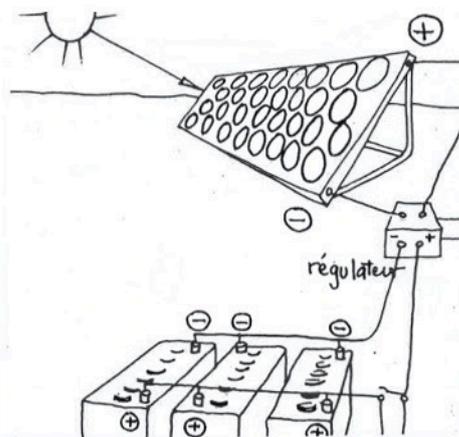


l'essentiel : l'encyclopédie d'utovie

DES PHOTOPILES photovoltaïques

pour produire l'électricité solaire

de la maison



Encyclopédie d'Utovie n°128

DES PHOTOPILES
photovoltaïques
pour produire l'électricité
dans la maison

Reprise en version numérique des fiches photopiles de
l'encyclopédie d'utovie non publiées en fascicule.

Si ces informations ont déjà un certain âge elles restent, sur le fond, fiables et pratiques
pour étudier vos réalisations.

Cela montre aussi que dès les années 1990 l'autonomie énergétique d'une maison était
concevable.

Cette version numérique a été réalisée en février 2025
par et pour les Editions d'Utopie

ISBN 978-2-86819-228-8

Dépôt légal 02/2025

**Retrouvez l'ensemble de notre travail, depuis 1971 sur notre site
www.utovie.com**

© Utopie, 2025



DES PHOTOPILES

SUR MON TOIT

TABLE

DES PHOTOPILES SUR MON TOIT.....	3
SUITE TECHNIQUE.....	15
Fixation des photopiles.....	17
Fils de raccordement : longueur et section.....	20
Lampes.....	22
Téléviseurs solaires et magnétoscopes.	23
Panneaux de photopiles.....	24
Accumulateurs.....	25
Machine à laver, lave-vaisselle.....	27
Chauffage électrique solaire : non rentable.....	27
Exemples de prix.....	28
BIBLIOGRAPHIE.....	29
ADRESSES UTILES.....	30

Peut-on obtenir de l'électricité à partir de la lumière du soleil ? Oui, notamment en utilisant ce que l'on appelle des générateurs photovoltaïques ou photopiles. Ces composants se présentent sous forme de panneaux qui peuvent fournir directement l'électricité nécessaire à une maison.

Depuis la découverte de l'effet photovoltaïque, vers 1950, de grands progrès ont été faits pour l'appliquer à la conversion directe de l'éclairage solaire en électricité. Des panneaux photovoltaïques ont beaucoup contribué à la conquête de l'espace, en alimentant de façon simple et fiable la plupart des satellites artificiels lancés jusqu'ici. Leur prix de revient importait peu et il était trop élevé pour beaucoup d'usages terrestres. Mais voici que l'on découvre maintenant trente-six façons nouvelles de fabriquer des photopiles économiques. Une grande variété de matériaux s'avèrent utilisables, y compris des molécules organiques et des matières plastiques.

Dans les deux ou trois ans qui viennent, le prix des photopiles va donc baisser considérablement. On peut déjà acheter pour cent trente francs des calculatrices japonaises équipées de photopiles en silicium amorphe, dont l'épaisseur avoisine un millième de millimètre, et dont la fabrication est beaucoup plus économique que celle des photopiles traditionnelles produites en France.

Il est déjà possible, et rentable dans certains cas, d'utiliser des photopiles pour alimenter en électricité solaire une maison et ses habitants. Certains pensent que l'électricité solaire photovoltaïque pourrait dans quelques années devenir la principale source d'électricité qui alimentera non seulement les maisons isolées, mais aussi les villes, des usines, des bu -

reaux, etc... De fait, on calcule facilement que la seule surface des toits de France produirait, une fois recouverte de photopiles, plus d'électricité que la consommation électrique actuelle.

Une telle perspective doit être prise au sérieux car l'électricité solaire s'avère plus douce et respectueuse de l'environnement que celle des centrales hydrauliques, thermiques ou nucléaires.

Combien d'années faudra-t-il pour solariser l'électricité en France ? Une centaine de maisons l'ont déjà fait, et d'autres s'y préparent. La ville de San Diego, en Californie, s'apprête à produire soixante à quatre vingts pour cent de son électricité à partir de photopiles installées sur les maisons. Des pays africains entreprennent de passer directement à l'ère de l'électricité solaire. Il s'y trouve déjà vingt mille installations de télévision solaire dans les villages ainsi que des centaines de pompes.

En France, et malgré le conservatisme auquel nous pousse un réseau E.D.F. ancien et étendu, l'émergence de l'électricité photovoltaïque pourrait devenir l'un des phénomènes sociaux majeurs de la décennie en cours. Couplée avec d'autres facteurs de changement, tels que l'informatique et la robotique, cette évolution pourrait avoir des conséquences sociologiques non négligeables, comme par exemple un renversement de l'émigration des campagnes vers les villes. Des millions d'ex-citadins vont peut-être retourner vivre dans les campagnes solarisées, informatisées, équipées de robots jardiniers et, plus tard, d'avions solaires qui détrôneront les automobiles.

Dans certaines régions favorisées comme la Provence et la Corse, la demande électrique à E.D.F. pourrait d'ores et déjà être stabilisée en appliquant une politique volontariste combinant un encouragement aux économies électriques et un recours aux photopiles sur les constructions nouvelles,

notamment celles qui sont à 50 mètres ou plus des lignes existantes. On éviterait ainsi d'avoir à implanter de nouvelles lignes à haute tension, de nouvelles centrales, de nouveaux poteaux en béton dans des paysages exceptionnels, au moment même où la révolution photovoltaïque s'apprête à rendre inutiles ces divers accessoires.

DOIS-JE PRODUIRE MAINTENANT MON ELECTRICITE SOLAIRE ?

