

Tableau : Pertes chimiques du câblage (fil de cuivre)

section du câble	mm ²	1,5	2,5	4	6	10	15	25
Résistance	mΩ/m	13,3	8,0	5,0	3,3	2	1,3	0,8

chute de tension par mètre de câble simple

courant 1 A	mV/m	26,6	16	10	6,6	4	2,6	1,6
courant 3 A	mV/m	79,8	48	30	19,8	12	7,8	4,8
" 5 A	mV/m	133,4	80	50	33,4	20	13,3	8
" 10 A	mV/m	266	160	100	66	40	26	16

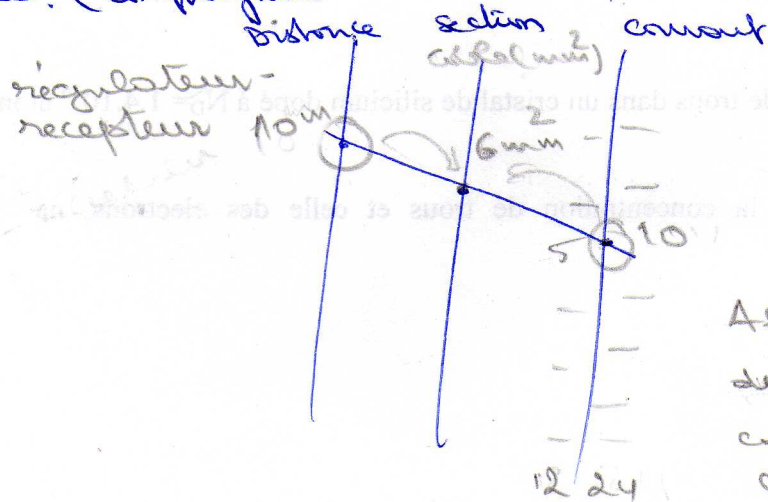
longueur de câble correspondant à 5% de pertes à 120 m

courant 1 A	m	22,5	37,5	60	90	150	225	375
" 3 A	m	7,5	12,5	20	30	50	75	125
" 5 A	m	4,5	7,5	12,5	18	30	45	75
" 10 A	m	2,3	3,8	6,3	9	15	23	38

pour les câblages en extérieur, utiliser des câbles souples multibrins à isolation résistante aux UV (câble comme par ex)

5-2 - courant alternatif

Tout le câblage 230 V AC doit respecter les normes suisses concernées. (compagnies d'électricité).



Algorithme de détermination des sections de câble en courant continu

II Cas pratiques Chalet en Suisse

II.1 Situation et besoins:

II.1.1 Situation générale et occupation

Le chalet est situé dans la partie Est de la Suisse à une altitude de 1500 m. So. faga de sud juit d'une bonne exposition. Les propriétaires sont une famille de 4 personnes qui occupent cette maison régulièrement mais seulement le week-end. Parfois ils se trouvent ne pas pouvoir aller

non loin de la chaïse de station météo de même son altitude est similaire (1590 m)

1.2.4 consommations électriques

des postes de consommation sont au n° 4. A priori l'installation pourra donc rester en 12V DC :

a - Eclairage

on prévoit 8 pts lumineux de 13W pour les # pièces. on se base sur 1 lampe allumée au max par personne à la fois.

En été : $4 \times 13 \text{ W} \times 3 \text{ h}$ soit 13 Ah sous 12V et en Hiver :

$4 \times 13 \times 6 \text{ h}$ soit 26 Ah sous 12V

C'est une consommation moyenne.

b - Fourniture en eau

une source naturelle est disponible, on va simplement utiliser une pompe de relèvement. Pour un débit de 10 l/min, cette pompe consomme 6A sous 12V. on compte 100l/personne par jour, le besoin est de 400 l/jour. la pompe fonctionnera donc 40 min/j

→ consommation : $6 \text{ A} \times 40 / 60 = 4 \text{ Ah}$ en 12V.

c - Production de froid

un réfrigérateur en continu de 110 l avec une bonne isolation thermique servira à conserver les aliments lors des séjours en été. (en hiver $T \leq 5^\circ \text{C}$) cet équipement a un compresseur 70W et une consommation de 300 Wh/j soit 25 Ah/j (en été)

d - Télévision

un modèle au commerce en 230 VAC sera utilisé, sa puissance est de 90W. il est prévu de la brancher sur un petit onduleur spécifique à 90% de rendement, qui sera allumé en même temps que la TV. Pour un usage de 4h/j la consommation sera :

$90 \text{ W} \times 4 \text{ h} / 0,9 = 400 \text{ Wh}$ soit 33,3 Ah sous 12V.

