




SOLEMS

L'énergie lumière 

**ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
ET SON STOCKAGE**

Technologies, enjeux et applications

ASPROM
OPTÉZ POUR L'INNOVATION

Solutions photovoltaïques autonomes

par Anne LABOURET

SOLEMS S.A.

3 rue Léon Blum F - 91120 PALAISEAU – France - Tél : 33 (0) 1 69 19 43 40 – Fax 33 (0) 1 60 13 37 43 - info@solems.com - www.solems.com

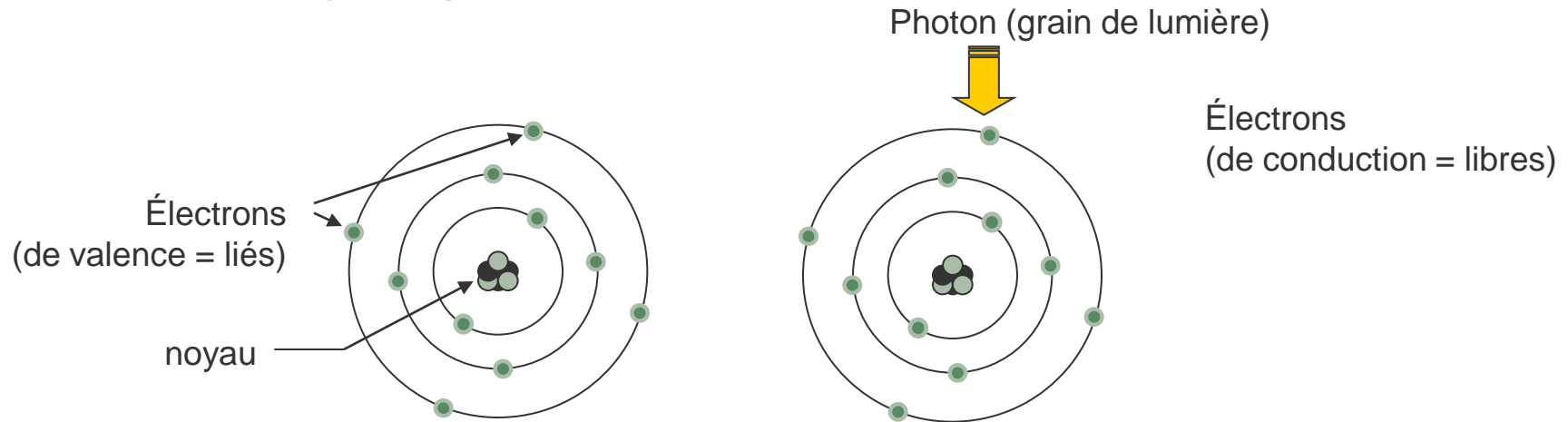
Sommaire

- 1. Conversion photovoltaïque : quelques paramètres importants**
- 2. Générateurs photovoltaïques : configurations & composants**
- 3. Conception d'un système autonome**
- 4. Check-list des pièges et conseils**
- 5. Exemples « indoor » et « outdoor »**

SOLEMS en quelques mots

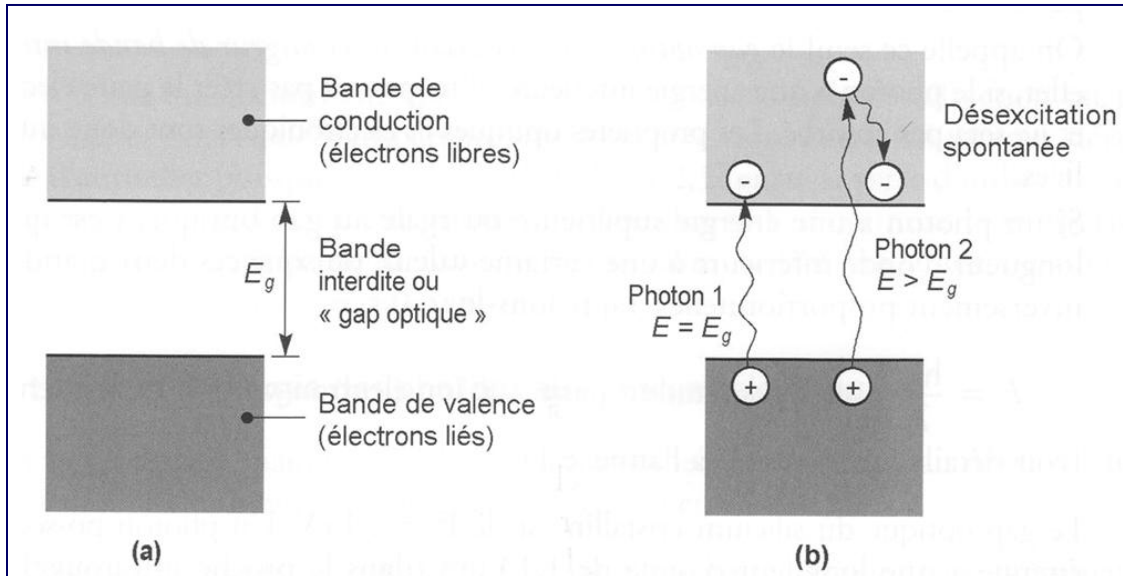
1 – Conversion photovoltaïque : quelques paramètres importants

Le transfert d'énergie des photons aux électrons



- Les photons transmettent leur énergie aux électrons périphériques **de valence** qui s'extraient de l'attraction du noyau pour devenir des électrons **de conduction**, produisant un **photocourant**. Ce phénomène de **photoconductivité** a lieu dans les **matériaux semiconducteurs**.
- Cela se produit uniquement si **le photon a suffisamment d'énergie**, donc une longueur d'onde suffisamment faible puisque $E \text{ (eV)} = 1,24 / \lambda \text{ (}\mu\text{m)}$, ce seuil est le **gap optique** (ou largeur de bande interdite du matériau utilisé)

Le transfert d'énergie (suite)



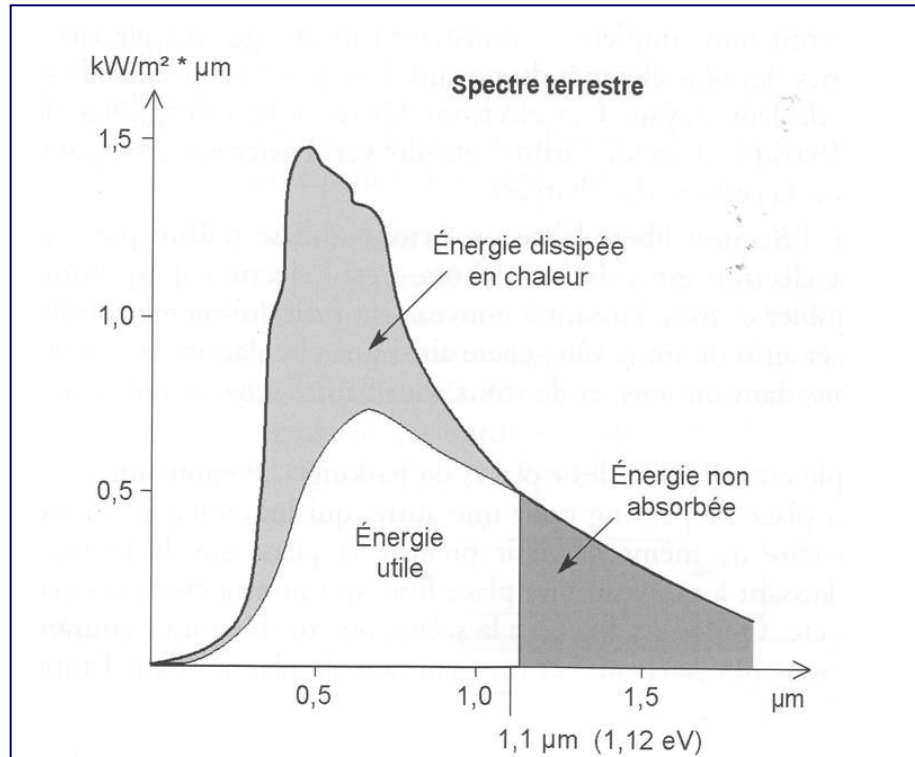
- le **photon 1** qui a exactement l'énergie du gap E_g crée **une paire électron-trou** : un électron dans la bande de conduction, et une charge positive (absence d'électron) dans la bande de valence, un « trou »

- le **photon 2**, lui a plus d'énergie $E > E_g$, mais il ne crée également **qu'une paire électron-trou** : l'excédent d'énergie est **perdue par désexcitation spontanée** (radiation thermique = échauffement)

