sa chute suite à un mouvement réflexe de recul, mais ses blessures ne seront pas provoquées par l'électricité.

Même les batteries de 3,5 V des nos téléphones portables sont source potentielle de danger ; il y est bien inscrit entre autres de ne pas les percer : l'outil utilisé pour percer la batterie provoquerait un court circuit entre les différents éléments, donc une libération brusque d'énergie, avec risque de brûlures pour la personne – mais il ne s'agirait pas d'une électrocution.

Dans le cas de notre cuiseur qui fonctionne sagement sous 30 V environ en régime de croisière, avec un maximum en pointe à 38V, et qui n'a pas de batterie, le risque potentiel dû à l'électricité est à considérer comme nul au regard de celui d'un feu de bois. Le risque majeur est celui de l'énergie thermique stockée dans le récipient de cuisson en ébullition – mais c'est là, par définition, un risque inhérent à toute opération de cuisson.

# CHAPITRE V LE CAPTEUR : CHOIX ET INSTALLATION

## Section I LE CHOIX DU CAPTEUR

Le capteur qui a été utilisé pour les exemples de cuisson de la page d'accueil est un capteur tout à fait ordinaire, dimensions 1,00 m x 1,65 m de haut ; puissance crête sous un ensoleillement 1000 W/m<sup>2</sup> : 280 W ; puissance sous un ensoleillement de 800 W/m<sup>2</sup> : 207 W ; tension maximum : 39 V. Désignation : BMO 280 de la gamme BISOL. En fin 2019, on trouve le même ou équivalent chez un fournisseur pour 100€, et... pour trois fois plus cher chez un autre.

N'importe quel panneau aux caractéristiques approchantes fera l'affaire ; veiller toutefois à ne pas dépasser 40 Volt (bien qu'il s'agisse que d'une tension en circuit ouvert, c'est à dire lorsque le panneau n'est pas utilisé) pour des raisons de sécurité et de principe.

Il est totalement inutile de chercher à se procurer un capteur aux rendements éblouissants ; la question ici est de savoir : "combien cela me coûte ? Combien cela me rapporte ?".

Toutefois, sous un ensoleillement de 800 W/m<sup>2</sup> (sous conditions NOCT), ne pas descendre en dessous de 207 Watt : on ne fera jamais bouillir un litre lait avec la flamme d'une bougie... Cuisson-solaire-photovoltaïque.org présente ici un cuiseur avec un seul capteur, mais bien sûr rien n'interdit de concevoir et dessiner des cuiseurs avec deux ou trois capteurs ou plus.

## Section II LE CHOIX DE L'EMPLACEMENT

C'est une décision stratégique, avec une très forte composante psychologique : avec les énergies traditionnelles, l'utilisateur fait du feu où il veut, quand il veut, et comme il veut. Ici, le maître, c'est le soleil.

Par delà les aspects psychologiques, il y a les aspects techniques, tout aussi rigides : panneau fixe, ou panneau orientable ?

Par panneau orientable, on entend ici un panneau que l'on peut facilement orienter face au soleil, par exemple une fois par heure ; voir le modèle de support proposé ci dessous, qui convient à toutes les latitudes. Pour suivre le soleil en hauteur dans le ciel, on utilise le tube coulissant avec des trous et une goupille à l'arrière du panneau ; pour suivre le soleil dans sa course Est-Ouest, le support est simplement trainé sur le sol avec une cordelette ou un crochet adéquat.

Dans le cas d'un panneau orientable comme celui proposé ci dessous, le capteur peut fonctionner du lever au coucher du soleil, s'il n'y a pas d'effet d'ombre, et si la météorologie le permet.

### PANNEAU FIXE OU PANNEAU ORIENTABLE ?

Avec un panneau fixe, on disposerait d'un bon fonctionnement de l'ordre de trois à quatre heures par jour. Avant et après cette période quotidienne, l'énergie reçue ne saurait satisfaire le fonctionnement du cuiseur proposé ici – sauf à disposer de deux panneaux, mais ce n'est pas notre propos immédiat

Avec un panneau orientable, la plage de travail serait aussi longue que le jour – sauf effet d’ombre rédhitoire pendant une période de la journée (arbre, bâtiment...). Noter toutefois que lors de la première et de la dernière heure du jour, les rayons solaires ont à traverser une couche d’atmosphère beaucoup plus épaisse que lorsque le soleil est en hauteur, ils sont donc moins efficaces. Les cas de figure sont innombrables, le choix final ne pouvant être qu’un compromis.

Une solution assez sage consiste à ne pas se précipiter à prendre d’emblée une décision définitive. C’est après quelques semaines ou quelques mois ou une saison que l’on peut dessiner un compromis ; d’ici là, un support amovible permet de tester différents cas de figure.

## QUELQUES INDICATIONS CHIFFREES

Lorsque le panneau est bien orienté face au soleil, il reçoit 100 % de l’enseillement disponible. Si le panneau et les rayons solaires font un angle de 15 °, le panneau n’en reçoit plus que 96,6 % Pour un angle de 30°, le panneau ne reçoit plus que 86,6 % etc. Voici le tableau des différentes valeurs :

Les matheux auront immédiatement reconnu la table des cosinus

Angle entre le panneau et le soleil	Pourcentage reçu par le panneau
0°	100 %
15°	96,6 %
30°	86,6 %
45°	70,7 %
60°	50,0 %
75°	25,9 %
90°	0,0

La perte de pourcentage est valable pour l’azimut (orientation Est-Ouest) et pour l’élévation (hauteur du soleil dans le ciel) ; si leurs orientations ne sont pas parfaites, leurs pourcentages se multiplient, ce qui fait encore moins de flux solaire.

Dans le sens Est-Ouest le soleil parcourt 15 ° par heure (360° / 24 heure).

La question de l’orientation du panneau est un choix fondamental qu met en jeu toute l’économie du capteur

## CHAPITRE VI LE SUPPORT DU CAPTEUR

### Section I QUELQUES CONSIGNES PREALABLES SIMPLES MAIS IMPERATIVES

Les capteurs solaires sont conçus pour une longue durée de vie, c'est entre autres une exigence des banques : les banques acceptent de financer des fermes ou des centrales photovoltaïques à condition que les panneaux aient une durée de vie supérieure à la durée des prêts qu'ils fournissent...

Du point de vue de leur résistance mécanique, les capteurs sont conçus pour être posés et ensuite ne plus bouger pendant toute leur durée de vie.

Ici le panneau va être manipulé plusieurs fois par jour.

Si l'on souhaite conserver un panneau pendant de longues années, il y a un certain nombre de précautions incontournables à prendre, sans quoi le solaire photovoltaïque n'apportera que des déceptions. et si le panneau a été acheté à crédit, il serait fâcheux de le casser avant que le prêt ne soit remboursé...

#### 1) LE PRINCIPAL ENNEMI DU PANNEAU SOLAIRE EST LE VENT

Il ne faut pas dire "le vent a emporté le panneau" mais dire "le panneau n'a pas été bien installé" ou bien "le lest sur le support n'était pas suffisant" ou bien "le panneau n'a pas été mis à l'abri malgré la tempête qui menaçait"

Le chiffre à prendre en compte pour la tenue d'un ouvrage au soulèvement en raison du vent est de 100 kg au m<sup>2</sup> .

Ce chiffre est valable pour les hangars, toitures, etc., il est encore plus valable pour des capteurs qui peuvent prendre le vent sur leurs deux faces avant et arrière.

Pour un capteur fixe de 1,5 m<sup>2</sup> il faut donc que les fixations, ancrages, chevillages ou autres dispositifs résistent globalement à une traction de 150 kg

Dans le cas d'un capteur sur support mobile comme celui proposé ci dessous, à déplacer une fois par heure environ, il n'est pas possible de laisser à demeure 150 kg de lest. Une solution : confectionner le lest avec des sacs de sable ou de gravillons d'une douzaine de kilogrammes, faciles à poser / déposer sur la base du support. Et quand le vent devient trop menaçant, pouvoir facilement déposer le panneau et le remiser à l'abri.

#### 2 -LE PANNEAU DOIT REPOSER SUR UN CADRE

Tel qu'il est conçu, le panneau n'est pas autoporteur, du moins s'il doit être manipulé fréquemment. Il faut au moins que ses deux grands côtés reposent sur un cadre en bois ou en métal, qui lui servira de berceau en permanence.

### **3- LE PANNEAU ET SON CADRE NE DOIVENT JAMAIS ETRE VOILES ILS DOIVENT TOUJOURS ETRE SUR UN PLAN**

Le capteur est recouvert d'une plaque de verre. Il ne peut donc *jamais* être "tordu" ou "voilé", il est indispensable que sa surface soit toujours plane.

Un plan est défini soit par deux droites parallèles, par exemple les deux cornières en aluminium sur les grand côtés du capteur. Avec un minimum d'habitude on peut vérifier d'un simple coup d'oeil si elles sont parallèles ou non : l'observateur *se baisse autant que besoin* pour *placer son œil sur le même plan que la surface en verre du capteur*, et observe, "dégauchit" les deux cornières ; c'est exactement la même opération que celle des charpentiers qui alignent "à l'oeil" une file de poteaux . Ici il n'est pas question de poteaux, mais des deux longues cornières du panneau. Si elles sont "de travers" l'une par rapport à l'autre, alors le verre de surface est en mauvaise posture.

Un plan est également défini par une droite et un point. Dans le dispositif de panneau orientable proposé ci dessous, la droite est représentée par l'alignement des deux axes en partie basse, et le point est représenté par la fixation haute du réglage en hauteur.

Lors des opérations d'orientation pour suivre le soleil, le panneau reste calé sur son berceau et repose sur une droite et un point, il ne court pas de grand risque. C'est la base, trainée sur un sol plus ou moins plan, qui se déformera quelque peu, mais sans transmettre sa déformation au berceau mobile.

C'est pendant les opérations de manutention pour mettre le panneau à l'abri en cas de coup de vent qu'il y a le plus de risques : les deux opérateurs doivent bien intégrer cette notion de planéité, et effectuer toutes les manutentions de façon symétrique l'un par rapport à l'autre.

La sanction du non respect des règles de planéité est assez simple : c'est une fissure plus ou moins longue , en diagonale , sur le verre du panneau.

### **4- UNE PLAQUE DE VERRE SE TRANSPORTE ET SE STOCKE TOUJOURS VERTICALEMENT , « sur chant et non sur plat »**

Elémentaire, mon cher Watson

C'est la consigne la plus efficace et la plus simple à respecter, notamment lorsqu'il est question de mettre le panneau à l'abri.

Reposer le panneau verticalement sur le même côté que lorsqu'il est en utilisation, en veillant à ne pas provoquer de rotation du profilé du cadre en alu comme expliqué plus bas ci dessous.