Synthèse :

consommation moyenne par jour en été : $75,3 \text{ Ah} \times 2/7 = 21,5 \text{ Ah}$

" " " " en hiver $63,3 \text{ Ah} \times 2/7 = 18,1 \text{ Ah}$

Tableau 2 : consommation électrique du chalet

	Été (Ah/j en 12V)	Hiver (Ah/j en 12V)
Éclairage	13	26
Eau	4	4
Froid	25	0
TV	33,3	33,3
total / j d'occupation	75,3	63,3
moyenne / j	21,5	18,1

II-2 - choix des équipements:

Notre famille s'adresse à un installateur électrique des composants PV qui il propose sont relativement standards disponibles à un bon rapport qualité / prix :

- modules PV 50Wc - 12V en Si poly de dimension 800x450 mm pour 3A / 16,5V STC
- Batteries Pb surite "solaires" → plaques de 220 Ah - 12V les plus grosse 12V de ce type. Principal défaut, faible "rate de cycle" 250 à 80% de décharge, ce qui n'est pas critique si on suppose un cycle / semaine + durée de vie de 5 à 6 ans.

On se rabat sur proposition d'équipement : l'une de base et l'autre un peu plus confortable.

II-2-1 - système économique

Le système se compose de :

- 3 modules PV 50Wc - 12V ($S = 1,1 \text{ m}^2$)
- 1 batterie "solaires" au Pb surite de 220 Ah - 12V
- 1 régulateur charge - décharge série à réarmement manuel 20A - 12V (avec option de charge forcée à brost ch...
- un onduleur type TV de 400 VA
- huit réglette plus en 12V DC

Prix total = 2350 \$ (hors TV, frigo, accessoire, montage et installation)

II-2-2 - système plus confortable

- 4 modules PV 50 Wc - 12V ($S_T = 1,5 m^2$)
 - 1 batterie gelée au Pb avec de 220 Ah - 12V
 - 1 régulateur charge-décharge type série à réarmement manuel 20A - 12V (avec option de charge forcée & boost charge)
 - 1 onduleur type TV de 400 VA
 - 8 luminaires à économie d'énergie 13W en 230 V AC
- $P_T = 3290 \text{ €}$

II-2-3 Adéquation des équipements au besoin
 Pour d'exposition 60° Sud, le rayonnement reçu est de 3 kWh en hiver et de 4 kWh/m².j en été.

* solution à 3 panneaux.

Production en hiver: $3 \times 3A \times 3 \text{ kWh/m}^2 \cdot j = 27 \text{ Ah/j}$ sous coefficient de perte pour une consommation de 18,1 Ah/j

En été: $Q = E_{\text{sol}} \times I_{\text{in}} (BA \text{ STC})$
 production = $3 \times 3A \times 4 \text{ kWh/m}^2 \cdot j = 36 \text{ Ah/j}$ pour

une consommation moyenne de 28,5 Ah/j

→ production excédentaire compatible avec un coefficient de perte en courant de 0,67 en hiver et 0,60 en été.

En effet si les batteries ne provoquent pas une perte 10% et si la batterie a un rendement $\geq 80\%$, $\eta_{cp} = 0,9 \times 0,8 = 0,72$

$$\Rightarrow Q_{p\text{eff}} = E_{\text{sol}} \times I_{\text{in}} \times \eta_{cp} = 27 \times 0,72 = 19,5 \text{ en hiver et } 36 \times 0,72 = 25,92 \approx 26$$

* solution 4 panneaux.

luminaires alimentés à travers l'onduleur,

→ consommation = $13/0,9 = 14,4 \text{ Ah}$ en été et 29 Ah en hiver

→ faible repercussion sur la consommation moyenne qui passe de 28,5 à 22,4 Ah en été et de 18 → 19,4 Ah en hiver.

