



Module de formation à la gestion du photovoltaïque

Niveau Installateur

Planning

- **Lundi :**
 - Présentation et objectifs de la formation
 - Description d'une installation photovoltaïque autonome (panneaux, régulateur, onduleur, batteries)
- **Mardi :** Définir une Installation (dimensionnement)
- **Mercredi :** Réaliser une Installation (montage)
- **Jeudi :**
 - Maintenance
 - Retours d'expérience
- **Vendredi :** Contrôle des connaissances

Sommaire

1. Présentation de la formation
2. Description d'une installation photovoltaïque autonome
3. Définir une Installation
4. Réaliser une Installation
5. Maintenance
6. Retour d'expérience

1. Présentation de la formation :

Contenu

- Cette formation est destinée à apporter les connaissances nécessaires et suffisantes pour être en mesure d'effectuer:
 - La conception de petits générateurs solaires
 - Le montage d'une installation Photovoltaïque (PV)
 - La maintenance d'une installation Photovoltaïque

1. Présentation de la formation :

Objectifs

- Objectifs à atteindre pour ce niveau
 - Un Installateur est en mesure :
 - d'énoncer l'ensemble des **règles et recommandations** nécessaires au bon montage d'une installation PV
 - de **réaliser** complètement une installation dans le respect des **documents contractuels** fournis par le concepteur
 - de gérer le **démarrage** de l'installation
 - d'**effectuer** des tâches de **maintenance**

1. Présentation de la formation :

A qui elle s'adresse

- Profil des personnes à qui s'adresse cette formation
 - Pour former des installateurs le niveau requis est celui d'une personne complètement autonome en montage électrique (Loi d'Ohm, montage série / Parallèle, polarité en cc, courant alternatif, montage des composants, etc.).
 - Un Installateur doit être capable de réaliser l'installation dans tous les domaines rencontrés : mécanique, électrique, connectique, tests etc.
 - Un Installateur doit aussi être en mesure d'effectuer des opérations de maintenance.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les panneaux solaires

Solaire Thermique

Principe : Convertir directement le rayonnement solaire en chaleur

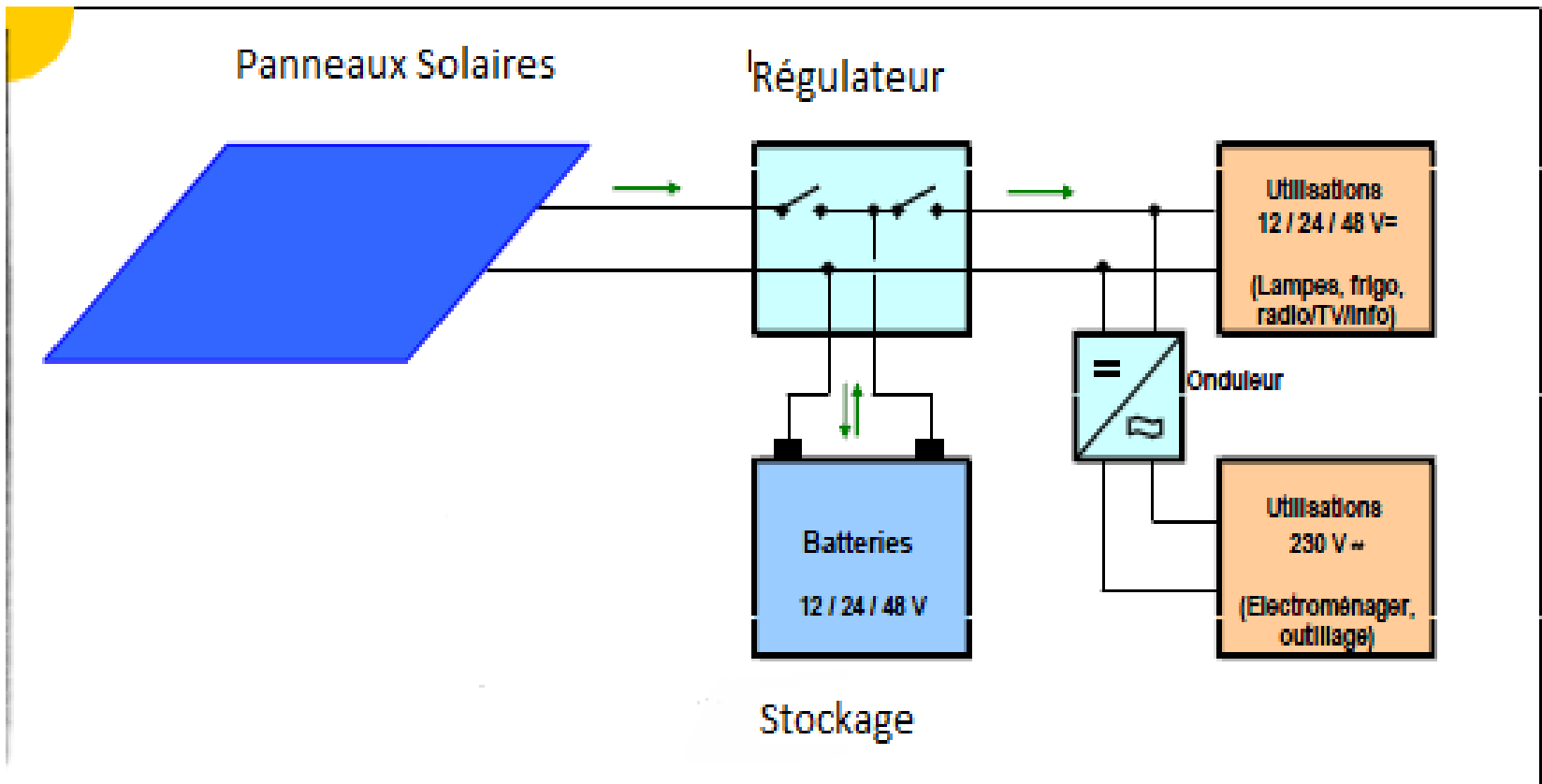
Production d'eau chaude sanitaire, chauffage

Solaire Photovoltaïque

Principe : Convertir directement le rayonnement solaire en électricité

Production d'électricité par panneaux solaires

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Schéma standard d'une installation



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

Le module solaire photovoltaïque :

- → **Rôle** : Il transforme l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique (effet photovoltaïque).
- → **Constitution** : Assemblage en série et // de cellules (fines plaques de silicium de quelques microns) moulées dans une résine isolante EVA. Chaque cellule délivre une tension de 0,6V. Elles sont montées en série : 36 cellules pour délivrer une tension continue en charge de 12V et 72 cellules pour délivrer une tension de 24 V

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les panneaux solaires

Les cellules peuvent être de trois types :

- » Monocristallin (meilleur rendement et + cher)
- » Polycristallin
- » Amorphe (bon marché mais rendement - bon)



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

Caractéristiques d'un module:

- Le module est un générateur de courant électrique continu, délivrant une **tension continue de 12 ou 24 V en service.**
- Il délivre une puissance moyenne de 50 à 200 Wc (Watt crête) selon les constructeurs.
 - Ex: un module de « 50 Wc » ne fournira une puissance maximale de 50 W que si l'irradiation solaire est de 1000W/m² (ce n'est pas le cas sur toute la journée !).
- Définition du Watt crête : c'est la puissance que peut fournir le module soumis à un ensoleillement de 1 kW/m² et une température de 25°C

TD 1 : L'énergie solaire photovoltaïque

- Définir succinctement le rôle du panneau photovoltaïque.
- Quelles sont les valeurs qui caractérisent un module (U, I) ?
- Quelle est la valeur de la puissance ($P = U \times I$) ?
- Quelle est le choix le plus judicieux : 4 modules de 50 Wc ou 1 module de 200 Wc ?

TP : 1-a

Prise en main des panneaux

- Objectifs :
 - Prise en main. Alimenter des ampoules à l'aide de panneaux solaires.
- Questions :
 - Quels sont les appareils nécessaires à ces mesures ?
 - Placer les panneaux en direction du soleil, et mesurer la tension à vide et en charge des panneaux.
 - Que constate t-on si les panneaux sont occultés ?

TP : 1-b

Mesures tensions

- La tension moyenne à vide U_0 moy des panneaux

Appareil utilisé	Calibres et fonctions AC/DC / AC+DC	Unités	Mesure

- La tension moyenne en charge U_c moy des panneaux

Appareil utilisé	Calibres et fonctions AC/DC / AC+DC	Unités	Mesure

Association des modules en parallèle

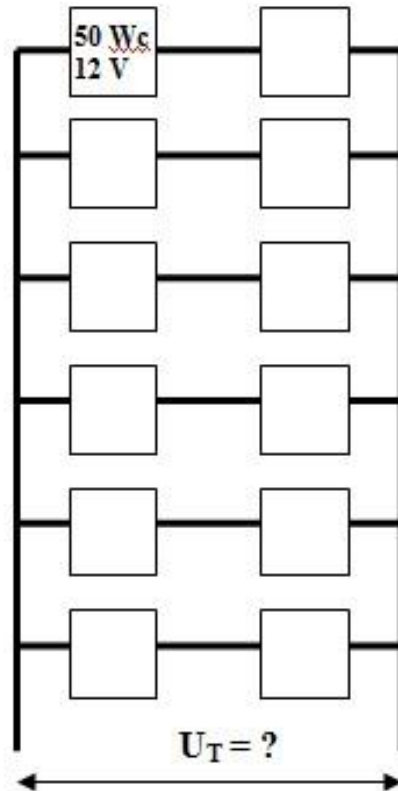
- Objectifs :
 - Evaluer l'intérêt du branchement des modules en parallèle.
- Questions :
 - Faire la mesure de tension avec le multimètre **avec un seul module**, ampoule éteinte.
 - Puis la mesure de tension avec le multimètre **avec les deux modules branchés en parallèle** ampoule éteinte.
 - Et finir par la mesure de tension avec le multimètre **avec les deux modules branchés en parallèle** ampoules allumées.
 - Quelle est la tension totale U_T par rapport à U_1 et U_2 , tensions mesurées aux bornes de chaque ampoule ?
 - Conclusions ?