Les photopiles resteront encore coûteuses pendant un ou deux ans. Leur emploi n'est actuellement rentable que dans des cas un peu particuliers. A moins de se sentir une vocation de mécène, de vouloir financer le démarrage des photopiles, il n'est actuellement rentable d'y avoir recours que si l'on répond au signalement suivant :

- maison neuve, ou ancienne non reliée au réseau;
- tempérament bricoleur ou expérimentateur;
- maitresse de maison pouvant supporter certaines dérogations aux normes du confort bourgeois pendant deux ans.

A titre d'exemple, considérons le cas d'une maison en construction à 50 mètres d'une ligne électrique. Pour un raccordement électrique classique, il faudra déboursier au moins 30.000 F. pour les poteaux en béton, peu décoratifs, ou la tranchée de raccordement. Pour ce prix là, on peut déjà s'offrir 200 Watts de panneaux solaires (25.000 F. en 1981), 5 kilowattheures de stockage sous forme d'accumulateurs (3500 F.), et un régulateur (650 F.). Le panneau de 200 Watts produit cette puissance lorsqu'il est en plein soleil, mais il débite encore un peu par temps couvert. En moyenne annuelle, et suivant les régions, la production électrique journalière sera de l'ordre de 0,6 à 1 kilowattheure, valeur

inférieure à la consommation moyenne des Français, mais autorisant quand même un niveau de confort élevé si l'on sait choisir ses appareils domestiques. L'électricité sera gratuite après l'investissement initial, jusqu'au moment où il faudra remplacer les batteries (10-15 ans) et peut-être les panneaux.

La durée de vie des panneaux est mal connue, et très variable suivant les fabrications. Une garantie de 5 ans est accordée par la plupart des fabricants. Il ne semble pas exclu que la longévité de certains panneaux puisse dépasser cent ans. Les occupants de la maison seront libérés des problèmes de compteurs à relever, de factures à payer. Ils auront la satisfaction morale de ne pas contribuer à la nucléarisation du pays et de montrer à leurs voisins une voie alternative qui est probablement celle de l'avenir.

QUATRE ANS

D'ELECTRICITE SOLAIRE

A titre d'exemple, voici une description de l'installation effectuée progressivement depuis quatre ans dans ma maison. Il s'agit d'une vieille ferme située dans la montagne à trois cent mètres de la ligne E.D.F. Nous ne voulions pas de poteaux E.D.F. dans ce paysage merveilleux, ni avoir à dépenser des millions pour alimenter quelques appareils électriques. (Le problème des poteaux s'est également posé pour le téléphone. Les P.T.T. ont bien voulu accepter de poser le fil téléphonique par terre, dans l'herbe, à condition que j'en assure la maintenance).

Pour l'électricité solaire, nous avons commencé avec un, puis deux, panneaux RTC de type BPX 47 A de 11 Watts, et

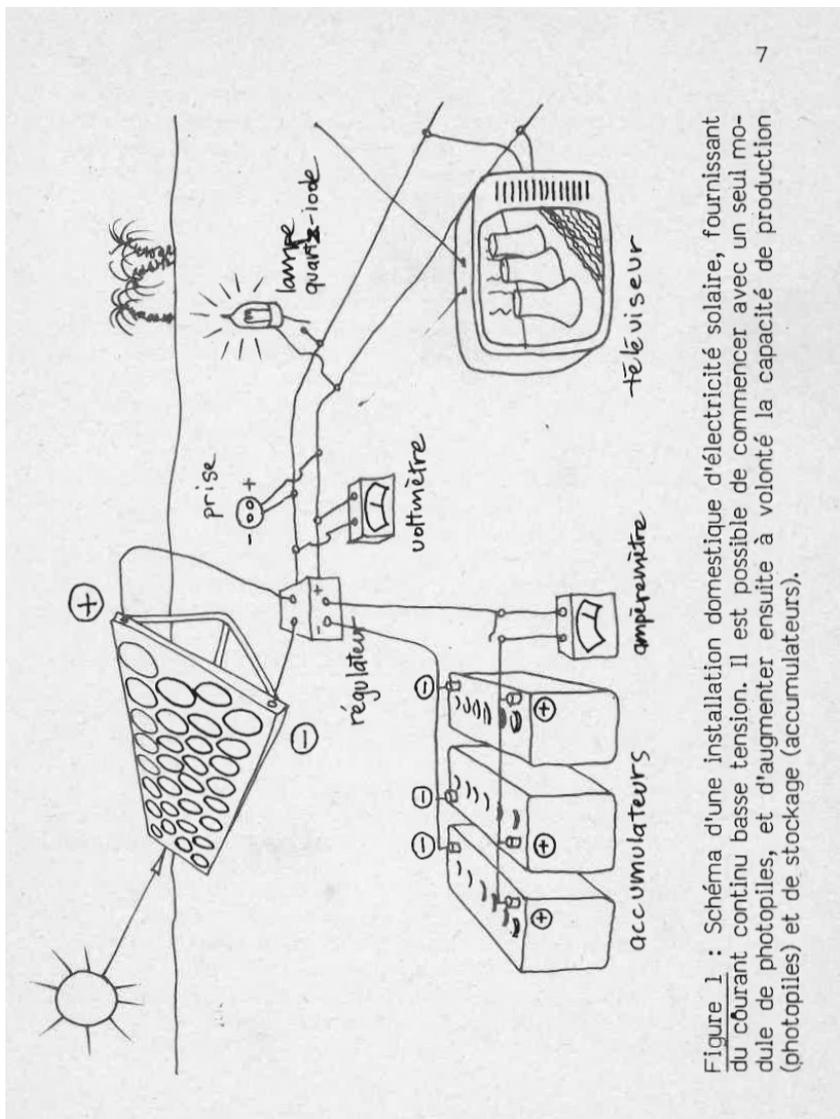


Figure 1 : Schéma d'une installation domestique d'électricité solaire, fournissant du courant continu basse tension. Il est possible de commencer avec un seul module de photopiles, et d'augmenter ensuite à volonté la capacité de production (photopiles) et de stockage (accumulateurs).

deux accus Fulmen de type marine en 12 Volts et 105 Ampere-heures. Nous n'avions même pas de régulateur, de sorte qu'il fallait surveiller fréquemment l'état des accus. Pendant deux ans, cela a alimenté nos lumières et un téléviseur noir et blanc consommant 20 Watts, acheté chez le marchand du coin.