SEMI-CONDUCTEUR

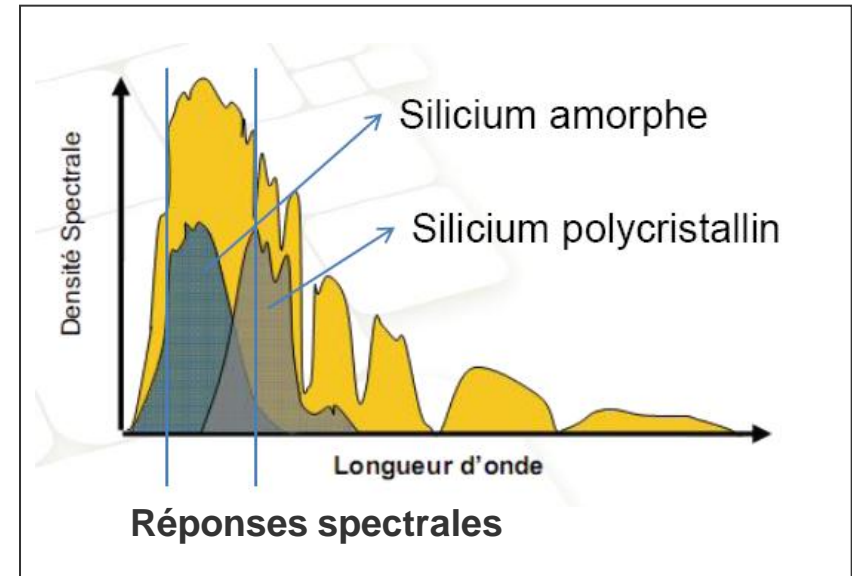
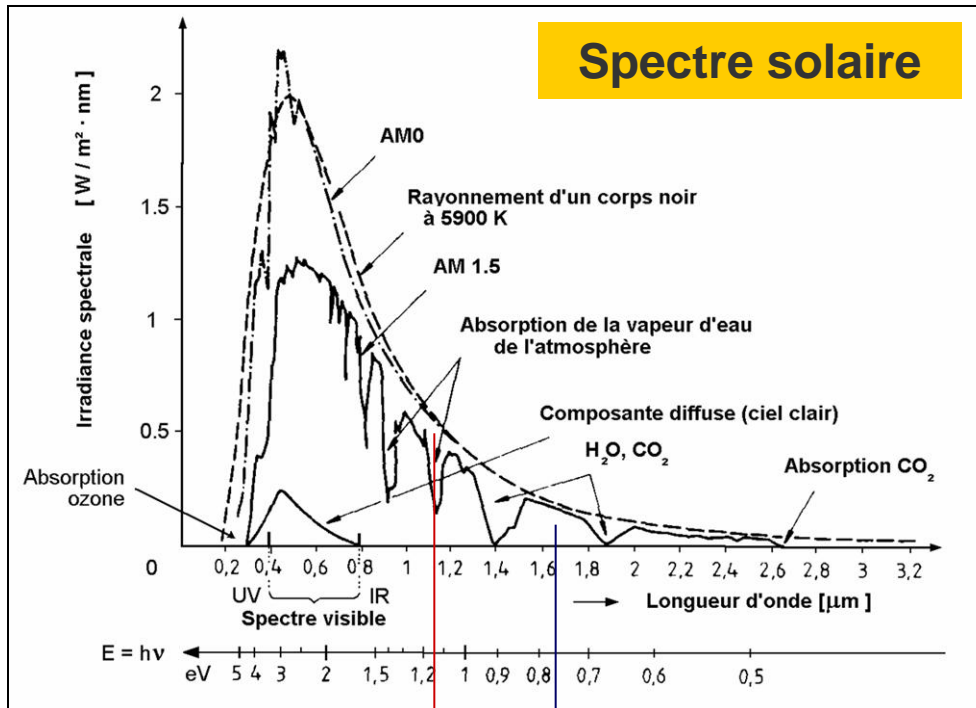
- Les photons d'énergie $E > E_g$ font passer les électrons de la bande de valence à la bande de conduction :
- Chaque photon crée une seule paire électron-trou

Le transfert d'énergie (suite)



Conclusion : l'énergie récupérable est celle représentée en blanc : on ne collecte pas l'intégralité du rayonnement solaire. Limite absolue (avec 1 seul matériau) : 44%.

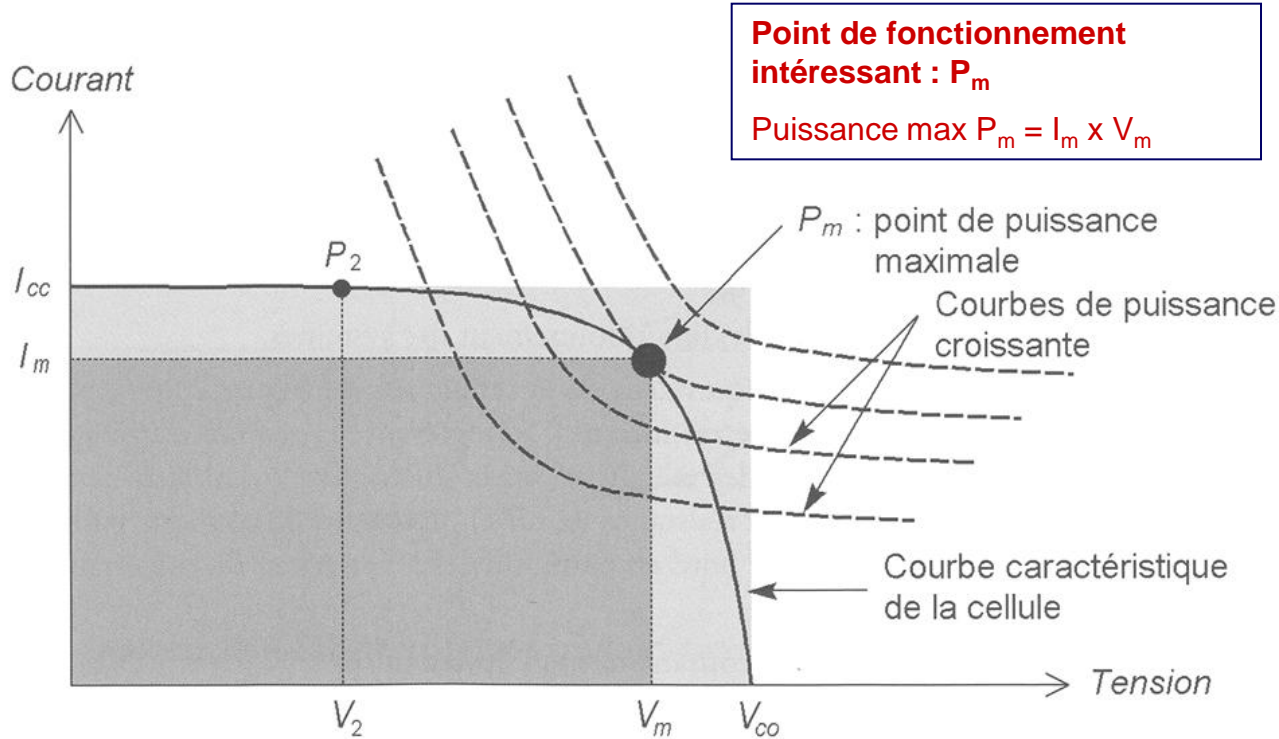
- Cette énergie « utile » se traduit par une réponse spectrale qui dépend de la nature du **matériau photovoltaïque**, de son gap optique E_g surtout, mais aussi de son coefficient d'absorption (λ).



Silicium cristallin $E_g = 1.1$ eV

Silicium amorphe $E_g = 1.77$ eV

La caractéristique courant-tension



**Point de fonctionnement
intéressant : P_m**
Puissance max $P_m = I_m \times V_m$

P_m : point de puissance
maximale

Courbes de puissance
croissante

Courbe caractéristique
de la cellule

Rendement énergétique
 $\eta = P_m / (G \times S)$

Définitions

Puissance « crête » P_c = puissance de la cellule (ou du panneau) **en Watts-crete** :

= Puissance maximale P_m dans les conditions de référence normalisées STC soit « Standard Test Conditions » :

- 1000 W/m²
- Spectre solaire AM1.5
- Température 25°C

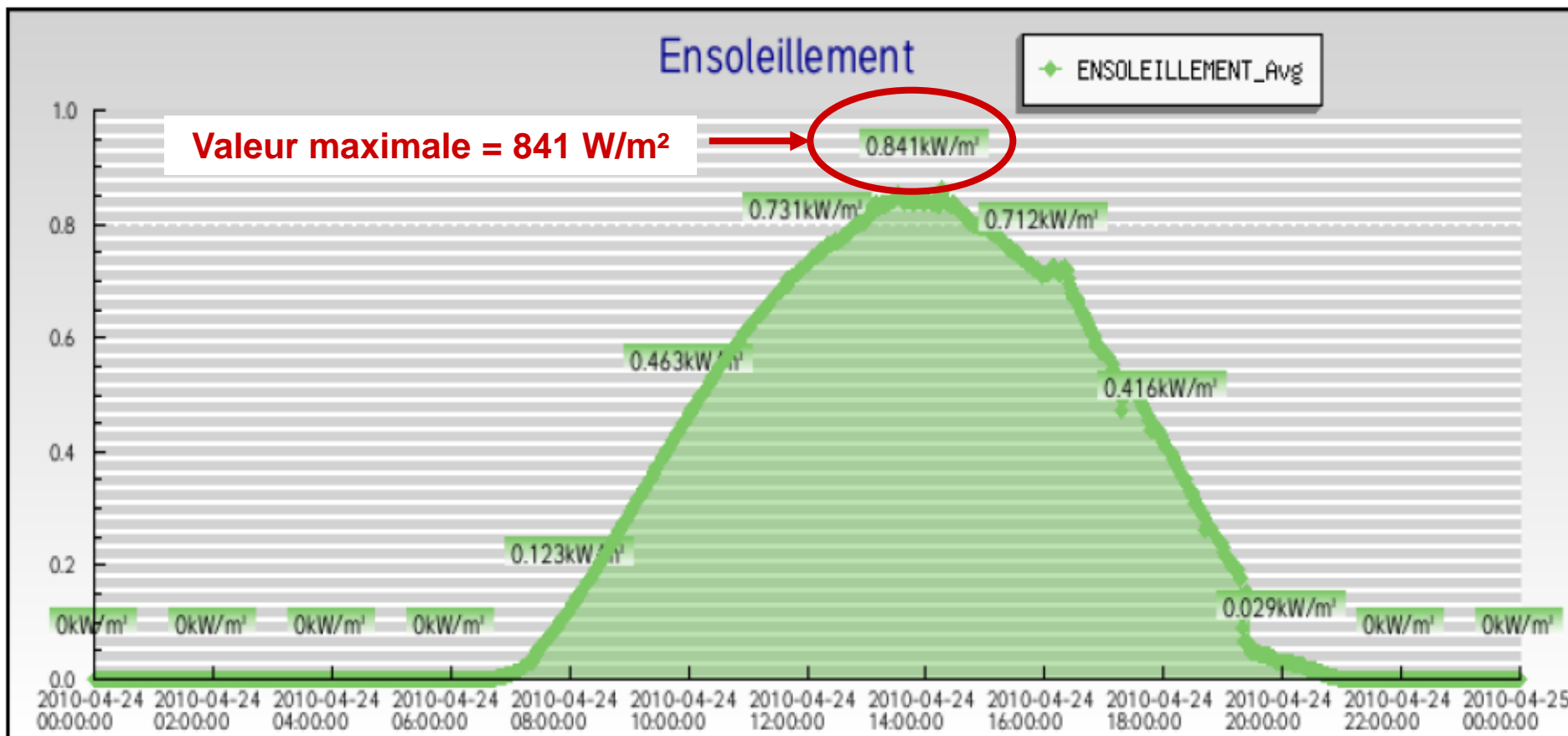
Rendement énergétique STC : $\eta_{stc} = P_c / (G \times S)$

où S est la surface de la cellule en m²
G l'éclairement de 1000W/m²

donc $\eta_{stc} = P_c / (1000 \times S)$ avec P_c en W et S en m²

►► **STC = cette norme est IRREALISTE et TRES INCOMPLETE**
... pourquoi ?