Lorsqu'ils sont installés sur une toiture, les panneaux sont "sur plat", mais il ne sont pas manipulés aussi souvent que dans le cas présent de de cuisson solaire, ils sont donc en sécurité, ce qui n'est pas le cas d'un panneau manipulé plusieurs fois par jour.



## Section II : UNE PROPOSITION DE SUPPORT ORIENTABLE PRESENTATION GENERALE ET APPROVISIONNEMENTS ;

On peut concevoir une multitude de supports orientables et de variantes.

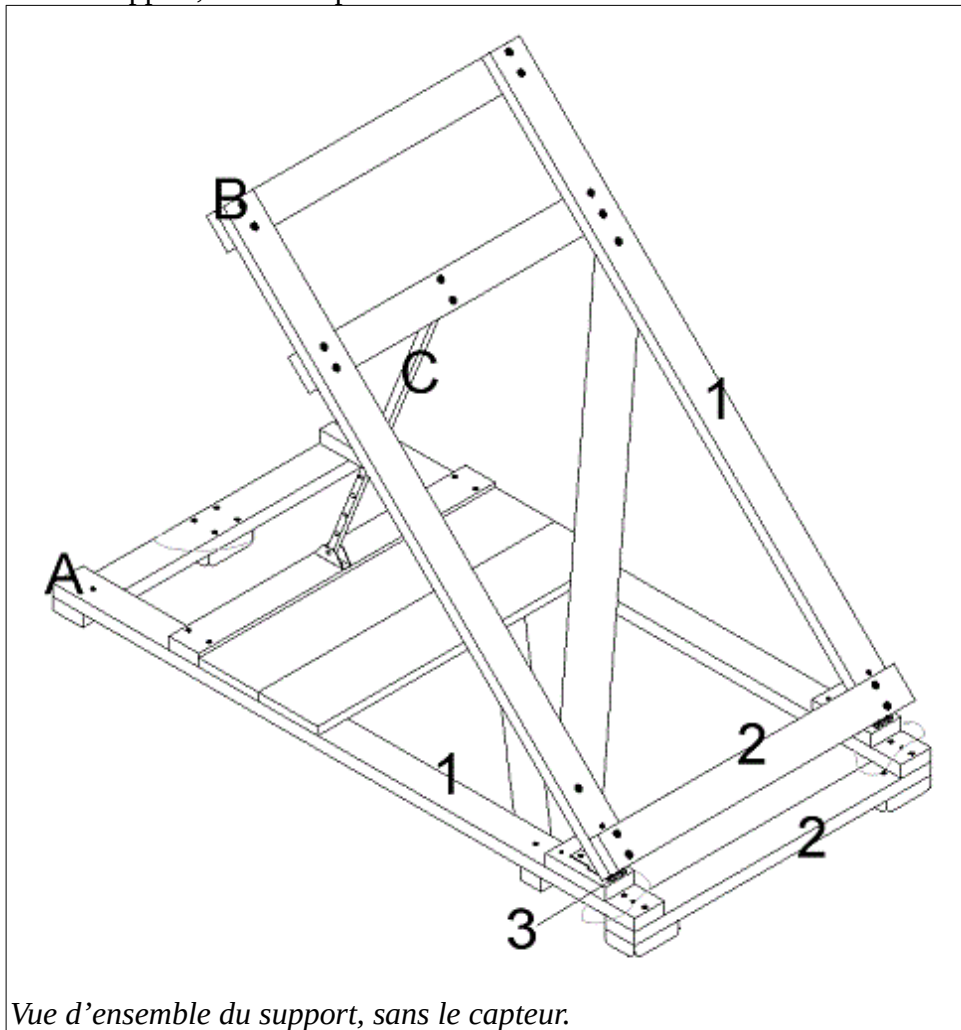
Le choix s'est porté ici sur un support en bois prévu pour un panneau de 991 mm x 1645 mm de haut. Il comprend

- une base, reposant sur le sol
  - un berceau orientable, recevant le capteur
  - un support télescopique pour orienter le berceau selon la course du soleil en hauteur dans le ciel
- Pour orienter le capteur selon la course du soleil d'Est en Ouest, l'ensemble est simplement trainé au sol, tiré par une cordelette ou bien un crochet métallique.

Un petit témoin, fixé sur le support, confirme au conducteur la bonne orientation du panneau.

Au vu du tableau chiffré du chapitre précédent, une manipulation par heure est amplement suffisante.

Vue d'ensemble du support, sans le capteur.



A : Base      B : Berceau    C : Tube télescopique  
1 : Montants    2 : Traverses    3 : Charnières

## Approvisionnements :

Approvisionner du bois brut, il n'est pas indispensable de le raboter ; il sera à protéger par une de la lasure ou à défaut par de la peinture.

Les plans proposés ont été établis pour une section de bois 100 x 40 mm. Il est tout à fait possible d'adapter d'autres sections. Eviter les pièces de bois avec des nœuds qui les affaibliraient.

Base ; deux montants de 1,955 m pour un panneau de  
trois traverses longueur = largeur exacte du panneau, plus 5 mm, soit ici  $0,991 + 0,005 = 0,996$  m

Berceau : deux montants 1.84 m  
trois traverses de 996 mm

Diagonales : deux longueurs de 1,55m NB Pour les diagonales, une section 50 x 40 mm suffirait.

Boulonnerie M8 x 100 mm à tête ronde "Japy" ou "à collet carré" ; à défaut, on peut utiliser les tiges filetées

Boulonnerie M6 x 100 tête fraisée vis- express.fr Référence: 3101610002 , ou mieux en inox 8301610018, compte tenu du diamètre plus faible.

Vis à bois têtes fraisées cruciformes filetage partiel Ø 4,5 mm, longueur 70 ou 80 mm, vis- express.fr ref. 2008457002 ou 2008458002 ; leroymerlin.fr Ø 4 mm L 70 mm Réf 66931732

Charnières à congé, longueur 300 mm (une fois ouverte à plat), largeur 50 mm (c'est la longueur de l'axe). Per exemple : leroy-merlin Réf 67555180



*Illustration 1: Vis à Tête Ronde et Collet Carré TRCC*



*Charnière à congé*

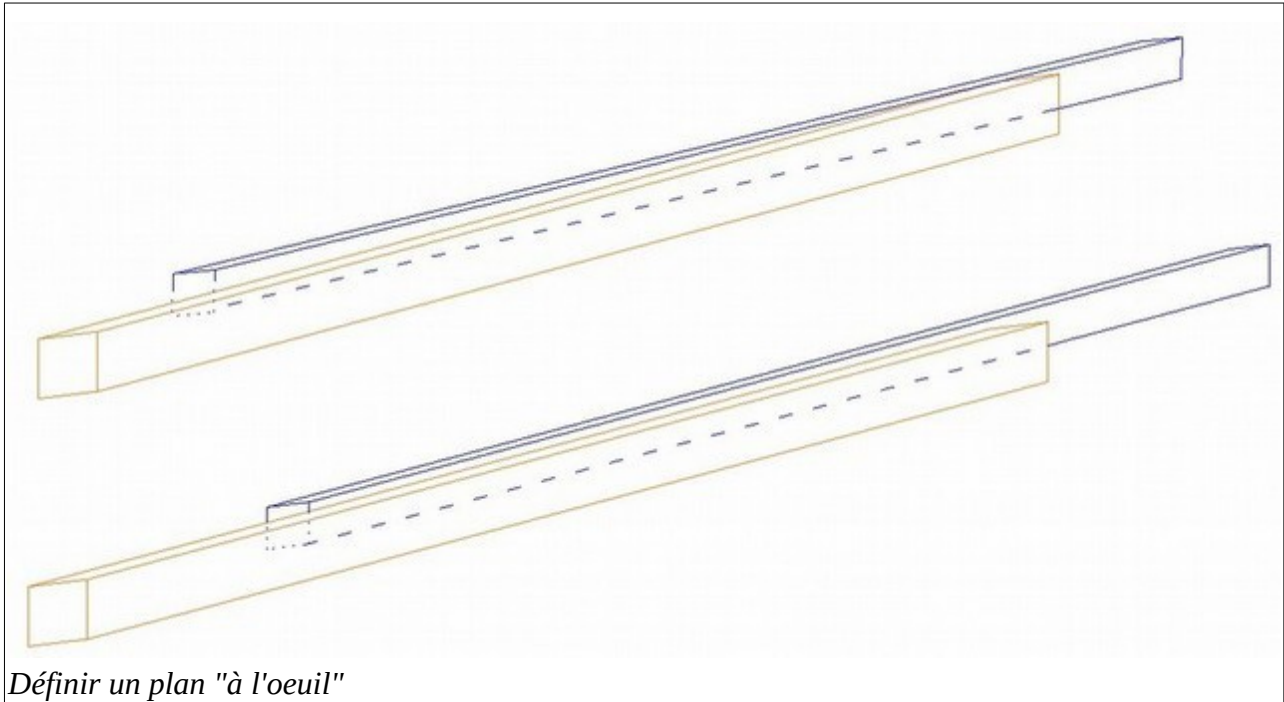
Lorsque les percements sont effectués sont exécutés avec un outil portatif, il est nécessaire pour chaque perçement de faire vérifier la bonne perpendicularité du forêt par un aide, ou mieux par deux aides placées à 90°.

Une fois achevé et vérifié le montage à l'aide de vis à bois, installer toujours au moins deux boulons par liaison entre deux pièces de bois.

## Le plan de travail

Un bon plan de travail est indispensable. Sa première qualité est d'être... bien plan, au sens défini plus haut ; si de plus il est de niveau, c'est d'autant plus facile pour effectuer des percements perpendiculaires à la surface du bois.

Le plan de travail peut être sur une grande table, ou des tréteaux, ou bien au sol, mais bien stable, et en calant autant que besoin pour une bonne planéité.



Les deux chevrons du haut définissent une surface voilée, les deux chevrons du bas définissent une surface plane. C'est "le coup d'oeil" qui permet d'établir parfaitement le plan, à condition que l'opérateur déplace son oeil au même niveau que le plan à définir. "Regarder de haut" ne sert à rien...

La quasi-totalité de l'assemblage est exécutée en deux temps : tout d'abord un assemblage par vis à bois, avec une vis pour chaque liaison, puis un assemblage définitif par boulons. Pour faciliter la mise en œuvre des vis à bois, percer la première pièce de bois au diamètre "extérieur filet" de la vis ; embout PZ N°2 ; si besoin, enduire le pas de vis avec un peu de suif ou autre graisse.