Association des modules en série

- Objectifs :
 - Evaluer l'intérêt du branchement des modules en série.
- Questions :
 - Faire la mesure de tension avec le multimètre **avec les deux modules branchés en série** ampoule éteinte.
 - Faire la mesure de tension avec le multimètre **avec les deux modules branchés en série** ampoules allumées.
 - Quelle est la tension totale U_T par rapport à U_1 et U_2 , tensions mesurées aux bornes de chaque ampoule ?
 - Conclusions ?

TD 2 : L'association de modules

L'exemple d'installation :



12 modules de 50 Wc unitaire
Tension unitaire = 12 V
Tension totale = ?
Puissance totale = ?

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

Association des modules:

- *L'association des modules est identique à celle des piles et accumulateurs :*
 - **En série pour conserver l'intensité et additionner les tensions**
 - **En parallèle pour conserver la tension et additionner les intensités**

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

- Quels sont les autres paramètres qui interviennent pour la production d'énergie électrique ?
- L'énergie électrique fournie par les modules dépend :
 - *De la surface des modules,*
 - *De l'ensoleillement,*
 - *De l'inclinaison des modules,*
 - *De l'orientation des modules,*
 - *De la température ambiante.*

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

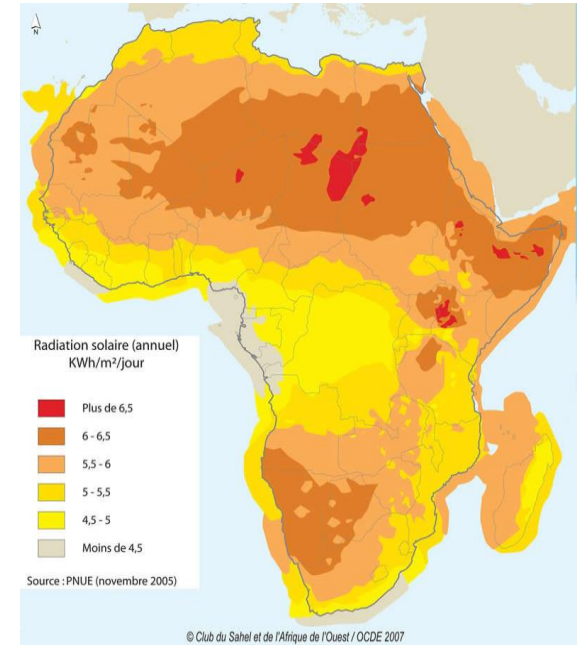
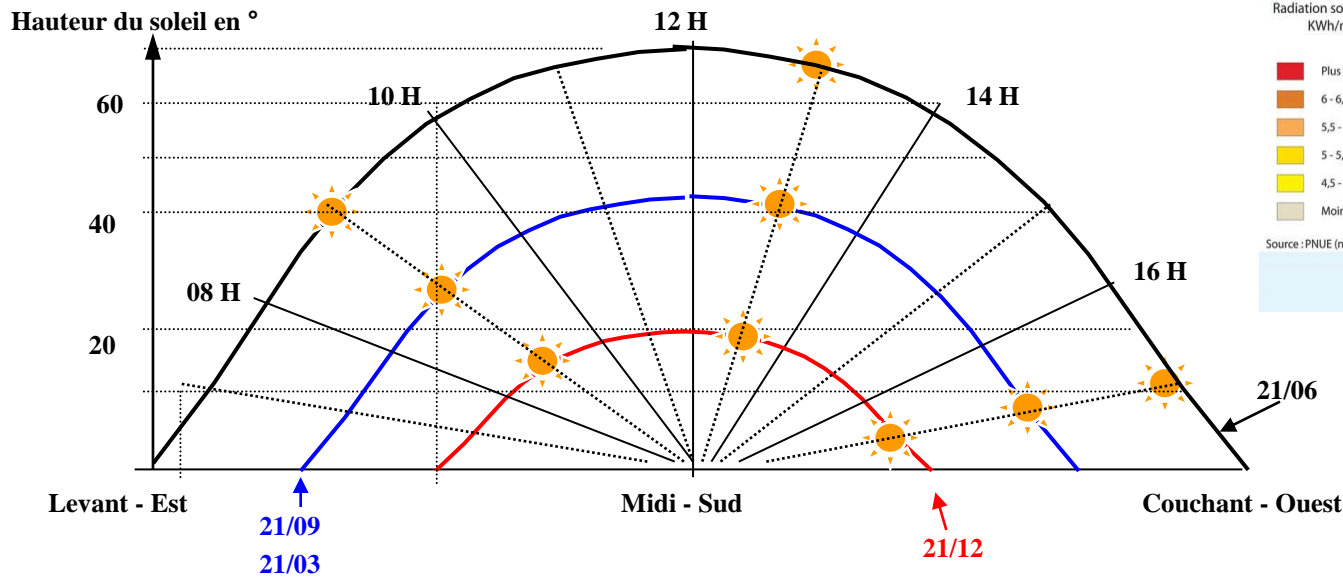
La surface des modules :

- La puissance délivrée par le rayonnement solaire s'exprime en W/m^2 . L'énergie électrique produite par les modules sera proportionnelle à la surface des modules.

L'ensoleillement :

- L'ensoleillement est différent entre les différents points du globe : Des tables donnent le nombre d'heures équivalent 1 kW/m^2 par jour pour différentes lieux; **Mengueme :**
ensoleillement 230 W/m^2 , irradiation 5500 $Wh/m^2.j$ en moyenne.
- Il est maximal au solstice d'été (21 juin) et minimal au solstice d'hiver (21 décembre).
- Il est maximal à midi (solaire), minimal le matin et le soir, et nul la nuit.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les panneaux solaires



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

L'inclinaison des modules :

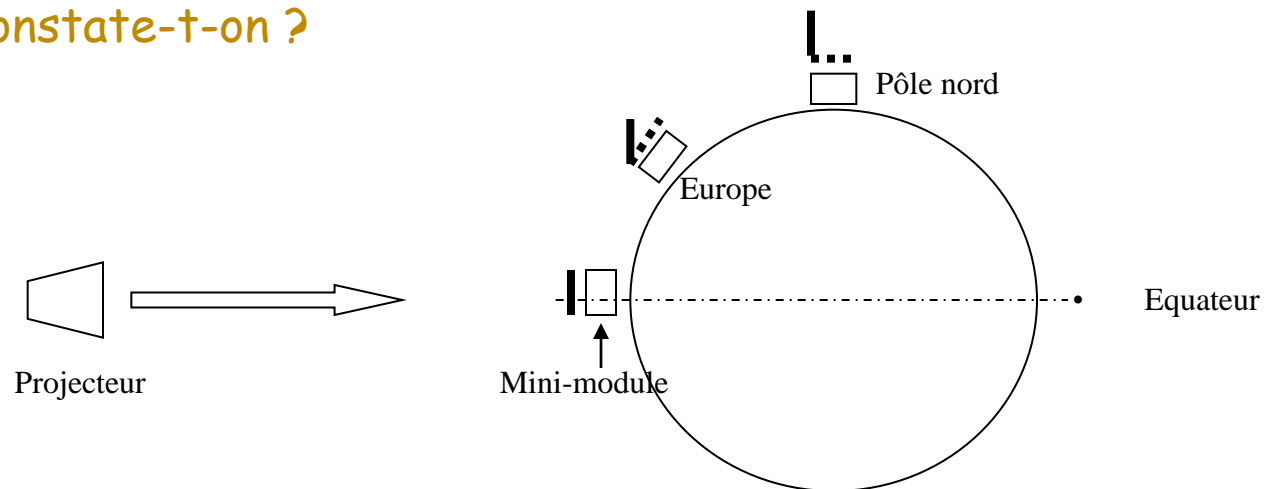
- L'énergie électrique produite sera fonction de l'inclinaison des modules par rapport au rayonnement solaire :
 - le **rendement est maximal** lorsque les rayons frappent **perpendiculairement** les panneaux
 - **Angle optimale / horizontale = Latitude / équateur**
 - **Toujours > 5°** (écoulement des eaux le long des panneaux)

L'orientation des modules :

- La production d'énergie électrique est maximale lorsque les modules sont orientés **vers le sud dans l'hémisphère nord** (et vers le nord dans l'hémisphère sud)
- Utilisation du disque solaire combiné à une carte d'ensoleillement du lieu pour estimer leur influence sur le rendement et donc la production d'énergie

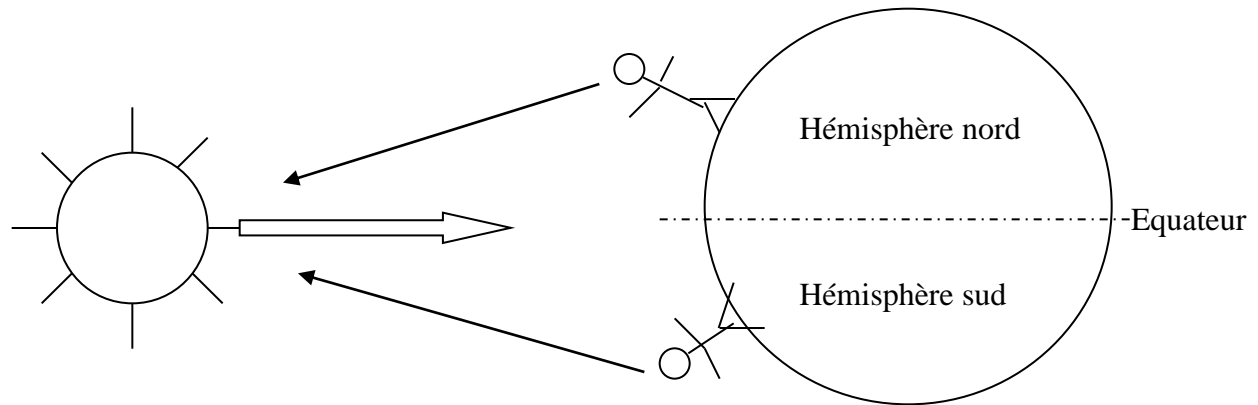
TP : 4 Inclinaison et orientation des modules

- Placer le mini module solaire, qui alimente le transistor, puis éclairer le module.
- Faire varier l'inclinaison du module solaire.
- Que constate-t-on ?



