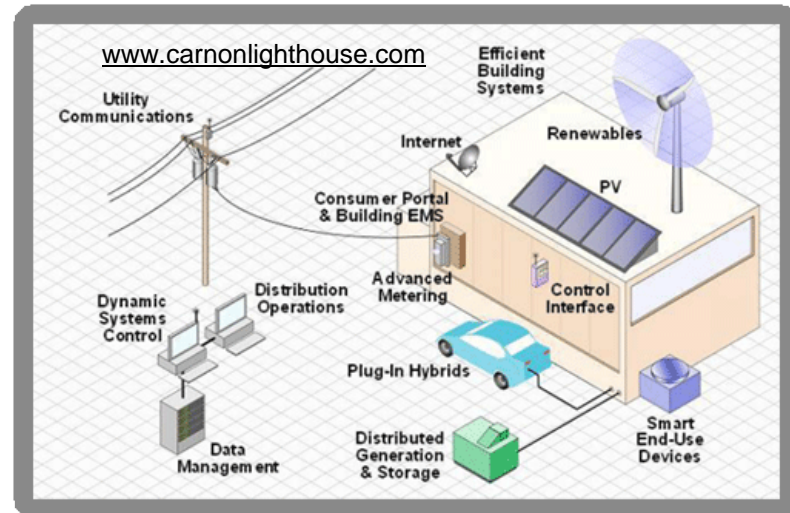


ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE ET SON STOCKAGE

ASPROM - Paris, 24 - 25 novembre 2010

SYSTEMES D'ENERGIE HYBRIDES SOLAIRES PV

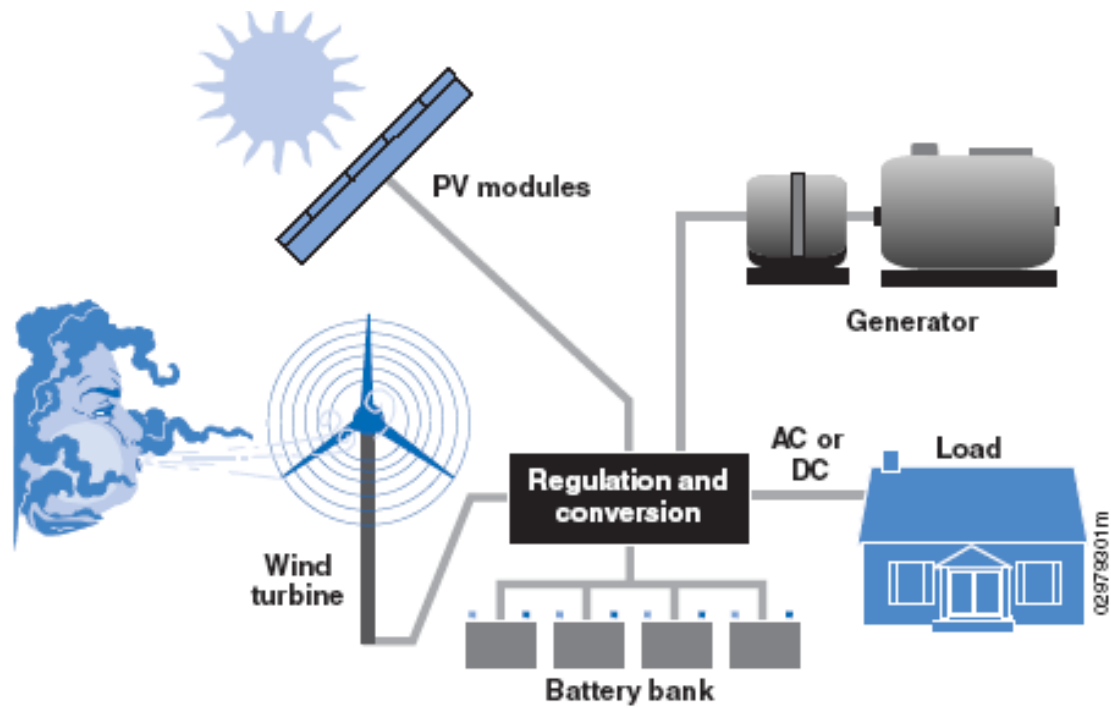
Jacques DUVAL



PLAN DE LA PRESENTATION

- **Définitions**
- **Différentes configurations**
- **Composants d'un système: générateurs, convertisseurs, stockage**
- **Cas d'un site de télécommunication**
- **Cas d'un mini réseau hybride**

LES SYSTEMES HYBRIDES



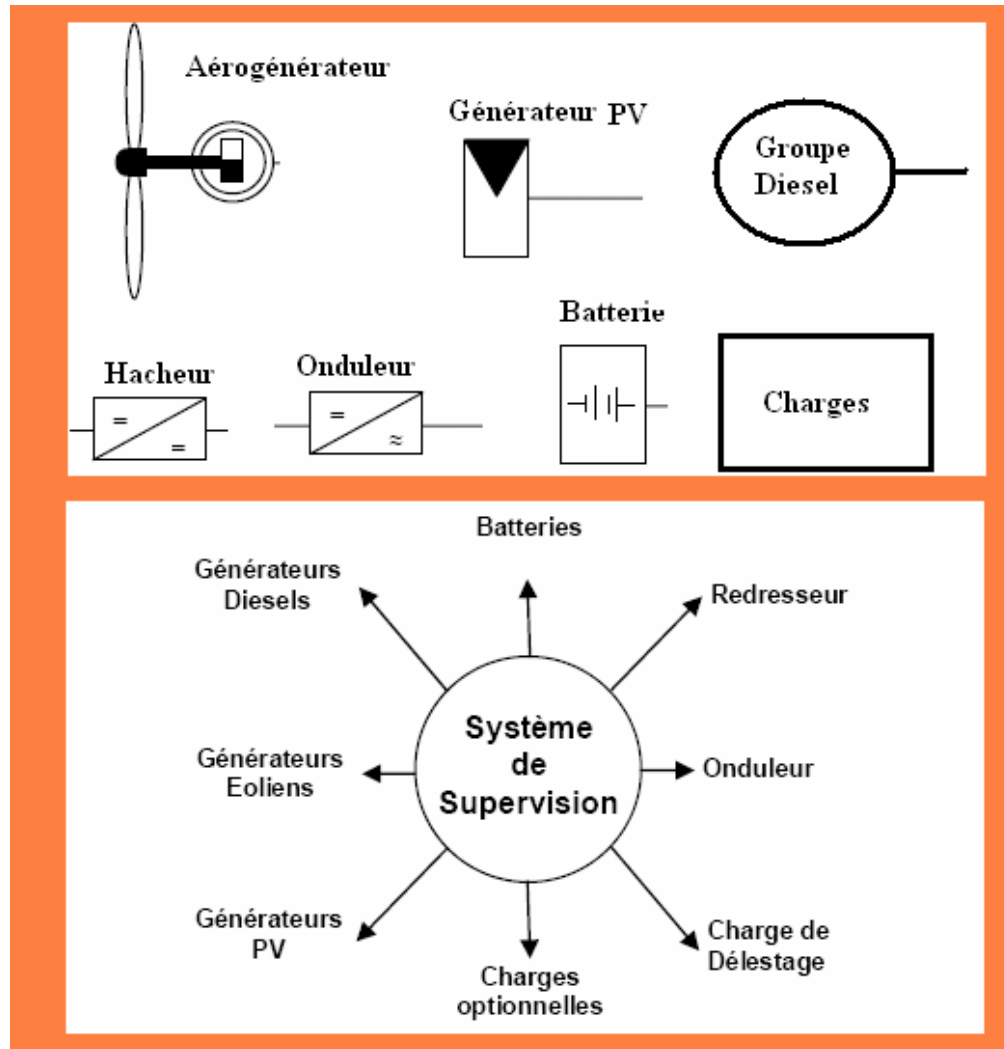
LES SYSTEMES HYBRIDES

- Les systèmes d'énergie hybride sont en général constitués:
 - de sources d'énergie classiques (Groupe Électrogène par exemple),
 - des sources d'énergie renouvelable (éolienne, solaire, hydroélectricité, marémotrice, géothermique etc.),
 - des convertisseurs statiques et dynamiques, des systèmes de stockage (Batterie, volant d'inertie, le stockage hydrogène...),
 - des charges principales et de délestages et un système de supervision.