Très belle journée d'avril à OLIVET (45) – à l'inclinaison optimale de 64° - Source : CRESITT Orléans



Ensoleillement du 24 Avril 2010 : 6,65 kWh/m²

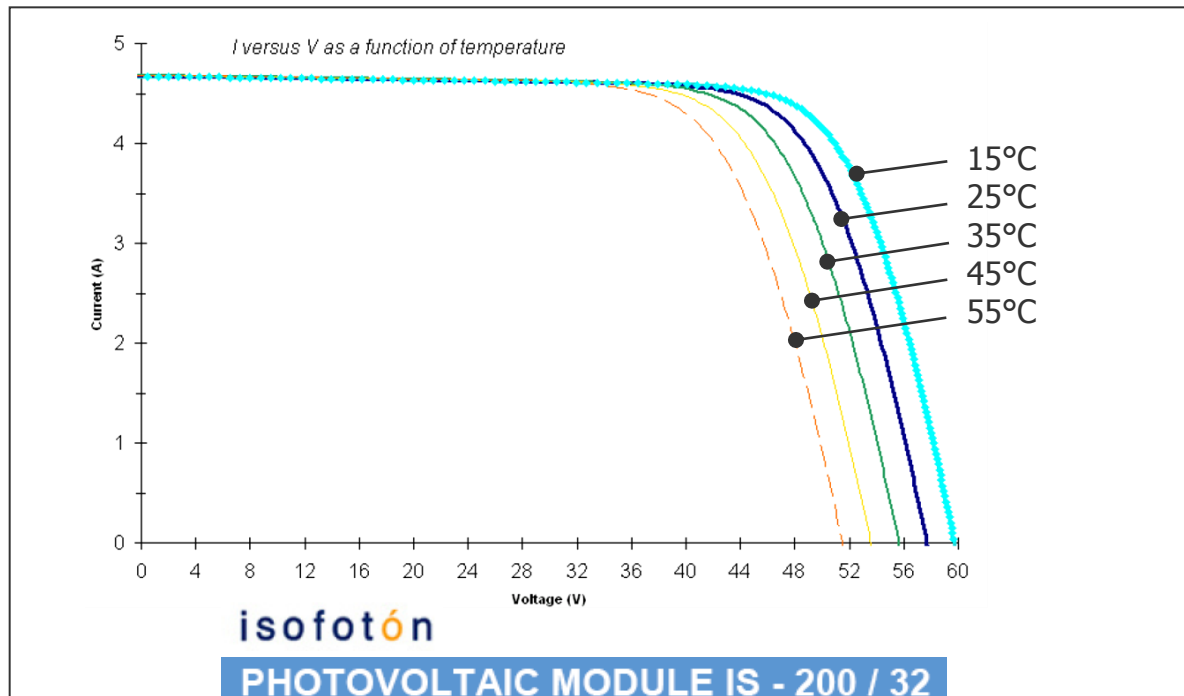
Et la température ?

Un **panneau photovoltaïque** exposé sous un **fort ensoleillement de 1000W/m²** peut-il rester à **25°C** ?
NON = il monte au moins à 60°C.

OR,

la **puissance d'un panneau au silicium cristallin** chute avec la température de **-0.4% /°C**

Ex: 200Wc à 25°C = 184W à 45°C (soit -8%) et 168W à 65°C (-16%).



►► **pour remédier à cette anomalie :**

NOCT « nominal operating cell temperature »

- 800 W/m²
- Spectre AM1.5
- Température ambiante 20°C
- Vent 1m/s

Exemple : **PHOTOVOLTAIC MODULE IS - 200 / 32** **Noct = 47°C**

Les dimensionnements se font généralement à NOCT + 10°C (selon le type d'intégration)

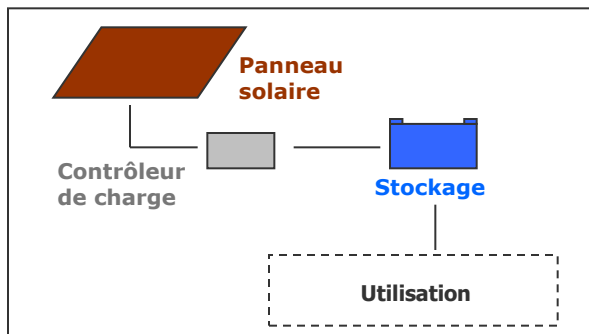
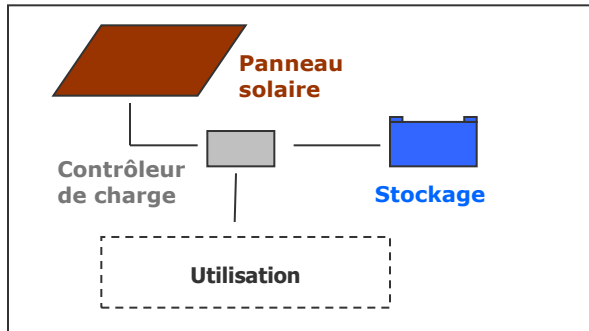
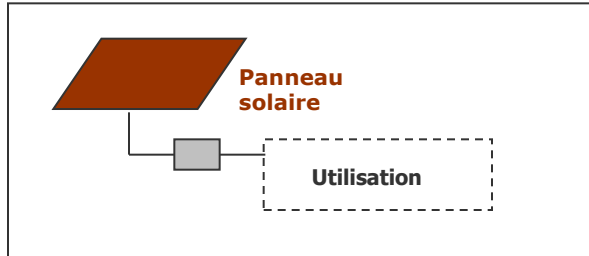
►► **Conclusion : les performances STC ne sont suffisantes pour juger de la qualité du panneau**

Autres paramètres nécessaires :

- **Coefficient de température**
- **Noct**
- **Performances faibles éclaircissement**

2 – Générateurs photovoltaïques configurations & composants

Configurations possibles



○ Alim directe « au fil du soleil »

= sans stockage (ou capa tampon)

- Ex. Pompage, ventilation, calculatrice, utilisation sous lampe torche

○ Alim 24h/24 avec stockage et gestion charge & décharge

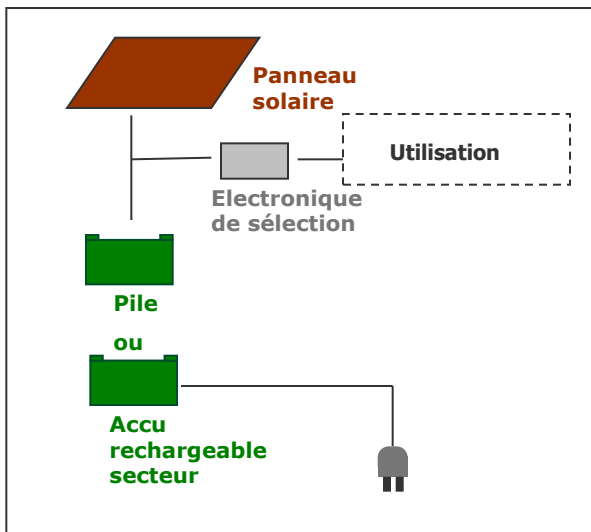
= stockage pour usage dans l'obscurité et par mauvais temps + surveillance rapprochée de l'accu

- Cas le plus général pour un fonctionnement sûr, pour batteries onéreuses et/ou avec risque de déséquilibre énergétique

○ Alim 24h/24 avec stockage et gestion surcharge seule

= stockage pour usage nocturne et mauvais temps avec protection surcharge

- Cas suffisant quand tout est prévisible et/ou sur des fonctions de motorisations (courants de pointe)



○ Alim hybride photovoltaïque + pile ou photovoltaïque + accu rechargeable

= double source d'énergie

Ex. Objet portable pas toujours exposé à la lumière

Technologies des panneaux solaires

Matériaux photovoltaïques disponibles (sur le marché)

Matériaux massifs

Cellules épaisses de 100 – 200 μ m

IV

- Silicium monocristallin
- silicium polycristallin (silicium ruban)
(cellules backcontact)
(cellules HIT)

III-V

- GaAs & InGaAs

Couches minces (sur support)

Cellules de 0.2 – 3 μ m

IV

- silicium amorphe & dérivés : a-Si:H, μ cSi
(amorphe, microcristallin, alliage
(simples et multijonctions);

II-VI

- CdTe
- CdS/CuInSe₂ (filière CIS)

Panneaux au silicium cristallin

- Panneaux de 5 à 300 Wc de 20 x 30 cm à 1.5m²
- Tension standard 12 ou 24V (ou plus pour la connexion réseau)
- Rendement de conversion au soleil de 12 à 20 % (compact)
- Inopérant en éclairagements intérieurs et faibles
- Besoin d'une exposition vers le soleil
- Sensibilité assez forte à la température -0.4% / °C

➤ **Applications**

- ❖ de moyenne et forte puissance en extérieur
- ❖ Avec des ensoleillements moyens ou élevés
- ❖ Peu de place, orientation maîtrisée
- ❖ Ventilation suffisante

- **Prix / marchés** : - PRODUITS disponibles 5 – 350W, dominés par les panneaux pour installations raccordées au réseau > 150Wc (1m²) entre 1.5 et 3 euros/Wc
 - Technologie très automatisée : produits standard
 - 90% du marché : centrales, toits solaires, applications de puissance



