



Introduction Générale a l'Atelier de Formation

Atelier de formation des formateurs du CEREEC:
Logiciel HOMER pour la conception des projets
d'EnR

Jorge Sneij et David Vilar

Juin 2013



I. Concept de système hybride dans cette formation (I)

Définition d'un système hybride



Qu'est ce qui est entendu par système hybride dans cette formation?

Pour avoir un aperçu de ce qu'est un système hybride, regardez cette vidéo sur les technologies d'énergies renouvelables dans les réseaux isolés (en anglais).



POUR VOIR LE VIDEO, CLICKEZ LE LIEN OU COPIEZ ET COLLEZ LE LIEN DANS LA BARRE D'ADRESSE DE VOTRE NAVIGATEUR WEB

<http://player.vimeo.com/video/52066424?title=0&byline=0&portrait=0&badge=0&color=ffffff&autoplay=1>

Cette vidéo a été développée par SMA Solar Technology AG



Source: SMA SOLAR TECHNOLOGY AG



Définition d'un système hybride pour cet atelier

- **Système hybride:** Système de production d'électricité basé sur l'intégration de différentes sources énergétiques (solaire PV, aérogénérateurs, petite hydroélectricité ou générateurs diesel).

Source: CEREEC

- (...) Les applications hybrides peuvent potentiellement fournir de meilleures performances et de meilleures économies dans un contexte d'électrification donné.

Source: ESMAP, 2007

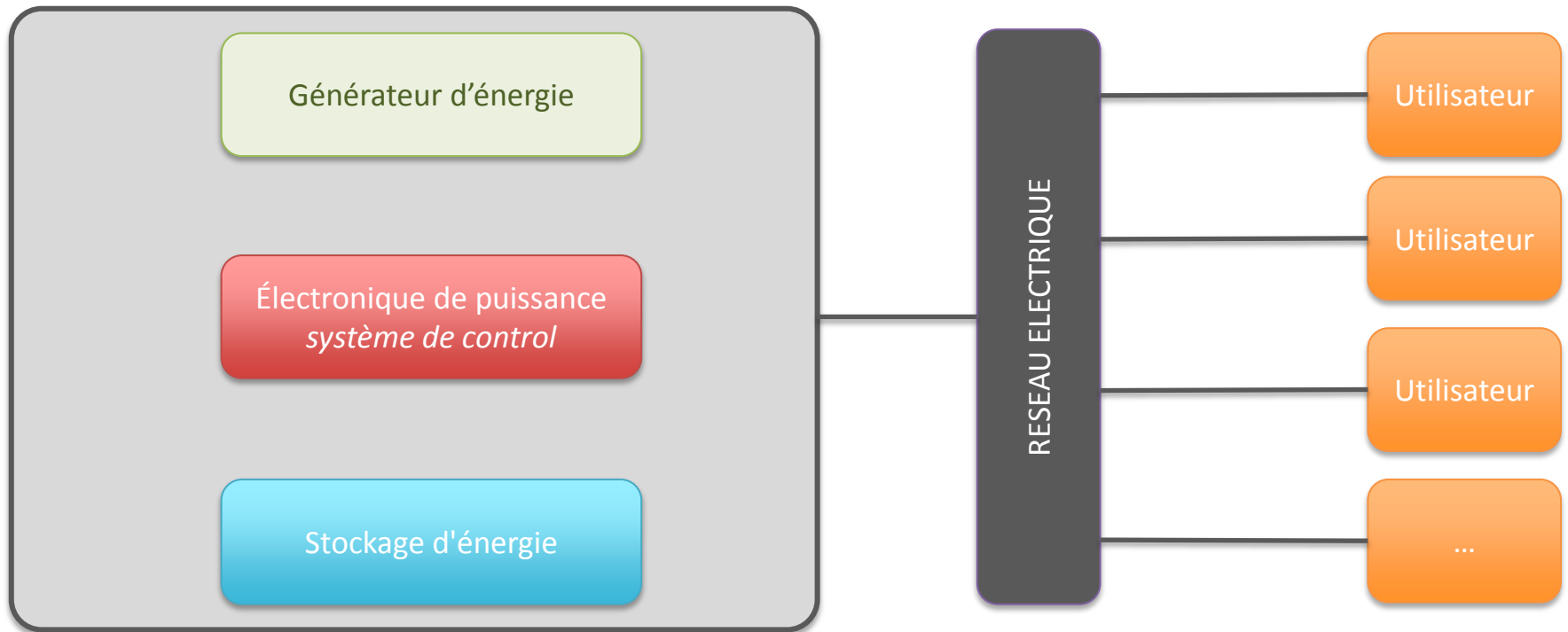


II. Concept de système hybride dans cette formation (II)

Configuration général d'un système électrique



Architecture général d'un système électrique (simplifié)