LES SYSTEMES HYBRIDES EN SITES ISOLES

- Les combinaisons les plus courantes:
 - Solaire PV + GE + batterie
 - Solaire PV + Aérogénérateur + batterie
 - Solaire PV + réseau + batterie

LES SYSTEMES HYBRIDES



Source: LRE Dakar

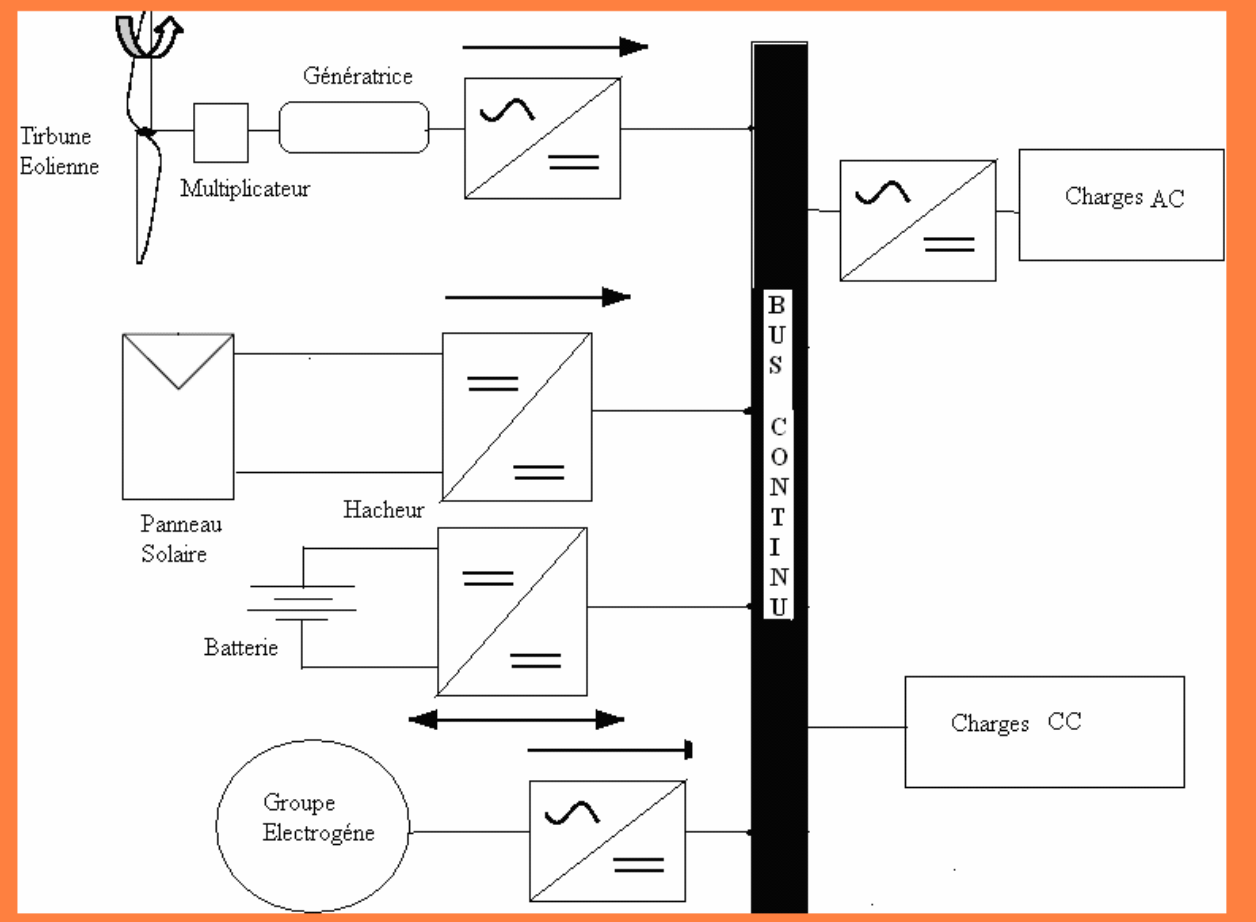
LES SYSTEMES HYBRIDES

La puissance délivrée par les SYSTEMES HYBRIDES peut varier de quelques Watts pour des applications domestiques jusqu'à quelques Mégawatts pour des systèmes destinés à l'électrification l'électrification des îles.

pour les systèmes hybrides ayant une puissance en dessous de 100kW, la connexion mixte, bus CA et bus CC, avec une batterie de stockage, est très répandue.

Le champ d'application des SYSTEMES HYBRIDES est très large dans une plage de 50 kW à 250 kW.