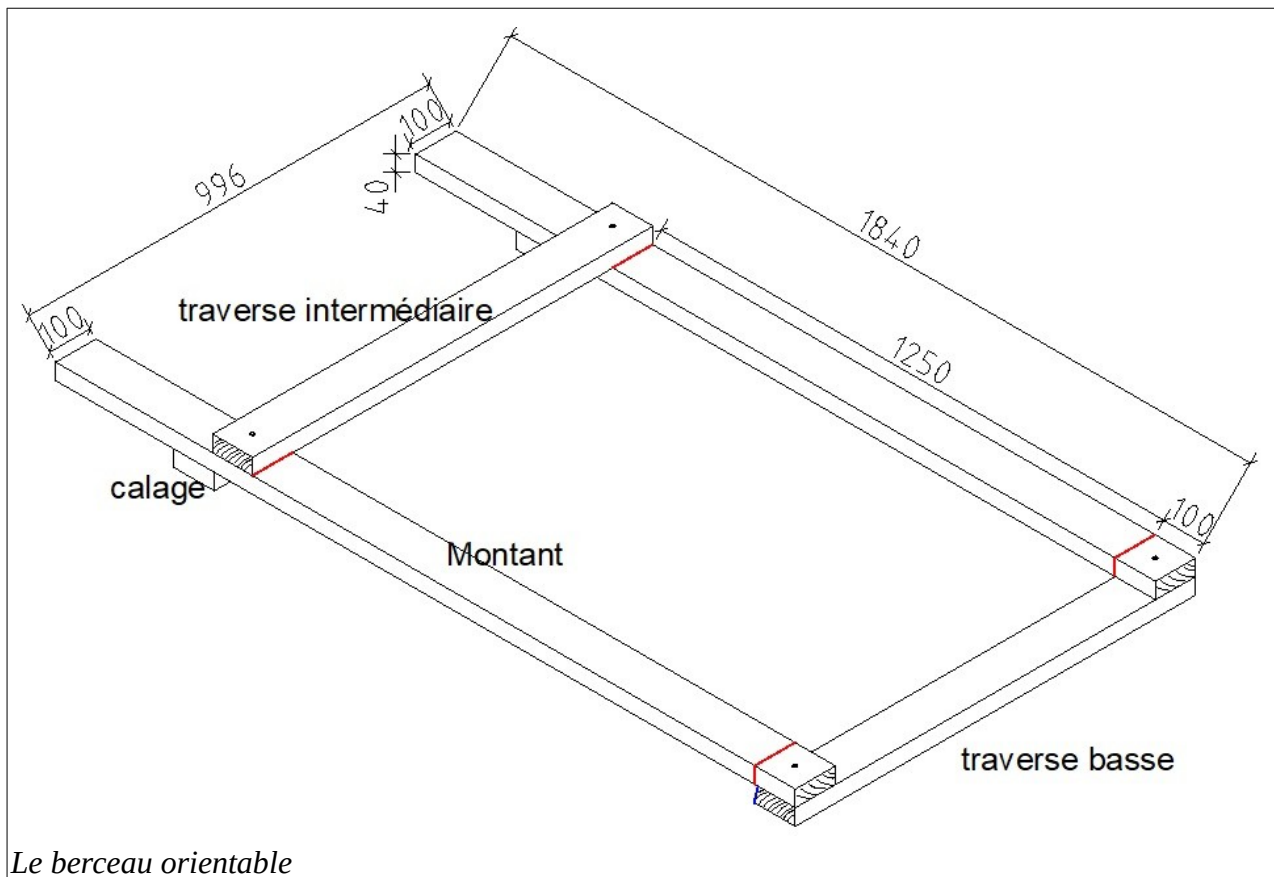
### SECTION III LE BERCEAU ORIENTABLE

Le berceau est monté "à l'envers", pour pouvoir positionner correctement les charnières ;

Présenter les deux montants, puis la traverse basse en dessous, et la traverse intermédiaire en dessus. Caler sous le montant au droit de la traverse intermédiaire, pour travailler plus facilement.

#### Tracés

Effectuer un tracé à 100 mm du pied du montant, puis à 1250 ; avec une équerre, tracer sur le plat et sur le chant du montant, en rouge sur le plan.

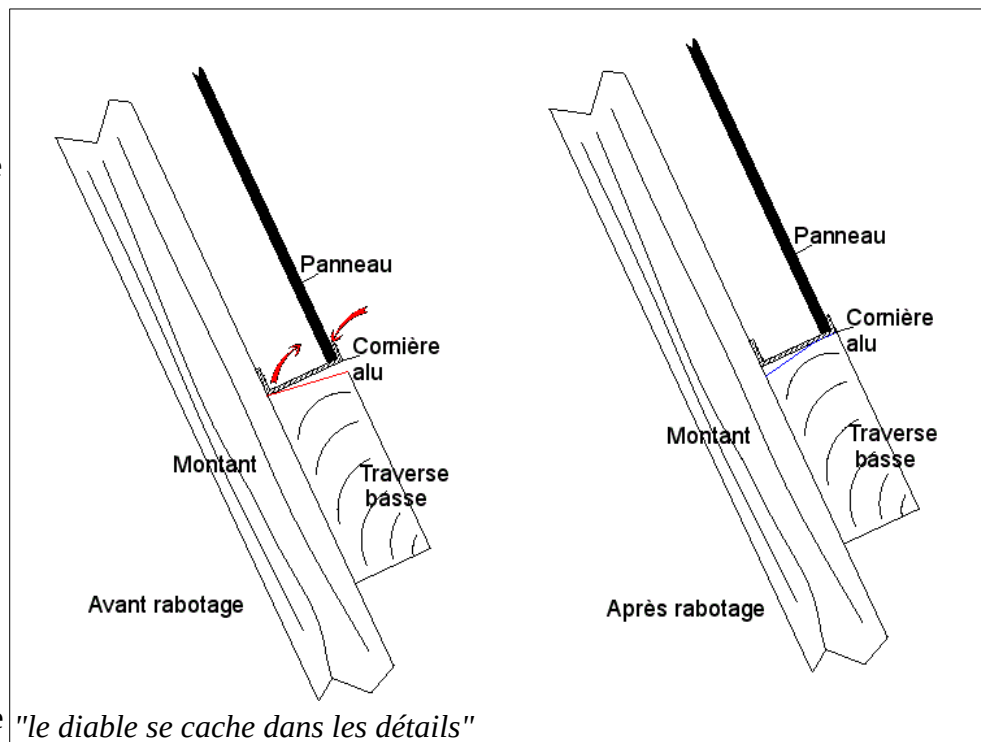


**Visser la traverse intermédiaire**, en vérifiant bien la cote de 996 mm "extérieur montants", et en positionnant la vis au milieu de l'assemblage pour pouvoir ensuite positionner deux boulons par assemblage. Percer la traverse afin de visser plus facilement . Si l'on prévoit de laisser la vis après assemblage définitif, fraiser l'emplacement de la tête.

**Avant de placer la traverse basse**, il convient de faire une petite pose.

Le panneau pèse environ 18 kg, il est entouré par un profilé alu de 40 mm, mais le panneau en lui-même n'a qu'une épaisseur de 5 mm, tout le poids du panneau se situe donc sur sa face avant. Observons dans le détail comment le panneau va reposer sur la traverse basse.

Si la traverse n'a pas été déclinée très bien d'équerre, il y a une chance sur deux que ce soit la partie arrière de la cornière qui supporte le poids du panneau ; il s'en suit un très léger basculement de la cornière qui n'est pas du tout prévue pour travailler ainsi (flèche rouge), donc un grand risque d'infiltration d'eau entre la face supérieure du verre et la cornière ; alors que si c'est la face avant du panneau qui repose sur notre traverse, le risque est éliminé.



La solution est simple : quelques coups de rabot pour "abattre" l'angle supérieur-arrière de la traverse de quelques petits degrés ; on peut laisser un plat de 5 à 10 mm pour le repos du panneau.

**Installer la traverse basse**, en positionnant la vis au milieu de l'assemblage. Fraiser le percement pour bien noyer la tête de vis, qui sera recouverte ultérieurement par la charnière à congé.

**Pour mettre le berceau d'équerre**, mesurer les diagonales entre les deux tracés, qui doivent être égales, la valeur exacte est la moyenne des deux ; en théorie :  $(1250*1250) + (996 * 996) = 2\ 554\ 516$  ; racine carrée = 1 598,3.

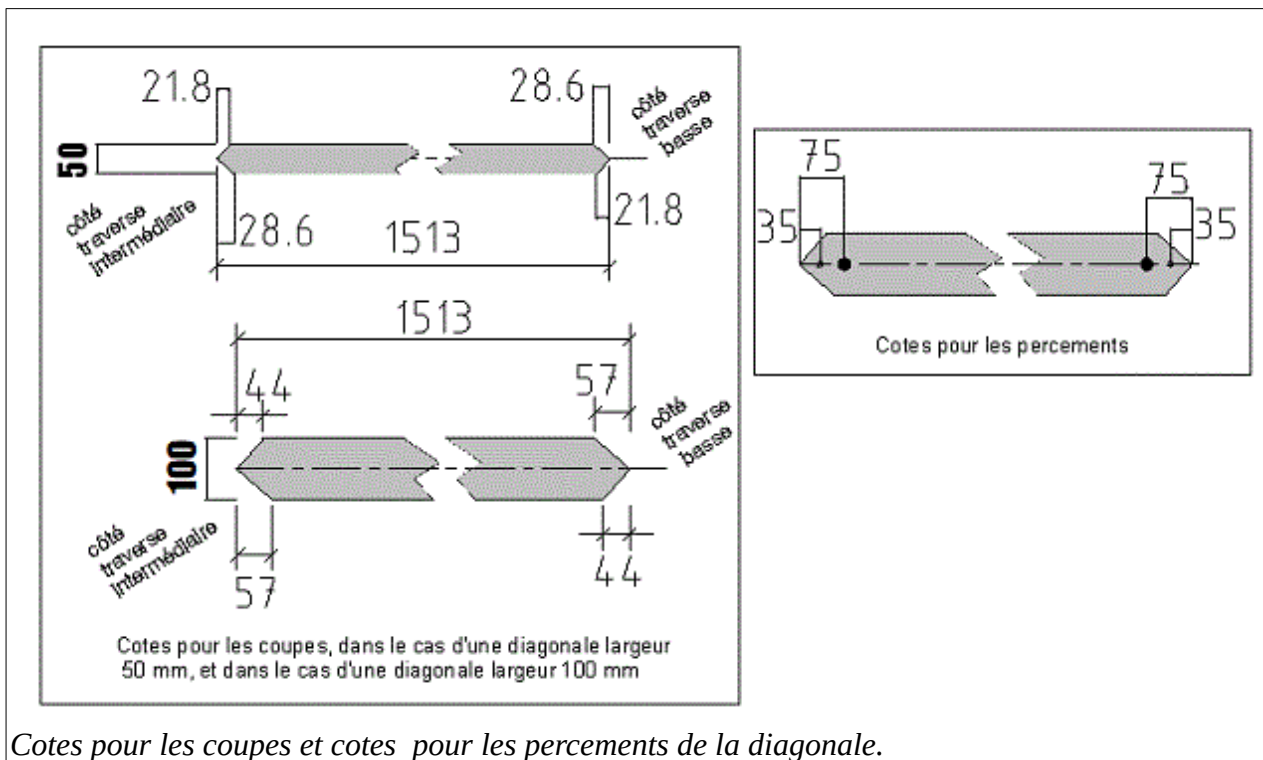
Lorsque l'on prend des mesures avec l'extrémité d'un mètre ruban, la précision n'est pas très bonne, il est préférable de mesurer à partir de 10 cm de l'extrémité.