GENERATION

DISTRIBUTION

DEMANDE



III. Concept de système hybride dans cette formation (III)

Types de configurations de systèmes hybrides basées sur une stratégie de contrôle



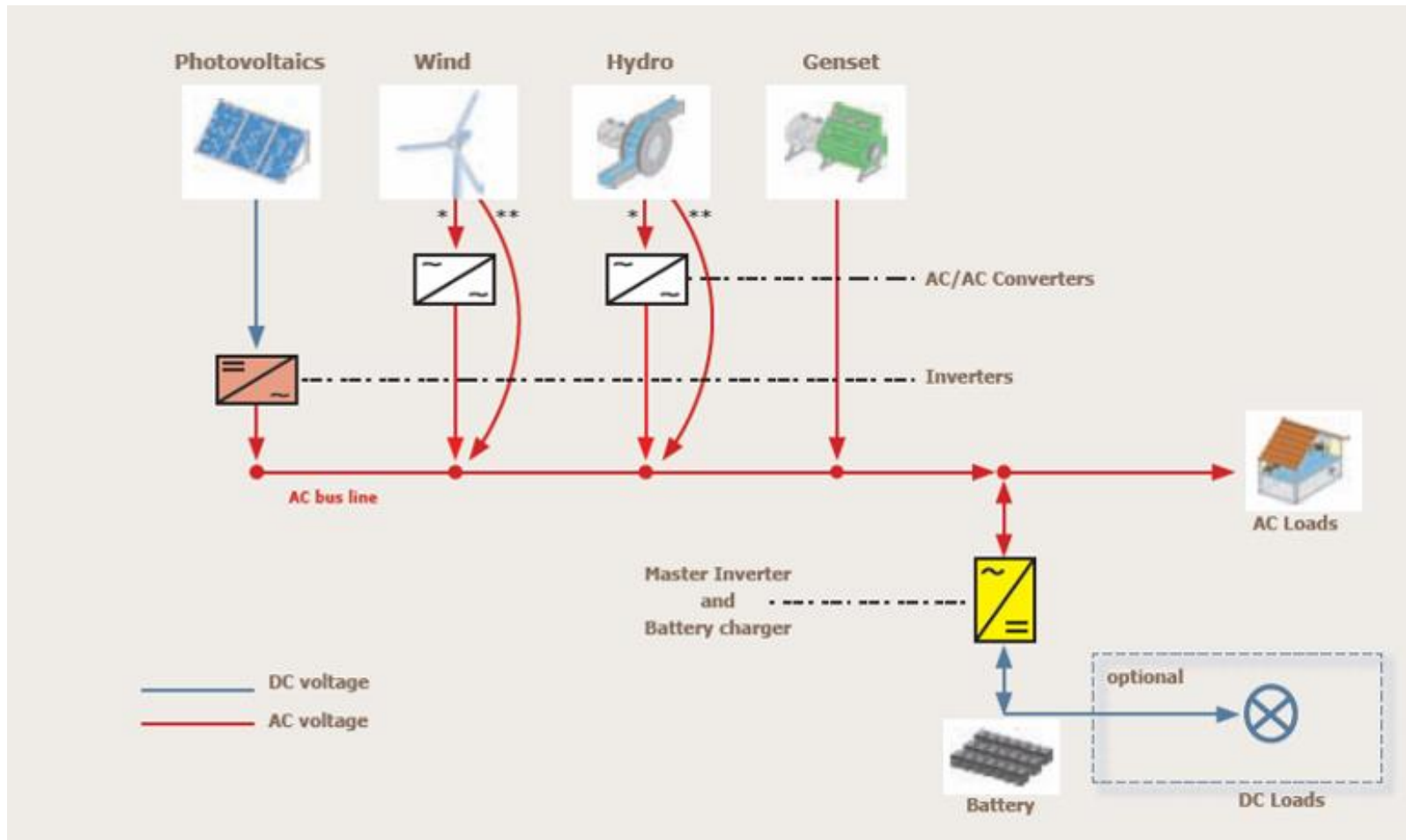
Types de configurations de systèmes hybrides basées sur une stratégie de contrôle