→ système largement excédentaire

→ en hiver: $Q_p = 4 \times 3A \times 0,72 \times 3 \text{ kWh/m}^2 \cdot j = 26 \text{ Ah/j}$

en été: $Q = 4 \times 3A \times 0,72 \times 4 \text{ kWh/m}^2 \cdot j = 34,5 \text{ Ah/j}$

* Batterie: 220 Ah 80% profondes →

$$\text{capacité utile} = \frac{220 \times 80}{100} = 176 \text{ Ah}$$

* ~~pour la~~ En été (option 2) la consommation effective est de $22 \text{ Ah} \times 7/2 = 77 \text{ Ah/j} \Rightarrow$ Autonomie sous apport solaire de 2,3 j, 1^{er} (suffisant en pas de risque d'intempérie)

- Avec la consommation maximale journalière effective max :

$$19 \text{ Ah} \times 7/2 = 66,5 \Rightarrow 3 \text{ j sous apport solaire}$$

(pas de considération de pertes liées au faible T)

* Des régulateurs sont prévus pour protéger la batterie en surcharge et en décharge - ex: en cas d'oubli ~~avant~~ d'un récepteur en quittant les lieux, le régulateur déconnecte les récepteurs plutôt que de risquer la décharge profonde de la batterie. Avec un réarmement manuel, les habituels rétablissent le service à leur retour sous les lieux - l'option charge forcée permet de faire un dosage de l'électrolyte de temps en temps après une décharge importante pour éviter la stratification.

II-3 - mise en place du système :

pour l'installation proprement dite il faut :

- un châssis mural inclinable pour les modules
- un soc pour la batterie
- une liste de raccordement pour monter les modules en //, + diodes Anti retour
- des câbles, un boîtier, parafoudres, fusibles, coupes circuits.

II-3-1 - Implantation physique,

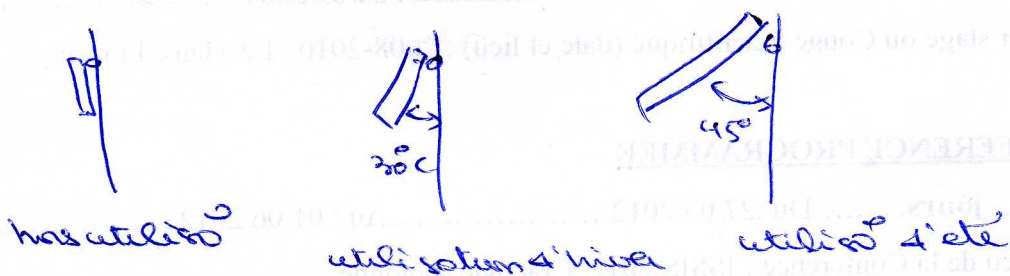


Fig : châssis support de modules sous 3 positions permet de s'adapter à la saison

- la batterie sera située sous une pièce à part ou carément au milieu du chalet (Température la plus faible si possible)
- le régulateur sera placé sur un mur à l'abri du soleil

- l'onduleur de petite taille pourra être placé près de la TV (à allumer avant la TV)

II - 3 - 2 - Collage électrique :