Veiller à ce que les deux opérateurs utilisent le même côté du mètre-ruban.

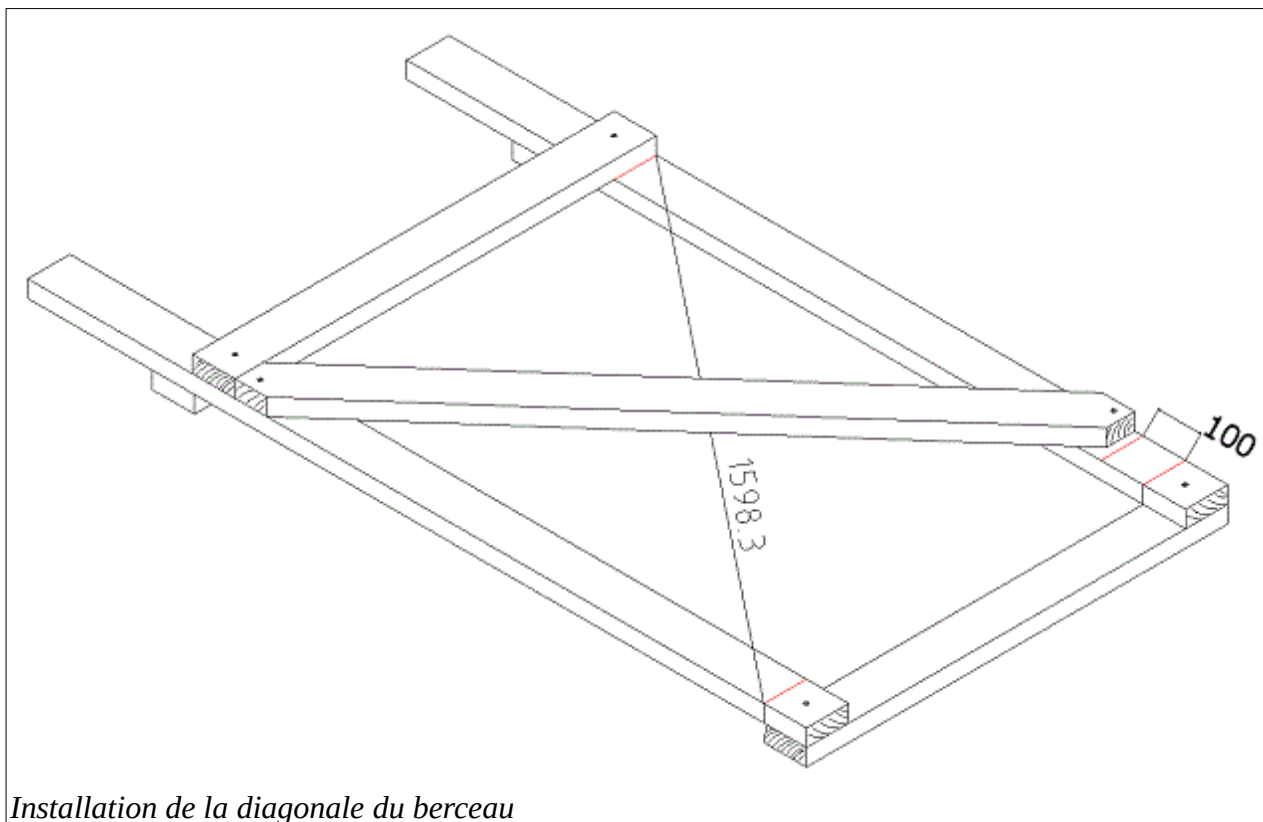
L'équerrage se rectifie à petits coups de marteau jusqu'à satisfaction.

Visser la diagonale, en laissant libres les 20 derniers centimètres du montant pour l'encombrement de la charnière.

Ci dessous : une proposition pour la découpe de la diagonale, dans une section de bois 100 x 40, et dans une section de bois 50 x 40.



Cotes pour les coupes et cotes pour les percements de la diagonale.



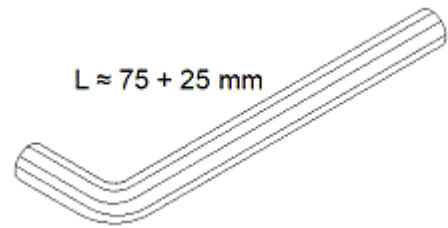
Installation de la diagonale du berceau

**Contrôle de l'équerrage** : retourner le berceau, et installer le capteur photovoltaïque ( ... à manipuler horizontalement...), en le calant contre la traverse basse. Les grands côtés du capteur doivent rester à l'intérieur du jeu de 5 mm prévu initialement.

Remettre le berceau à l'envers pour installer les demi charnières

### Préparation des charnières

- Enlever l'axe en limant la tête rivetée, puis chasser au marteau. Lors de la mise à l'abri du panneau, cet axe sera à démonter. L'axe d'origine a un diamètre de 7 mm ; on peut le remplacer par une chute de fer à béton Ø 6 mm voire par un boulon Ø 6 mm (ce n'est pas très élégant) ou par tout autre moyen



Convenons que la demi charnière avec un seul support d'axe sera installée sur le berceau, et que la demi-charnière avec deux supports d'axe sera installée sur la base du berceau

- agrandir au Ø 8,5 mm le percement central de la demi charnière du berceau ; Par sécurité, pour exécuter le percement, fixer la demi charnière avec des vis sur une plus grande pièce de bois pour la maintenir fermement pendant l'opération.

- vérifier que les autres percements de la charnière permettent le passage d'une vis M6.

### Installation des demi-charnières sur le berceau

voir schémas page suivante.

- Tracer l'axe de chaque montant, et vérifier la cote 896 mm ; une erreur de quelques millimètres est admissible

- effectuer deux tracés à 25 mm de l'axe, pour aligner correctement la charnière

- effectuer un tracé à l'équerre à 80 mm du tracé antérieur

- fixer provisoirement la platine avec trois vis, en se repérant sur le tracé, cf le plan

- percer la traverse et le montant au Ø 8,5, et boulonner avec un boulon à tête ronde

- dévisser et percer les autres trous de la platine et boulonner avec deux M6 x 100, et un M6 x 60 ; les M6 sont nécessairement à tête plate, des têtes rondes risqueraient de buter l'une sur l'autre lors de la fermeture complète de la charnière.

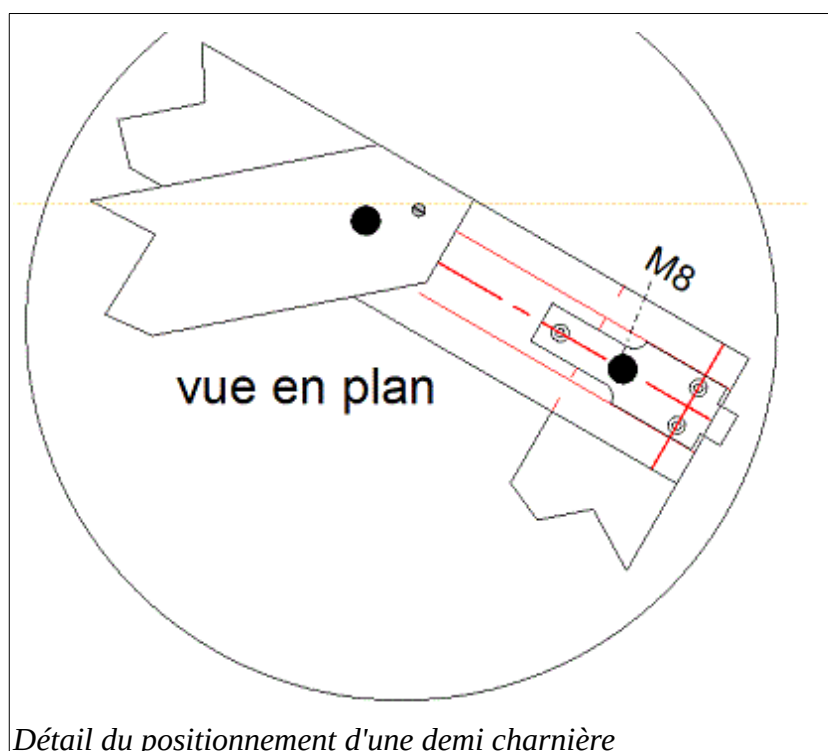
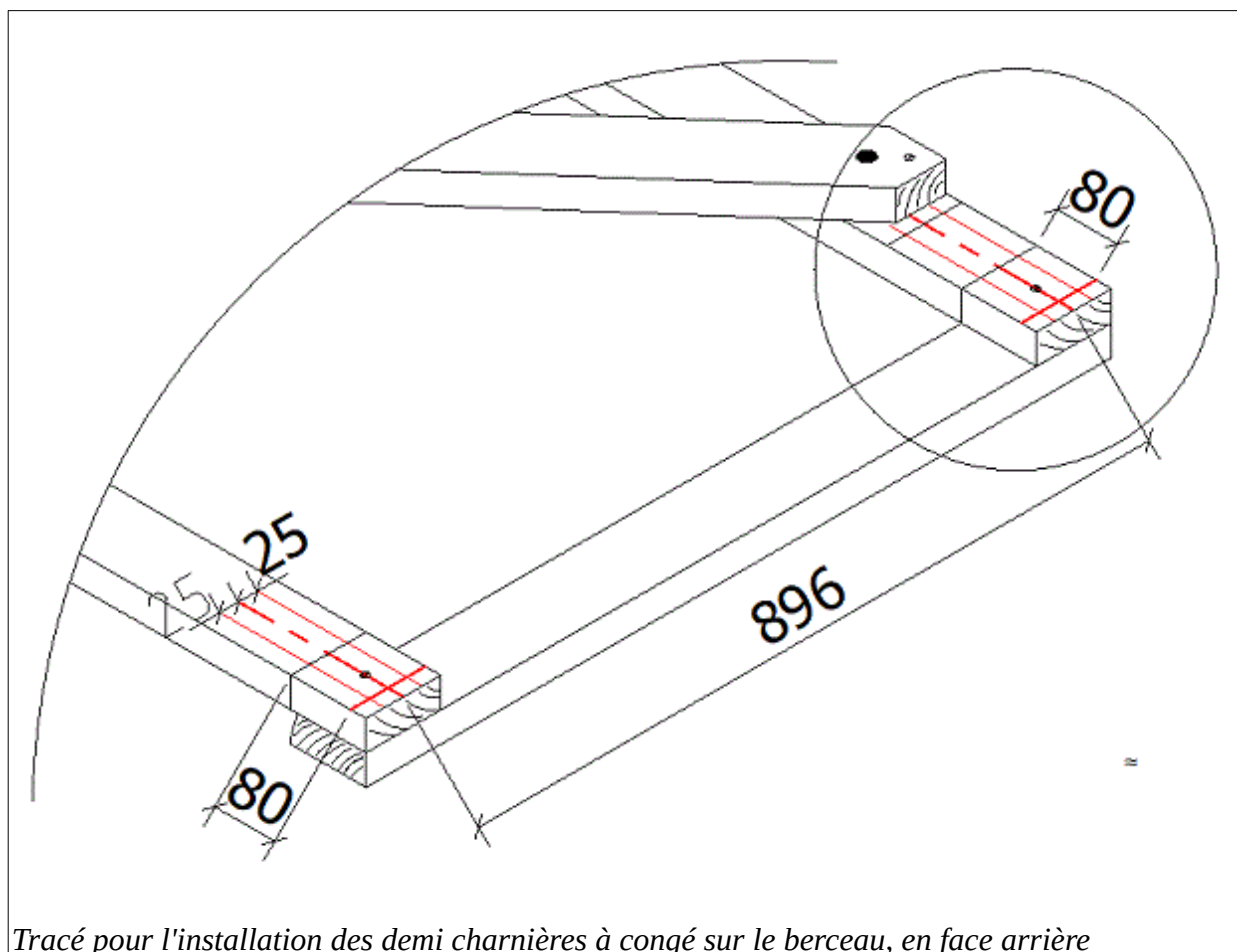
**Attention** l'écrou du petit boulon M6 x 60 serait une gêne à chaque pose et dépose du panneau ; pour y remédier