- Il existe plusieurs configurations pour un système hybride. Basées sur une stratégie de contrôle, deux des plus fréquents sont:
 - Couplage de bus en courant alternatif (CA)
 - Couplage de bus en courant direct (CD)
- Une autre configuration pourrait être la combinaison des deux précédentes.
- Ces configurations doivent être intégrées dans le dimensionnement et la simulation d'un système hybride.



CONFIGURATION DU SYSTÈME

Couplage de bus CA

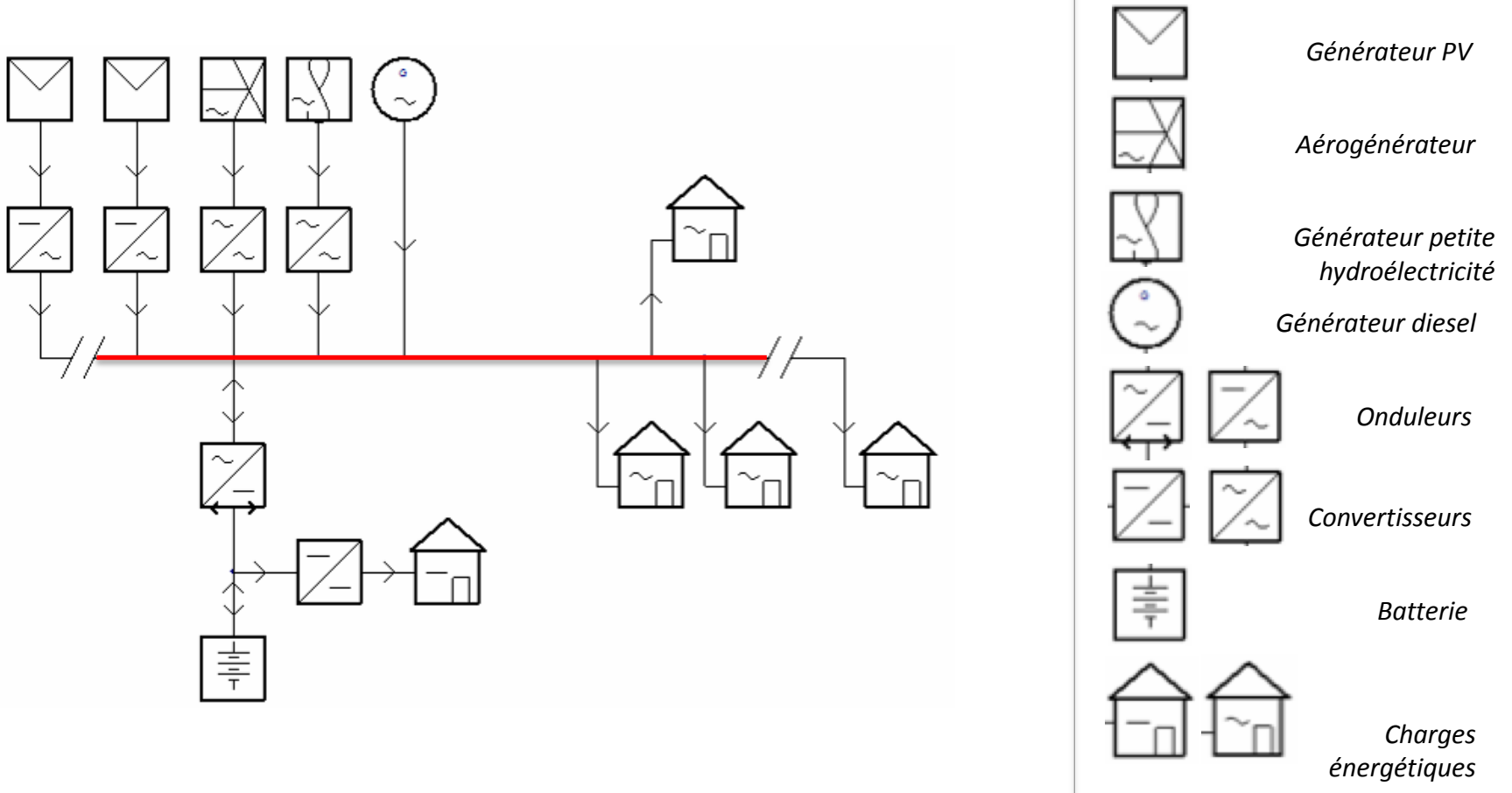


Source: ARE 2008.