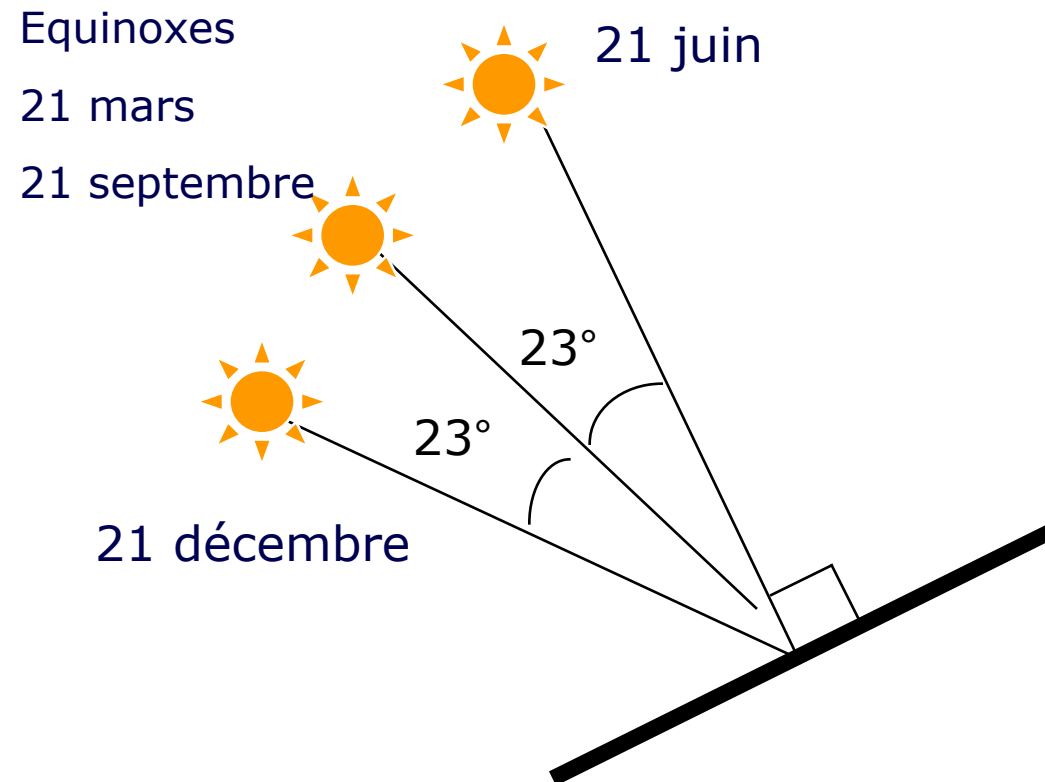
TP : 4 Inclinaison et orientation des modules

- Faire varier l'orientation du module solaire.
- Que constate-t-on ?



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires



Quelques latitudes	
Paris	48,82° Nord
Mengueme	3,25° Nord
Tropique du Cancer	23,27° Nord
Tropique du Capricorne	23,27° Sud

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les panneaux solaires

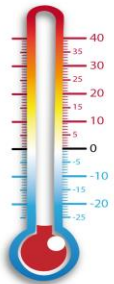
Autres paramètres influant :



- **Les conditions météorologiques** influent sur la production électrique. Par temps couvert, c'est la lumière diffuse qui prédomine (Total = direct+diffus+absorbé+réfléchi)



- **La disposition sur le site** : la production d'énergie électrique est maximale lorsque aucun obstacle ne vient affecter les modules avec son ombre portée.
 - **Proscrire les obstacles pouvant faire de l'ombre.**



- **La température ambiante** : Elle affecte la tension de sortie des modules solaires : Plus la température est élevée, plus la production d'énergie diminue. Les caractéristiques de tension des modules sont données pour une température de 25°C.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les panneaux solaires

Conclusions :

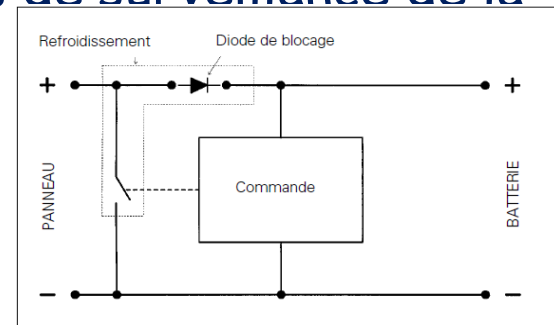
- Si on cherche à avoir le maximum d'énergie l'été à 12 h, l'inclinaison sera le degré de la latitude du lieu moins 23°
- Si on cherche à avoir le maximum d'énergie l'hiver à 12 h, l'inclinaison sera le degré de la latitude du lieu plus 23° .
- Ces choix sont extrêmes, en pratique on choisit souvent une inclinaison intermédiaire soit : latitude plus 10° , mais pas de façon systématique surtout si on se rapproche de l'équateur.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

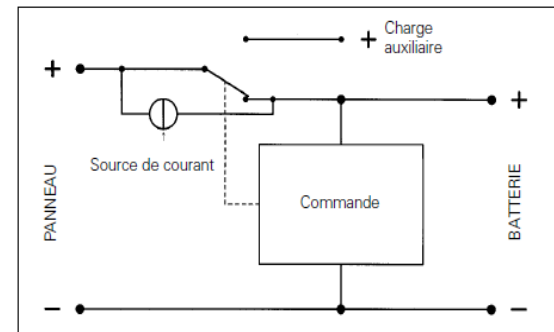
Régulateur

- Le régulateur fournit les fonctions de surveillance de la charge des batteries
- Trois types de fonctionnement

- Le régulateur shunt →



- Le régulateur série →



- Le MPPT

- Le plus grand nombre des régulateurs gère aussi la surveillance du seuil de décharge

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Régulateur

- Le régulateur Shunt est plutôt réservé aux générateurs de faible puissance (intensité ne dépassant pas 15A). Une diode de blocage indispensable est à mettre au débit de l'énergie produite
- Le régulateur Série fonctionne de façon similaire au régulateur shunt mais ne nécessite pas de diode de blocage et est utilisé pour des courants plus importants (20 à 30A).
- Tout le courant produit est transféré dans les batteries jusqu'à atteindre la tension max. Lorsque cette tension est atteinte le circuit est court-circuité pour le Shunt (ou coupé pour le Série).

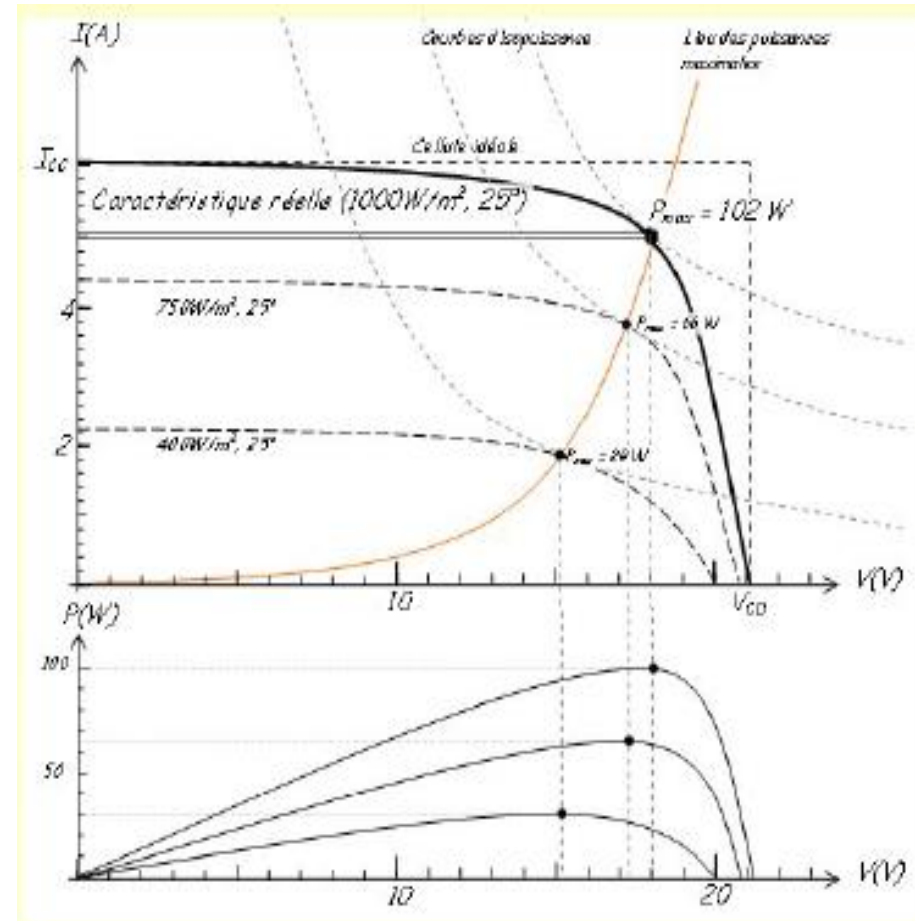
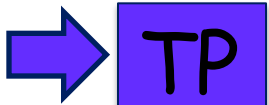
2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Régulateur MPPT

- Le régulateur à Max Power Point Tracking MPPT permet d'ajuster la puissance fournie à la charge de la batterie.
- Particulièrement recommandé dans les cas de différence de tension entre le générateur solaire et la tension des batteries (ex: 60V DC → 24 V DC)
- Mais un régulateur MPPT ne se justifie économiquement que pour de grandes installations (plus de 500 Wc),
- Lorsque la tension est descendue à une tension de seuil, la charge recommence.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Régulateur MPPT

- En fonction de l'irradiation le système utilise la plus forte puissance
- Sur le générateur :
 - Tension à vide V_{CC} en volt
 - Courant de court-circuit I_{CC} en ampère
 - Puissance crête P_c en Watt crête
- Utilisation à puissance max sur la tension batterie définie



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Onduleur

- Appareil permettant de convertir un courant continu en courant alternatif, le plus généralement 230V 50Hz.
- Dans l'installation, il est considéré comme un récepteur.
- L'onduleur à générateur d'onde sinusoïdale est à préférer car leur coût a nettement baissé

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Onduleur

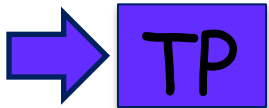
Avant de choisir un onduleur il faut s'assurer:

1. qu'une solution en courant continu toujours plus économe en énergie n'existe pas;
2. que la consommation éventuelle en mode d'attente ne pénalise pas trop l'installation solaire;
3. que l'onduleur peut démarrer la charge (essai!);
4. que son rendement est suffisant au point de fonctionnement de la charge
5. que la charge tolère la distorsion de l'onduleur;
6. que les variations de la tension de sortie sont acceptées par la charge;
7. que l'onduleur est protégé contre les surcharges côté DC et AC et contre la surchauffe;
8. que l'onduleur coupe les utilisateurs en cas de basse tension DC.