- noyer l'écrou dans le montant

- ou bien retourner le boulon, sa tête étant du côté panneau (noyer néanmoins quelque peu la tête), et l'écrou étant sur la charnière avec une rondelle ; auquel cas, couper l'excédent de longueur du boulon, pour ne pas gêner la fermeture de la charnière.

### Installer la traverse supérieure

avec des boulons M6 ou M8.





## SECTION IV LA BASE

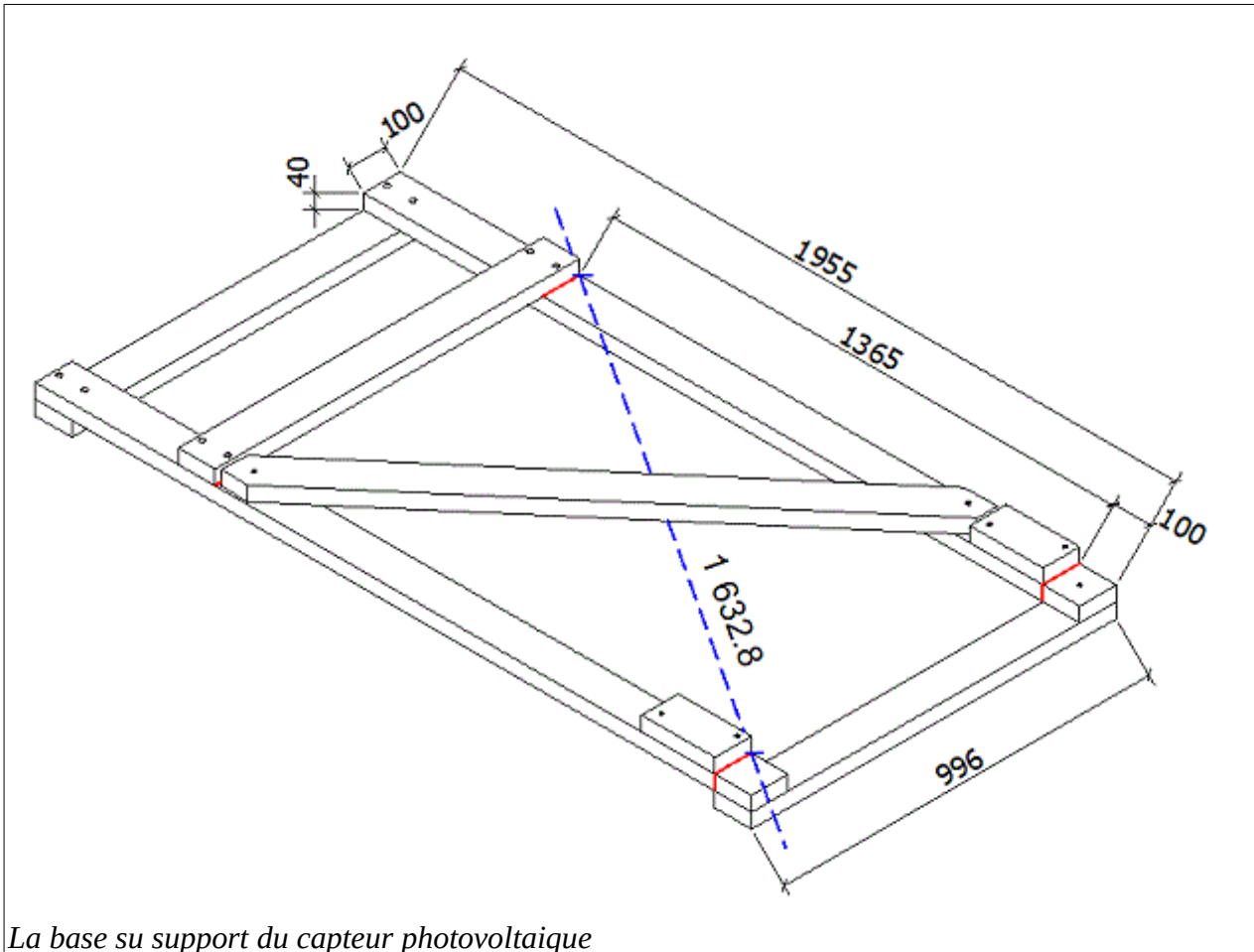
La base est montée "à l'endroit"

Sur les deux montants effectuer les tracés à 100 puis 1365 mm

Visser la traverse intermédiaire et celle de l'avant

Effectuer l'équerrage. Longueur de la diagonale entre les tracés selon le tireté bleu (à l'extérieur d'un montant, puis à l'intérieur de l'autre): 1 632,8 mm.

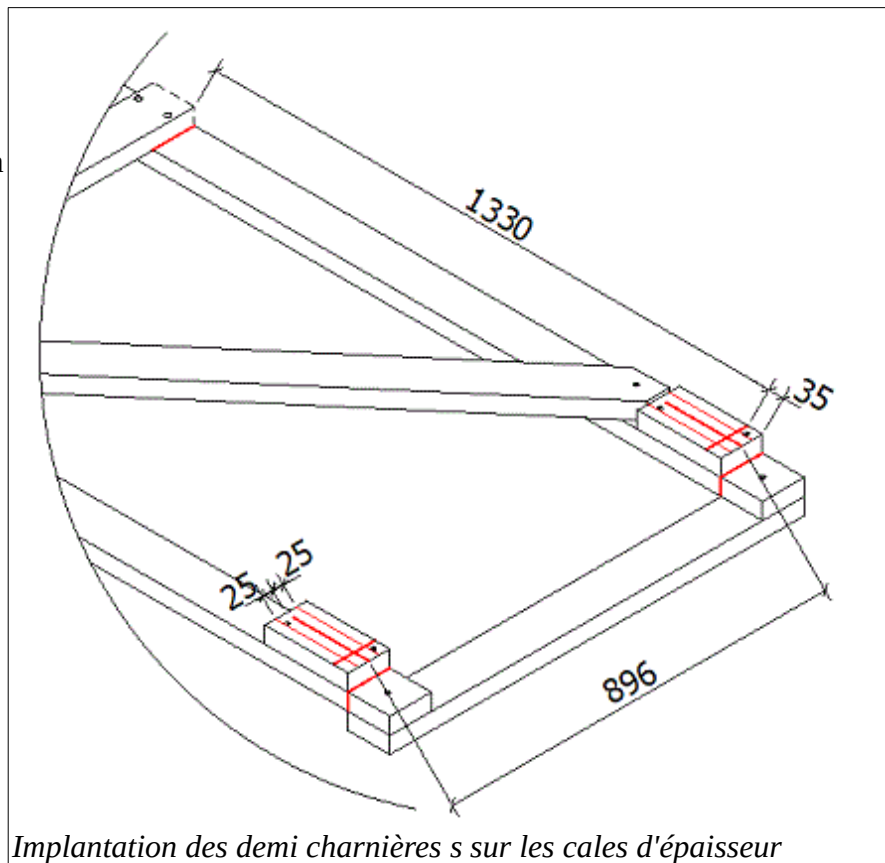
La diagonale en bois sera à installer en sou-face de la base ; pour le moment installer une diagonale provisoire en laissant libres 200 mm entre la diagonale provisoire et le tracé de la traverse avant, pour installer les cales d'épaisseur ;



Boulonner définitivement la traverse intermédiaire.

Installer les deux cales d'épaisseur dimensions 180 x 100 x 40 ; répartir les vis en tenant compte de l'installation de la demi charnière.

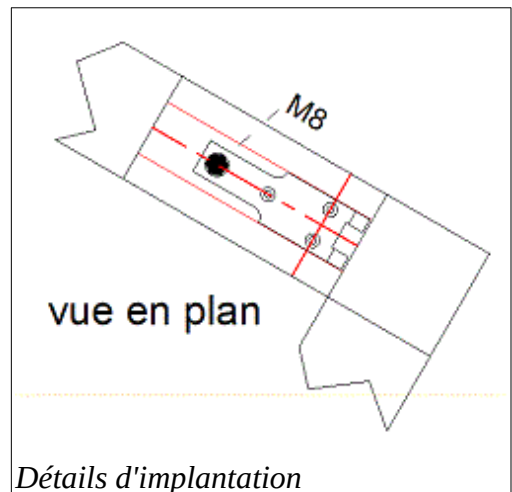
Faire un tracé d'équerre sur les deux cales à 1 330 de la traverse intermédiaire., puis tracer l'axe de symétrie et l'encombrement en largeur de la demi-charnière ; vérifier que la cote entre les axes de symétrie est identique à celle du berceau mobile. Une différence de quelques millimètres est admissible.