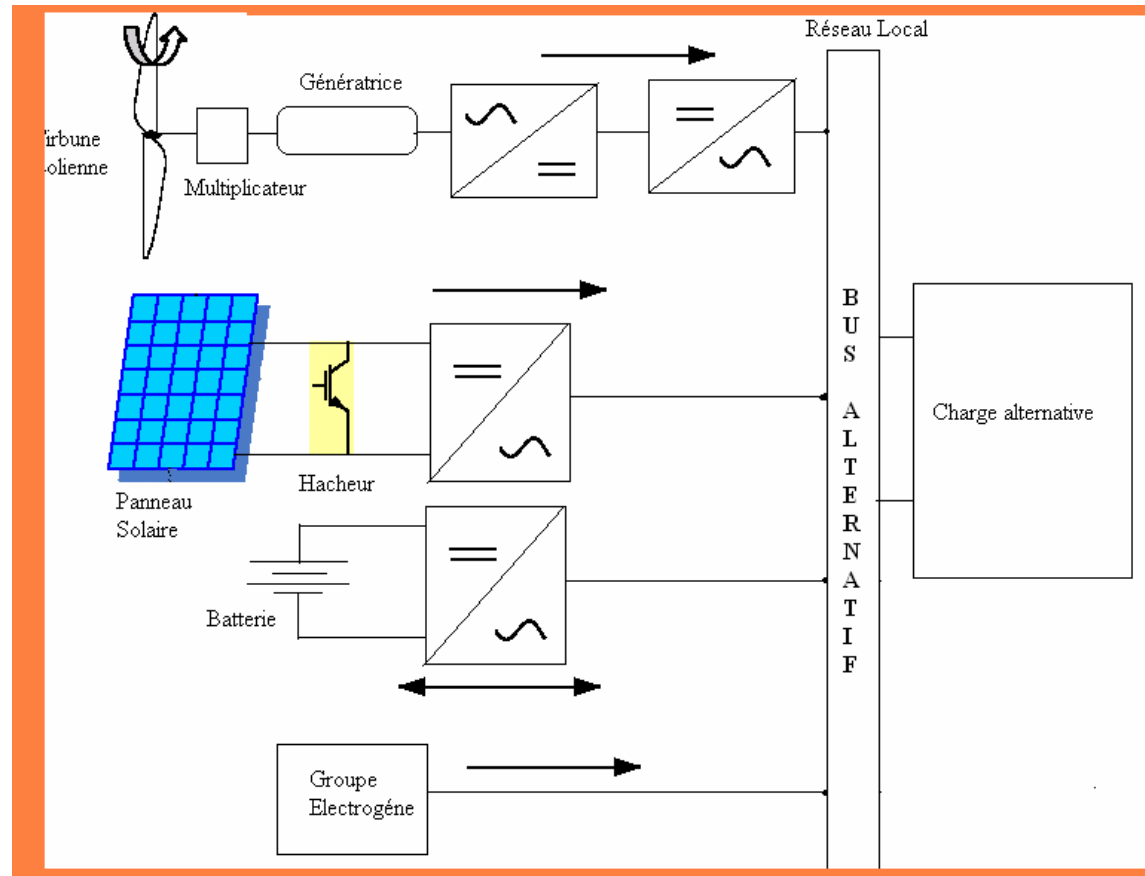
LES SYSTEMES HYBRIDES



Source: LRE Dakar

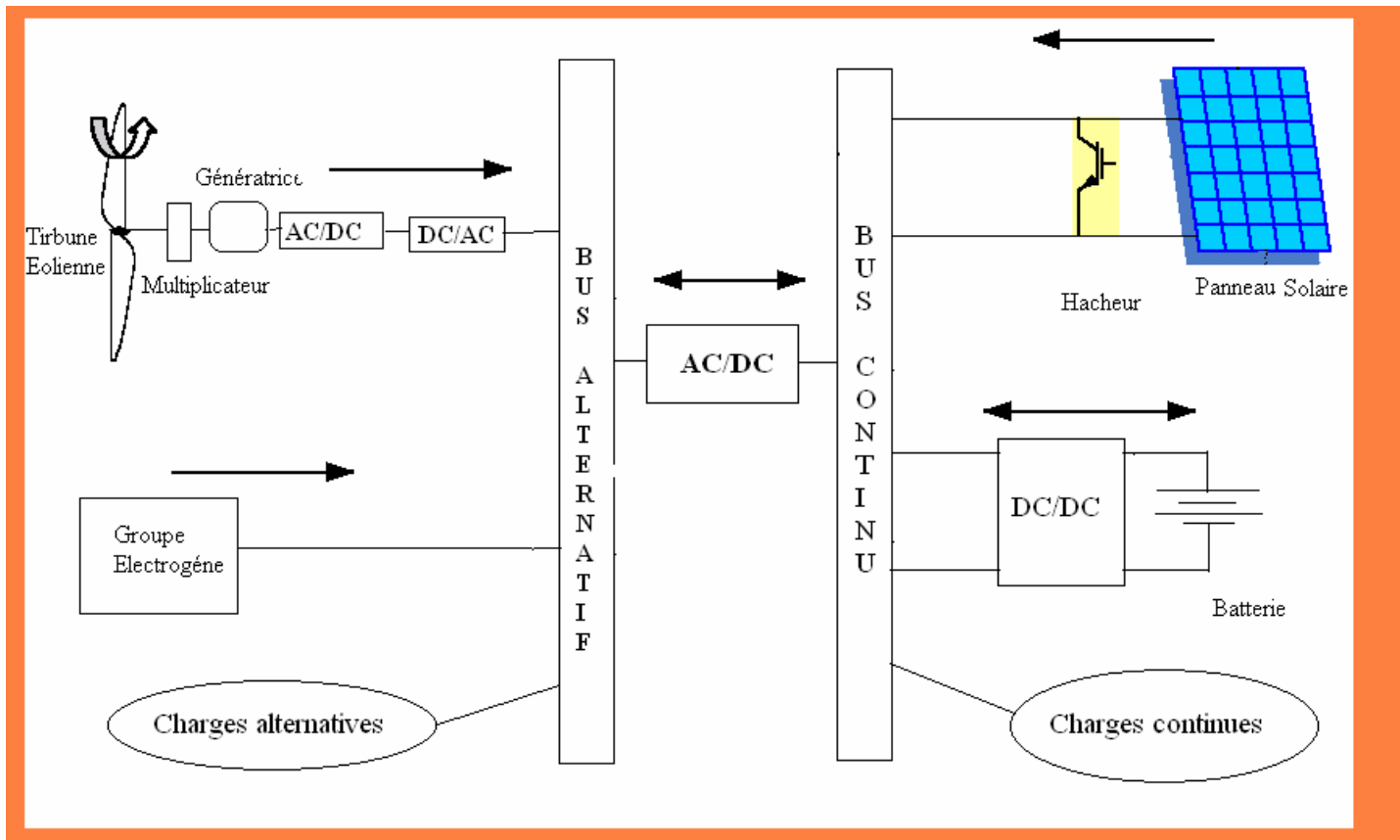
LES SYSTEMES HYBRIDES

- Topologie en bus AC



Source: LRE Dakar

LES SYSTEMES HYBRIDES



Source: LRE Dakar

LES SYSTEMES HYBRIDES

Architecture à bus DC-AC

- Dans cette configuration, les sources d'énergie renouvelable et les générateurs Diesels peuvent alimenter une partie de charge en AC directement, ce qui permet d'augmenter le rendement du système et de réduire la puissance nominale du groupe diesel et de l'onduleur. Le ou les générateur(s) Diesel(s) et l'onduleur peuvent fonctionner en autonome ou en parallèle en synchronisant les tensions en sortie. Les convertisseurs situés entre les deux bus (le redresseur et l'onduleur) peuvent être remplacés par un convertisseur bidirectionnel, qui, en fonctionnement normal, réalise la conversion continue-alternative.

LES SYSTEMES HYBRIDES

- **Démarrage du groupe:** Le groupe est piloté par l'onduleur selon la fourchette horaire programmée ou suivant l'état de charge de la batterie. On peut également le mettre en marche manuellement. Le GE dispose d'une carte électronique qui gère le mode de marche à l'aide d'un sélecteur. Cette carte est munie d'indicateurs lumineux pour matérialiser des alarmes et défauts du groupe.
- **MAINTENANCE:** Elle doit être assurée par un technicien spécialisé. Elle vise principalement l'entretien de la batterie et du groupe électrogène. Les modules PV et les onduleurs requièrent moins de maintenance.

LES ETAPES D'UN PROJET

- ÉTAPE 1 : Déterminer la consommation électrique totale.
- ÉTAPE 2 : Évaluer la ressource solaire.
- ÉTAPE 3 : Définir le type de systèmes à installer.
- ÉTAPE 4 : Déterminer la puissance photovoltaïque requise pour l'installation.
- ÉTAPE 5 : Déterminer la capacité de la batterie.
- ÉTAPE 6 : Déterminer la taille du régulateur.
- ÉTAPE 7 : Déterminer la puissance de l'onduleur.
- ÉTAPE 8 : Déterminer le câblage et les protections.
- ÉTAPE 9 : Estimer les pertes réelles de l'ensemble du système.

LES COMPOSANTS D'UN SYSTÈME HYBRIDE

- **Modules PV**
- **Batterie d'accumulateurs**
- **Groupe Electrogène**
- **Aérogénérateur**
- **Onduleur de production**
- **Pile à combustible**
- **Système de contrôle et de gestion**

SEGMENTS D'APPLICATION

- **Production** d'électricité pour usage sur le site
 - **Applications industrielles:** équipements éloigné du réseau de distribution comme les relais de **télécommunication**;
 - **“Mini réseau” (villages, îles, hameaux isolés):** production et consommation locale.
 - **Autres applications,** candélabres publics, pompage, ...

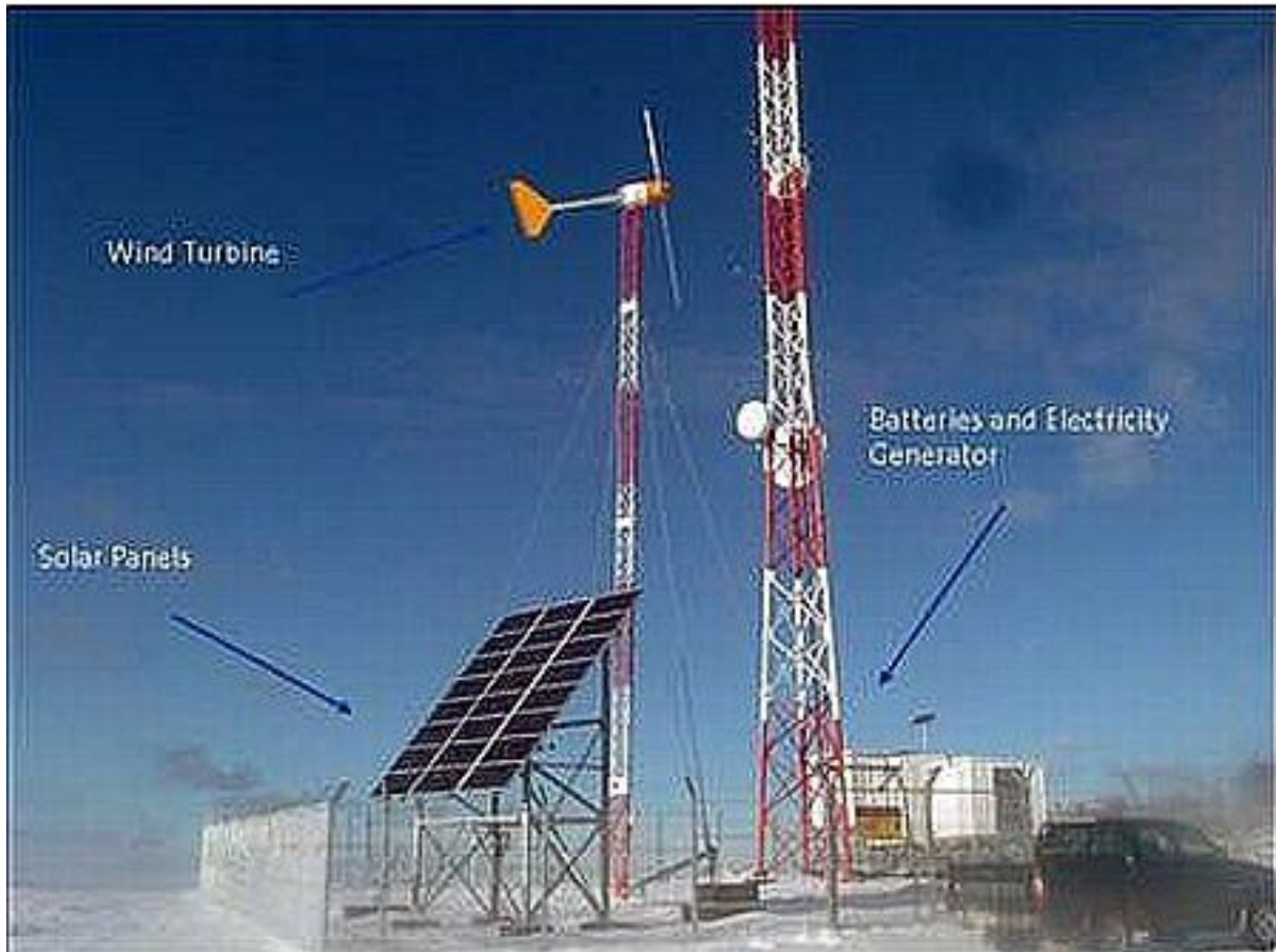
LAMPADAIRE A LEDS ET A ENERGIE HYBRIDE



CENTRALE HYBRIDE PV + AEROGENERATEURS EN AUSTRALIE



SYSTÈME HYBRIDE POUR RELAIS DE TELECOMMUNICATION AU CANADA



ETUDE D'UN CAS EN TELECOMMUNICATION

Besoins en énergie:

	A	V	Puissance	N conversion	Heures/24h	Energie/24h
Utilisations CA	20	230	4 600	78%	15h	88 320
Utilisations CC	40	48	1 920	100%	24h	46 080
					TOTAL WH/24h	134 400

5 600 W permanents ou 2 800 AH/day 48V

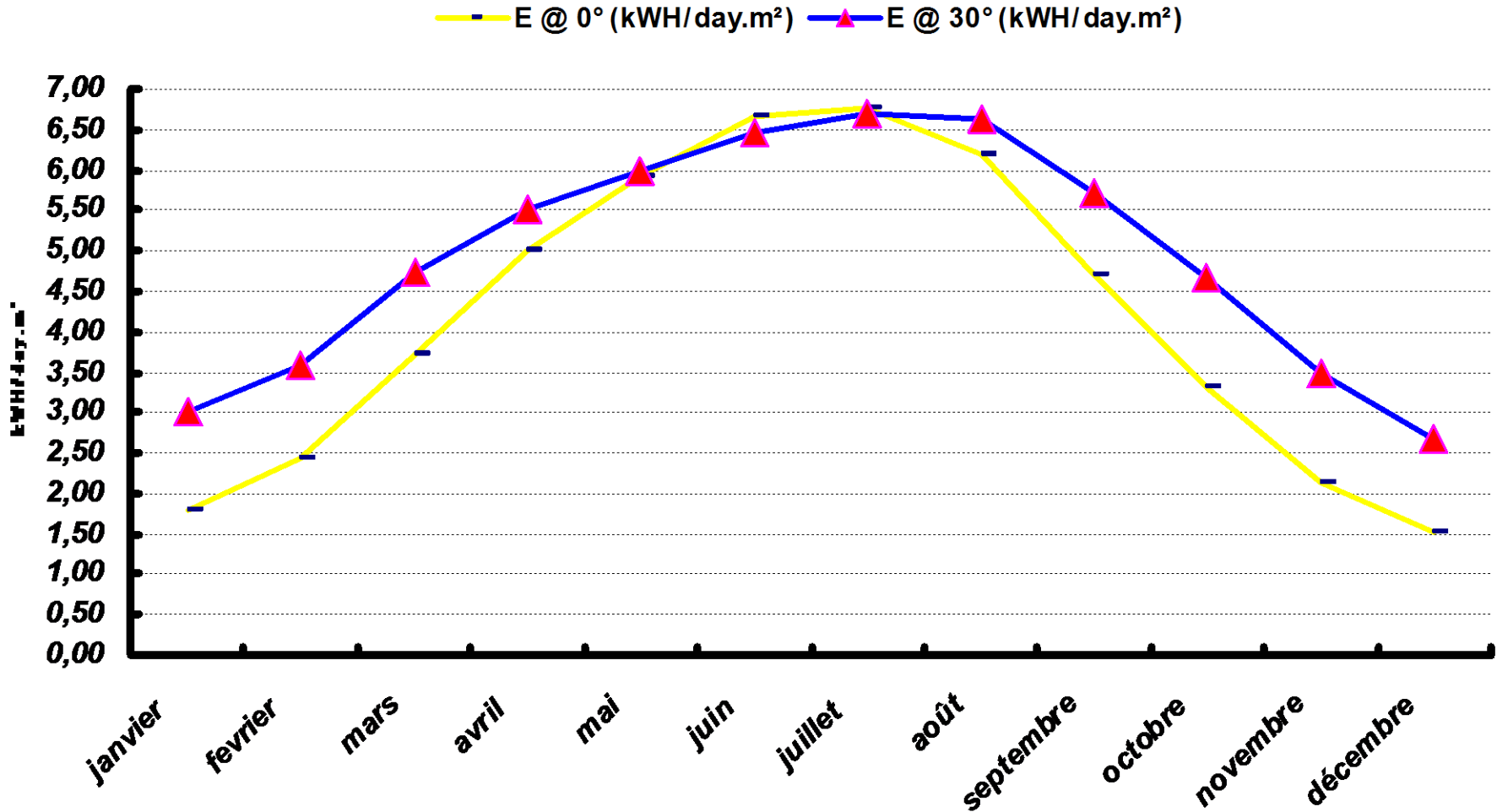
DIMENSIONNEMENT DU GENERATEUR SOLAIRE

- Besoin en énergie
 - Consommation = $5\,600\text{W} \times 24\text{h} = 134\,000\text{Wh}/24\text{h}$ ou $2800\text{Ah}/24\text{h}$
 - System voltage = 48Vdc
- Site: Région de Naples
 - Naples: N 40.85° et E 14.3°
- Ensoleillement à l'horizontale et dans le plan des modules PV

kWH/m ² .da y	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Horizontale	1,8	2,45	3,72	4,99	5,91	6,66	6,78	6,19	4,71	3,33	2,14	1,53
Angle 30°	3.01	3.59	4.72	5.52	5.97	6.45	6.70	6.62	5.72	4.67	3.48	2.66

- Caractéristiques du système
 - Puissance-crête: **42 000Wp** (152 branches de 2 modules 140Wp 24V PV modules in series)
 - Batterie 48V: **2 x 3850Ah C120** (2 jours d'autonomie) (Cn Ah = Cj Ah x N x 1/K1 x 1/K2)

DONNEES D'ENSOLEILLEMENT GLOBAL: A 0° et angle optimum 30°



PERFORMANCES DU GENERATEUR SOLAIRE ET CONTRIBUTION DU GE

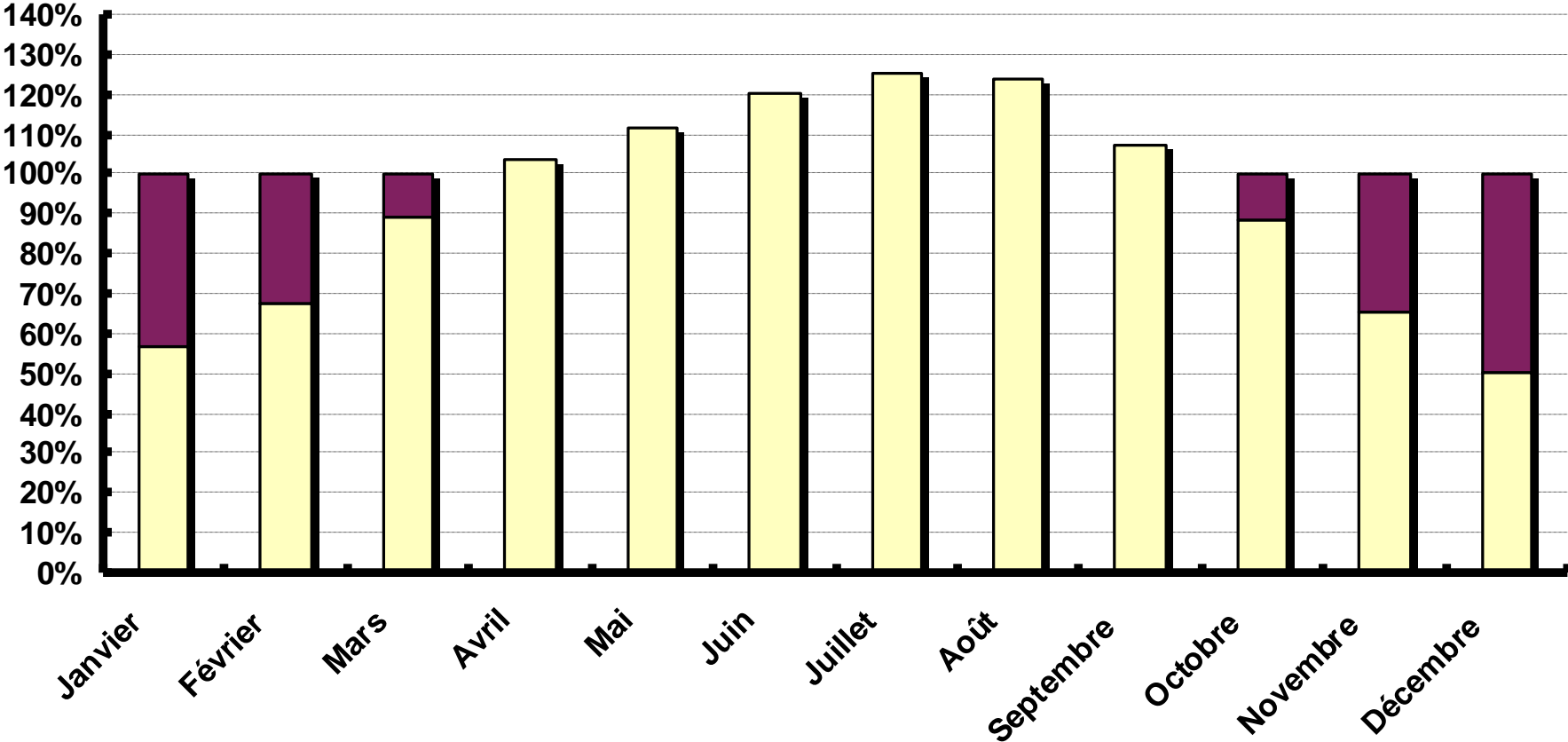
	Production PV (Wh/jour)	Difference avec besoin	Contribution PV	GE (WH/24h)	GE (WH/Mont)	Besoins / 24h
Janvier	76 634	-57 766	57%	57 766	1 791	134 400
Février	91 393	-43 007	68%	43 007	1 247	134 400
Mars	120 127	-14 273	89%	14 273	442	134 400
Avril	140 050	5 650	104%	0	0	134 400
Mai	150 538	16 138	112%	0	0	134 400
Juin	162 405	28 005	121%	0	0	134 400
Juillet	168 351	33 951	125%	0	0	134 400
Août	166 838	32 438	124%	0	0	134 400
Septembre	144 672	10 272	108%	0	0	134 400
Octobre	118 857	-15 543	88%	15 543	482	134 400
Novembre	88 420	-45 980	66%	45 980	1 379	134 400
Décembre	67 443	-66 957	50%	66 957	2 076	134 400