Les lampes étaient des ampoules de 3 Watts, 12 Volts, installées un peu partout avec de bons réflecteurs. C'était viable mais un peu faible, aussi nous avons acquis quelques panneaux supplémentaires. Il s'agit de panneaux américains ARCO Solar, légèrement moins coûteux malgré les frais et bénéfiques de l'importateur. Nous avons maintenant trois de ces panneaux de 33 et 35 Watts et trois accus DELCO 2000 de 12 Volts, 105 Ah, ainsi qu'un régulateur disjoncteur ARCO. Les accus DELCO sont scellés et particulièrement adaptés à l'utilisation solaire. Ils ne nécessitent aucun entretien. L'ensemble a été fourni par Solélec à Montpellier. Cette petite société aurait déjà équipé une quarantaine de maisons et propose également des lampes, téléviseurs couleur, réfrigérateurs, etc... sélectionnés pour leur rendement élevé.

Voici, à titre indicatif, une liste des appareils alimentés de façon plus ou moins fréquente :

- 7 ampoule quartz-iode de 12 Volts, 20 Watts, Osram type 6425 (ampoules et douilles spéciales fournies par Orbitec);
- 10 ampoules ordinaires 3 Watts, 12 Volts (Orbitec);
- 3 tubes fluorescents de 12 Volts, 8 Watts;
- 1 téléviseur noir et blanc Brandt 33 cm, 12 Volts, 25 Watts;
- 1 téléviseur couleur Orion 13 cm, 12 Volts, 8 Watts;
- 1 magnétoscope JVC type HR-2200 S avec tuner TU22S (le magnétoscope est prévu pour marcher en 12 Volts, mais pas le tuner. Pendant quelques mois, il nous a fallu le brancher sur le générateur de 220 Volts, avant d'ouvrir le ventre de la bête pour découvrir qu'elle accepte de fonctionner en 12 et 24 Volts au prix d'une modification

minime);

- 1 oscilloscope Leader LBO 3085, 12 Volts, 8 Watts;
- 1 ordinateur Sinclair ZX-81, 9 Volts, 8 Watts;
- 2 fers à souder, 12 Volts, 25 Watts;
- 1 générateur 220 Volts, 50 Watts, signaux carrés, mauvais rendement (des convertisseurs atteignant 95% de rendement ont été décrits par G. Nijjjer, au Congrès photovoltaïque de Cannes en 1980. Nous ignorons où en est leur industrialisation);
- 1 réfrigérateur à compresseur Danfoss BD3NO, 12 Volts, 60 Watts (l'armoire de 50 litres a été réalisée par nous, mais il existe maintenant des réfrigérateurs complets en 12 Volts. Notre frigo n'est en service que pendant l'été);
- 1 agrandisseur photo Durst 24/36, avec ampoule quartz-iode, 12 Volts, 20 Watts;
- 1 projecteur de diapositives Prestinox N24, avec ampoule 50 Watts;
- 1 tour de mécanicien(miniature) Toyo ML1;
- 2 perceuses Black et Decker 1940, 9 Volts (servent également à entrainer le tour, à la place du moteur 220 Volts d'origine);
- 1 magnétophone à cassettes Telefunken MC310;
- 1 orgue électronique Casiotone MT-30;
- 1 radio CB;
- 1 clôture électrique;
- 1 télescope Célestron 8, avec deux moteurs 220 Volts et convertisseur.

Nous étudions la possibilité d'avoir une machine à laver et un congélateur, mais il faudra un peu plus de panneaux, alors nous attendons que leur prix baisse. La machine à laver devra utiliser l'eau chaude de nos 8 mètres carrés de capteurs Giordano (ancien modèle), car l'électricité solaire ne doit pas servir à chauffer. Le congélateur sera situé dans un local frais et possèdera une isolation épaisse.

L'an dernier, nos photopiles de 22 Watts étaient montées sur

un support orientable, qu'un petit moteur maintenait constamment face au soleil. Le gain était sensible (un facteur 2 ?), mais nos panneaux actuels sont fixes car nous n'avons pas eu le temps d'agrandir le support orientable.

Nos anciens panneaux alimentent maintenant une petite maison voisine.

COMMENT DEMARRER

La panoplie complète des accessoires utiles pour installer l'électricité solaire dans sa maison n'est pas encore disponible chez le marchand du coin. Quelques fournisseurs dont je donne les adresses ci-dessous commencent à offrir un assez bon choix de matériel, et certains (Solélec) peuvent effectuer des installations complètes. En effet, peu d'artisans électriciens sont actuellement compétents pour le faire. La plupart ignorent l'existence des photopiles ! Il est parfaitement possible de faire les branchements soi-même, même si l'on ne se sent pas très doué pour le bricolage. En 12 Volts, il n'y a plus de danger d'électrocution (sauf dans la baignoire) et il n'est pas obligatoire d'avoir recours à un électricien agréé.

Il faut donc un ou plusieurs panneaux de photopiles, que l'on fixera solidement en un endroit aussi ensoleillé que possible. Des ombres localisées, comme par exemple une feuille morte collée sur le panneau, risquent de l'endommager. Il faut également savoir que les cellules sont câblées en série et qu'une seule cellule à l'ombre suffit à bloquer le débit électrique de toute la chaîne. Le toit est donc souvent le meilleur endroit. La fixation des panneaux doit permettre de

les orienter si possible pour une position d'été et une position d'hiver. Des supports spéciaux sont disponibles chez Solélec, et ils peuvent être motorisés pour s'orienter automatiquement comme le font les fleurs de tournesol et les télescopes astronomiques.