*Implantation des demi charnières s sur les cales d'épaisseur*

Préparer les demi charnières : agrandir le dernier percement à Ø 8,5, et les autres pour du M6

Installer une demi-charnière selon la vue en plan ci-contre, avec des vis ; présenter le berceau, insérer l'axe dans la demi charnière qui vient d'être installée, et positionner la seconde charnière ; il y a un léger jeu entre les demi charnières, à répartir équitablement pour faciliter ultérieurement la pose et la dépose du panneau.



*Détails d'implantation*

Installer la diagonale définitive en sous face, longueur : 1 530 ; pour les coupes d'extrémité, se référer à la diagonale précédente.

### **Les sabots**

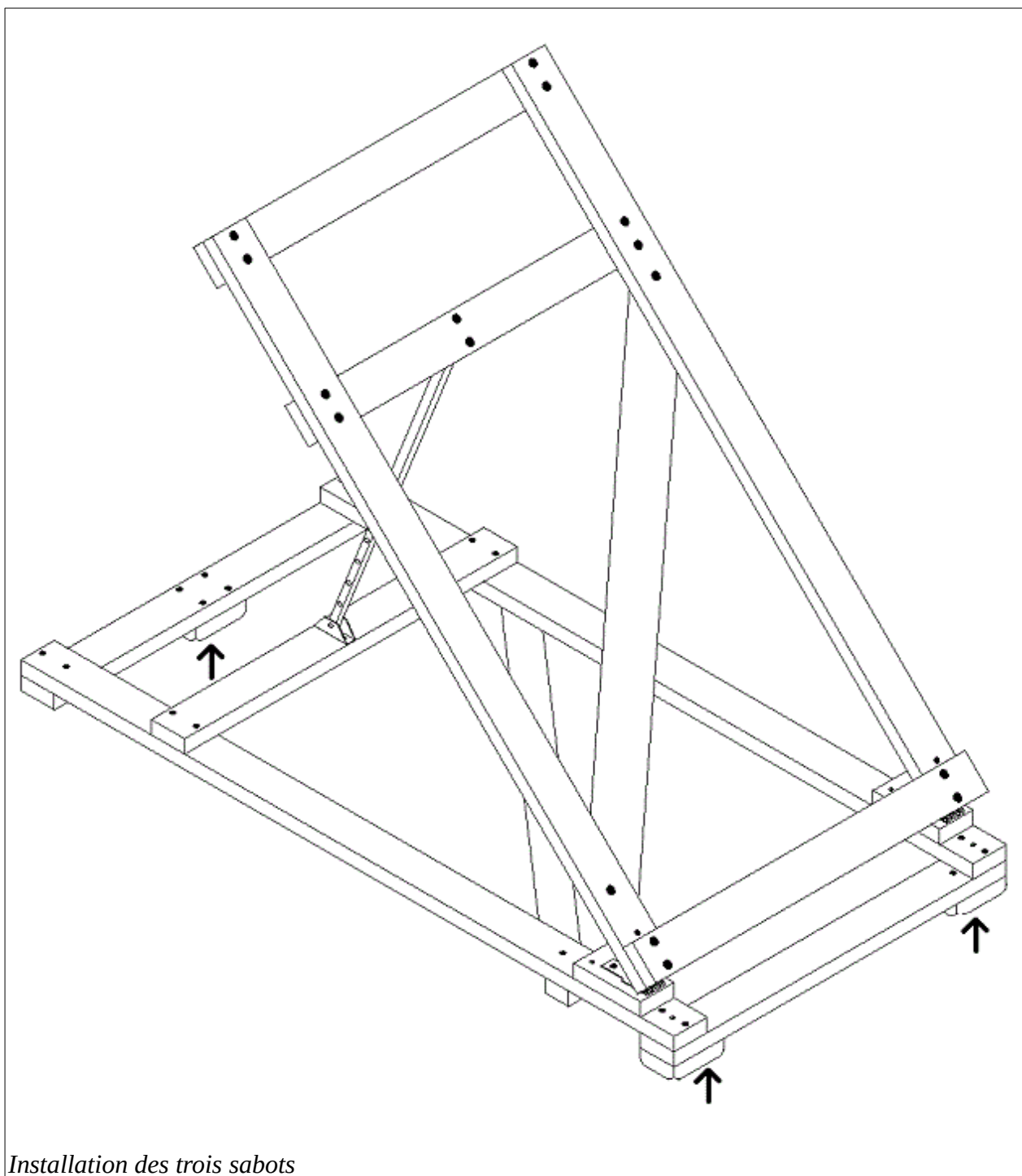
Retourner la base ;

Les sabots sont des pièces d'usure installées sous la base : deux sous la traverse avant, et un sous la traverse arrière

Préparer trois sabots dimensions  $\approx 150 \times 100 \times 40$ .

Sous la traverse avant on se retrouve à assembler trois épaisseurs de bois ; il existe des boulons Japy M8 x 150 et M8 x 130 (vis-express.fr 8414811518) ; on peut préférer utiliser des tiges filetées M8. Sous le sabot, noyer les écrous ou les têtes de boulons en perçant au diamètre 22 ou 24

Pour avoir moins d'épaisseur à boulonner, on peut décaler quelque peu les sabots vers l'intérieur, mais c'est assez peu satisfaisant. On peut aussi les décaler vers l'extérieur, sous réserve d'avoir prévu une traverse plus longue .



## SECTION V AUTRES ELEMENTS DU SUPPORT DU CAPTEUR

### § 1 LE TUBE TELESCOPIQUE DE REGLAGE

De très nombreuses solutions sont envisageables. On propose ci dessous une version en tube métalliques , ce ce pourrait très bien être un tube reconstitué en bois (deux tasseaux enserés entre deux bandes de contreplaqué) , ou bien une solution mixte avec tube en bois et coulisses métallique.

Pour avoir une amplitude suffisante de réglages, il est nécessaire de prévoir deux ou trois tronçons centraux de différentes longueurs, et deux coulisses percées tous les 60 mm

Des goupilles Ø 6 mm conviennent très bien

Percer à une diamètre nettement plus important que la goupille, pour faciliter le geste de réglage .

Bien vérifier que le pied et la tête du tube télescopique s'articulent bien dans les supports.

Pour les supports, on peut aussi faire feu de tout bois, selon les matériaux disponibles. Ci dessous : un support confectionné en une seule pièce dans une chute de tube 27 x 40 ; un support en deux parties convient très bien aussi.

Lorsque le soleil monte très haut dans le ciel, on peut préférer installer le tube sur les traverses d'extrémité.

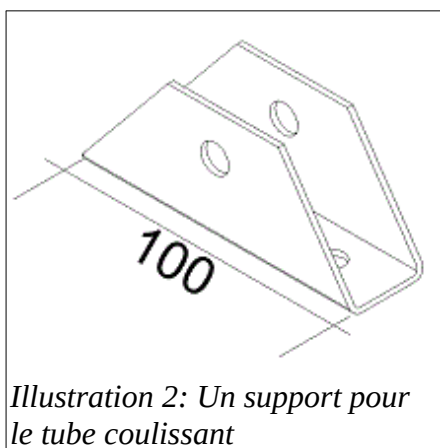
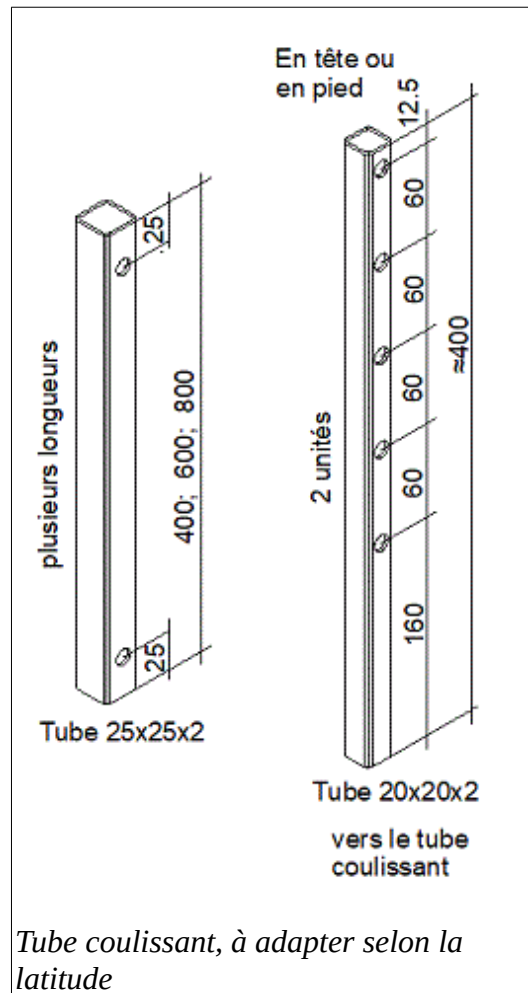
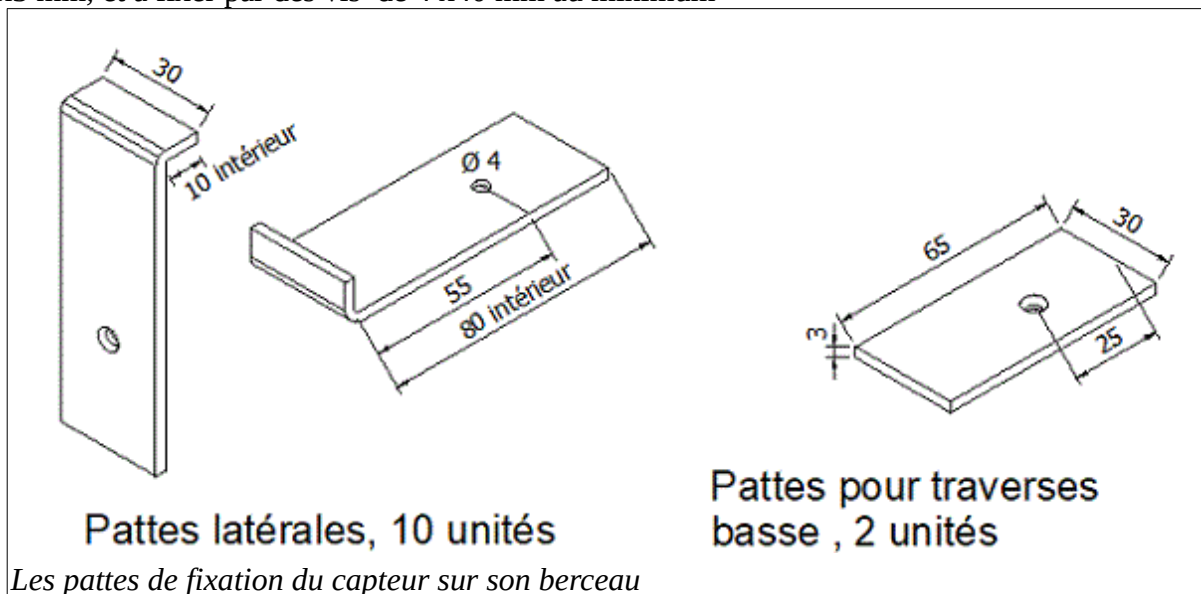


Illustration 2: Un support pour le tube coulissant



## § 2 LES PATTES DE FIXATION DU CAPTEUR

Elles sont à confectionner par exemple dans une bande de fer plat ou d'aluminium section 30x3 mm, et à fixer par des vis de 4 x40 mm au minimum



## § 3 LES LESTS ET LEUR SUPPORT

Des sacs de gravillon d'une dizaine de kg sont un bon choix. Prévoir une dizaine de sacs. Pendant les périodes de non utilisation, notamment la nuit, répartir les sacs sur des planches posées sur la base. Pendant les périodes d'utilisation, les lests sont enlevés pour traîner plus facilement le capteur sur le sol. Si l'on craint un coup de vent dans la journée, on peut aussi amarrer la traverse haute du capteur à un piquet à l'aide d'une cordelette.