Cellules / modules silicium amorphe

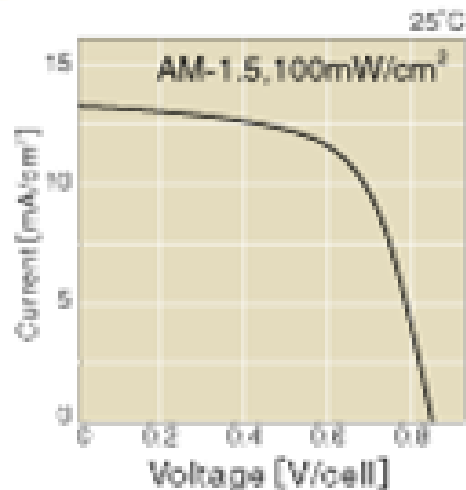
- Panneaux de 0 à 80 Wc de 0 à 1m²
- Tensions multiples / petits composants sur-mesure
- Rendement de conversion au soleil de 6 à 12 % (plus grands)
- Opérationnels en éclairagements intérieurs et faibles
- Collecte bien les rayonnements diffus \Rightarrow Moins besoin d'une exposition vers le soleil
- Sensibilité à la température -0.2% / °C (-8% entre 25 et 65 °C)
- Compatible avec des substrats souples

➤ Applications

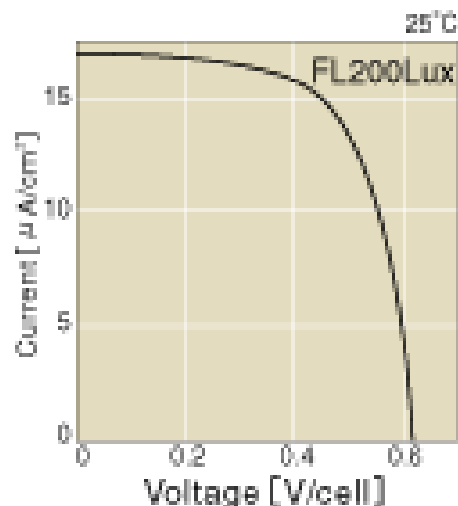
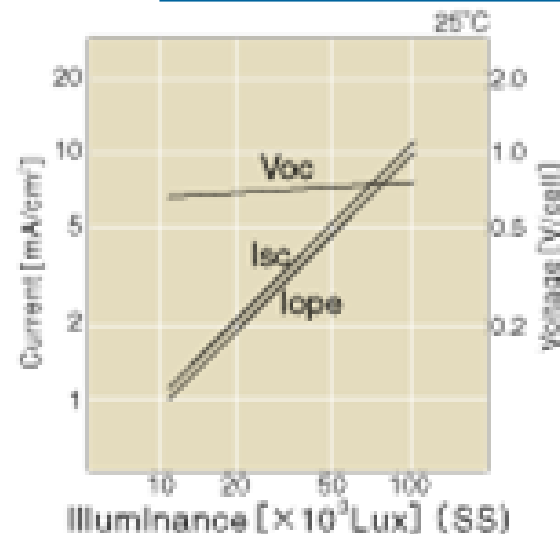
- ❖ de faible et moyenne puissance en extérieur et en intérieur
- ❖ pour les tous petits composants
- ❖ très adaptables en terme de courant / tension
- ❖ peu sensible à l'orientation

- **Prix / marchés** : - Produits très variés, répartis entre applications raccordées au réseau de 90Wc (1m²) à 1 – 2 euros / Wc à des cellules de caulettes, prix « composants ».

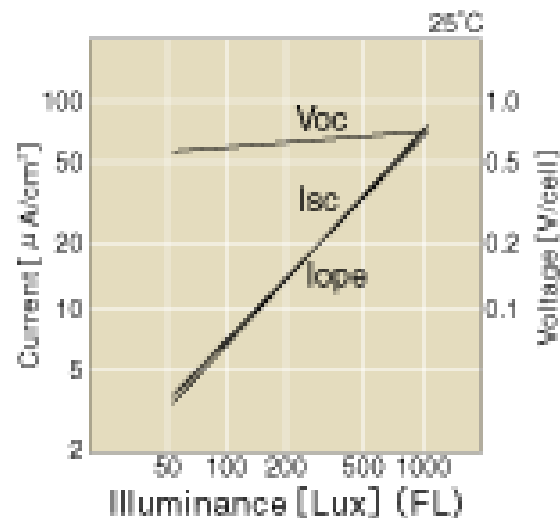




**Slicium
amorphe :
en conditions
STC**



**Slicium
amorphe :
sous faible
éclairage**



Panneaux au CIGS et CdTe

- Puissance de 10 à 150 Wc de 0 à 1m²
- Usines très automatisées orientées bâtiment = produits très standard
- Rendement de conversion au soleil de 8 à 12 % (moyens)
- Opérationnels en éclaircissements forts et moyens
- Sensibilité à la température -0.2 à -0.3% / °C (-8 à -12% entre 25 et 65 °C)
- Compatible avec des substrats souples (solarroof)
- Nettement plus économique en gros volumes
- Esthétiques et discrets (couleur sombre unie)

- ❖ **Applications moyenne et forte puissance en extérieur**
- ❖ **Avec de la place (centrales au sol)**
- ❖ **Contraintes esthétiques fortes**



Technologies du stockage

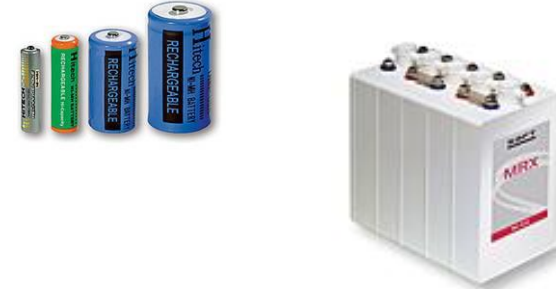
Batteries Plomb

- Batteries ouvertes : ne pas utiliser les batteries de démarrage (automobiles) = autodécharge
 - Batteries ouvertes dites « de traction » ou « solaires » : léger entretien mais robuste et durable
 - Batteries fermées (sans entretien) :
 - ❖ Electrolyte gel : meilleures durées de vie 10 ans à 25°C, bon comportement en temp. ; chères
 - ❖ AGM (électrolyte imprégnée) : durées de vie légèrement inférieures , 5-7 ans, meilleur rapport qualité/prix
 - ❖ CYCLON spiralées – AGM Plomb pur - : durées de vie équivalentes au gel, très bon comportement en temp.
 - Tensions 2, 4, 6, 12V
 - Capacités de 1 à 6000 Ah
 - Bon rendement de charge à C/100, voire C/1000
 - Influence de la température :
 - ❖ Basses températures : baisse de la capacité. Typ. 60% de capacité utile à -20°C
 - ❖ Hautes températures : baisse de la durée de vie : Typ. Durée de vie / 2 tous les 10°C : Gel 5 ans à 35°
- **Idéales pour les solutions de moyenne puissance / économique**
- ❖ **Quand place suffisante**
 - ❖ **Avec ventilation / si possible isolation thermique**



Batteries Ni (NiMH ou NiCd)

- Tension 1.2V nominale 2.4, 3.6, 4.8, 7.2 ...
 - 2 gammes
Bâtons et boutons NiMH : Capacités de 20 à 2000mAh
Batteries de puissance NiCd (SNCF) : qq 10 ou 100Ah
 - Influence de la température :
 - ❖ Basses températures : problème de charge aux températures négatives (souvent éliminatoire pour le photovoltaïque)
 - ❖ Hautes températures : décroissance de la durée de vie
 - Rendement de charge décroissant avec le courant de charge : typiquement 60% à C/100 (selon technologie)
- **Gamme de capacité intéressante pour les petits systèmes**
- **Compromis difficile entre courant de charge et température d'utilisation**
 - ❖ **Extérieur : fort courant, bon rendement mais temp. négatives**
 - ❖ **Intérieur : faibles courants -> faibles rendements de charge**



○ Batteries Li-ion

- Tension 3.6V nominale
- Capacités 0.8 à 3Ah (gamme téléphones et autre appareils portables)
- Très compact / onéreux
- Charge difficile à partir d'un panneau solaire :
 - ❖ Courants très variables
 - ❖ Problème des surtensions qui peut mener à de l'auto inflammation



➤ **Intéressantes pour les solutions très compactes peu sensibles au prix**

- **Moyennant une excellente protection surcharge compensée en température**

○ Supercapacités

- Tension 2.7 ou 5.5 V
- Capacité jusqu'à 100F
- Modèles récents à très faible courant de fuite



➤ **Intéressantes pour les solutions de faible capacité ayant une large plage de tension des fonctions alimentées ($I \Delta t = A.s = C \Delta V$)**

- **Bien protéger aussi contre la surcharge**

Contrôle de charge

= gestion de l'énergie pour augmenter la durée de vie de la batterie

FONCTIONS INDISPENSABLES

- Protection surcharge (indispensable) :
= arrêt de la charge batterie selon tension de coupure max selon technologie :
 - Batterie Plomb : AGM, Gel, batterie ouverte
 - Lithium rechargeable : sécurité indispensable
- Protection décharge (sécurité) : coupure de l'utilisation pour éviter la décharge profonde de la batterie *
-> GRAPHE p. suivante
- Fonction anti-retour nocturne

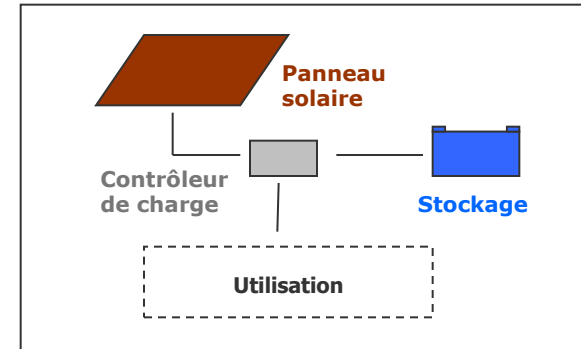
* *Ne doit pas arriver si la conception est bonne, seulement en cas d'incident (panneau endommagé, consommation imprévue)*