Ensuite, il faut trouver un endroit pour les accumulateurs. N'importe quel endroit chaud, aéré et d'accès facile convient. Le régulateur sera fixé à proximité. S'il n'en possède pas déjà, des fusibles ou un disjoncteur sont également nécessaires.

Il ne reste qu'à raccorder ces différents éléments selon le schéma fourni par le marchand, sans intervertir les fils + et -. Du fil de cuivre assez gros est nécessaire si l'installation est en basse tension, pour éviter de perdre quelques volts en ligne. Des fils de 5 à 10 mm² ne seront pas excessifs, et il faut raccourcir autant que possible le trajet entre les photopiles et la batterie. Ce trajet dépasse vingt mètres dans notre installation et c'est un peu long. Un petit volt-mètre-ampère-mètre permettra de vérifier les tensions et les intensités. Un Kit (MJ15) peu coûteux, disponible chez Radio M.J., 19, rue Claude Bernard, Paris 5^{ème}, permet d'afficher sur un écran à cristaux liquides la tension du réseau domestique. Il ne faut pas dépasser 14 Volts sur un accu en plomb à 6 éléments, car il s'abîme et dégage de l'hydrogène. Il s'abîme aussi s'il est trop déchargé et que sa tension tombe en dessous de 11,2 Volts. Le régulateur est censé disjoncter dans ces deux cas extrêmes, afin de protéger la batterie.

INSTALLATION DE BASE

Si vous êtes décidé à essayer l'électricité solaire, il n'y a plus qu'à relier ensemble les panneaux, le régulateurs et les accumulateurs. Si vous êtes pauvre ou bien spartiate, il est possible de commencer avec un seul panneau de 35 Watts et un accu de 105 Ampère-heure en 12 Volts. L'ensemble coûte moins de 5.000 F., mais c'est déjà suffisant pour alimenter quelques lampes, un téléviseur et des tas de gadgets électroniques qui consomment trois fois rien, du genre magnétophone, ordinateur, orgue électronique, etc... Il y a aussi de quoi alimenter des engins plus gourmands mais que l'on utilise peu, comme une perceuse, un agrandisseur photo, etc...

Personnellement, j'ai démarré avec un panneau de 11 Watts. Grâce à lui toute la famille a passé un hiver tranquille, bloquée par la neige à 1300 mètres d'altitude, alors que le rude climat avait perturbé le réseau E.D.F. et causé de nombreuses coupures du secteur chez les voisins.

Le branchement est très simple : le panneau installé sur le toit, le balcon ou un endroit ensoleillé, est relié au régulateur par deux fils courts et de section suffisante. Les accumulateurs, reliés en parallèle ou en série suivant la tension désirée, sont également reliés au régulateur, suivant le schéma du fabricant. Le régulateur sert à protéger la batterie car elle supporte mal les charges excessives autant que les décharges trop fortes. Si l'on a choisi d'alimenter la maison en basse tension continue, 12 ou 24 Volts par exemple, il ne reste plus qu'à brancher sur le régulateur les fils qui distribuent l'électricité dans la maison.

Un petit voltmètre est utile pour surveiller le niveau de charge des accus. On apprend très vite à modérer la consommation lorsque la batterie est basse. Les enfants eux-mêmes deviennent experts en la matière, et en arrivent à sermonner les parents lorsqu'ils oublient d'éteindre les lumières inutilisées !

Il est également possible, grâce à un appareil nommé onduleur, de produire du courant alternatif 220 Volts à partir des accumulateurs. Cependant, les onduleurs actuels ont un rendement médiocre lorsqu'ils ne débitent pas. Il ne faut donc pas les laisser branchés en permanence. De plus, les appareils domestiques habituels, fonctionnant en 220 Volts, n'ont généralement pas du tout été étudiés pour l'économie. Certains consomment cent fois plus d'électricité que ne le feront leurs successeurs dans quelques années pour accomplir la même tâche. A moins d'être un riche mécène pouvant recouvrir sa toiture de panneaux photovoltaïques, il est donc préférable actuellement de fonctionner en courant continu à 12 ou 24 Volts. C'est la solution adoptée par toutes les voitures de France ainsi que les camions, caravanes, bateaux, etc... Ils ne s'en portent pas plus mal, et l'on commence à trouver la plupart des appareils domestiques pour ce type d'utilisation : télévision, réfrigérateur, conservateur, etc... Cela permet également de laisser jouer les jeunes enfants près des prises sans craindre pour leur vie.

Certains régulateurs ne protègent que vers le haut, ils sont à éviter. On trouvera d'ici peu des régulateurs "intelligents", à base de micro-processeurs, et qui pourront rendre des tas de services : signaler les anomalies, fuites de courant, lumières de la cave restées allumées depuis huit jours, etc... Ce sera une partie des systèmes informatiques domestiques que préparent déjà certains fabricants.

Les batteries au plomb DELCO 2000, scellées, sont particulièrement agréables par leur propreté et leur facilité de montage. Les accus futurs seront vraisemblablement à base de

plastique polyacétylène, qui remplacera le plomb.

Lorsque tout est prêt, il ne reste plus qu'à raccorder le réseau domestique. Avec du courant continu, il faut faire attention de ne pas brancher à l'envers certains appareils. Pour cela, il vaut mieux choisir un modèle de prises mâles et femelles qui ne permettent pas ce genre de confusion. Une standardisation serait souhaitable, et ce pourrait être l'une des tâches à accomplir pour un club des utilisateurs d'électricité solaire, qu'il importe maintenant de créer.