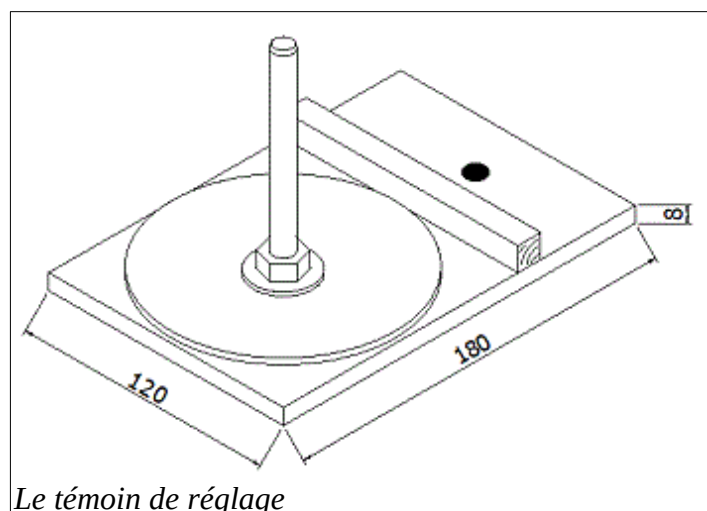
## § 4 LE TEMOIN DE REGLAGE

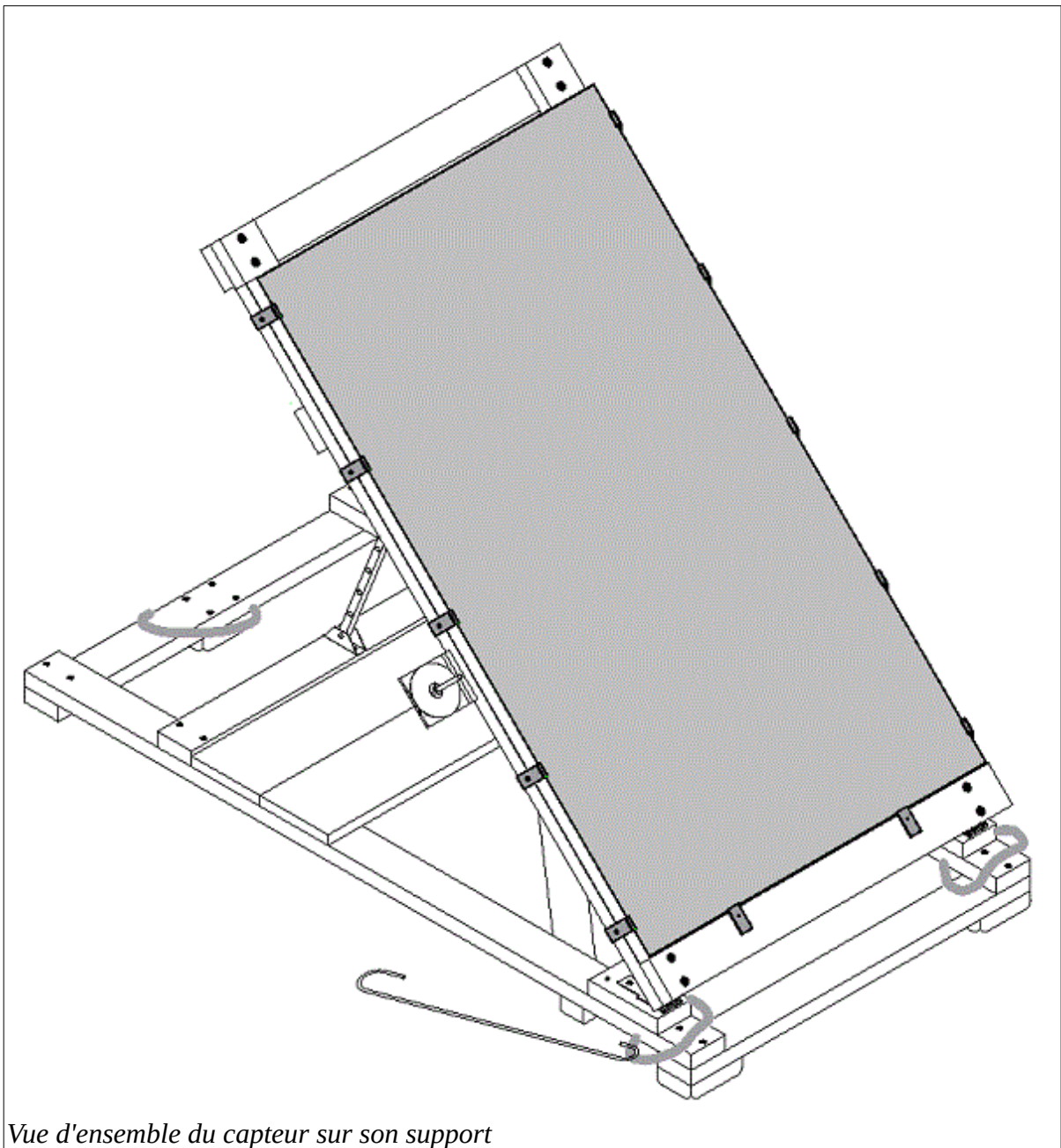
C'est une tige, positionnée perpendiculairement à la surface du capteur. La longueur de l'ombre portée de la tige indique le plus ou moins bon pointage du capteur.

- Platine en contrepaqué 8 mm
- tige (le gnomon) confectionnée dans un boulon Ø 10 mm L = 120 mm dont on a coupé la tête hexagonale
- pour faciliter la lecture de l'ombre, installer une feuille blanche en PVC, ici ; un couvercle rond.

Le petit tasseau bloque correctement la platine contre le montant.

Le tout est vissé sous un montant du berceau.



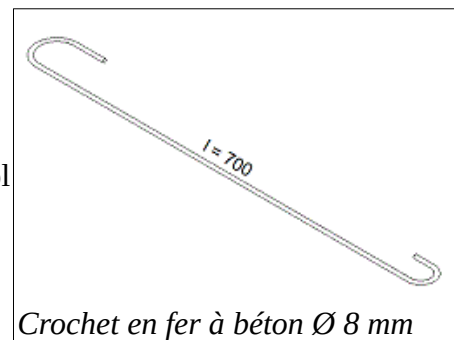


*Vue d'ensemble du capteur sur son support*

## § 5 LES CONSIGNES A TRANSMETTRE A L'UTILISATEUR

### **Pendant les heures d'utilisation**

Pour suivre le soleil dans sa course Est-Ouest, le traînage au sol du capteur s'effectue uniquement en tirant la base à l'aide d'une cordelette, ou d'un crochet par exemple en fer à béton Ø 8 mm. *Il est rigoureusement interdit de pousser ou tirer sur le berceau mobile*



*Crochet en fer à béton Ø 8 mm*

**En cas d'inactivité de longue durée,** remettre le capteur à l'abri en le manutentionnant avec son berceau, manipulé verticalement et stocké sur sa traverse basse, cette consigne étant impérative.

## CHAPITRE VII LE CUISEUR : INSTALLATION ET UTILISATION

### INSTALLATION DU CUISEUR

Le cuiseur peut être installé n'importe où selon les souhaits de l'utilisateur, à une seule condition : être le plus proche possible du panneau photovoltaïque, pour ne pas dissiper d'énergie dans le câble électrique. Compte tenu des caractéristiques du courant électrique fourni par le panneau, c'est un problème incontournable, sauf à respecter les règles ci dessous :

pour UN SEUL panneau de 300 Watt environ :

Cable de longueur maximale 3 mètres : utiliser un cable de section 2,5 mm<sup>2</sup>

Cable de longueur maximale 6 mètres : utiliser un cable de section 4 mm<sup>2</sup>

Si le cuiseur est à l'extérieur, protéger l'écran du petit compteur électrique pour qu'il ne soit pas exposé aux rayons du soleil.

Pour raccorder le cuiseur et le capteur, on peut utiliser des fiches banane Ø 4 mm, Par exemple: conrad.fr ref 1582242 ; vérifier l'ampérage admissible; les fiches bananes pour audio-visuel ne sont pas utilisables ici.

- couleur rouge pour le cable positif, fiche femelle du côté capteur, et fiche male du côté cuiseur.  
- couleur noire ou bleue pour le cable négatif, fiche mâle du côté capteur, et fiche femelle du côté du côté cuiseur;

ce qui réduit ainsi le risque d'inversion de polarité par l'utilisateur, en plus de la protection par la diode installée dans le cuiseur.



### CHOIX DU RECIPIENT

Sa première qualité doit être un fond plat ; un récipient avec un fond bombé *ne fonctionnera pas*.

Sa deuxième qualité est de ne pas être trop grand : lorsqu'il s'agit de mettre les aliments en chauffe, la puissance du cuiseur n'est pas très élevée ; par contre, s'il est possible d'orienter le panneau, il peut donc travailler pendant toute la journée .. Il est préférable de faire plusieurs cuissons à la suite, que de faire une cuisson trop grosse et trop longue.

Une casserole de diamètre 16 ou 18 cm convient très bien. Il est inutile d'utiliser une grande casserole remplie seulement à moitié : la moitié supérieure de la casserole servira uniquement à refroidir inutilement la moitié inférieure...

La queue de la casserole est une grande gêne pour l'isolation, le mieux est de la démonter ou de la couper.