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Onduleur

- Puissance à choisir : La puissance de l'onduleur doit être 2 à 3 fois supérieure à la puissance à fournir
- Rendement : Les appareils modernes performants atteignent un rendement supérieur à 90 % dès que la charge est de 5 à 10% de leur puissance nominale.
- Consommation : Attention, dans un fonctionnement occasionnel, la consommation à vide est plus importante que la consommation utile.
 - Ex : Un onduleur performant de 500 W / 12 V consomme par exemple 0.4 A en attente, ce qui fait 9.6 Ah / j ou 115 Wh / j.



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les Batteries

Le choix, le dimensionnement et la gestion des batteries est le sujet le plus sensible d'une installation autonome

- Choisir une batterie est un processus qui doit allier le besoin du site et les réponses aux différents critères de choix :
 - Faut-il une batterie?
 - Type de batterie à employer, (on ne verra ici que les batteries au plomb)
 - Performance à mettre en place - Rendement énergétique
 - Coût (facteur primordial: investissement, coût de possession)
 - Rétention de charge (stockage saisonnier/journalier?)
 - Besoins en maintenance
 - Adaptation à des conditions variées (charge aléatoire, températures variables ...)
 - Sécurité
 - Recyclage

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les Batteries

- Caractéristiques des batteries au plomb
 - La tension (Volt)
 - la tension élémentaire est de 2V
 - une batterie est un ensemble d'éléments montés en série
 - Ex. : Batterie de 6V, 12V, 24V,....240V
 - Les batteries fixent la tension de fonctionnement du système
 - La capacité (Ampère-heure)
 - capacité = le nombre d'Ah restitués par une batterie pour un régime de décharge donné (la quantité de courant qu'elle peut fournir). Plus le courant de décharge augmente plus faible est la capacité.
 - Ex. : une même batterie restituera 90 Ah en 10 h (C10) et 105 Ah en 100 h (C100)
 - La densité ou masse volumique de l'électrolyte (g/cm³)
 - la valeur nominale est donnée pour une batterie pleinement chargée elle peut varier par exemple de 1,220 à 1,300 g/cm³



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome : Les Batteries

- Choix de la batterie la mieux adaptée :
 - **Au point de vue technique**
 - rendement
 - service-rendu
 - auto-décharge
 - tenue au cyclage
 - maintenance faible
 - **Au point de vue financier**
 - coût total (coût à l'installation + coût des remplacements)
 - nombre de renouvellements dépendants de la technologie
 - droits de douane, taxes locales à l'importation
 - fabrication locale, coût des transports réduits
 - coût de maintenance et d'entretien
 - parité de la monnaie locale
 - coût du recyclage



2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les Batteries

- **Avantages :**

- Batterie démarrage : Bon marché et vendue partout.
- Batterie tubulaire : Entretien moins fréquent que batterie démarrage.
- Batterie AGM (absorbed glass mat) : Supportent des vitesses de charge et de décharge très élevées. Facilement transportable et très peu d'entretien.
- Batterie gélifiée : Bien adaptées pour les décharges profondes. Facilement transportable et très peu d'entretien.

- **Inconvénients :**

- Batterie démarrage : Autodécharge importante (5% par mois à 25°C) et résiste mal aux décharges profondes. Entretien fréquent (contient moins d'électrolyte que batterie tubulaire).
- Batterie tubulaire : Stratification électrolyte (hauteur importante).
- Batterie AGM (absorbed glass mat) : Sensible aux hautes températures car étanche.
- Batterie gélifiée : Ne supportent pas une vitesse de charge et de décharge élevée. Sensible aux hautes températures (étanche).

2. Description d'une installation photovoltaïque autonome :

Les Batteries

- Comparatif Coût / Durée de vie:

Types	Durée de vie à 50% DOD (an)	Nb cycles à 50% DOD	Coût achat (Euro/kWh)	Nb de renouvellements	Coût sur 15 ans € par Wh restitué
Démarrage	2	300	50	6	2
Etanche AGM	5	700	100	3	0,6
Etanche Gélifiée	7	1700	200	2	0,47
Tubulaire	9	2200	150	1	0,14

3. Définition d'une Installation : Principe du dimensionnement

- On peut utiliser pour le calcul :
 - Une feuille Excel
 - Un des différents logiciels existants sur le marché :
<http://www.ines-solaire.org/france/DT1279185878/page/Logiciels.html#solaire>
- Etapes du dimensionnement (processus itératif) :
 - Besoins du client (demande énergétique)
 - Générateur solaire (panneaux)
 - Batteries (stockage ?)
 - Composants (Régulateur, onduleur, câbles)
 - Pertes
 - Recommencer le processus si le coût total est supérieur au budget client

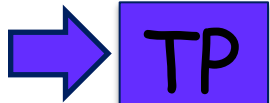
3. Définition d'une Installation

Evaluation du besoin client

Exemple de calcul de la demande énergétique

Désignation	Continu DC / Alternatif AC	Quantité	Puissance nominale (W/h)	Rendement de conversion DC/AC	Durée utilisation (h/jour)	Consommation (Wh/jour)
Ampoules	230VAC	3	5	0,9	1	17
Ordinateur	230VAC	1	100	0,9	2	222
Recharge batteries	230VAC	2	5	0,9	1	11
Réfrigérateur	48VDC	1	100	0,9	24	2667
Pompe solaire	24VDC	1	300	1	1	300
Lampadaire extérieur	24VDC	1	100	1	8	800
Convertisseur 24/48V	24VDC	1	10	0,9	2	22
					Autonomie (j)	3
					Marge (%)	20
					Demande énergétique (kWh/jour)	14,5

- Autonomie : Cas d'utilisation exclusive des batteries (temps couvert)
- Marge : Vétusté des appareils, prévision augmentation des charges, piratage
- Prendre en compte les consommations en veille (notice technique) : 24h/24 !



3. Définition d'une Installation

Exemples de consommation

Appareil	Consommation annuelle KWh/an
Eclairage	
Ampoule Fluocompacte	60
Ampoule incandescence	110
Halogène	600
Electroménager	
Réfrigérateur	300
Réfrigérateur combiné	500
Congélateur	1000
Four	210
Micro onde	220
Plaque électrique	650
Plaque induction	350
Cafetière	30
Bouilloire	70
Lave vaisselle	180
Lave linge	200
Sèche cheveux	8
Fer à repasser	150
Téléviseur LCD	250
Téléviseur cathodique	150
Plasma	500
Ordinateur fixe	120
Ordinateur portable	65
Chauffage	
Chauffage électrique	14000
PAC	7000
Chauffage central	170
Climatisation	
Climatisation	700
Eau chaude sanitaire	
Bain	300
Douche	250
Chauffe eau électrique	entre 400 et 5000

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les panneaux

Pour définir le générateur solaire, il faut :

- Récupérer le besoin validé du client
- Récupérer la valeur max d'irradiation du lieu d'exploitation , fonction de la latitude et longitude (Mengueme : ensoleillement horaire 230 W/m² ou annuel 2000 kWh/m², irradiation 5500 Wh/m².j, dépend de saison) :
 - http://www.soda-is.com/eng/services/services_radiation_free_eng.php
 - <http://www.gaisma.com/en/>
- Déterminer quels seront les appareils de contrôle (MPPT, Onduleur)
- Décider des tensions de production et d'exploitation
- Savoir si le stockage est nécessaire
- Connaître les besoins énergétiques en fonction des courants CC ou CA

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les panneaux

- Calcul de la puissance crête des panneaux photovoltaïques

$$W_{\text{crête}} = E_j / k_1 \times I_r$$

- **Wc** : puissance crête en Watts crête ou kWatts crête
- **Ej** : énergie journalière consommée par jour en Wh ou kWh
 - $E = W \times t / \rho \times \cos \varphi$
 - **W** = puissance de l'appareil
 - **t** = temps d'utilisation en heures
 - **ρ** = rendement de l'appareil en %
 - **cos φ** = cosinus phi de l'appareil
- **K1** : coefficient de pertes des panneaux photovoltaïques
 - **k** = 0,6 en général (bonne connectique - modules propres)
- **Ir** : valeur de l'irradiation solaire au site considéré
 - tables de données météorologiques
 - exprimée en Wh ou kWh/m² j

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les panneaux

1. BESOINS ENERGETIQUES:

DESIGNATION DES RECEPTEURS *	RECEPTEUR CC ou CA	LOCALISATION	Qté	PUISSANCE NOMINALE (W)	UTILISATION QUOTIDIENNE (h/j)	RENDEMENT**	ENERGIE QUOTIDIENNE CONSOMMEE (Wh/j)	INTENSITE EN CC (A)***
Lampe BC 220V	CA	Salle réunion	2	10	3	0,9	66,67	0,93
Lampe BC 220V	CA	Salle de charge	1	10	3	0,9	33,33	0,46
Batteries Téléphone	CA	Salle de charge	5	5	8	0,9	222,22	1,16
Besoins totaux Bj							322	2,55