SUITE TECHNIQUE

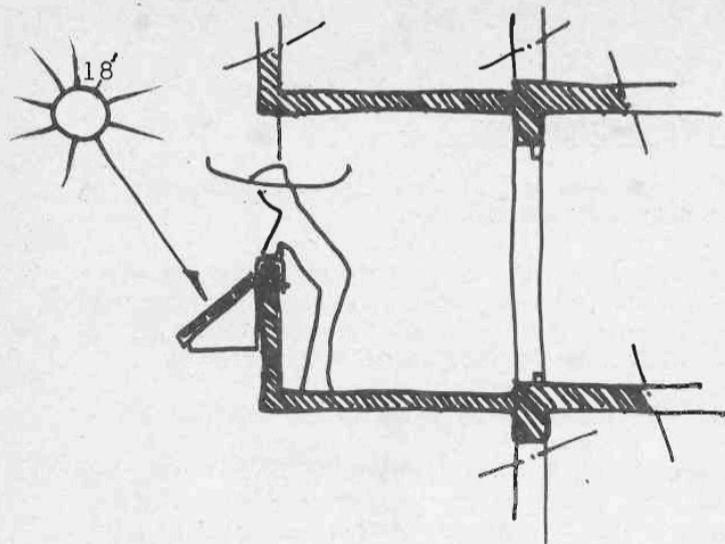
FIXATION DES PHOTOPILES

Un toit en pente vers le Sud constitue un bon support, de même qu'un balcon ou une terrasse.

L'inclinaison optimum varie entre l'été et l'hiver, de sorte qu'une fixation ajustable est avantageuse. La superficie d'un panneau de 30 Watts est environ 0,3 m², de sorte qu'une toiture de 100 m² peut en principe produire 10 kilowatts.

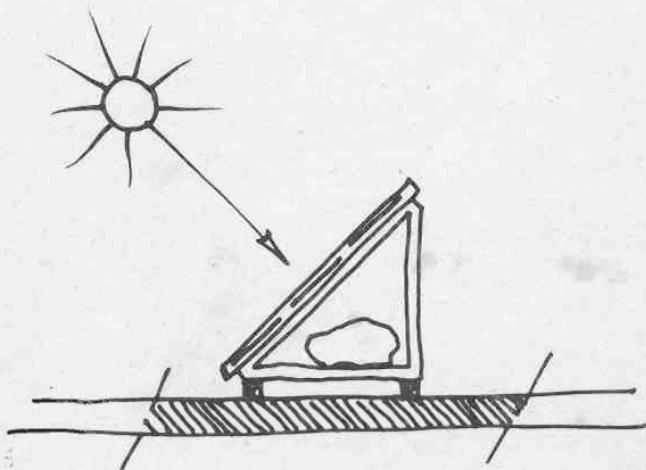
Des exemples de fixation sont donnés par les schémas 2 à 5.

Avec les panneaux actuels, au silicium, les ombres franches, produites par des objets rapprochés, doivent être évitées. Elles bloquent le débit électrique des cellules câblées en série, et risquent même d'endommager par échauffement la cellule qui est masquée.



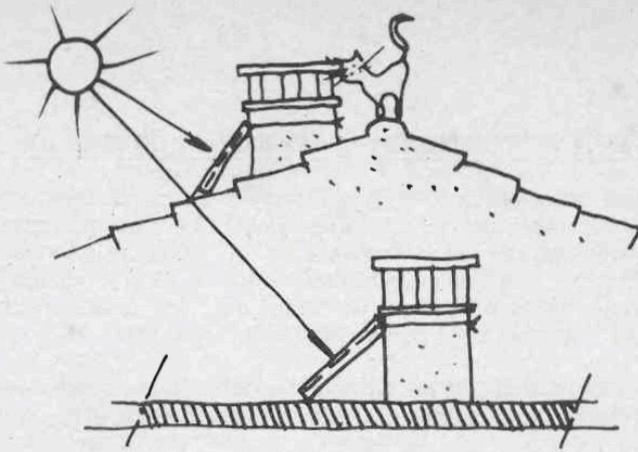
sur un balcon : cadre solidement fixé au balcon .

Schéma 2



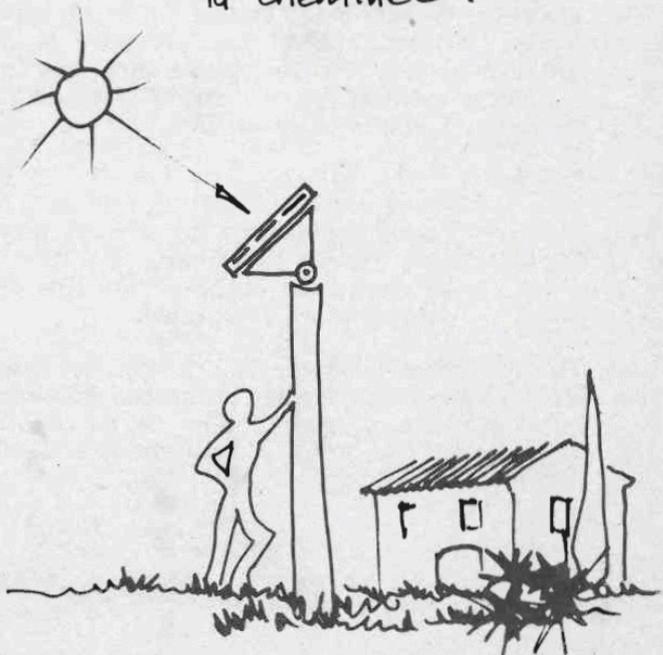
sur une terrasse : châssis posé alourdi par des pierres .

Schéma 3



contre une cheminée : une ferrure entoure
la cheminée .

Schéma 4



sur le sol : des supports spéciaux existent

Schéma 5

FILS DE RACCORDEMENT : LONGUEUR ET SECTION

Le seul inconvénient des installations en basse tension concerne le transport de puissance électrique : de plus gros fils sont nécessaires pour transporter la même puissance. Les fils ont une résistance proportionnelle à leur longueur, et à l'inverse de leur section. La résistance est cause d'échauffement et fait aussi perdre des volts en ligne.

Considérons d'abord les fils qui raccordent les panneaux à la batterie ou au régulateur. Leur dimension peut être calculée par la relation : $s = \frac{P \rho l}{k \sqrt{2}}$, où "s" est la section du fil "P" la puissance nominale du panneau, " ρ " la résistivité du cuivre ou de l'aluminium utilisé, "l" la longueur du fil et "V" la tension délivrée par le panneau qui est toujours un peu supérieure à celle de la batterie afin que celle-ci puisse se charger. "k" est le coefficient indiquant la déperdition de puissance dans le fil. Le tableau ci-dessous suppose "k"=2% (La valeur optimum de "k" dépend du rapport entre le prix du cuivre et le prix des photopiles.)