Couplage de bus CA

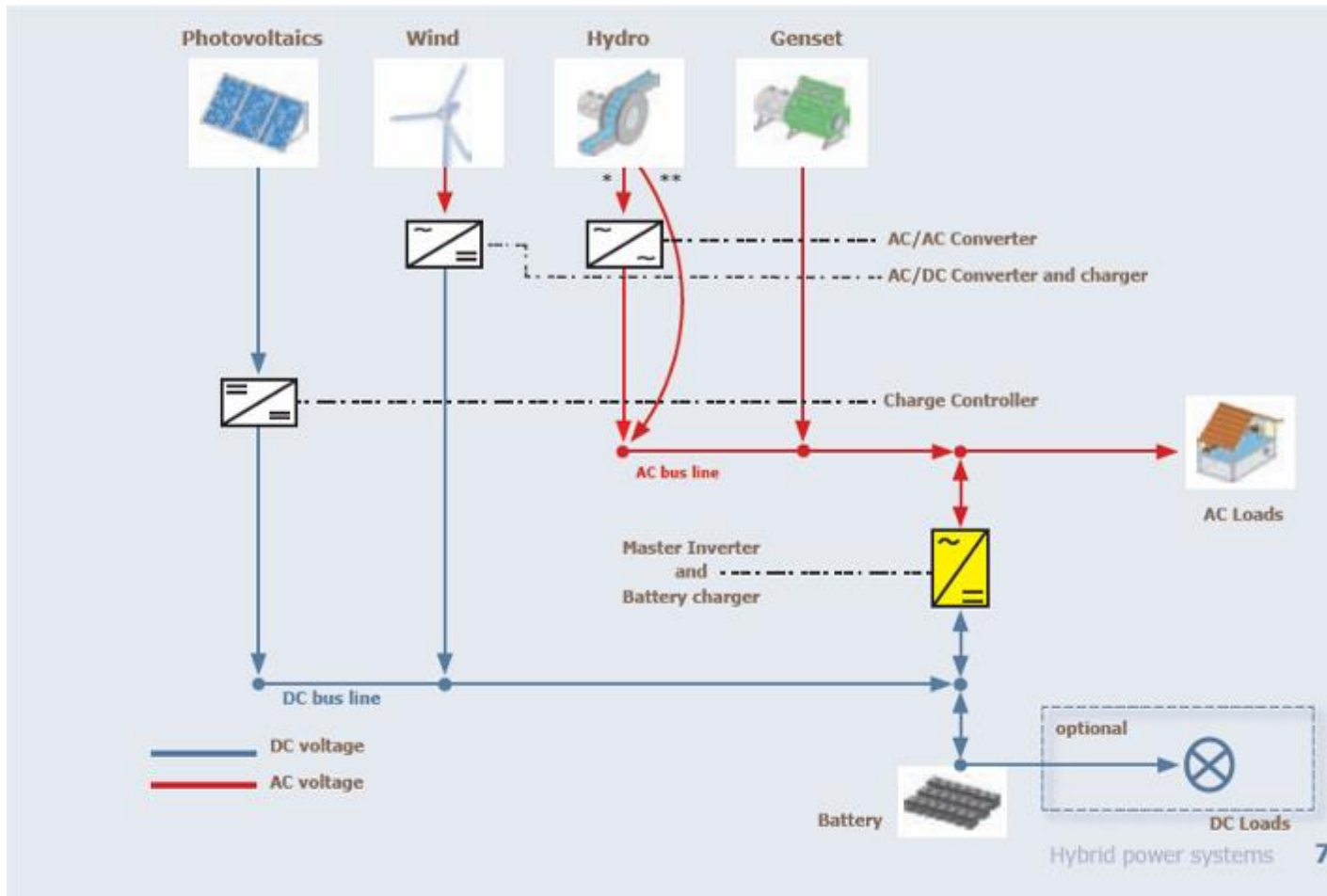
Exemple de schéma technique