Tension du système (V)	24
Besoins totaux (Ah)	13,43

* Lister d'abord les récepteurs CC, puis les éventuels récepteurs CA

** Pour les récepteurs CC, prendre la valeur 1.

Pour les récepteurs CA, indiquer le rendement de l'onduleur (choisir une valeur entre 0,70 et 0,90)

*** Intensité CC= Puissance de chaque récepteur/(rendement x U batterie)

2. DIMENSIONNEMENT DU GENERATEUR SOLAIRE PV:

Puissance crête $P_c = B_j / (R_b \times R_i \times E_j)$

R_b : rendement énergétique des batteries (R_b=0,7)

R_i : rendement énergétique du reste de l'installation (température élevée des modules, régulateur de charge...) (R_i=0,85)

E_j : ensoleillement moyen quotidien du mois le plus défavorable dans le plan du panneau (en kWh/m².j)

BESOINS TOTAUX B _j (Wh/j)	R _b	R _i	E _j	PUISSANCE CRETE (Wc)	NOMBRE DE MODULES (Nm)	PUISSANCE UNITAIRE NORMALISEE P _{cu} (Wc)	PUISSANCE CRETE INSTALLEE (Wc)
322	0,7	0,85	4	135	2	85	170

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les batteries

- Le dimensionnement des batteries nécessite d'abord de décider de la durée d'autonomie NJ [jours] désirée, c'est-à-dire le temps durant lequel l'utilisateur pourra être alimenté par la batterie sans recharge
- La capacité nécessaire pour la batterie est alors calculée sur la base des besoins journaliers E_j les plus importants (en Ah).
- Mais une batterie ne doit pas être déchargée au-delà d'une limite de décharge profonde = $K2$.
Ce coefficient est un compromis :
Durée de vie / Décharge / Capacité de la batterie / Coût
 $K2 = 0,20$ à $0,5$

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les batteries

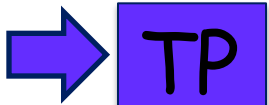
• Calcul de la capacité des batteries

$$C = E_j \times N_j / k_2 \times U_b$$

- C : capacité de la batterie en Ah
- E_j : énergie journalière consommée /jour en Wh ou kWh
- N_j : nombre de jours d'autonomie (1 à 5 jours en général)
- K_2 : coefficient de décharge profonde de la batterie (de 0,2 à 0,5 en général)
- U_b : tension nominale de la batterie en V

- **Recommandation** : la tension de la batterie devra être fonction de la puissance de l'installation

- P watts	0 à 500 W	500 à 2 kW	2 à 10 kW	> 10 kW
- U volts	12	24	48	> 48



3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les batteries

3. DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES:

Capacité nominale des batteries = $(B_j \times Aut) / (DD \times U)$

Aut: Autonomie de stockage désirée en jours, 1 à 8 suivant le nombre de jours consécutifs sans soleil, on retiendra 3 jours pour de petits

systèmes PV dédiés aux besoins domestiques (éclairage, TV, radio, etc)

U: Tension des batteries (généralement 12V ou 24V)

DD: Degré de décharge maximum autorisé, on retiendra généralement 50% à 70% pour les batteries solaires et 30% pour les batteries automobiles.

BESOINS TOTAUX B_j (Wh)	AUT	DD	U	CAPACITE MINIMALE (Ah)	CAPACITE CHOISIE (Ah)
322	3	0,5	24	81	

La capacité choisie doit être supérieure à la capacité nominale et dépend aussi des batteries disponibles sur le marché.

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement Technique

- Dimensionnement technique :
 - C'est un **générateur de courant**
 - choix du régulateur, en fonction de
 - sa gamme admissible de tensions en entrée
 - les tensions possibles de sortie
 - I_{cc} (courant court-circuit) des panneaux PV
 - son rendement
 - sections de conducteurs,
 - Pour éliminer la perte par effet Joule suivre les recommandations données dans les tableaux
 - types de connexions, etc...

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Exemple

4. CHOIX DU REGULATEUR:

Le régulateur doit supporter au moins les intensités suivantes:

Intensité maximale de court circuit générée par les modules PV ($I_{sc} \times N_m$)

Intensité nominale de la totalité des récepteurs CC alimentés par le régulateur

	(A)
2,55	(A)

5. DIMENSIONNEMENT DES CIRCUITS ELECTRIQUES:

La chute de tension maximale admissible entre les batteries et n'importe quelle charge ne doit pas excéder 0,45V (circuit CC)

Chute de tension = $L_c \times R \times I$

L_c : Longueur du câble à deux conducteurs (par exemple entre le régulateur et un récepteur électrique)

I : Intensité nominale circulant dans le câble

SECTION DU CABLE EN mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16
RESISTANCE R (Ohm/Mètre)	0,04	0,0274	0,01642	0,01018	0,00678	0,0039	0,00248

Exemples de calcul:

1. Chute de tension dans un câble de 15 m de long et 2,5 mm², alimentant une lampe de 8 W (12V -0,6 A):

Chute de tension: $15 \times 0,01642 \times 0,6 = 0,15 \text{ V}$

2. Chute de tension dans un câble de 3 m de long et 4 mm², alimentant un onduleur 24 V/220 V consommant 200 W:

Chute de tension: $3 \times 0,01018 \times 200/24 = 0,25 \text{ V}$

6. CALCUL DES RATIOS DE VERIFICATION:

Degré de Décharge Quotidien (DDQ): B_j (Ah/j) / Capacité choisie (Ah)

DD / AUT

#DIV/0!	Doit être toujours inférieur ou égal à DD / AUT
0,17	

Ratio: $(P_{cu} \times N_m \times E_j \times R_i \times R_b) / B_j$

1,26	Doit être toujours supérieur à 1
------	----------------------------------

Ratio: Capacité choisie / I_{cc}

0,00	Doit être toujours compris entre 20 et 40
------	---

3. Définition d'une Installation : Le dimensionnement : Les pertes

- Il ne faut pas oublier les pertes électriques et surtout les **pertes dans les câbles** (par effet Joule).
- Ces pertes électriques peut être estimées à environ **20%** de la production électrique : A prendre en compte dans le dimensionnement des panneaux solaires !

3. Définition d'une Installation : Choix des composants : Généralités

- Compromis Technologie / Cout / Qualité / Puissance
- La qualité doit être le facteur prioritaire afin de mettre en place les éléments nécessaires à la pérennité de l'installation
- Un financement trop bas doit conduire à un report voire un rejet du projet.
- Eléments à choisir : Panneaux, Batteries, Régulateur, Onduleur
Peut -être mené à l'aide de nombreuses bases de données

3. Définition d'une Installation : Choix des composants

- **Panneaux :**
 - Choix de la puissance à installer en fonction des besoins
 - Choix de la puissance en fonction du stockage
 - Technologie des panneaux
 - Nombre de panneaux / Installation
 - Références qualitatives du fournisseur
 - Coût
- **Stockage**
 - Technologie adaptée au solaire
 - Capacité
 - Durée de vie
 - Coût
 - Maintenance

3. Définition d'une Installation : Choix des composants

- Régulateur :
 - Choix en fonction tension d'entrée (PV)
 - Choix en fonction tension de sortie (Batterie)
 - Intensité ou Puissance admise
 - Mode de gestion (MPPT)
 - Références qualitatives du fournisseur
 - Coût
- Onduleur
 - Nécessité de fournir du CA
 - Puissance totale à fournir aux récepteurs (+ marge 20%)
 - Rendement
 - Références qualitatives du fournisseur
 - Coût
- Convertisseur (diminue tension pour certains récepteurs)



4. Réalisation d'une installation: Introduction

- Introduction :

- Ce chapitre donne la description du processus général à suivre lors d'une installation de panneaux photovoltaïques.

- Il souligne aussi par des avertissements :

- les règles
 - les bonnes pratiques

4. Réalisation d'une installation: Les phases

1. La réception du matériel

a. Le contrôle du contenu

1. Vérification de la présence des documents de référence définissant l'installation

- Plan général de l'installation + doc de montage
- Schéma de principe du générateur
- Schéma électrique du tableau de commande
- Schémas de câblage

2. Vérification de la présence de tous les composants

3. Signalement des manquants, des matériels détériorés, etc.

c. Les tests de premier niveau

1. vérifier que les composants sont en état de marche

2. Signaler les avaries

d. Stocker et protéger l'ensemble du matériel reçu

4. Réalisation d'une installation: Les phases

2. Les préparatifs au montage

- a. Lire le document de montage du générateur et en respecter l'ordre chronologique
- b. Vérifier la disponibilité de l'emplacement prévu
- c. Communiquer avec le "client"

3. Montage des panneaux

- a. Châssis
- b. Panneaux
- c. Câblage
- d. Coffret de jonction

4. Réalisation d'une installation: Les phases

4. Montage du panneau de commande

- a. Lire le schéma de câblage
- b. Vérifier la liste des composants
- c. Avoir outillage + composants de câblage
- d. Positionnement du panneau de Cde
- e. Montage et câblage
- f. Tests électriques

5. Installation du banc de batteries

- a. Contrôle et mise en sécurité
- b. Remplissage de l'électrolyte
- c. Installation du banc
- d. Première charge

4. Réalisation d'une installation: Les phases

6. Connexion des éléments

- a. Suivre impérativement les recommandations
- b. Ordre de connexion
- c. Démarrer les composants pas à pas
- d. Tests unitaires

7. Tests

- a. Observations visuelles
- b. Mesure en marche à vide
- c. Mesure en charge

8. Livraison

- a. Effectuer les tests de recette en présence du client
- b. Fournir les documents décrivant l'installation
- c. Lister et faire agréer le « reste à faire »

4. Montage des panneaux solaires

L'emplacement des composants du système étant défini, procéder à l'installation de chacun :

Panneaux Solaires :

- Exposition suivant indication du le cahier des charges
- Vérifier qu'il n'y a pas d'obstacle entre capteurs et soleil
- Eviter les prises aux vents violents, les accès aux enfants et animaux, les chutes d'objets et dépôts de poussières, grêle ...
- Les panneaux seront installés suivant cahier des charges.
Ils peuvent être installés de trois façons différentes:
 - Au sol, sur châssis livrés avec le matériel solaire.
 - Au sol, sur châssis à réaliser sur place
 - Intégrés ou fixés sur le toit du bâtiment

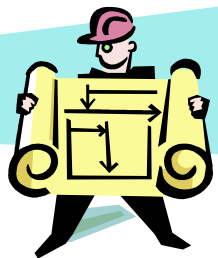
4. Montage des panneaux solaires

- **Panneaux Solaires (suite) :**
 - Une attention sera portée sur les fixations, prenant en compte conditions climatiques, d'éventuels vandalismes et vols.
 - Faciliter, aux personnes autorisées, l'accès pour le nettoyage et la maintenance réguliers.
 - Vérifier les Polarité et la Tension dans la boîte de jonction.
 - Brancher les câbles en prévoyant l'étanchéité boîte de jonction/câbles **(Ne pas relier au régulateur à cette étape !)**
 - Protéger les câbles du soleil et d'agression mécanique (gaines, cachés, enterrés...).