Exemple : "P" = 30 Watts, " ρ " = $20 \times 10^{-6} \Omega \text{mm}$ pour le cuivre, "l" = 50 mètres, "V" = 12 Volts, nécessitent une section de 1 mm pour chacun des deux fils de raccordement, si l'on souhaite que les pertes de puissance en ligne restent inférieures à 4% en plein soleil.

Pour de fortes puissances et de longues distances, il peut être avantageux de monter les panneaux en série, ainsi que les accumulateurs, pour obtenir 24 ou 48 Volts. Avec 24 Volts, les chiffres du tableau doivent être divisés par quatre.

TENSION 12 VOLTS

longueur \ puissance	5 m	10 m.	20 m	40 m
30 W	1mm ²	2mm ²	4mm ²	8mm ²
60 W	2mm ²	4mm ²	8mm ²	16mm ²
100 W	3mm ²	6mm ²	12mm ²	24mm ²
300 W	10mm ²	20mm ²	40mm ²	80mm ²

Section des fils pour une installation en 12 volts, en fonction de leur longueur et de la puissance. Il s'agit de fils de cuivre, calculés pour que la déperdition de puissance par échauffement reste inférieure à 4%.

LAMPES

Les lampes à basse tension possèdent certains avantages. Il en existe deux types principaux : à filament et à décharge (tubes fluorescents)

Ampoules quartz-iode :

Parmi les ampoules à filament, celles à quartz-iode ou halogènes sont particulièrement intéressantes pour leur rendement deux à quatre fois plus élevé que celui des ampoules ordinaires. La raison est que le filament supporte une température plus élevée. Il s'évapore bien un peu, comme dans les ampoules ordinaires, mais la présence de vapeur d'iode dans l'ampoule régénère le tungstène du filament. Par quel miracle ? L'iode se combine au tungstène qui s'est déposé sur l'ampoule, et forme un composé volatile, lequel se décompose au contact du filament chaud et y rapporte donc en quelque sorte le métal qui s'en était échappé. Dans une ampoule ordinaire, le filament doit rester à assez basse température pour avoir une durée de vie acceptable. De ce fait, il émet davantage de rayons infra-rouges que de lumière visible. La lampe chauffe donc plus qu'elle n'éclaire et son rendement est mauvais. Le filament plus chaud des lampes quartz-iode émet une lumière plus blanche, contenant proportionnellement moins de rayons infra-rouges, d'où son rendement amélioré. Ces ampoules déjà très utilisées pour les phares des voitures, sont de petite dimension et nécessitent un culot spécial, disponible chez Orbitec. Les puissances disponibles vont de 20 Watts à plus de 1000 Watts. Compte tenu du rendement élevé, 20 Watts est trop fort pour beaucoup d'usages (lampes de chevet...). Des ampoules de 5 et 10 Watts seraient souhaitables dans ces cas, mais les fabricants (Osram) ne semblent pas en produire couramment.

Des réflecteurs disponibles chez les quincaillers s'adaptent facilement, pour mieux utiliser le faisceau. Des lampes toutes montées existent également dans le commerce (Waldmann).

Les ampoules à iode à basse tension sont plus coûteuses (environ 50 F.), mais beaucoup plus durables que les ampoules ordinaires pour 220 Volts. Il faut également savoir que les ampoules et tubes fluorescents alimentés en 220 Volts alternatif fatiguent les yeux de certaines personnes. En effet, ces lampes s'éteignent ou faiblissent cent fois par seconde et cela semble perturber la vision. J'ai personnellement souffert de fatigue oculaire dans le passé, et cela a complètement disparu depuis que je lis avec des lampes en courant continu alimentées par photopiles.

Tubes fluorescents :

Leur rendement lumineux est encore plus élevé. Les barrettes 12 Volts vendues chez Solelec en 8 Watts, 13 Watts, 20 Watts et 40 Watts contiennent un gadget électronique qui fabrique de la haute tension alternative, à fréquence élevée. La modulation n'est donc pas perçue par l'oeil, et ces tubes sont moins fatigants que les fluos ordinaires fonctionnant à 50 périodes. Cependant, leur lumière est moins agréable que celle des lampes à iode. Nous en utilisons dans le bureau, l'atelier de mécanique, la cave etc...

TELEVISEURS SOLAIRES ET MAGNETOSCOPES

Certains téléviseurs encore commercialisés sont de vrais radiateurs électriques, fort peu efficaces dans leur fonction de produire une image sonore pour une consommation minimum.

Dans quelques années, des écrans plats à base de cristaux liquides rendront les mêmes services pour une consommation infime. Où en sommes-nous actuellement ? Un fabricant scandinave et deux japonais proposent des téléviseurs couleur pour le camping, le bateau, etc... dont la consommation est assez faible : 47 Watts pour des écrans de 42 à 56 cm chez Salora.

Les magnétoscopes portables fonctionnent en 12 V, avec une faible consommation, mais le tuner correspondant est prévu, lui, pour être alimenté en 220 Volts. J'ai pu modifier mon tuner JVC et il fonctionne maintenant sur la batterie.

PANNEAUX DE PHOTOPILES

Ceux des marques actuellement commercialisées sont formés de rondelles de silicium, sciées à partir d'un bloc de matériau à haute pureté. Chaque rondelle, ou cellule, produit une tension de 0,5 Volt environ. La tension désirée est obtenue en branchant en série un certain nombre de cellules. L'ensemble est collé sous une plaque de verre pour former un panneau résistant aux intempéries.