PERFORMANCES DU SYSTÈME PAR RAPPORT A LA DEMANDE

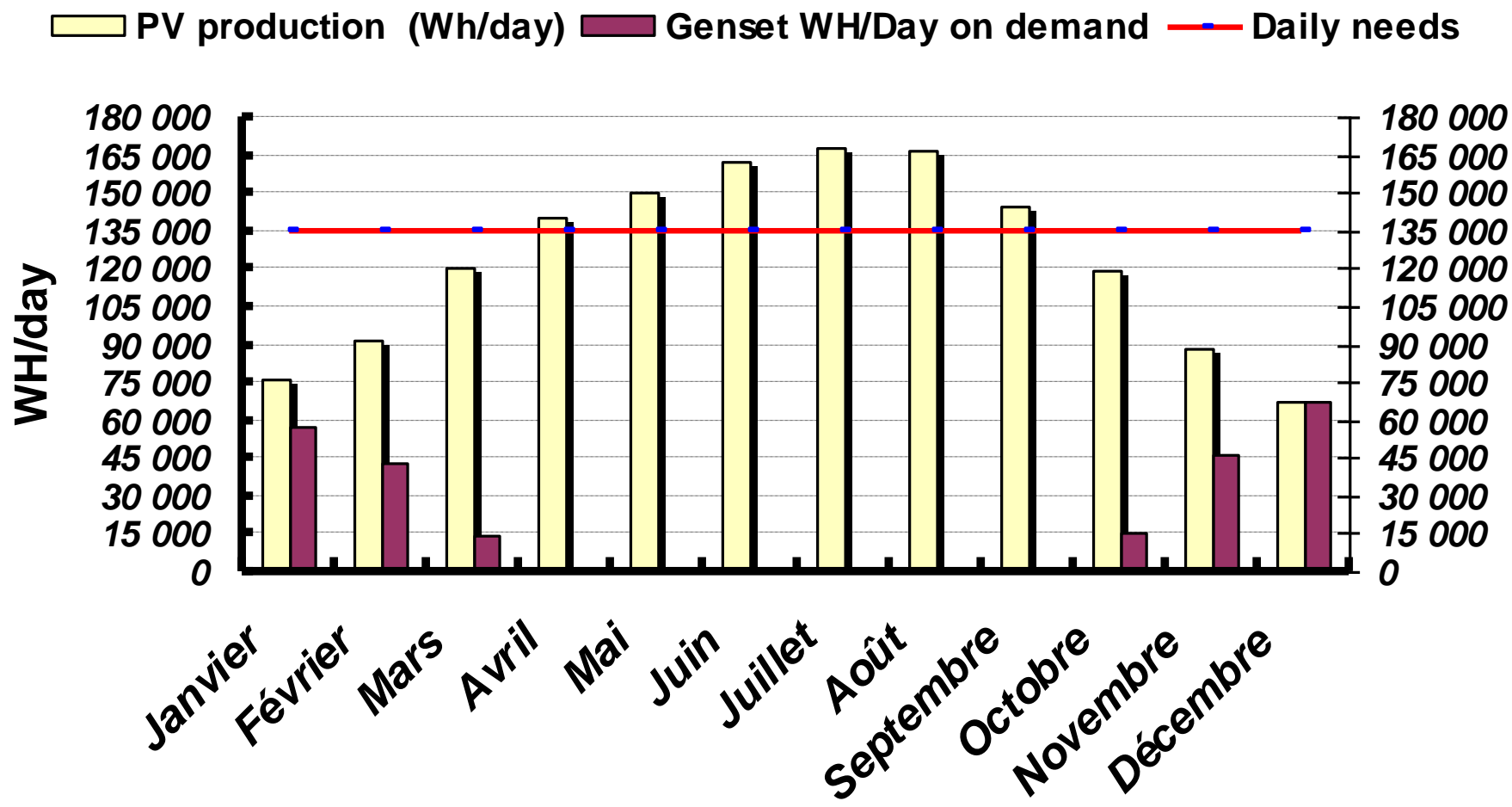
	Besoins	Contribution PV	GE	Energie PV (kWH/jour)	Energie PV (AH/jour)	GE (WH/24h)
Janvier	134 400	34%	66%	46 080	960	88 320
Février	134 400	50%	50%	67 200	1400	67 200
Mars	134 400	80%	20%	107 520	2240	26 880
Avril	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Mai	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Juin	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Juillet	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Août	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Septembre	134 400	100%	0%	134 400	2800	0
Octobre	134 400	80%	20%	107 520	2240	26 880
Novembre	134 400	50%	50%	67 200	1400	67 200
Décembre	134 400	34%	66%	46 080	960	88 320

COMBINAISON PV + GE

□ Solar PV Contribution ■ Genset Contribution



PERFORMANCES DU SYSTÈME PV ET APPORT DU PV



DEFINITION MATERIELLE DU GENERATEUR SOLAIRE PV

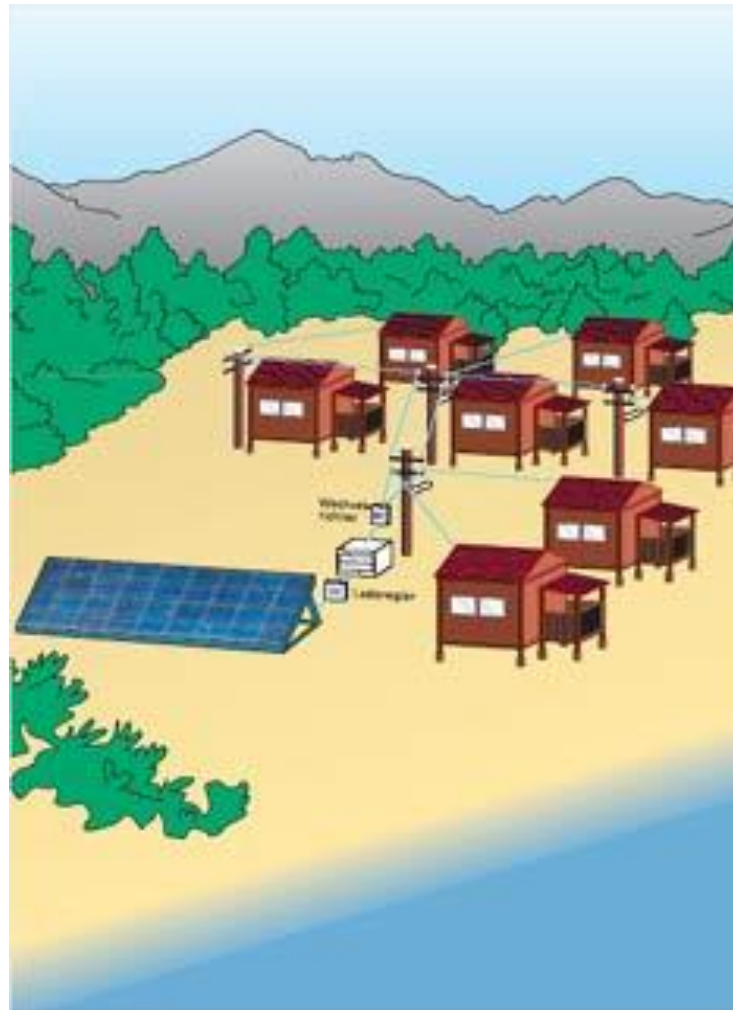
PRODUITS	Quantit2	Unit
Module 140 Wc 24V	2 x 154	pcs
Chassis support 4 modules PV à 30°	77	pcs
Boites de jonction	38	pcs
Kit de câblage	38	pcs
Câble de liaison, 2x16mm ²	1500	m
Système de contrôle, 48V, solar inputs: 20 x 35A 48V, load 2 x 50A	1	pcs
Batterie solaire OPzS, 2V cells, 3850AH C120	2 x24	pcs
Coffret protection batterie	2	psc
Kit de terre pour chassis	38	pcs
Câble de terre	2000	m