4. Montage du panneau de commande

Pré-requis

- Pré-requis :



- Le schéma de câblage ou, a minima le schéma fonctionnel, est **requis** pour cette phase.



- A l'aide du schéma ou du document décrivant le panneau de commande, s'assurer que l'on a tous les éléments constituant ce panneau

- S'assurer d'avoir l'outillage et le matériel pour connecter les composants



- **Recommandation** : ce panneau doit être protégé; il serait souhaitable de le placer dans un coffret

4. Montage du panneau de commande Installation

- Positionnement du panneau :



- Le panneau de commande doit être installé solidement dans un endroit facilement accessible, protégé de la chaleur et des intempéries et de toute action « nuisible »
- Il ne doit pas être trop éloigné du banc de batteries (< 10m)
- Pour les mêmes raisons de perte, il ne doit pas être non plus éloigné des panneaux PV
- Ce panneau ne doit en aucun cas se trouver dans le local batterie

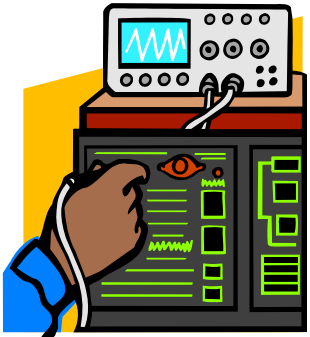


Montage et câblage :

- Utiliser le schéma pour positionner les composants
- Les câbler en prenant soin de repérer les fils

4. Montage du panneau de commande Tests

- Effectuer les tests électriques du panneau :
 - **Rien** ne doit être encore connecté au panneau de commande, ni batterie, ni panneau PV, pour effectuer ces tests
 - Vérifier le câblage sur l'absence de court circuit à l'aide d'un ohmmètre.
 - Connecter une source **connue** d'électricité, la possession d'un générateur de tension/courant est un plus pour effectuer cette phase.
 - Vérifier les circuits, circuit après circuit, en s'aidant des disjoncteurs et coupe-circuits du schéma de l'installation et de tout instrument de mesure approprié.



4. Installation des batteries ! Attention, danger !



L'acide pour les batterie est extrêmement dangereux : brûlures, corrosion, lésion ...



Une batterie remplie d'acide présente des risques électriques



Risque d'explosion : les bornes d'une batterie sont toujours sous tension :
Ne **JAMAIS** poser d'outils sur une batterie

4. Installation des batteries Précautions à prendre



Quelques règles de sécurité à suivre :

Ne jamais fumer à proximité des batteries.



Lors de la manipulation des batteries, porter gants et lunettes de protection.



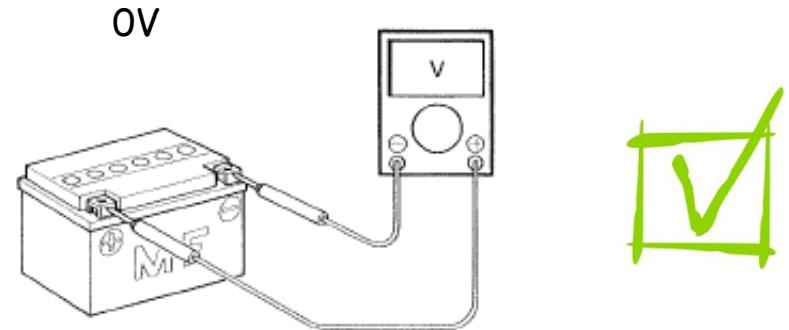
Lors de l'installation des batteries, travailler dans un environnement propre et ventilé.



Laver ou rincer à l'eau claire les éventuelles projections d'acide dans les yeux et sur la peau, puis consulter un médecin.

4. Installation des batteries Contrôle et mise en sécurité

- Mesurer la tension de la batterie. Elle doit être nulle si vide d'électrolyte et non chargée



- Mesurer la densité de l'électrolyte (à l'aide d'un densimètre). Elle doit être conforme à celle indiquée sur la documentation de la batterie.



- Nettoyer le dessus de la batterie.



4. Installation des batteries

Installation du banc

- Règles :

- Ne pas placer la batterie directement sur le sol, préférer un coffre à batterie
- Positionner les batteries afin de voir le niveau mini sur les dernières rangées
- Disposez les batteries dans un local
 - Fermé pour éviter le vol,
 - Ventilé
 - Protégé des fortes chaleurs
- Effectuer les raccords série/parallèle tels que mentionnés dans la documentation de l'installation.
- Installer une protection par fusible au milieu de chaque ligne série de batteries

4. Installation des batteries Installation du banc

- **Recommandations :**

- **Réalisation du coffre à batterie**

- Idéalement en plastique, ou en bois.
- Ventilé
- Permettant le stockage d'eau distillée à proximité

- Placer les batteries de façons à faciliter leur raccordement (entre elles et vers le régulateur).

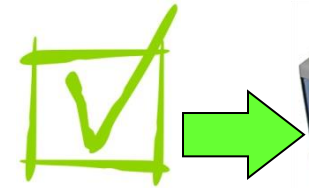


4. Installation des batteries Remplissage de l'électrolyte

!! Etape non applicable aux batteries fermées !!

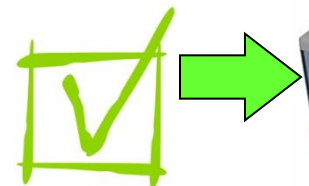
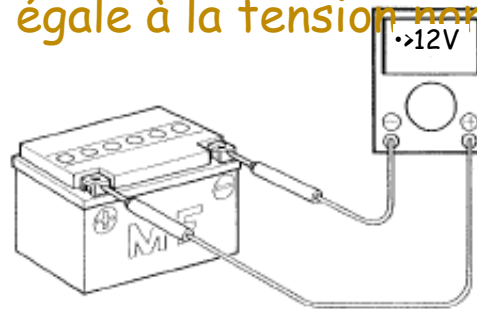
• Élément par élément, remplir la batterie avec l'électrolyte :

- Jusqu'au niveau minimal indiqué sur la batterie
- Utiliser le système de remplissage fourni, à défaut un entonnoir.



• Laisser l'électrolyte au repos pendant 20 à 30 minutes :

- Mesurer à nouveau la tension de la batterie : elle doit être supérieure ou égale à la tension nominale.



- Compléter le niveau d'électrolyte dans chaque compartiment jusqu'au niveau max

• Replacer les bouchons et nettoyer le dessus de la batterie

4. Installation des batteries Première charge

- Cas idéal :

- On dispose de matériel électrique performant
 - Source de courant ou alimentation stabilisée

- Le processus à suivre pour la première charge est explicité sur la notice de la batterie

- Souvent, charge à tension constante à $2.4 \times \text{NbElements}$ pendant 48 à 72h.



• 2 à 3 jours



4. Installation des batteries Première charge



• 1 à 2 semaines



- Cas commun : on dispose du générateur solaire uniquement
 - On utilise les panneaux + le régulateur pour charger
 - Laisser l'installation sans connecter les récepteurs pendant 1 à 2 semaines.
 - La première charge est terminée lorsque la densité de l'électrolyte ne varie plus pendant 3 relevés horaires consécutifs.

4. Installation des batteries Mesurer la densité de l'électrolyte

- Utiliser un équipement appelé densimètre / hydrometer.



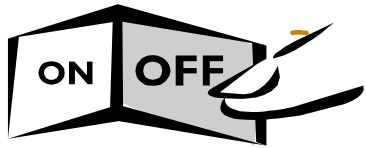
- Les densités de référence sont données à une température de 25°C de l'acide. Des adaptations doivent être faites si la température est différente de 25°C

à 15°	à 25°	à 45°
1.206	1.20	1.187
1.248	1.241	1.226
1.27	1.263	1.247

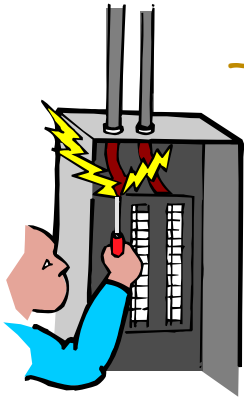
- Penser à remettre l'acide qui a servi pour la mesure dans le bac de la batterie après la mesure.

4. Connexion des éléments Pré-requis

- Suivre impérativement les recommandations suivantes



- L'ensemble des disjoncteurs, interrupteurs et coupe-circuits du panneau de commande sont sur **0** ou **OFF**



- Les courants et tension représentent un réel danger même si ce sont des courants continus. De ce fait, les outils isolés, les gants et les précautions d'usage pour travailler en présence du courant sont **requis**.