Les panneaux actuels peuvent produire 100 à 150 Watts par mètre carré, alors que la puissance reçue du soleil atteint 1 kilowatt par mètre carré. Le rendement des panneaux commerciaux est donc 10 à 15% actuellement. Certaines cellules expérimentales à base d'arséniure de gallium atteignent 30%, et la théorie semble indiquer que des valeurs de 50 à 60% pourraient un jour devenir accessibles. Pour l'instant, avec un rendement de 10%, un panneau d'un mètre carré exposé au soleil pendant cinq heures produit environ 0,5 kilowatt-heure.

De nouveaux types de panneaux sont en gestation. Ils utilisent des matériaux différents, et leur coût promet d'être très inférieur à celui des panneaux actuels. Remarquons que les feuilles des arbres sont en quelque sorte des photopiles, et que leur prix de revient n'a rien d'horrifiant.

Le gouvernement japonais a lancé un gros programme de développement pour commercialiser les photopiles au silicium amorphe. Ces photopiles remarquables comportent une couche ultra-mince de silicium hydrogéné vitreux (épaisseur

0,001 nm). Ce silicium est déposé à partir de gaz silane, et sa fabrication s'annonce très économique. Au Japon, 500 chercheurs dans 30 laboratoires travaillent sur cette filière. Après la commercialisation de petites calculatrices utilisant ces photopiles, il faut maintenant s'attendre à ce que l'industrie japonaise propose des tuiles électriques guère plus coûteuses que les tuiles traditionnelles.

Ces tuiles rendront compétitive l'électricité solaire pour la plupart des usages. L'industrie électronique française, déjà menacée pour n'avoir pas reconnu assez tôt l'importance des circuits intégrés, pourrait connaître un second désastre d'importance comparable si elle laisse aux Japonais l'initiative de l'innovation dans le domaine des photopiles.

D'ici peu, les pays étrangers achèteront sans doute des photopiles japonaises de préférence à des centrales nucléaires françaises. Dans les pays en voie de développement, notamment, il est déjà plus économique d'adopter des photopiles que de construire un réseau de distribution électrique comme celui qui a été créé depuis cinquante ans dans les pays centralisés d'Europe.

A plus long terme, des photopiles en matière plastique ou organique vont peut-être concurrencer le silicium amorphe. Leurs rendements atteignent déjà 1% contre 8% pour ce dernier.

ACCUMULATEURS

Dans le monde végétal, l'énergie solaire est captée par les feuilles et stockée dans la sève, les tiges, les racines. A l'origine, la pomme de terre n'a pas été créée pour nourrir l'homme, mais pour stocker durant l'hiver l'énergie solaire captée pendant tout l'été afin que la plante redémarre mieux au printemps. Nos moyens actuels de stockage électrique sont comparativement primitifs, bien que les récentes

batteries au lithium (non rechargeables) conservent leur charge initiale pendant 10 ans.

Il y a différents types d'accumulateurs électriques, notamment l'accumulateur au plomb qui équipe nos voitures et assure la propulsion en plongée des sous-marins classiques. Leur efficacité est de l'ordre de 80%, et leur durée de vie dépasse 10 ans s'ils sont bien utilisés. Ils supportent mal les décharges trop fortes, ainsi que les charges excessives. C'est pourquoi les voitures comportent un régulateur.

On trouve sur le marché des accus au plomb qui tiennent mieux la charge que les accus automobiles, essentiellement conçus pour supporter les très forts ampérages que prélève le démarreur. J'ai essayé les accus Fulmen type marine et les Delco 2000. Ces derniers sont particulièrement commodes car ils sont scellés et ne nécessitent aucun entretien. Nous n'avons malheureusement pas eu la possibilité d'effectuer des essais comparatifs entre les divers types vendus par les boutiques solaires. En particulier, les longévités sont mal connues.

Dans les années qui viennent, de nouveaux types de stockage électro-chimiques vont se répandre. Des batteries en matière plastique, sans plomb ni métal existent depuis peu et présentent un intérêt considérable.

Le stockage peut également être effectué sous forme d'hydrogène ou d'hydrocarbure synthétique, avec régénération ultérieure d'électricité. De nombreuses autres réactions chimiques sont étudiées pour le stockage réversible d'électricité, et il n'est pas exclu d'y parvenir aussi bien que le gymnote et autres poissons électriques si un effort de développement adéquat est effectué. Dans l'immédiat, les accus au plomb sont parfaitement utilisables, notamment en combinaison avec une gestion par microprocesseur.

MACHINE A LAVER, LAVE VAISSELLE

Ces piliers de la civilisation actuelle, servant notamment à polluer les rivières, nécessitent quelques précautions pour fonctionner à l'électricité solaire. En bonne logique, l'eau chaude qu'ils utilisent doit provenir d'un chauffe-eau solaire, au lieu d'être chauffé électriquement comme c'est le cas dans les appareils actuellement vendus en France. En effet, le rendement des chauffe-eau solaires est meilleur que celui des photopiles. Leur coût est également moindre à superficie égale (ce ne sera peut-être plus le cas dans quelques années).

Il faut donc débrancher la résistance chauffante et n'alimenter électriquement que le moteur. En attendant les robots laveurs, les fabricants finiront sans doute par proposer des modèles ainsi modifiés. C'est, paraît-il déjà le cas aux Etats-Unis (avis aux importateurs).

CHAUFFAGE ELECTRIQUE SOLAIRE : NON RENTABLE

Pour les raisons évoquées ci-dessus, l'électricité solaire est actuellement peu rentable lorsqu'il s'agit de chauffer. Il est à peu près aussi scandaleux de brancher un radiateur électrique sur des photopiles que sur E.D.F. Dans les deux cas, le rendement modéré de la production électrique implique un gaspillage considérable.

Une fenêtre laissant pénétrer les rayons solaires chauffe la maison dix fois plus efficacement que ne le ferait la même superficie de photopiles alimentant un radiateur électrique. Si des photopiles économiques et à très haut rendement apparaissent un jour, ainsi que des accumulateurs à très grande capacité, ils pourront éventuellement apporter une solution élégante au problème du chauffage avec stockage inter-saisonnier. Nous en sommes encore loin, et devons actuelle-

ment recourir aux techniques écothermiques solaires, sans intermédiaire électrique, pour tout ce qui relève du chauffage. L'architecture solaire présente pour cela un grand intérêt, mais nécessite des spécialistes hautement qualifiés qui sont encore peu nombreux.