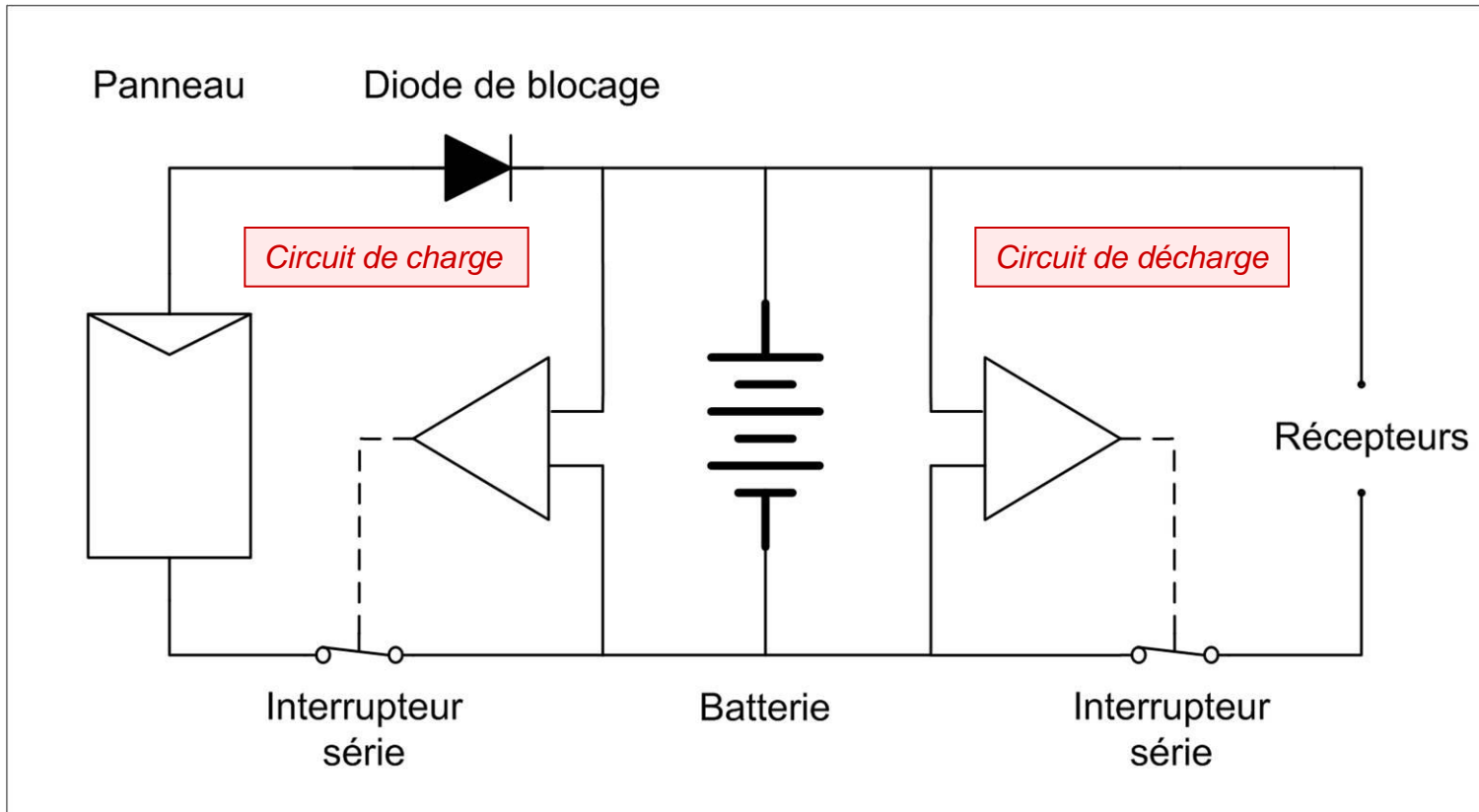
OPTIONS

- Régulation des tensions d'alimentation des circuits
- Suivi du point de puissance max MPPT du panneau
- Mesure (voltage) et suivi des énergies consommée et produites, comptage pour électrification rurale
- Télétransmission (pilotage à distance)

DIMENSIONNEMENT

- Tension, courants d'entrée/sortie, fonctions nécessaires, consommation interne ...

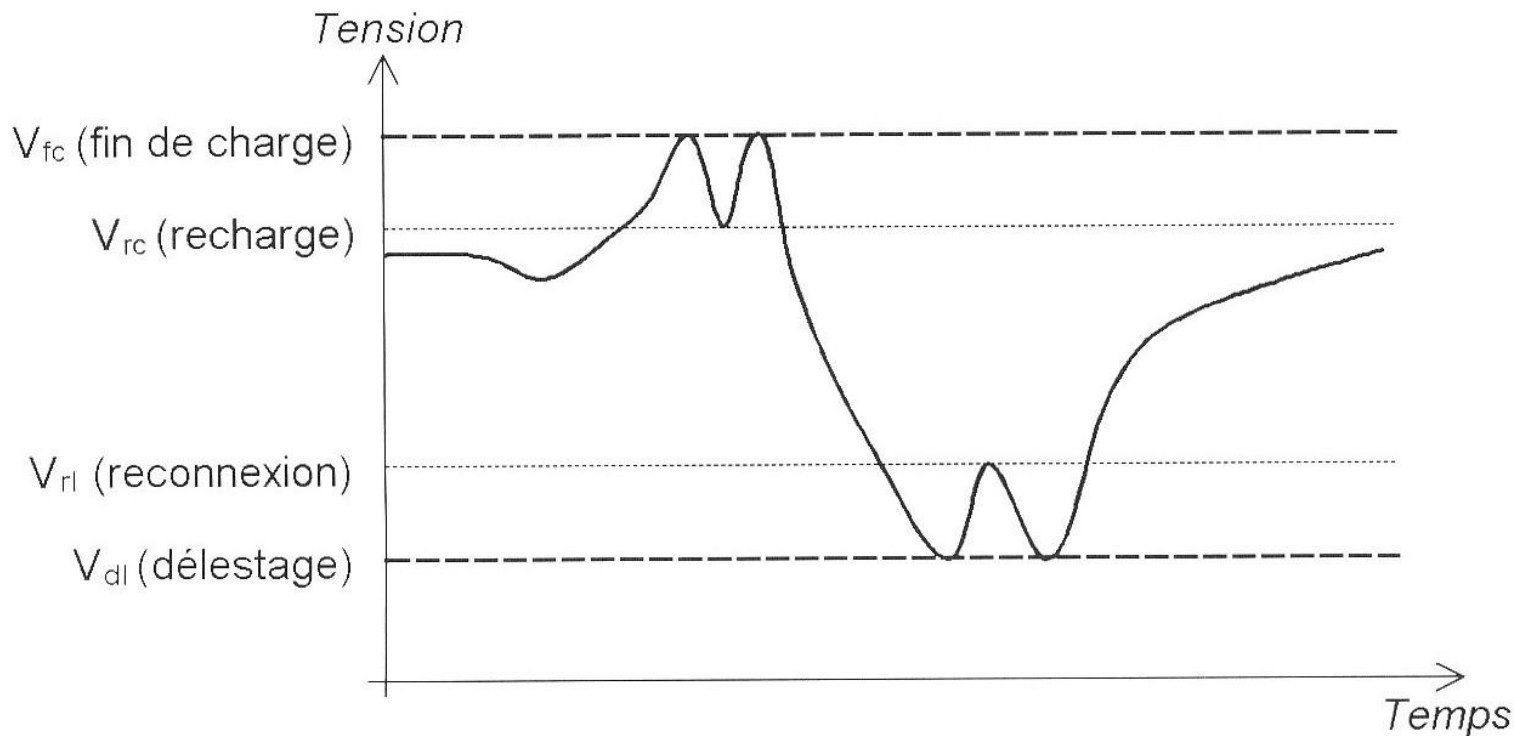




Batterie trop basse : Circuit de charge ON / circuit de décharge OFF

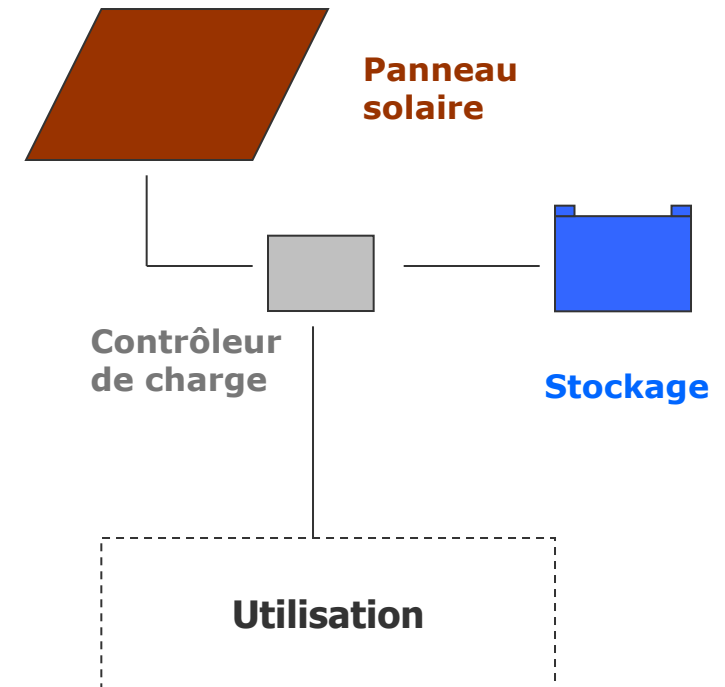
Batterie partiellement chargée : Circuit de charge ON / circuit de décharge ON

Batterie chargée : Circuit de charge OFF / circuit de décharge ON



Principaux critères de choix des composants

- Tension de fonctionnement → batterie de stockage
- Durée de vie → batterie de stockage
 - ❖ Batterie : 4 – 10 ans à 25°C
 - ❖ Panneau : 20 ans
- Conditions d'emploi
- Niveaux d'éclairement → panneau
 - ❖ Intérieur : 100 – 1000 lux
 - ❖ Extérieur : 3000 – 100 000 lux
- Températures → panneau et batterie
 - ❖ Basses températures : réduction de la capacité batterie
 - ❖ Hautes températures :
 - Réduction de la production des panneaux, surtout au silicium cristallin
 - réduction de la durée de vie de la batterie