4. Connexion des éléments

Connexion

- **Ordre de connexion**
 - Il faut **toujours** connecter les **batteries** en premier sur le panneau de commande même si les protections sont ouvertes
 - Connecter ensuite les **panneaux PV**
 - Enfin, les récepteurs sont reliés au bornier du panneau de commande
 - Mesurer sur le bornier les valeurs des tensions batterie et PV; elles doivent se trouver au nominal de ce qui est donné dans la documentation d'installation.
 - **@cablage : coffret de connexion verif .des voltage**

4. Connexion des éléments

Démarrage

- Démarrage des éléments
 - Le premier à être mis sous tension est le régulateur
 - Fermer le disjoncteur ou ce qui sert de protection à l'arrivée du courant en provenance des batteries
 - Mettre sous tension le régulateur
 - Si celui-ci possède un afficheur, lire les indications / mesures données
 - Laisser se stabiliser le système qui s'initie
 - Fermer le disjoncteur ou ce qui sert de protection à l'arrivée du courant en provenance des panneaux PV.
 - Lire les indications sur l'afficheur du régulateur

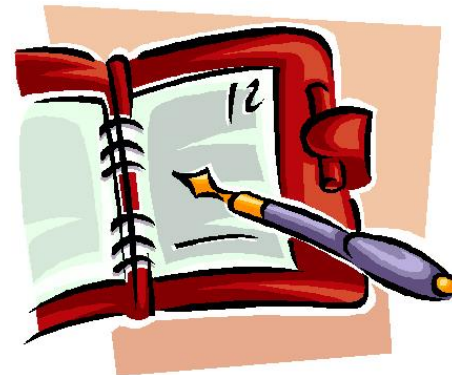
4. Connexion des éléments

Démarrage

- Démarrage des éléments
 - Le second à être mis sous tension (si l'installation en possède un) est l'onduleur
 - Mettre sous tension l'onduleur
 - Si celui-ci possède un afficheur, lire les indications / mesures données
 - Laisser se stabiliser le système qui s'initie
 - Mesurer la tension fournie par l'onduleur sur le bornier
 - La protection reliant les récepteurs au panneau de commande peut-être mis maintenant sur On à condition toutefois que les récepteurs soient sur OFF
 - Mettre sous tension un à un les récepteurs et vérifier que le fonctionnement est nominal.

4. Connexion des éléments Tests de validation

- Les tests de validations sont à réaliser avant la livraison du générateur solaire au client.
- Il faut consigner les résultats dans le cahier de maintenance : les tests de validation en sont la première entrée.
- Des fiches de maintenance seront fournies comme exemples



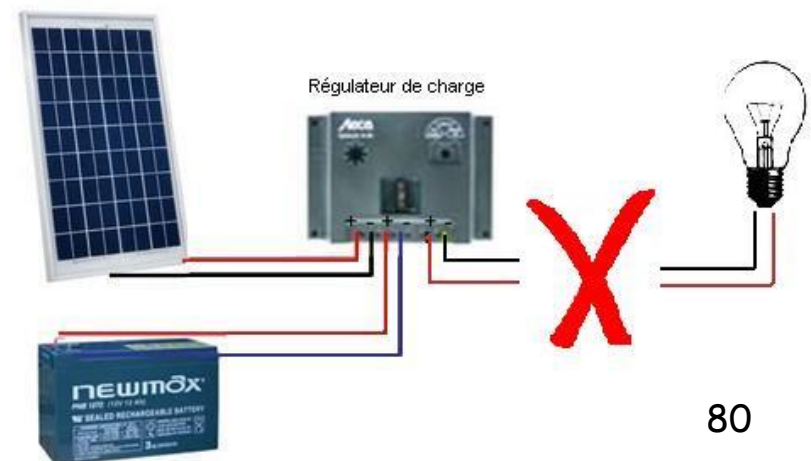
4. Connexion des éléments

Tests de validation

- 1ère étape : Tests visuels
 - Intégrité et propreté des panneaux solaires
 - Vérification et propreté du câblage (pas de câbles dénudés, robustesse des connexions)
 - Intégrité des structures métalliques
 - Propreté + graissage des cosses des batteries
 - Niveau et densité de l'électrolyte.
 - Fonctionnement de la protection différentielle.

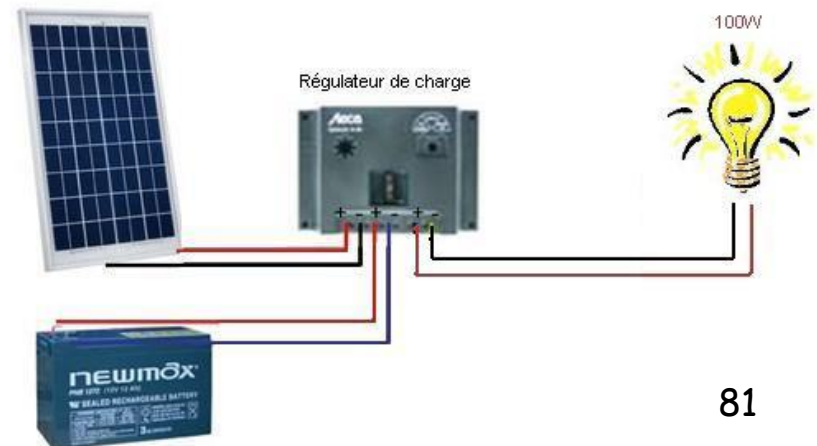
4. Connexion des éléments Tests de validation

- 2ème étape : Tests en marche à vide (le circuit récepteur est déconnecté, le circuit de production est opérationnel)
 - Tension et courant de court-circuit de chaque panneau
 - Tension de chaque batterie
 - Tension d'entrée et de sortie du régulateur
 - Tension réseau
 - Intensité à vide



4. Connexion des éléments Tests de validation

- 3ème étape : Tests en charge mini (1 lampe de 100W est connectée au circuit récepteur, le circuit de production est opérationnel)
 - Tension / Intensité de chaque panneau
 - Tension aux bornes de chaque diode
 - Tension aux bornes de chaque batterie et intensité totale du banc
 - Tension / Intensité d'entrée et de sortie du régulateur
 - Tension / Intensité réseau



4. Connexion des éléments Tests de validation

- 4ème étape : Tests en charge nominale (le circuit récepteur est connecté, le circuit de production est opérationnel)
 - Tension aux bornes de chaque batterie
 - Tension d'entrée et de sortie du régulateur
 - Tension réseau
 - Intensité en entrée et en sortie du régulateur
 - Intensité réseau
- Le test en charge nominale est à effectuer **toutes les heures pendant une journée complète.**



4. Connexion des éléments

Tests de validation

- Vérifier que les mesures de chaque composant signifient un bon état de marche de ceux-ci
- Vérifier que tous les résultats sont conformes au cahier des charges client
- Eventuellement envoyer les résultats des tests au bureau d'étude en charge de la conception pour vérification.



4. Livraison

- Effectuer la **mise en service** de l'installation en présence du client (de jour et par temps ensoleillé)
- Vérifier son bon **fonctionnement** (Charge des batteries, fonctionnement des consommateurs)
- Fournir la **documentation** au client :
 - Les notices constructeurs des différents éléments
 - Le mode d'emploi pour le pilotage de l'installation
 - Les fiches mémo pour la maintenance :
 - Nettoyage (ex: Panneaux)
 - Entretien (ex: Vérification niveaux électrolyte batteries)
 - Réparation/Remplacement (ex: Batteries)
 - Règles de sécurité

4. Livraison

- Rappeler les principales règles à suivre :
 - Pilotage et règles de sécurité
 - Maintenance -> Augmente la durée de vie de l'installation

5. Maintenance

Tout ce que vous devez savoir afin d'assurer une durée de vie optimale à votre installation PV

1. Recommandations générales

2. Le contenu de la maintenance de votre installation suivant :

- Une fréquence d'intervention selon le type
 - Entretien courant
 - Contrôle de l'évolution des valeurs spécifiques à votre installation
 - Dépannage
- Un niveau technique d'intervention
 - Intervention de premier niveau : La personne en charge du site
 - Maintenance technique : Peut-être de fourniture externe au site

3. Quel matériel pour assurer la maintenance?

5. Maintenance

Recommandations générales

- La durée de vie de votre installation est étroitement liée à son utilisation et à son entretien ...
 - **Toute dérive dans l'utilisation :**
 - Accroissement incontrôlé de la charge (nombre de récepteurs, durée d'utilisation charges inductives)
 - Modification des éléments touchant la sécurité (redimensionnement, shunt, fusible, etc)
 - Modification de l'environnement immédiat de l'installation
 - Orientation des panneaux PV modifiée
 - **Toute absence d'entretien :**
 - Pas de suivi, ni nettoyage, ni d'alerte sur l'état des éléments
 - Niveau de l'électrolyte des batteries non vérifié
 - Défaillance de l'état des protections contre la pluie, la chaleur, ... conduiront invariablement à une réduction de l'efficacité de l'installation PV voire à son arrêt

5. Maintenance

La fréquence

- Elle est définie selon le type ou le niveau de l'action à effectuer
 - Une fréquence d'intervention
 - pour l'entretien courant, une fréquence hebdomadaire est préconisée cependant elle reste fonction :
 - d'événements climatiques : pluies, sable, vent violent, chaleur, etc.
 - de modifications de l'environnement : végétation luxuriante, insectes, oiseaux colonisateurs, etc.
 - de spécificités notées sur les appareils
 - Pour le contrôle des valeurs spécifiques à votre installation, une fréquence semestrielle est préconisée cependant elle reste fonction :
 - de la dégradation des performances de votre installation
 - du contrat d'entretien conclu avec la société de maintenance
 - Pour le dépannage la fréquence est naturellement assujettie au besoin
 - Noter les mesures effectuées sur des fiches pour le suivi des opérations de maintenance

5. Maintenance

Le petit entretien

- Les modules solaires
 - Vérifier l'absence d'ombre portée (nouveau bâtiment, arbre ayant poussé, etc.). Elaguer et défricher si nécessaire.
 - Enlever éventuellement les nids d'oiseaux ou les insectes
 - Vérifier la fixation des modules (serrage).
 - Nettoyer avec une éponge et de l'eau claire la face avant des modules, tôt le matin ou tard le soir : ***pas de savon, ni de détergent, ni d'objet métallique.*** Sécher avec un chiffon doux sans bouton ni épingle qui pourraient rayer le verre.
 - **Attention : A chaque coup de vent de sable, nettoyer les modules tous les jours.**
- Les batteries
 - Effectuer un contrôle visuel des bornes et des connexions. Nettoyer les bacs et les couvercles avec une balayette **non métallique.**

5. Maintenance

Le petit entretien

- Les batteries
 - **Si nécessaire**, après avoir débranché les modules, débrancher les batteries et nettoyer les bornes avec du papier de verre, graisser les bornes avec de la graisse neutre (vaseline) pour éviter la corrosion, reconnecter les batteries **puis** les modules photovoltaïques en respectant les polarités.
 - Les batteries « étanche » ou « à gel » ne nécessite à priori aucun entretien.
 - Vérifier le serrage des connexions.
- Le régulateur et le convertisseur
 - A priori, aucun entretien particulier (Vérifier la fixation du boîtier et l'état des câbles, le serrages des connexions et nettoyer le coffret avec un chiffon sec pour assurer une bonne aération).