GE suggéré: 40kVA, avec environ 1250 h d'exploitation par an

CLASSES DE PUISSANCE ET SOLUTIONS

		ENERGY NEED				
		P < 200 W	200 W < P < 800 W	800 W < P < 1500 W	1500 W < P < 5000 W	P > 5000 W
		E < 5kWH/Day	5kWH/day < E < 20kWH/Day	20kWH/day < E < 36kWH/Day	36kWH/day < E < 120kWH/Day	E > 120kWH/Day
Shelter / Container		No	No	No	Yes	Yes
Air Conditioning		No	No	No	Yes	Yes
System voltage		48Vdc	48Vdc	48Vdc	48Vdc and 230/400Vac	48Vdc and 230/400Vac
BAD CLIMATE CONDITIONS	Source 1	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Diesel Generator
	Source 2	Battery (> 7 days of autonomy)	Battery (5 up to 7 days)	Battery (5 up to 7 days) or 3 days with Diesel Generator	Diesel Generator	PV (?)
	Source 3		Battery (> 7 days of autonomy)	Battery (> 7 days of autonomy)	Battery (> 3 days of autonomy)	Battery (> 12 hours of autonomy)
	Source 4		Small Wind Turbines (?)	Small Wind Turbines (?)		
GOOD CLIMATE CONDITIONS	Source 1	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Solar PV	Solar PV
	Source 2	Battery (> 3 days of autonomy)	Battery (> 3 days of autonomy)	Diesel Generator	Diesel Generator	Diesel Generator
	Source 3		Small Wind Turbines (?)	Battery (> 3 days of autonomy)	Battery (> 3 days of autonomy)	Battery (> 12 hours of autonomy)
	Source 4			Small Wind Turbines (?)		

CAS D'UN MINI RESEAU HYBRIDE





LE PROJET SOLEDO
Mini réseau ou “smart grid”

***SOlution globale pour un mini réseau avec
Energie Décentralisée photovoltaïque en
source principale et gestion Optimisée des
flux de production et de consommation***



bp solar



Landis+
Gyr+

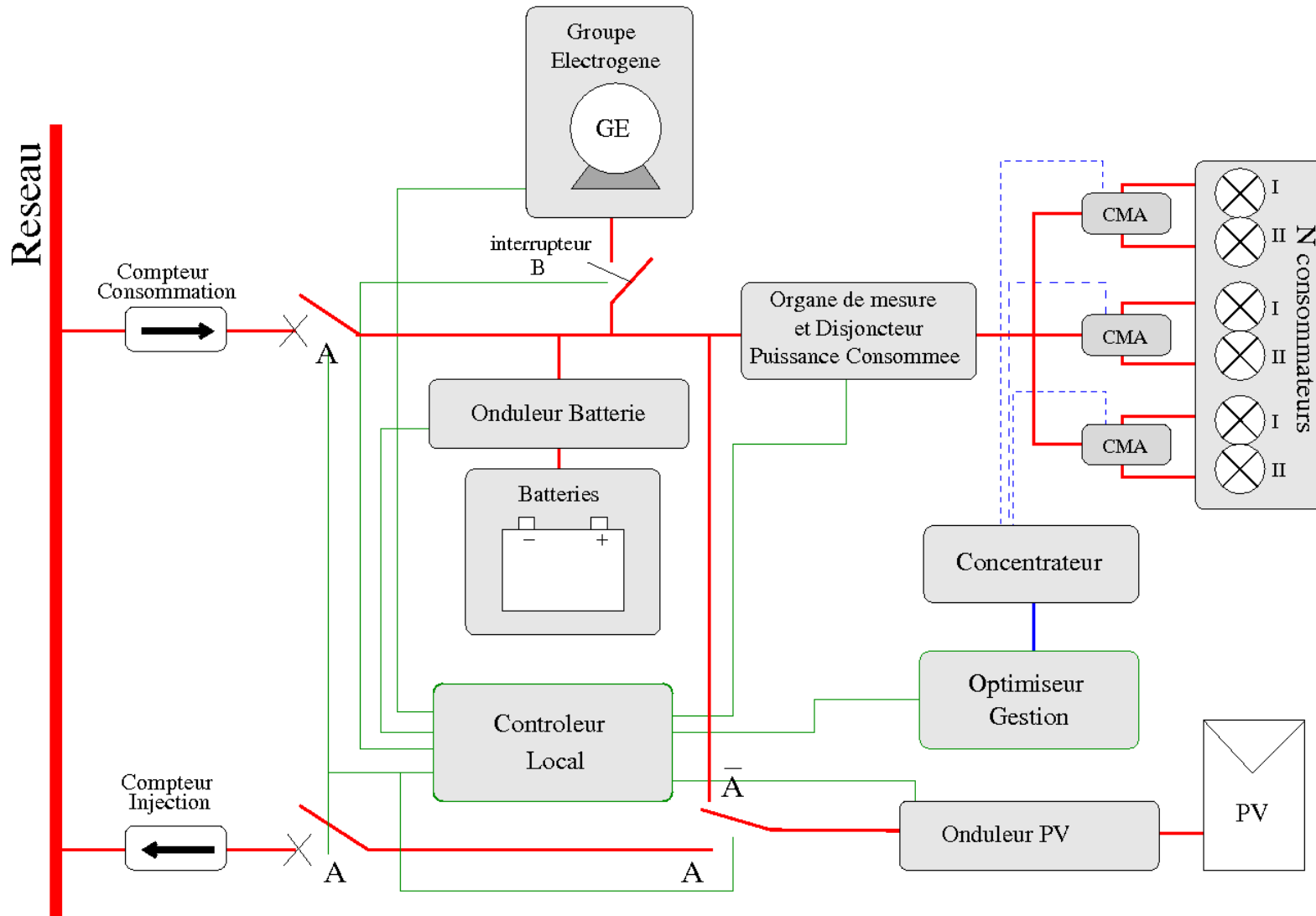


AEG

Power Solutions

www.soledo-pv.org

SCHEMA DE PRINCIPE



Le projet consiste à développer :

- 1) Une solution globale de mini réseau de distribution électrique avec un système de production hybride associant un générateur PV entre 10 et 100 kW comme source d'énergie principale et d'autres sources
- 1) L'optimisation production/consommation par une unité de contrôle et de gestion intelligente avec la possibilité d'ajuster la consommation selon des critères justifiés
- 1) Cette gestion doit permettre d'éviter un trop fort dimensionnement du champ photovoltaïque et ainsi de réduire le coût de l'installation. La surveillance de la génération et de la consommation s'appuiera sur le développement d'un système de communication et de comptage de l'énergie par courant porteur

OBJECTIFS DU PROJET SOLEDO ET INNOVATIONS

- a. Le contrôle et la gestion des sources d'énergie et des charges, avec les analyses des flux énergétiques;
- b. La conception d'un algorithme innovant, optimiseur du « performance ratio » du système, pour éviter un surdimensionnement du PV et limiter le cyclage de la batterie pour une plus longue durée de vie;
- c. L'introduction, innovante dans ce contexte, des courants porteurs comme support de communication;
- d. L'introduction également d'une fonction d'écrêtage, soit, en cas de dépassement d'une puissance souscrite en prélèvement du réseau, ce sont les sources autonomes, en priorité, qui fournissent le complément.

Dans les pays en développement, beaucoup de villages disposent d'énergie électrique par la présence d'un GE mis en place sous l'égide de l'Etat, de Communautés ou de producteurs individuels.

Les GE, malgré le coût élevé du kWh, la pollution qu'ils produisent et les contraintes de transport du fuel, des pièces de rechange, demeurent souvent la solution la plus simple ceci du fait:

- Un faible coût d'investissement
- Une facilité d'installation et de mise en service

Les systèmes PV peuvent agir en tant qu'économie de Diésel dans un mini réseau initialement alimenté par un GE.