3 – Conception d'un système autonome

RAPPEL des grandeurs électriques utiles

$$Q = I \times t$$

$$P = U \times I$$

$$E = P \times t = Q \times U$$

Valeurs instantanées

INTENSITE DU COURANT
μA, mA, A

x U (Volts)

PUISSANCE
mW, W, kW...

x temps

x temps

Valeurs intégrées dans le temps

QUANTITE D'ELECTRICITE, CAPACITE
mAh, Ah

x U (Volts)

ÉNERGIE ELECTRIQUE
mWh, Wh

Remarque : A/h, W/h... n'ont aucun sens

Cahier des charges électrique de l'utilisation

1 REGLE D'OR : la MAITIRSE DE L'ENERGIE

- Identification des postes scénarios de consommation fonction par fonction
- Fonctions permanentes à réduire au maximum) Voir présentation
- Optimisation du scénario d'usage dans le temps) Julien WERLY
- Rechercher le BESOIN REEL par rapport au BESOIN SUPPOSÉ) CRESITT

EXEMPLE :

Débitmètre (conso 250mA) avec acquisition de données (50mA) et transmission GSM (conso 150mA)

Besoin du client = mesures en « temps réel »

1er scénario :

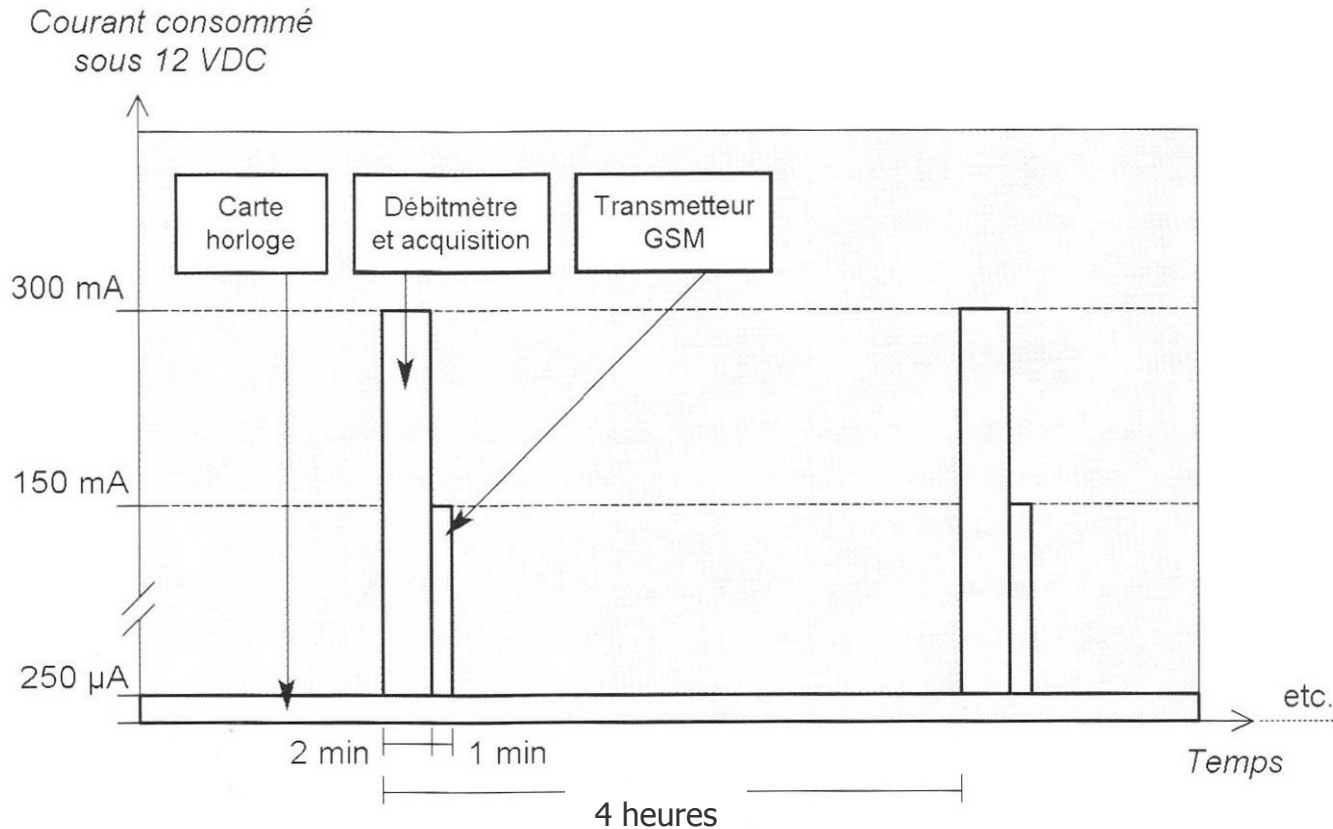
Débitmètre et acquisition permanente : $300\text{mA} \times 24\text{h} = 7.2\text{Ah} / \text{jour}$

Transmission GSM 150mA 1minute/10 min : $150\text{mA} \times 2.4\text{h} = 0.36\text{Ah}$

Conso totale = 7.5 Ah/jour

2e scénario : Optimisation du temps avec une mesure et transmission toutes les 4 heures

Conso totale : 81mAh/jour ! (divisée par 90)



Calcul du panneau solaire ou de la cellule nécessaire

EN INTERIEUR

- **Tension** à déterminer selon : tension de charge de l'accu + diode antiretour, (ou entrée du régulateur de tension)
- **Technologie : silicium amorphe**
- **Courants** disponibles **en μA** sous des éclairagements de 50 à 3000 lux voir (fiche pdf SOLEMS)
 - 50 lux = pénombre, limite de lisibilité
 - 200 lux = intérieur normal
 - 1000 lux = intérieur fort
 - 3000 lux = sous une lampe ou momentanément près d'une fenêtre ensoleillée

Exemple :

Besoin de $10\mu\text{A}$ permanent soit $240\mu\text{Ah}$ /jour

Cellule éclairée 6h par jour sous 1000 lux : besoin de $240\mu\text{Ah} / 6\text{h} = 40\mu\text{A}$

Tension selon besoin de l'accu choisi : 2 NiMH x 1.4V en charge + 0.2V diode Schottky en série = 3V

⇒ Photopile **07/048/016**

EN EXTERIEUR

- **Tension** à déterminer selon : tension de charge de l'accu + diode antiretour
- **Technologie** ?
 - Gamme de puissance 10 à 200Wc – système fixe orientation maîtrisée = silicium cristallin
 - Gamme de puissance 5-20Wc – système fixe : silicium amorphe en ensoleillement défavorable, cristallin en ensoleillement favorable
 - Système très mobile et/ou très petit : silicium amorphe -> implantation conseillée = horizontale de contraintes d'orientation, panneau invisible)
- **Puissance du panneau** ?
 - A partir des données d'éclairements statistiques de l'énergie solaire reçue, on prend la valeur la plus pessimiste de l'année (décembre en France)
 - Ex. A Nantes à l'horizontale : **868Wh/jour**, assimilés à **0.868h x 1000W/m²** (éclairage de référence).
 - **D'où l'énergie produite par le panneau = $P_c \times 0.868 \times 0.7$ (coef. de pertes) = Besoin**
 - **Donc $P_c = \text{Besoin en énergie} / (0.868 \times 0.7)$**

Calcul :

- Besoin de 400mAh/jour sous 12V
- **$P_c \text{ panneau} = (0.4 \times 12V) / (0.868 \times 0.7) = 6.9W_c \Rightarrow$** panneau 10Wc
- Tension nominale 12V : V_m du panneau à 17,5V sous 1000W/m² (charge à 13.5 – 14V + réserve en tension pour le temps couvert et/ou la forte température)

(1) Coefficient de pertes comportant la salissure, les légers ombrages, les pertes du matin et du soir ...

Calcul du stockage

- **« Autonomie sans apport solaire » selon l'usage**
 - 1 mois pour une montre qui sera rangée dans le tiroir pendant les vacances
 - Pour une application extérieure fixe : 10 jours sous climat tempéré, 4 à 6 sous climat ensoleillé
 - Etc....
 - Si inconnue = solution hybride 2 énergies
- **Pertes à considérer**
 - Basses températures
 - Profondeur de décharge (selon technologie)
 - Rendement de charge dans le cas des accu Ni (fonction du courant de charge)

Exemple :

Besoin 10 jours à 360mAh/jour

Capacité nominale = $(0.36 \times 10 \text{ jours}) / 0.6 = 6\text{Ah}$

CONSO : 360mAh par jour sous 12V

PANNEAUX

Coeff sécurité : **0.7**

Nb total	x	Modèle	Courant total disponible		
1		KS10	600 mA		
	soit	1	branche(s) en parallèle de		1
					panneau(x) en série
Caract. d'un panneau :		Tension nom.	12 V	I load :	600 mA sous 16.9 V

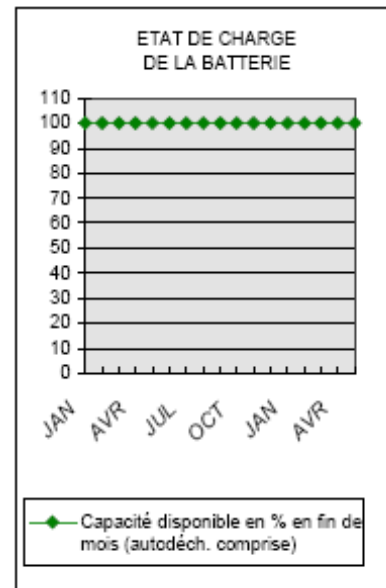
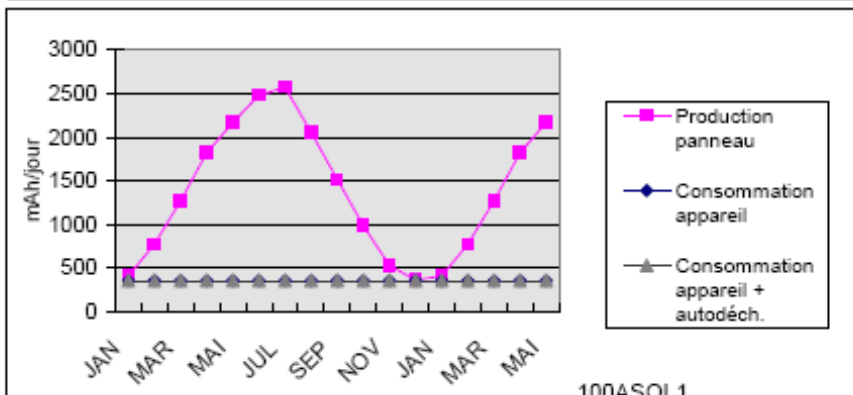
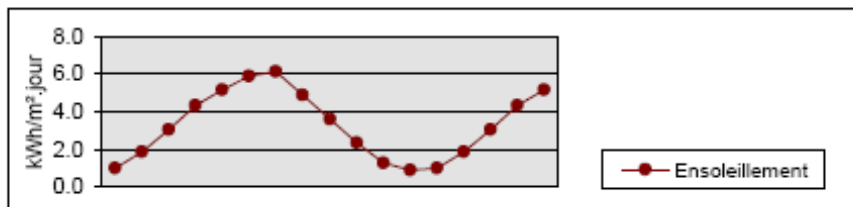
BATTERIE