EXEMPLES DE PRIX AU 1/10/81.

MODULES / 16-2000 35W crête F.3120.00 prix un. HT.
SUPPORTS :

SPM 1-65	350.00
SPM 2-65	450.00
SPM 3-65	510.00
SPM 4-65	560.00

MATS : longueur 3m

Ø76.2 mm	173.00
PATTES FIXATION : le jeu de 2	150.00

BOITE DE CONNEXION MODULES :	75.00
------------------------------	-------

REGULATEURS :

RS 125-12	650.00
BP 12-20	760.00
VPP 12-20	1370.00

TUBES FLUORESCENTS :

12V/8W	212.00
12V/13W	222.00
12V/20W	425.00
12V/40W	545.00

Nota : les tubes fluorescents ont un rendement environ 5 fois supérieur à celui des lampes à incandescence.

LAMPES :	12V/15W	12.00
	12V/25W	12.50

culots à vis ou baïonnette.

BATTERIES :

	DELCO 2000	620.00
	12V/105Ah sans entretien	

CABLES:	câble batterie	35.00
	pour montage série ou parallèle	
	câble de liaison le mètre	7.50

BIBLIOGRAPHIE

- "1980 Photovoltaic Solar Energy Conference", Compte-rendu du congrès organisé par la CEE, Cannes, 1980 (Communication de chercheurs, fabricants, utilisateurs, un prochain congrès doit être organisé en 1982 par la CEE).
- "Les Photopiles Solaires", A. Laugier et J.A. Roger, éditions Technique et Documentation, 11 rue Lavoisier, 75384 Paris (Un livre très complet sur la théorie et la technique des photopiles, ne concerne pas les nouveaux types de photopiles).
- description de mon installation dans "Science et Vie", mars 1982 (A. Aïter).
- appel pour un programme photovoltaïque en Provence, "Le Monde", 13 février 1982.

L'ESSENTIEL : l'encyclopédie d'Utovie pour vivre autonomes
 dirigée par Jean-Marc Carité, cette encyclopédie de vie pratique, écologique et quotidienne vous permet de mettre facilement en oeuvre l'agriculture, le jardinage et l'élevage biologiques, d'utiliser sans problème les technologies d'habitat sain, d'entretenir, de restaurer, d'améliorer la santé de votre corps et votre équilibre par une alimentation, des remèdes et des règles de vie naturels. Chaque fascicule consacré à un thème particulier, rédigé par un(e) spécialiste, vous apporte l'essentiel des connaissances utiles pour vous rendre autonomes.

TITRES DISPONIBLES

- | | |
|---|---|
| 9. L'Hygiène vitale | 84. Confitures à cuisson douce |
| 27. La Cuisine solaire | 85. Cancer et alimentation |
| 30. Planter arbres & haies | 86. Votre serre facile et productive |
| 32. L'allaitement maternel | 87. Les Huiles Essentielles |
| 43. L'arboriculture fruitière | 88. La chèvre |
| 48. Le G.P.L un carburant propre,
économique et sûr. | 89. Vos savons maison bio et naturels |
| 53. Faites votre bière | 90. Vivre centenaire et bien portant |
| 54. Cultivez votre vigne | 91. Sortir de la fatigue chronique |
| 55. Faites votre vin | 92. La Pomme, un aliment remède |
| 56. Faites votre cidre | 93. Faites vos graines bio et libres |
| 61. La radiesthésie | 94. La Géobiologie pour un habitat sain |
| 62. Votre cave à vins | 95. L'Argent colloïdal |
| 63. La menthe | 96. Faites vos lits plantés |
| 64. L'ortie | 97. Construire en bûches |
| 65. Le Feng Shui de la chambre | 98. Faites votre tipi |
| 67. Le jeûne | 99. La dégustation du vin bio |
| 68. Salut, chardon | 100. Faites votre pain maison et bio |
| 70. Les plantes sauvages comestibles | 101. Les aliments fermentés |
| 71. Faites votre vinaigre | 102. Le mouton |
| 73. Faites vos cosmétiques | 103. Le vinaigre de cidre |
| 74. Faites votre mur solaire | 104. Vaccinations, quelles alternatives ? |
| 75. Les plantes associées au jardin
potager bio | 105. Votre santé sans gluten |
| 76. L'argile médicinale | 106. Les plantes médicinales |
| 77. La lavande | 107. Eloge de la bière passion |
| 78. Autoconstruire une maison en
paille | 108. Faites vos apéritifs |
| 79. Votre dos : capital santé à protéger | 109. Les plantes abortives (numérique) |
| 80. Réussir son jardin bio | 110. Comprendre l'intelligence artificielle |
| 81. Les fleurs de Bach | 111. Maraîchage bio 1 (numérique) |
| 82. Vinaigre balsamique et parmesan | 112. Maraîchage bio 2 (numérique) |
| 83. La poule pondeuse | 113. Maraîchage bio 3 (numérique) |
| | 114. Votre santé par les plantes (1)
numérique |
| | 115. L'agriculture biodynamiste (num) |
| | 116. Maraîchage bio 4 (numérique) |

retrouvez tous nos titres sur : www.utovie.com

TITRES DISPONIBLES

- 117. Calendrier agricole (numérique)
- 118. Maraîchage bio 5 (numérique)
- 119. La Macrobiotique (numérique)
- 120. Le Miel (numérique)
- 121. Votre santé par les plantes 2 (num)
- 122. Le Boomerang (à paraître)
- 123. Cheminées et récupération d'air chaud (numérique)
- 124. Le Pain (numérique)
- 125. Energie solaire (numérique)
- 126. Gaz méthane (numérique)
- 127. Artisanat (1) (numérique)
- 128. Photopiles (numérique)

retrouvez tous nos titres sur : www.utovie.com