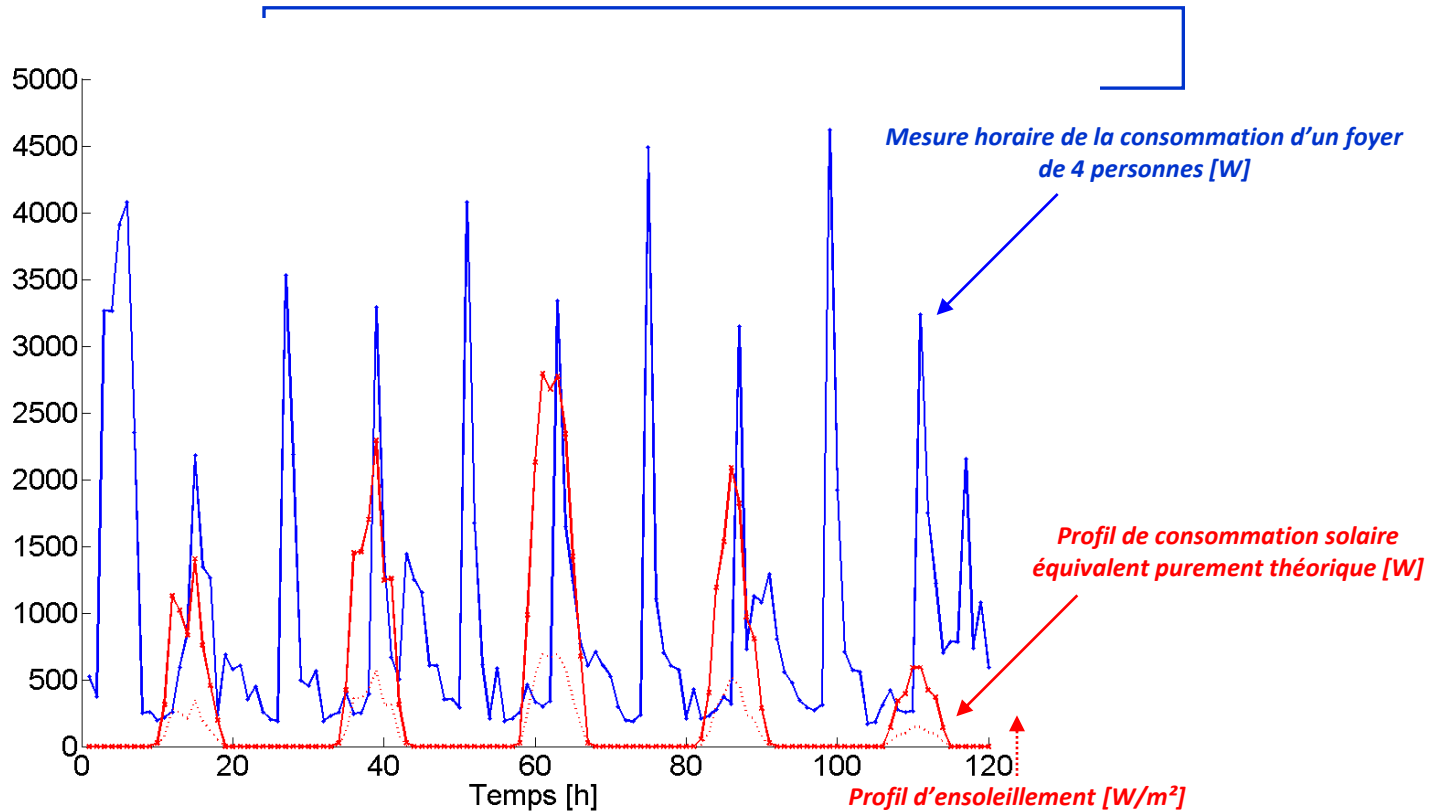
Mais, le mini réseau à source primaire PV, peut trouver son emploi dans les pays développés.

● **Double domaine d'application**

- a) Application avec raccordement sur un réseau national d'un taux de disponibilité > 98% (application « pays développés »);
- b) Application en milieu insulaire et électrification rurale (application « pays en développement »);

Quelle que soit l'application, les spécifications fonctionnelles et définitions des équipements seront similaires voire identiques pour les deux domaines d'application. La distinction pouvant se faire sur:

- La spécificité des règles de l'algorithme de gestion;
- Des « entrées » aux caractéristiques différentes (réseau / groupe à carburant), et des règles de dimensionnement pour partie distinctes;
- Un logiciel de simulation aux fonctionnalités identiques mais avec des critères de modélisation probablement distincts.



→ Sur la base de la même quantité d'énergie consommée sur un cycle de vie de 30 ans:

- Consommation: 5,5 MWh consommés / an

→ Données météorologiques (ensoleillement et température) de Rennes

- Générateurs PV: ≈1350 heures équivalent pleine puissance / an

Exemple de réflexion menée:

- Asservissement du profil de consommation au productible PV de façon à moins solliciter le GE et l'accumulateur
- Optimiseur: principe d'un correcteur d'asservissement
 - Réglage du correcteur: Compromis à trouver entre énergie fournie au consommateur, vieillissement de l'accumulateur et consommation du GE
- Gestion «équitable» des charges délestables des abonnés