Coefficient charge utile : **0.6**

Capacité	6	Ah			
Autodécharge	0	Mars à Mai et Sept à Oct	0	Juin à Août	0
(% capa nominale par jour)					

RESULTATS

Stockage inter-saisonnier	Autonomie sans apport solaire	Courant de charge STC
0 mois	10 jours	C / 10
	soit 3.60	Ah



CONSO : 432mAh par jour sous 12V

PANNEAUX

Coeff sécurité : **0.7**

Nb total	x	Modèle	Courant total disponible		
1		KS10	600 mA		
	soit	1 branche(s) en parallèle de	1	panneau(x) en série	
Caract. d'un panneau :		Tension nom.	12 V	I load :	600 mA sous 16.9 V

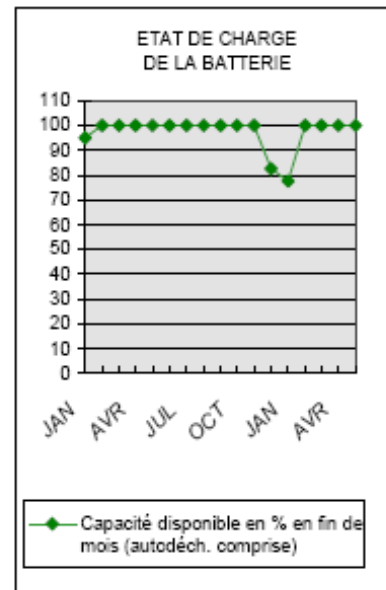
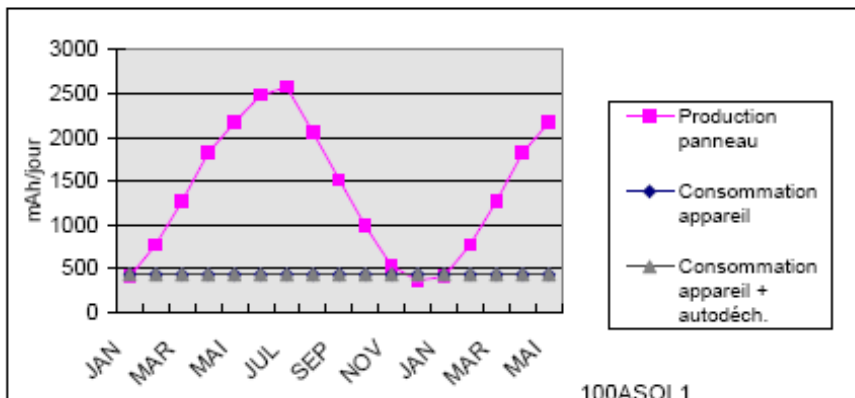
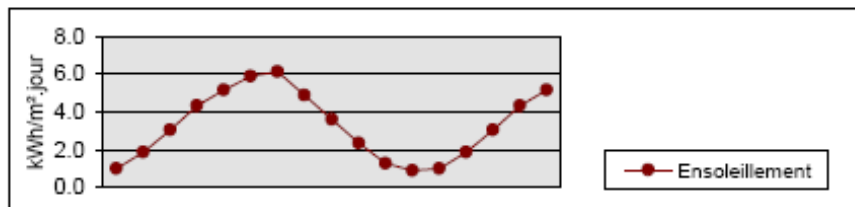
BATTERIE

Coefficient charge utile : **0.6**

Capacité	12	Ah			
Autodécharge	0	Mars à Mai et Sept à Oct	0	Juin à Août	0
(% capa nominale par jour)					

RESULTATS

Stockage inter-saisonnier	Autonomie sans apport solaire	Courant de charge STC
2 mois	10 jours	C / 20
-2.68 Ah	soit 4.52 Ah	



4. Conseils - pièges à éviter

L'optimisation des matériels à alimenter

- Privilégier les appareils programmables, compatible avec un tension d'accu (4V, 6V, 7.2V, 12V ...)
- Toujours chercher à réduire les consommations permanentes
- Toujours chercher à optimiser le fonctionnement dans le temps : réfléchir au besoin réel (quantité de data, fréquence de la mesure...)

Les calculs :

- A confier de préférence à professionnel expérimenté ou utiliser un logiciel en se formant dessus
- Ne pas extrapoler géographiquement pour éviter les mauvaises surprises (ex. à ne pas suivre : si ça marche à Bordeaux, ça marchera à Besançon...)

L'implantation :

- L'exposition: les ombrages sont à regarder avec soin (ex. en ville)
- Le vandalisme : le meilleur antivol c'est l'invisibilité quand c'est possible (panneau « intégré »)
- Les hautes températures : à éviter : ventiler les panneaux et les batteries
- Les basses températures : attention les batteries au Ni ne se chargent pas aux températures négatives

Les tests :

- Faire des tests de charge – décharge en situation réelle permet de se familiariser avec le matériel mais ils sont rarement concluants : le mois a-t-il été plus ensoleillé que d'habitude ? Le lieu est-il représentatif ?
Ex. à ne pas suivre : des tests en intérieur, sous lampe, pour simuler l'extérieur

5.1. – Exemples INDOOR



La calculette

- Utilisation en direct : concordance entre besoin d'énergie et présence de lumière
- Consommation en μA
- Association d'une petite photopile faible éclairement et d'un condensateur pour le démarrage des circuits



La montre

- Consommation en pA mais permanente
- Association d'un petite photopile faible éclairement et d'une supercap ou un accu Ni
- Rehausseur de tension pour cellule uniforme
- Régulation de charge soignée (très faible conso)
- Grande autonomie sans apport solaire (périodes de non exposition à la lumière)



Le téléphone portable

- Assez peu d'exemples : pourquoi ?
- Consommations élevées en mA en phonie + éclairage intérieur (ou aucun !)
- Chargeur pv ? Plus lent qu'un chargeur secteur, mais autonome (loisirs, chantier, expéditions...)



Un casque de soudure (fenêtre LCD à commutation automatique)

- Fort besoin d'une absence de maintenance
- Place pour une cellule solaire
- Arcs électriques de soudure très énergétiques = beaucoup de lumière

5.2. – Exemples OUTDOOR



Signalisation de chantier

- Possible grâce aux LEDs clignotantes : conso moyenne 50 – 200 mA
- Ici : techno silicium amorphe pour une multi-orientation
- Batterie Plomb 10 – 20Ah embarquée dans le caisson (attention= ventilation)



Volets roulants, couvertures de piscine = Tout en 1

- Intéressant pour l'installation sans fils (pas de raccordement secteur)
- Dimensionnement très soigné (exposition pas toujours optimale)
- Pour les piscines : utilisation estivale favorable





Bornes d'appel d'urgence

- Exposition fixe, favorable (pas d'ombrages) et connue
- Consommation réduite (phonie 15 min/jour + veille)
- Ici : techno silicium amorphe pour exposition horizontale
- Anti-vandalisme (panneau invisible)
- Parc étendu : le photovoltaïque = forte réduction des coûts de maintenance

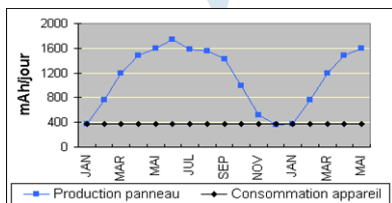
Signalisation à LEDs clignotantes

- Exposition fixe, favorable (pas d'ombrages) et connue
- Consommation réduite (90mA moyen sous 12V)
- Ici : techno silicium cristallin incliné
- Bloc compact incluant batterie Plomb AGM et régulateur
- Durée de vie panneaux : 20 ans – Batterie 4-5 ans



Études et conseils

- Cahier des charges
- Dimensionnement
- Solutions complètes



SOLEMS

PV autonome Si couche mince B2B

Basse consommation

Marché de niches

- Environnement
- Télécoms
- Instrumentation
- Motorisation ...