CONFIGURATION DU SYSTÈME

Couplage de bus DC

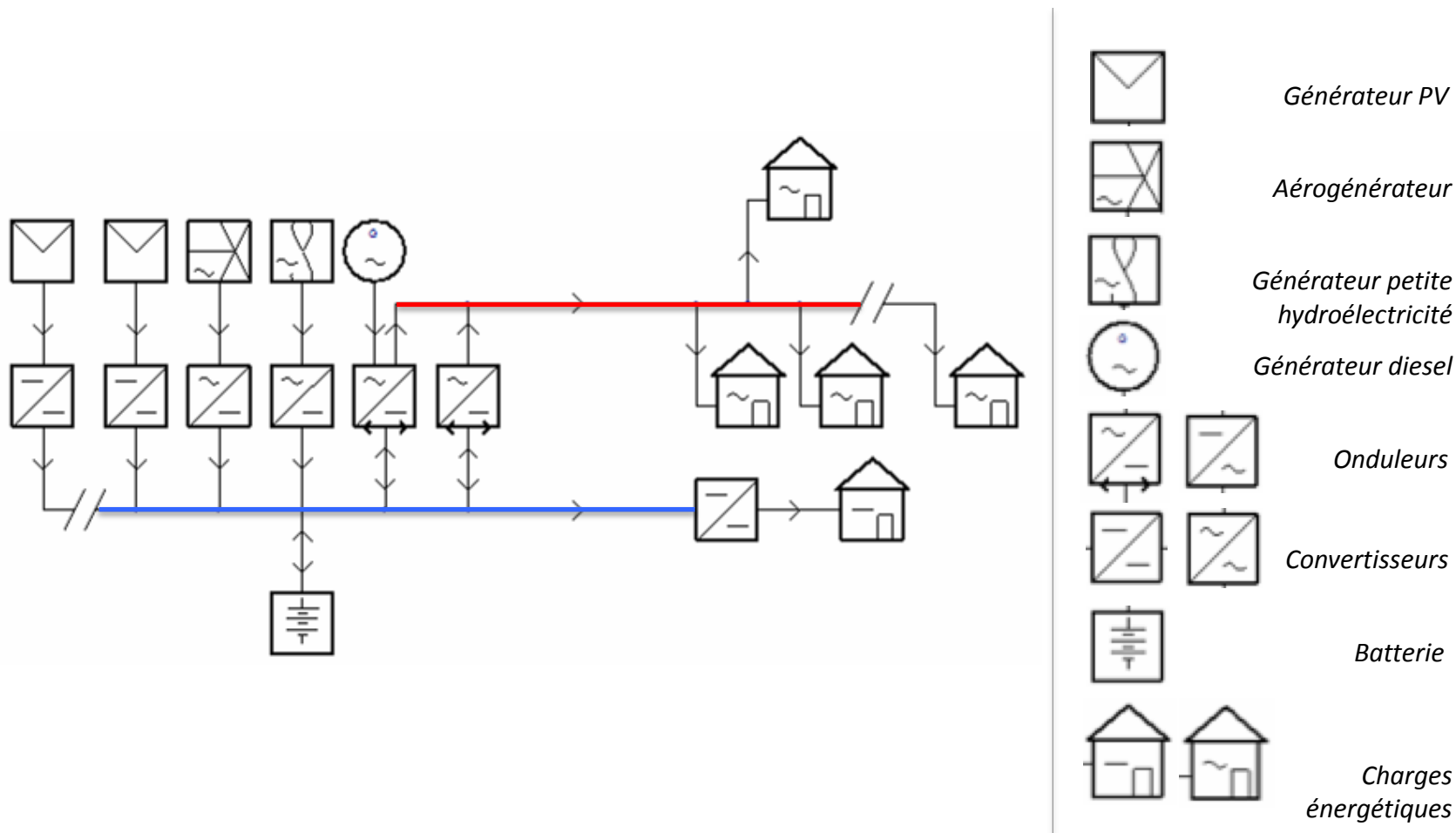


Source: ARE 2008.