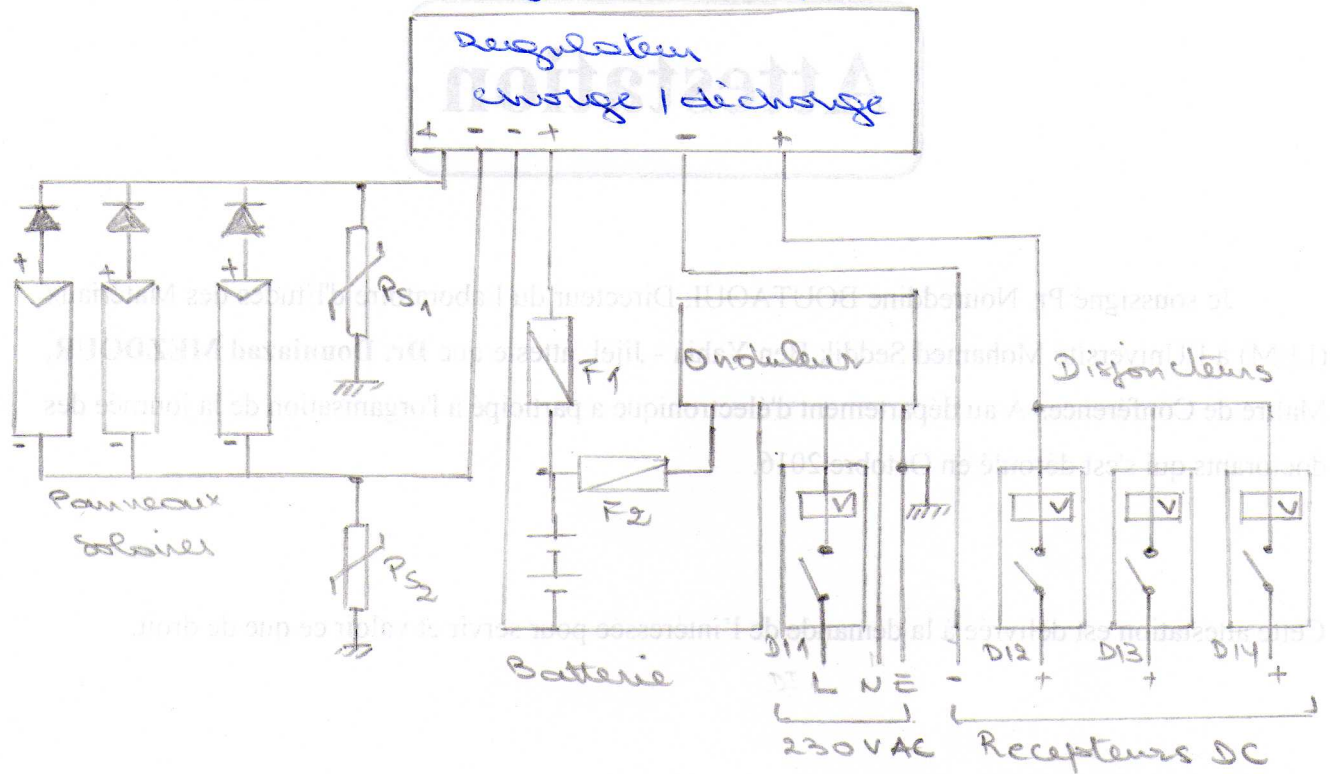


Fig : Collage électrique au chalet

- * Régulateur : Contrôler que le diode de blocage n'est pas déjà intégrée au régulateur (type Schottky 30V/5A)
- * la batterie : entourée d'isolant (Bouillotte) est montée sous un bac plastique (PVC avec couvercle). Les bords sont pré-perçés en atelier avec 2 gros trous sur les côtés pour faciliter le collage et laisser s'échapper les gaz.
- le fusible F_1 protège la liaison aux panneaux et aux récepteurs DC contre les court-circuits accidentels
- le fusible F_2 protège la liaison à l'onduleur s'il n'est pas déjà intégré

- On choisit 1,5 fois le courant max possible (I_{sortie} du régulateur $\Rightarrow 1,5 \times 16 = 25A$)

$$16 = P_{max} / V_{nom} = \frac{P_{Frigo} + P_{TV} + P_{Lampes \times 2}}{12} = 16,3$$

* L'onduleur est équipé de son régulateur

- Le disjoncteur D1, permet de découpler la sortie, peut être remplacé par un interrupteur ou mis si l'interrupteur intégré à l'onduleur

- Si l'onduleur est utilisé pour les lampes, on monte plusieurs disjoncteurs en parallèle

* Récepteurs DC

La valeur des signaux sera à la somme des récepteurs montés sur la ligne, par ex 6 A pour 4 lampes de 13 W. Sur la ligne alimentant la pompe, monter un disjoncteur différentiel d'environ $3 \times I_{\text{nominal}}$ (16 A) de celle-ci.

Pour les lampes conserver le câblage pour placer des interrupteurs en série avec l'alimentation (câblage étoile) afin d'éviter de grands allers-retours.

II.3.3. Perte des chutes de tension

- La chute due aux frotts est à éviter $T \leq 25^\circ$.
- Régulateur série $\approx 0,24$ pour 12 V.
- Diode de blocage 0,5 V.
- Les pertes chimiques ne sont pas critiques et dépendent du choix des sections de câble.

ex: 3 panneaux $\times 4$ A
4 " = 16 A { si la distance entre panneaux ≥ 8 m

$\times 8 = 6 \text{ mm}^2$ (alors que)

$\rightarrow 19 \text{ mV/m}$ pour 1 panneau de 3 A $\rightarrow$ la perte limitée à $0,48 = (19 \times 8 \times 3)$ pour 3 panneaux et 0,63 V pour 4 panneaux

$\rightarrow T_{\text{perte}}$ entre panneaux $0,24 + 0,5 + 0,48 = 1,22 \text{ V}$ pour 3 panneaux

et 1,37 pour le système à 4 panneaux

la tension STC du ppm est de 16,5 V + 15,1 et 15,3 en entrée d'attente + grandement suffisant

entre l'attente et le régulateur si la distance est courte (1-2 m)
utiliser un câble $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ par ex.

II.3.4. Durée de vie et entretien :

- veiller à la batterie probablement la changer au bout de 4-5 ans

- vidanger les tuyauteries en cas de gel afin de ne pas endommager la pompe ni les circuits.