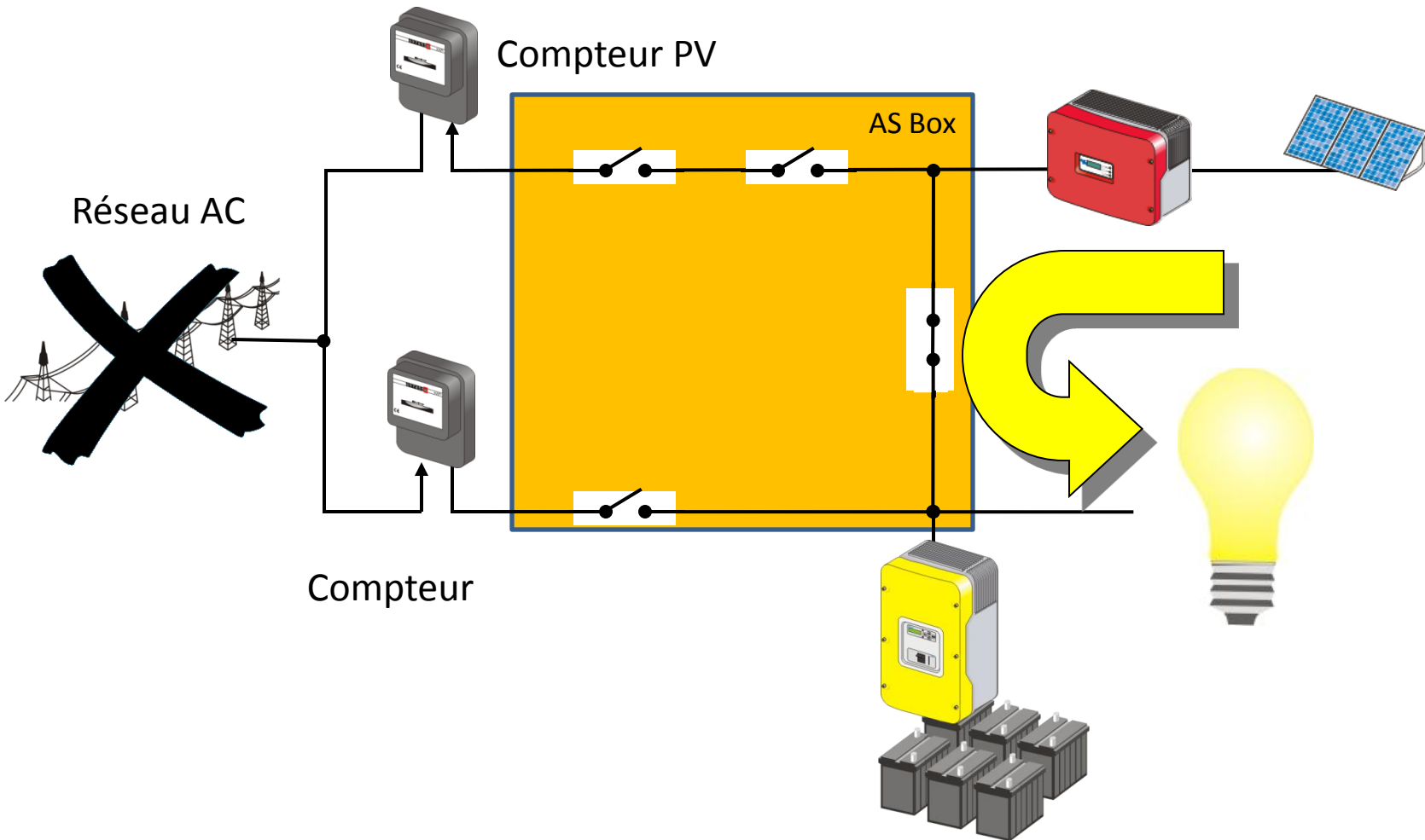
**APPLICATION:
SOLUTION DU FABRICANT *SMA* EN
ALLEMAGNE**

Sunny Backup

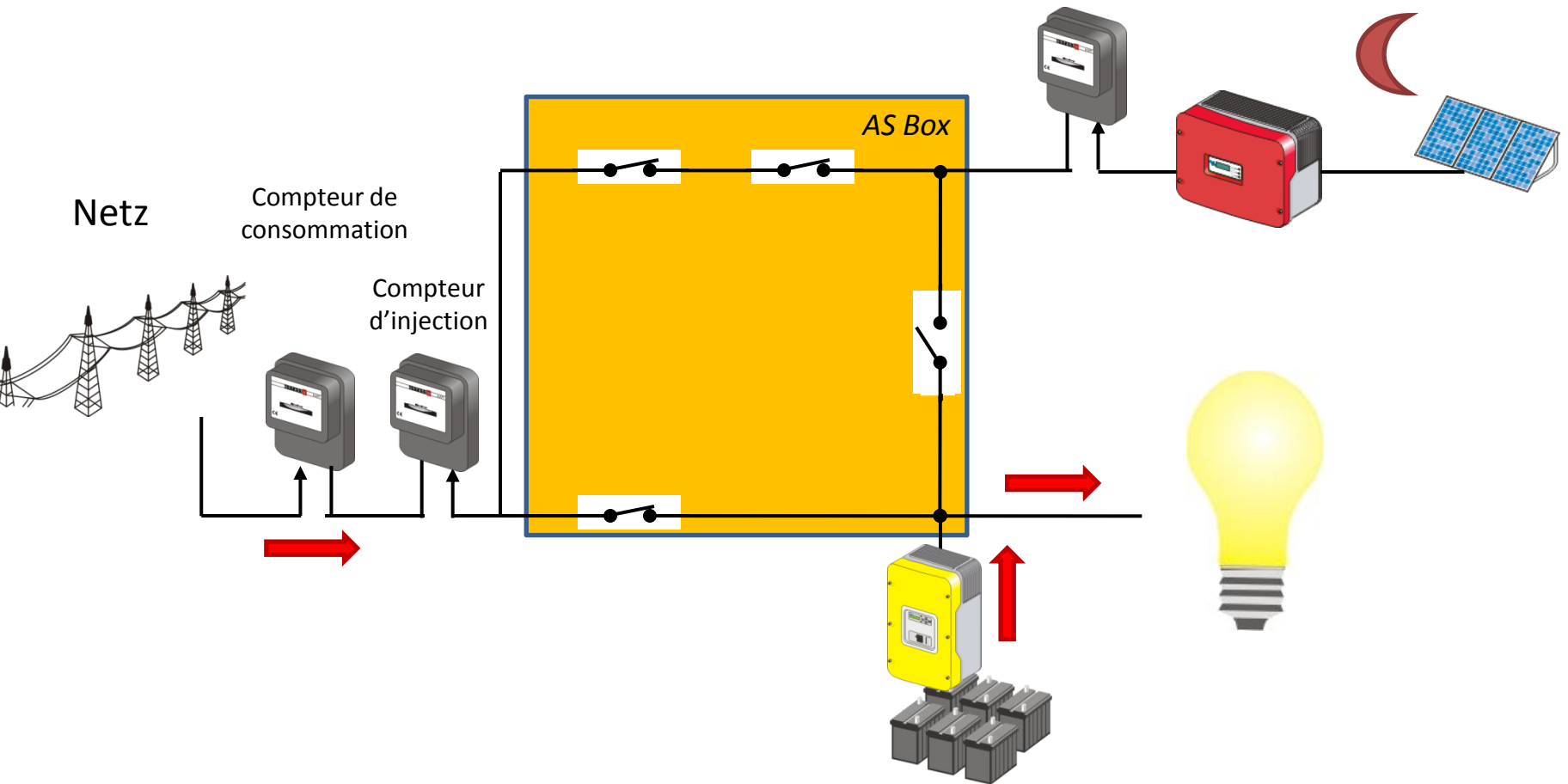


- Système avec batterie développé par SMA Solar Technology
- Commercialisé depuis 2007 en Allemagne
- Puissance: 5 KW à 100 KW
- Il peut fonctionner en tant que:
 - Système de secours sans interruption **ASI**
 - Système de stockage de production PV pour l'autoconsommation
 - Système pour lisser la consommation
 - Système de stockage d'appoint du réseau

Principe de fonctionnement du Sunny Backup avec AS box en mode solution de secours

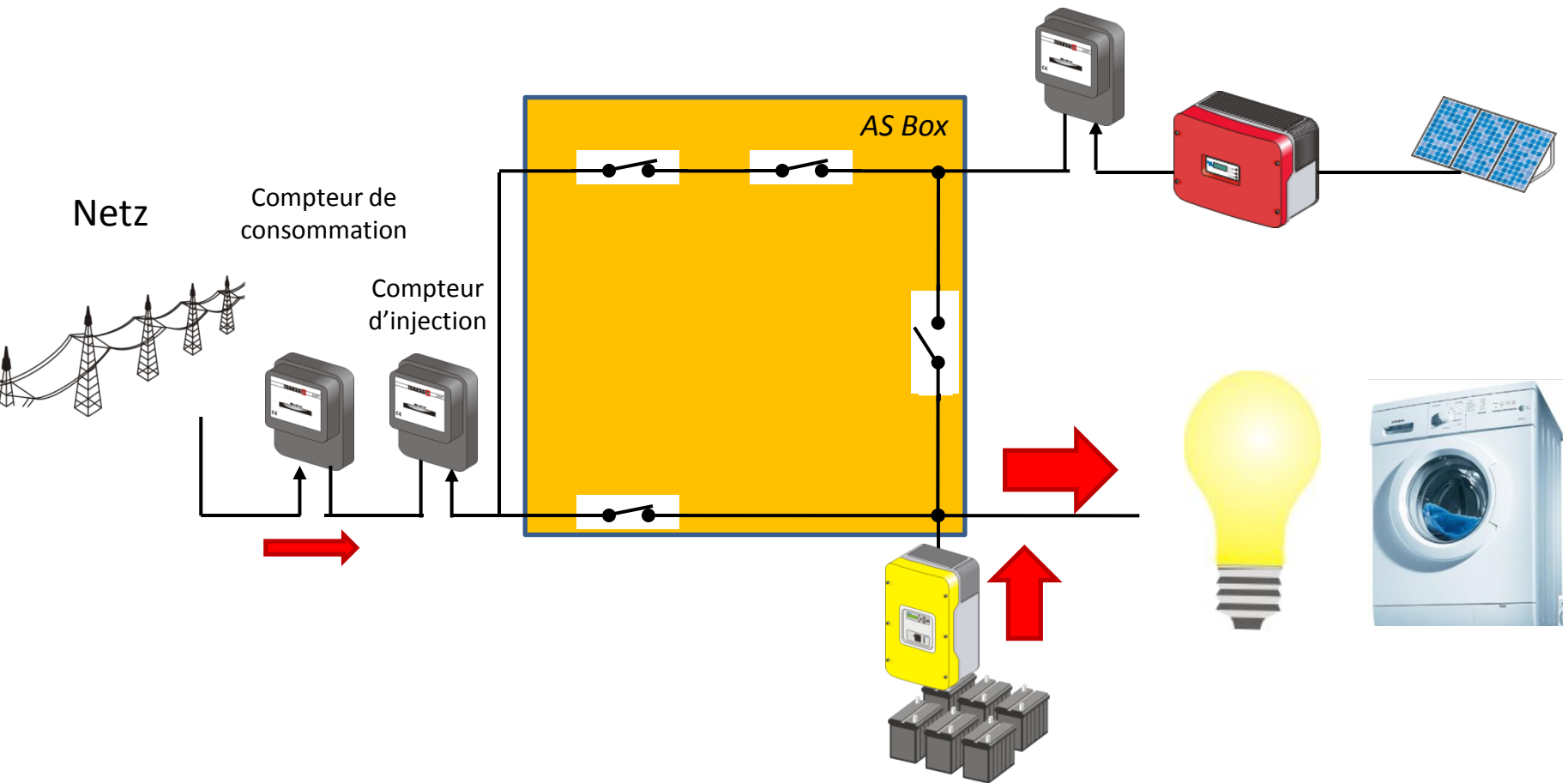


Principe de fonctionnement du Sunny Backup avec AS box pour l'autoconsommation



Le soir ou la nuit, lorsque le Sunny Backup observe une consommation
Il va adapter la production depuis les batteries pour suivre cette consommation.

Principe de fonctionnement du Sunny Backup avec AS box pour lisser la consommation



Ecrêtage: Lorsque le sunny backup observe une consommation trop élevée
Il va compenser en utilisant l'énergie stockée dans les batteries

Merci de votre attention



AEG Power Solution à Tours