5. Maintenance

Les outils

Le matériel indispensable ou conseillé pour la maintenance de l'installation PV

- Gants, lunettes de protection
- Multimètre multifonction
 - avec piles et fusibles de rechange
- Pince ampérométrique à effet Hall
 - mesure des courants continus ou alternatifs avec piles et fusibles de rechange
- Densimètre
- Niveau à bulle
- Eau distillée,
- Chiffons,
- Ruban isolant (Chatterton)
- Entonnoir, bassine et gobelet
- Fer à souder 30W/12V,
- Perceuse chargée
- Lampe de poche
- Tissu noir ou bâche
 - pour occulter l'irradiation des panneaux
- Echelle
- Bicarbonate de soude (pour nettoyer les traces d'acide)
- Outils standards
 - pince coupante, à dénuder, équerre, tournevis, clef à molette, couteau, marteau, pince universelle, mètre, marqueur indélébile, calelette, brosse métallique ou papier de verre)
- Fusibles, ampoules, interrupteurs, câbles, vaseline
- Documents techniques sur chaque composants de l'installation feuille de dimensionnement

6. Retour d'expérience

- Le retour d'expérience donne des éléments réels et donc indispensables à l'optimisation des projets.
- Ce que nous apporte cette expérience peut être classée selon les aspects suivants :
 - Socio culturel
 - Contraintes techniques
 - Dimensionnement
 - Performance du système / consommation locale

6. Retour d'expérience

Aspect socio-culturel

- Toutes les cultures ont leurs propres façons de faire et il faut impérativement prendre en compte cette dimension.
- Quels points à prendre en compte?
 - Origine de la demande
 - Village, institution territoriale
 - Privé
 - Association
 - Provenance du financement
 - Réponse au besoin : ni plus, ni moins
 - Exhaustivité de la procédure d'analyse
 - Partage des informations entre projets
 - Sécurité des installations

6. Retour d'expérience

Contraintes Techniques

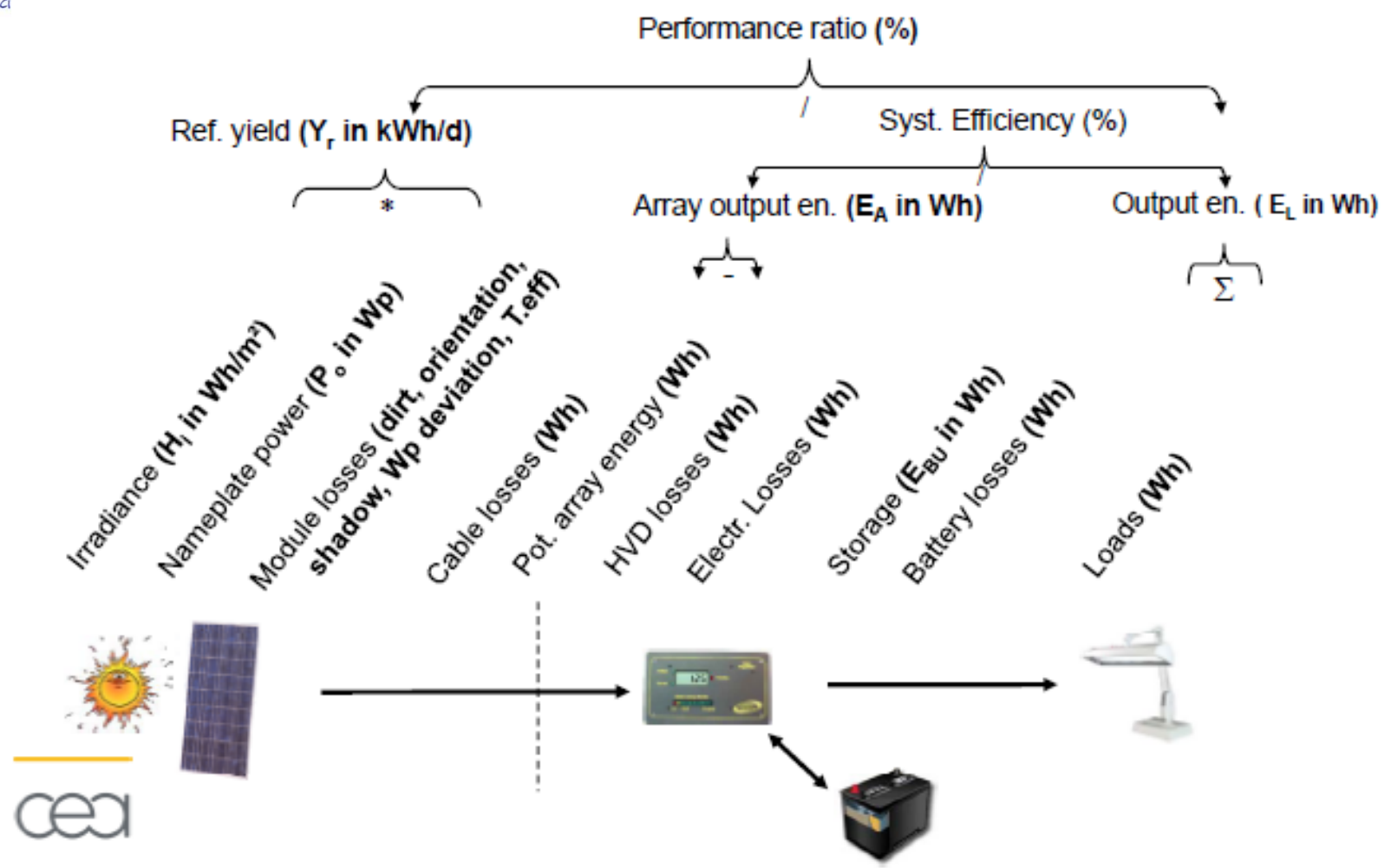
- Qualité des composants : un compromis dangereux avec le coût de l'installation
- Nouveautés techniques : Etre au courant de ce qui se fait afin de réduire les coûts. Exemple lampe LED
- Prendre en compte la protection locale : exemple parasites
- Gestion des batteries
- Normes de raccordements
- Utilisations non appropriée de l'installation

6. Retour d'expérience Dimensionnement

- En tenant compte du contexte afin de définir correctement
 - La fiabilité
 - La durée de vie
- Evolution naturelle du site (arbres)
- Evolution de la demande dans le temps
- Modification de l'utilisation.
On n'est plus en relation avec le dimensionnement initial.



6. Retour d'expérience Performance



6. Retour d'expérience Performance

- La performance est difficile à apprécier dans le contexte d'utilisation domestique
- Normalement 0.4 à 0.7 grâce à la gestion du stockage
- Le suivi de la performance du site est indispensable :
 - permet de définir et gérer les pertes
 - d'adapter la consommation en volume
 - de répartir la demande d'énergie en fonction

Contrôle des connaissances 1/3

- Questions :
 - Citer les principaux éléments d'une installation photovoltaïque. De quelle façon sont-ils reliés (faire un schéma) ?
 - Définir ce qu'est 1 Watt crête ?
 - Le générateur solaire est-il un générateur de courant ou de tension ?
 - Citer plusieurs paramètres dont va dépendre la puissance électrique fournie (ex: l'ensoleillement).
 - Dans l'hémisphère nord, quelle orientation doit-on donner aux panneaux ?
 - Quel est l'angle d'inclinaison optimale à donner aux panneaux à Mengueme ?
 - Citer les types de régulateur ? A quoi servent-ils ? Sur quels grandeurs liés au système doit-on se baser pour le choisir ?
 - Quelle est la fonction d'un onduleur ?

Contrôle des connaissances 2/3

- Pour quelles raison(s) doit-on utiliser des batteries ? Dans quelle unité se mesure la capacité d'une batterie ?
- Donner les avantages et inconvénients d'une batterie de démarrage ?
- Sachant qu'une ampoule à incandescence consomme 110 kWh/an, quelle est la consommation d'une ampoule à fluorescence ? Quelle sont ses inconvénients ?
- Ayant la valeur de la consommation journalière E_j , du coefficient de perte des panneaux k_1 et de l'irradiation solaire I_r , comment calculer la puissance crête des panneaux W_c ?
- Ayant la valeur de la consommation journalière E_j , du coefficient de décharge profonde k_2 , du nombre de jours d'autonomie N_j et de la tension nominale batterie U_b , comment calculer la capacité batterie totale nécessaire au système ?

Contrôle des connaissances 3/3

- Donner une estimation (en pourcentage) des pertes électriques sur la production totale d'énergie.
- Que doit-on vérifier à propos de l'endroit de l'installation de panneaux PV ? Où doit-on installer les batteries ?
- Énoncer les règles de sécurité lors de la manipulation des batteries.
- Quelles sont les étapes du premier remplissage en électrolyte d'une batterie ?
- Quels sont les moyens pour augmenter la durée de vie d'une installation photovoltaïque ?