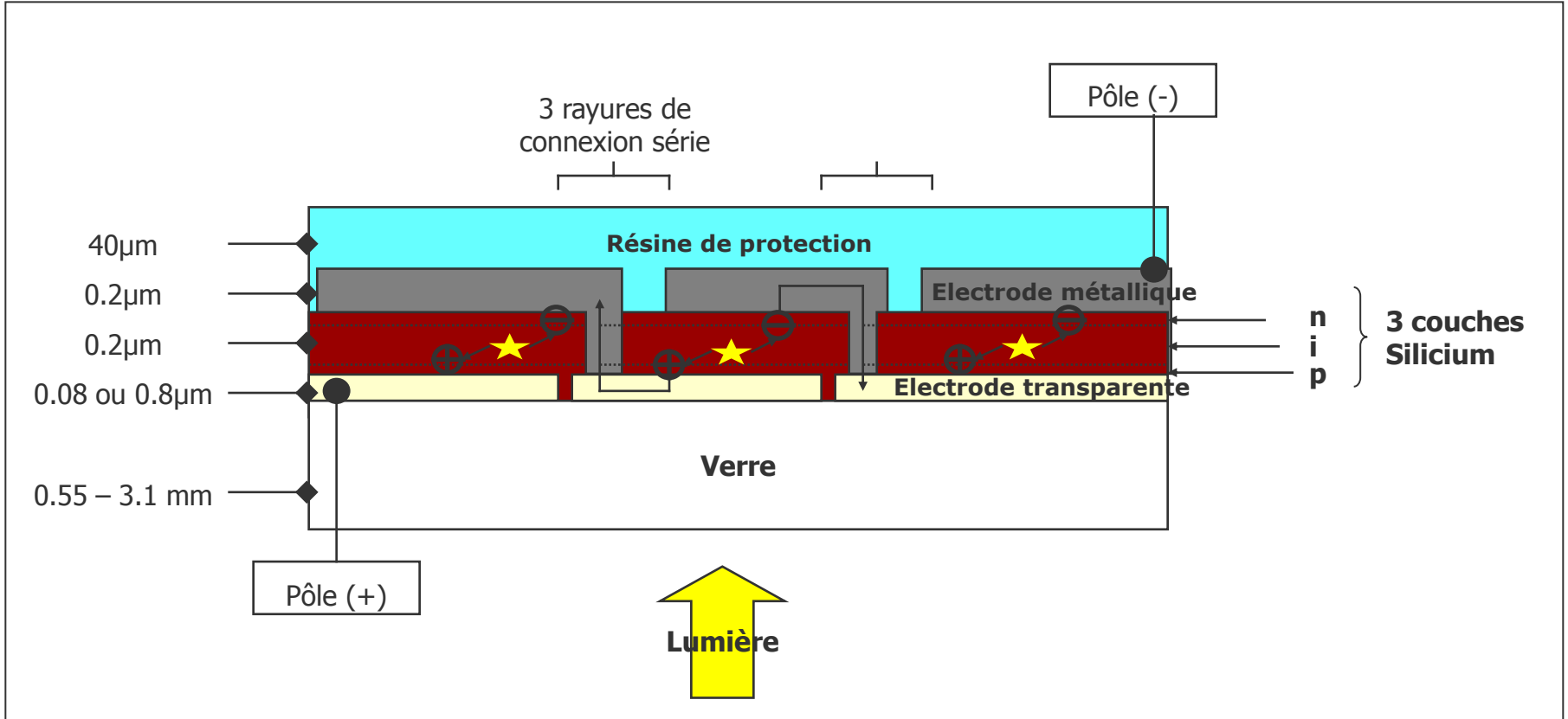


Production Si amorphe

- Cellules intérieures
- Modules faible puissance
- Capteurs de lumière
- Sur mesure

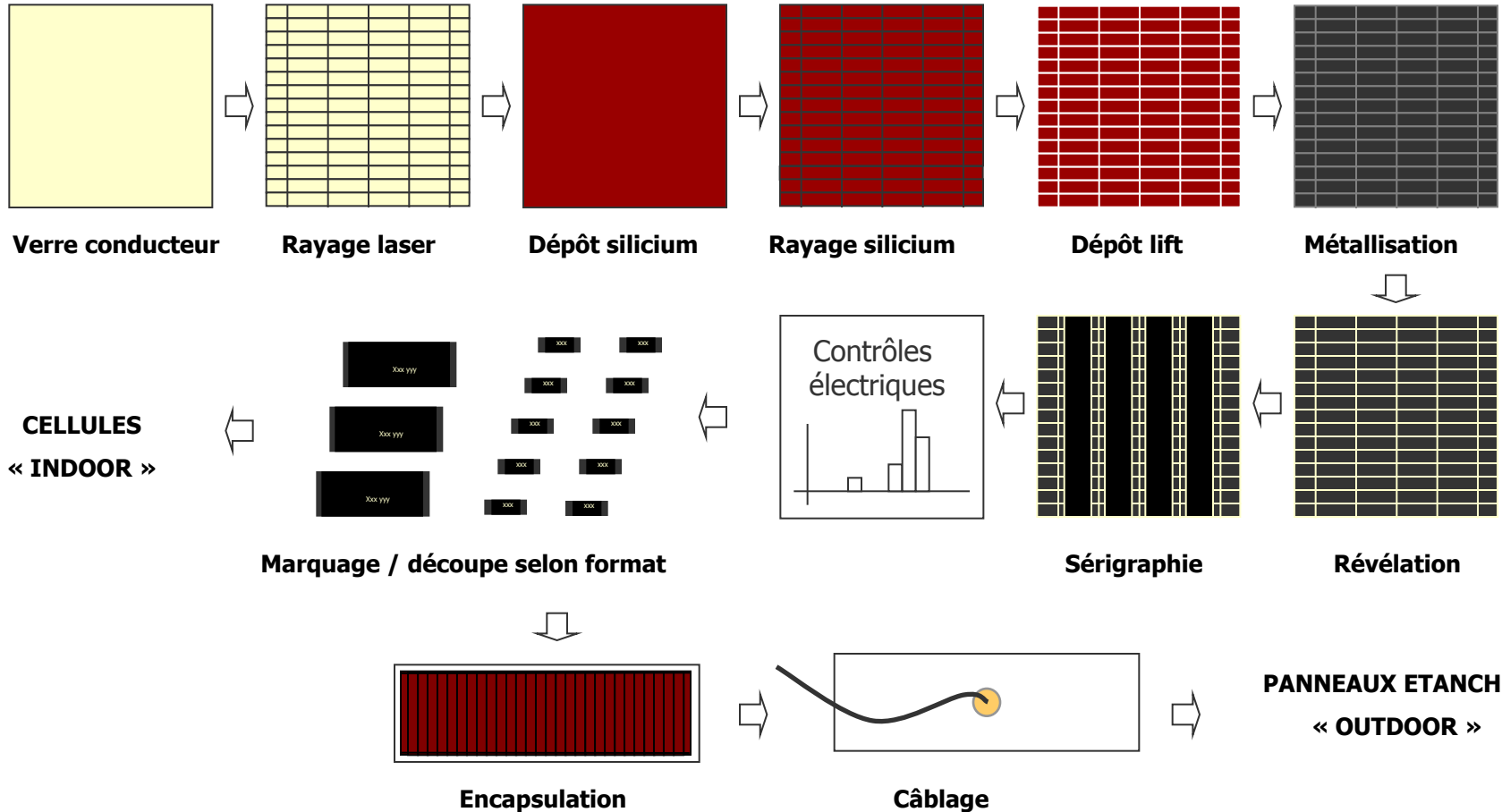


Structure d'une cellule au silicium amorphe



Flux de fabrication SOLEMS – à Palaiseau

Plaques 300 x 300 mm



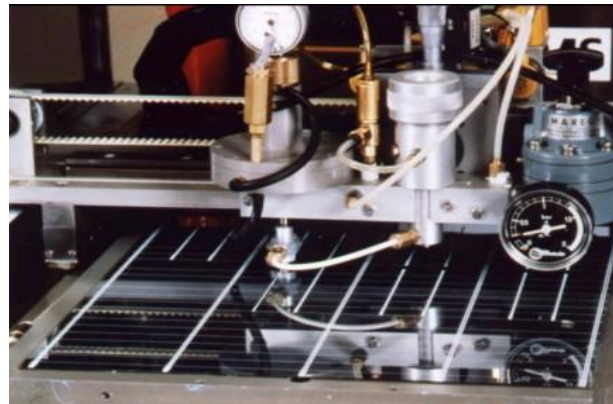
**PECVD : Dépôt silicium et
alliages par plasma**



**PVD : Dépôt métaux (Alu, Ni) et oxydes
par pulvérisation magnétron DC**



**Rayage par laser et
masquage par lift-off**



PRODUITS – un aperçu du « catalogue »

○ Cellules solaires (photopiles SOLEMS)

Sensibles aux éclairagements intérieurs (μA) et extérieurs (mA)



0.5 à 200cm² (15 x 15 cm) – Epaisseur 0.5 à 1.8mm - Tension 0 à 24V – finition légère

○ Panneaux solaires TD (photogénérateurs SOLEMS)

Emploi en extérieur sous tous les climats 0 à 5Wc

100 à 900 cm² (30 x 30 cm) – Epaisseur 3.1mm

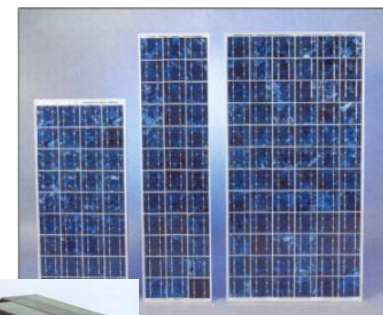
Tension 4 à 24V - Finition étanche



○ Modules photovoltaïques, régulateurs, batteries (négoce)

Puissance des panneaux de 5 à 130 Wc, régulateurs de charge

jusqu'à 30A, batteries Plomb stationnaires ou étanches



○ Alimentations complètes

Solutions clés en main



CLIENTS

Photopiles et photogénérateurs :

SCHNEIDER Electric,
BALDER (Slovénie),
ABB – Skeab (Suède)
CIMEL,
PIERRON ...

Photodétecteurs :

Honeywell,
INRA, CIRAD,
METEO-FRANCE,
ARIA,
Sincro (Italie) ...

Alimentations autonomes complètes :

Services techniques GDF,
ALCATEL,
CS Systèmes d'information,
Autoroutes du Sud de la France,
D.E.L. ...



SOLEMS

L'énergie lumière

**ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
ET SON STOCKAGE**

Technologies, enjeux et applications

ASPROM
OPTEZ POUR L'INNOVATION

Pour nous contacter :

SOLEMS S.A.

3 rue Léon Blum

ZAE Les Glaises

F - 91120 PALAISEAU

www.solems.com

Tel : 33 (1) 69 19 43 40

Fax : 33 (1) 60 13 37 43

info@solems.com

Anne Labouret – Dir. Commerciale et Produits

Jacques Méot – P.D.G.

Références ouvrages :

Energie solaire Photovoltaïque, 4e édition, A. Labouret & M. Viloz, Dunod éditeur

Cellules solaires, 5e édition à paraître en septembre 2010, A. Labouret, P. Cumunel, B. Faraggi, & J-P. Braun, Dunod éditeur