**Une casserole en aluminium** avec "fond électrique" comme celle illustrée ci dessous convient très bien. En l'absence de queue ou de poignée, le rebord arrondi permet néanmoins de saisir le récipient avec des maniques



*casserole en aluminium*



*Une fond de récipient tout à fait adéquat*

Un fond de récipient tel que celui représenté ci contre, et qui tend à se généraliser, donne toute satisfaction ;

**Le couvercle** est bien sûr indispensable ; un couvercle en verre permet d'observer de temps en temps la cuisson sans ouvrir le récipient. Il faut traquer toutes les occasions de perdre de la chaleur !

**Pourquoi pas un autocuiseur ?** Un autocuiseur de 3,5 litre maximum semble une taille raisonnable ; on en trouve des plus petits, à partir de 1,5 litre. Dans le cas de deux cuiseurs travaillant en alternance en "marmite norvégienne", l'effet marmite norvégienne commencerait à 110° C (ou 120° selon les modèles), au lieu de commencer à 100° C avec des récipients ordinaires. Mais cela suppose une utilisation intensive du cuiseur ; dans un premier temps, on peut commencer par une utilisation intensive avec des récipients ordinaires, en profitant de toutes les heures pendant lesquelles le soleil offre son énergie.

## L'ISOLATION

C'est la condition sans laquelle il est inutile de faire fonctionner le cuiseur. Des serviettes éponge en coton, de petite taille, sont le meilleur choix, à mettre à sécher entre chaque utilisation et à laver régulièrement. Elles ne risquent pas de s'enflammer, la température des résistances électriques ne le permet par ; néanmoins un petit grillage du genre grillage à poules ou grillage de garde-manger autour du bloc de chauffe serait le bienvenu.



## **L'ETAT DE SURFACE DE LA PLAQUE CHAUFFANTE**

La propreté de la plaque chauffante : tout encrassement de la plaque chauffante empêche le passage de la chaleur. Il est inutile de chauffer la plaque, si cette chaleur ne parvient pas jusqu'au fond du récipient, lequel doit être aussi propre que la plaque. Vérifier, avant d'installer le récipient sur la plaque chauffante, qu'il n'y a pas de grain de sable ou autre . Une fine couche d'air, entre la plaque et le fond de récipient, agit comme un isolant ; quelques grains de sable suffisent à empêcher le fonctionnement du cuiseur.

En cas de doute sur la planéité de la plaque chauffante ou du récipient, verser une cuillerée d'huile sur la plaque, déposer le récipient et le faire tourner quelque peu sur lui même, puis observer la répartition de l'huile sur le fond

## **LES TYPES DE CUISSON**

Lors d'une cuisson, on peut distinguer deux périodes : la mise en chauffe des aliments, puis la cuisson proprement dite qui nécessite beaucoup moins de chaleur puisqu'il suffit de compenser les pertes pour maintenir la température. Vu que le récipient est isolé, le cuiseur est à l'aise lors de la deuxième période ; mais comme il est peu puissant, la période de mise en chauffe est plus longue qu'avec les autres moyens de cuisson (au prix d'une dépense d'énergie beaucoup plus importante, mais c'est un autre problème).

Or on sait que l'eau est le corps le plus difficile à chauffer. C'est donc lors de cuisson à l'eau (tubercules, pâtes...) que le cuiseur sera le moins performant.

Dans le cas de cuisson de pâtes alimentaires, il est nécessaire de découvrir le couvercle ce qui fait perdre beaucoup de chaleur, et dans le cas de cuisson du couscous, les couscoussiers usuels sont trop grands pour un petit cuiseur comme celui proposé ici. On peut réserver ces cuissons aux moyens traditionnels

Pour la cuisson du riz, le cuiseur est plus performant dans le cas d'une cuisson de riz pilaf (une fois et demie à deux fois son poids d'eau) que dans le cas d'une cuisson de riz à l'eau (qui nécessite 5 mesures d'eau pour une mesure de riz).

En attendant de disposer de cuiseurs de plus grande taille – ce qui est tout à fait faisable – , les cuissons de prédilection sont donc celles où les aliments cuisent dans leur propre eau, sans ajout de liquide. Il est possible de faire des associations d'aliments rendant beaucoup de jus (tomates, courgettes...) avec ceux qui n'en rendent pas du tout (pommes de terre, carottes), ces derniers étant coupés en morceaux de petite taille.

Au final, toutes les indications ci dessus ne sont que des remarques de simple bon sens.

## **CONDUITE DU CUISEUR**

Sur le pupitre de commande, le conducteur dispose sur sa gauche, d'un bouton à trois positions : une position 0, où il ne se passe rien, une position I pour la mise en route du cuiseur, et une position II permettant l'utilisation du panneau solaire pour d'autres besoins (recharge de portables ou d'une petite batterie pour la lumière...) pendant les heures de non utilisation du cuiseur, ou lorsque le soleil n'est pas suffisant.

Une fois le cuiseur mis en route, le conducteur met en fonctionnement les résistances chauffante, à l'aide des trois boutons sur le pupitre de commande, sur sa droite. C'est à lui de trouver la meilleure combinaison, compte tenu de l'ensoleillement. Pour l'aider dans son choix, le conducteur dispose d'un appareil de mesure électrique, sur lequel il faut lire la puissance en Watt, en bas à gauche de l'appareil.

Les variations de l'ensoleillement sont incessantes, la puissance qu'il délivre aussi ; il est inutile d'essayer de les suivre minute par minute. Une fois effectué un bon choix, le conducteur ne revient vers son cuiseur que en cas de variation notable de l'ensoleillement.

Le Wattmètre est indispensable pour conduire correctement le capteur, mais son écran comme la plupart des écrans électroniques, n'apprécie pas les rayons du soleil : il doit être couvert en permanence.

## UN CAS DE FIGURE ORIGINAL

Les résistances électriques en céramique installées sous la plaque chauffante ont un comportement différent des résistances électriques usuelles. Elles se régulent d'elles mêmes, et ne dépassent pas 190°. Une fois parvenues à cette température, elles ne consomment plus que très peu d'électricité, juste ce qu'il leur faut pour se maintenir chaudes.

On peut faire l'essai : par très beau temps, faire fonctionner le cuiseur sans récipient ; il va consommer toute l'électricité disponible pour monter la plaque chauffante en température. Une fois atteint 190°C, le Wattmètre va diminuer notablement alors que le soleil continue à briller, c'est à se demander s'il n'y a pas un mauvais fonctionnement du capteur. Si l'on met alors un récipient vide sur la plaque, la consommation augmente rapidement, puis recommence à stagner ; et en ajoutant un ou deux verres d'eau dans le récipient, tout rentre dans l'ordre.

Pour que le cuiseur fonctionne correctement, il faut extraire en permanence la chaleur fournie par les résistances , sinon sa consommation stagne. Il est intéressant de répéter l'opération en disposant quelques gros grains de sable entre la plaque et le récipient : la chaleur ne se transmet pas, et le même phénomène se produit. La propreté de la plaque et du fond du récipient sont donc indispensables pour le bon fonctionnement du capteur.

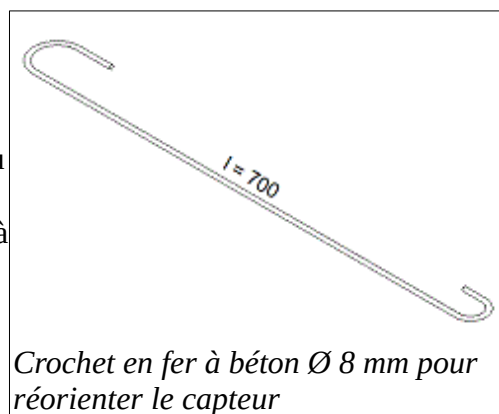
=====

Rappel de la fin du chapitre précédent :

### CONSIGNES A TRANSMETTRE A L'UTILISATEUR

#### **Pendant les heures d'utilisation**

Pour suivre le soleil dans sa course Est-Ouest, le traînage au sol du capteur s'effectue uniquement en tirant la base à l'aide d'une cordelette, ou d'un crochet par exemple en fer à béton Ø 8 mm. Il est rigoureusement interdit de pousser ou tirer sur le berceau mobile



**En cas d'inactivité de longue durée,** remiser le capteur à l'abri en le manutentionnant avec son berceau, manipulé verticalement et stocké sur sa traverse basse, cette consigne étant impérative.

## CHAPITRE VIII    CONTROLE DES PERFORMANCES DU CUISEUR

Le contrôle des performances d'un cuiseur solaire peut s'effectuer selon la méthode assez simple du "litre d'eau bouillante": il s'agit de verser un litre d'eau dans le récipient d'un cuiseur, et de mesurer le temps nécessaire pour le porter à ébullition. Il est ainsi possible d'effectuer ainsi des comparaisons avec les performances antérieures du même capteur, ou avec les performances de capteurs similaires, pour détecter éventuelle anomalie de fonctionnement. Cette méthode se décline en deux variantes: une méthode en première approche, et une méthode plus élaborée

**En première approche** il n'est pas tenu compte de plusieurs éléments

- la température initiale de l'eau : 28, 30, 33 ° C ?
- l'ensoleillement: la mesure est à effectuer sous 900 à 950 W,.En l'absence de solarimètre, effectuer la mesure par beau temps bien établi, les ombres au sol étant franches, et le ciel non voilé et sans nuage.
- la température finale de l'eau n'est pas facile à évaluer: frémissement, petit bouillon, gros bouillon ? Et si en plus on soulève le couvercle , alors la mesure, déjà délicate, devient fausse...

Néanmoins, avec un peu d'habitude et de constance dans la méthode, un opérateur est capable de détecter un capteur qui fonctionne mal ou bien qui est mal utilisé (mauvaise isolation...). En page d'accueil du site Web, parmi les exemples de cuisson, figurent plusieurs relevés de "litre d'eau bouillante". En première approche, on peut retenir le chiffre de 40 minutes pour un litre.

**Une méthode plus élaborée** consiste à relever la température et l'ensoleillement.

La température de départ ne pose pas de problème. La température d'ébullition et beaucoup moins simple à relever. Un thermomètre a toujours une marge d'erreur de 1 ou 2 % au moins. Au pire, il n'affichera jamais 100° C. Et de plus la pression atmosphérique peut perturber le travail. Une solution consiste alors à mesurer la *différence* de température, par exemple entre 30 et 95 °, et de formuler ainsi le résultat: "le cuiseur a été capable d'élever la température de l'eau de puis 30 jusqu'à 95 ° C, soit 65° C, en tant de minutes".

Pour ce qui est de l'ensoleillement il est possible de le mesurer avec un solarimètre tel que celui ci contre, disponible chez Conrad.fr, référence 101 038, pour une soixantaine d'Euros; sa précision est de + ou - 5%. Mais ce n'est pas indispensable.

La mesure de refroidissement aussi fournit une bonne indication de la qualité de l'isolation; l'ordre d'idée est une diminution de 100 à 90 ° C pendant la première demi-heure après l'arrêt de la chauffe.