Couplage de bus DC

EXEMPLE DE SCHEMA TECHNIQUE





IV. Concept de système hybride dans cette formation(IV)

Unités d'entrée d'un système hybride



UNITES D'ENTREE

- PV
- Wind Turbine 1
- Hydro
- Converter
- Generator
- Battery

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Générateur PV</i> | <i>(kW)</i> | <i>Kilowatt</i> |
| <i>Aérogénérateur</i> | <i>(Quantité)</i> | <i>nombre d'unités</i> |
| <i>Hydro</i> | <i>(m) hauteur de chutes (L/s)</i> | <i>litres par seconde ou débit</i> |
| <i>Convertisseur</i> | <i>(kW)</i> | <i>Kilowatt</i> |
| <i>Générateur</i> | <i>(kW)</i> | <i>Kilowatt</i> |
| <i>Batterie</i> | <i>(Quantité)</i> | <i>nombre d'unités</i> |

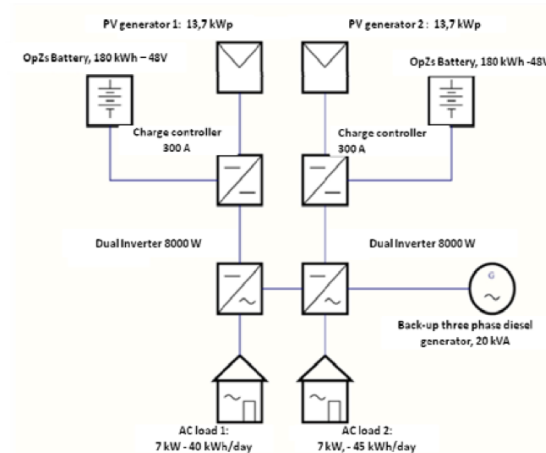


V. Exemple de système énergétique opérationnel dans un village isolé de 600 habitants

Monte Trigo, Cap-Vert, Afrique de l'ouest



Systeme énergétique de Monte Trigo





Notes techniques sur le système

- En février 2012, le premier micro-réseau rural du Cap-Vert alimenté à 100% par les sources énergétiques renouvelables est entré en service. Ce projet a été exécuté dans le cadre de la Facilité Energie du programme ACP-UE. Un accès permanent à l'électricité avait été sollicité par les acteurs au niveau local et la communauté du village, pour satisfaire les besoins en services énergétiques de base tels l'éclairage, la communication, et la production de froid pour la conservation des produits de la pêche et d'autres services communautaires.
- L'objectif du projet était l'électrification du village de Monte Trigo (dans l'île de Santo Antão) qui compte 600 habitants, avec un micro réseau multiutilisateur au solaire (MSG).
- Le projet a été mis en œuvre en 2011, et est actuellement dans sa phase de suivi des travaux. Un aspect clé du projet a été d'assurer la durabilité à long-terme du service électrique. En plus de la description de la centrale ainsi que des schémas de fonctionnement et de gestion, cet article souligne l'importance du concept de Fourniture quotidienne d'énergie (FQE) sous l'angle d'une perspective sociale, technique et économique. En conclusion, l'article met en évidence la validité à la fois de l'option technique et du modèle de gestion.
- *Entre autres méthodes, les outils de simulation sont utilisés pour analyser la conception et évaluer la faisabilité du système.*

Pour plus d'informations (1): **[CLIQUEZ LE LIEN OU COPIEZ ET COLLEZ LE LIEN A DANS LA BARRE D'ADRESSE DE VOTRE NAVIGATEUR WEB](#)**

<http://www.ecowrex.org/document/implementation-pv-rural-micro-grid-island-santo-antao-cape-verde-individual-energy>



VI. Considérations sur la demande énergétique (I)

Les unités



Les unités

- Electricité (kW) *Kilowatt*
- Temps (h) *heure*
- Energie (kWh) *Kilowatt(par)heure*

Offre énergétique (partie production): est l'énergie produite par la puissance d'un générateur énergétique sur période donnée.

Energie = Puissance d'un générateur énergétique (kW) · Temps (durée en heures)

Demande énergétique (partie consommation): est le total d'énergie dont les consommateurs ont besoin sur une période donnée; et la quantité d'énergie qui leur est normalement facturée (composante d'une tarification forfaitaire).

Offre énergétique > Demande énergétique

Normalement, l'énergie produite par un générateur est supérieure à la demande énergétique, pour prendre en compte les pertes du système. Ces aspects ne seront pas considérés dans cette formation en raison des analyses approfondies qu'ils nécessitent.

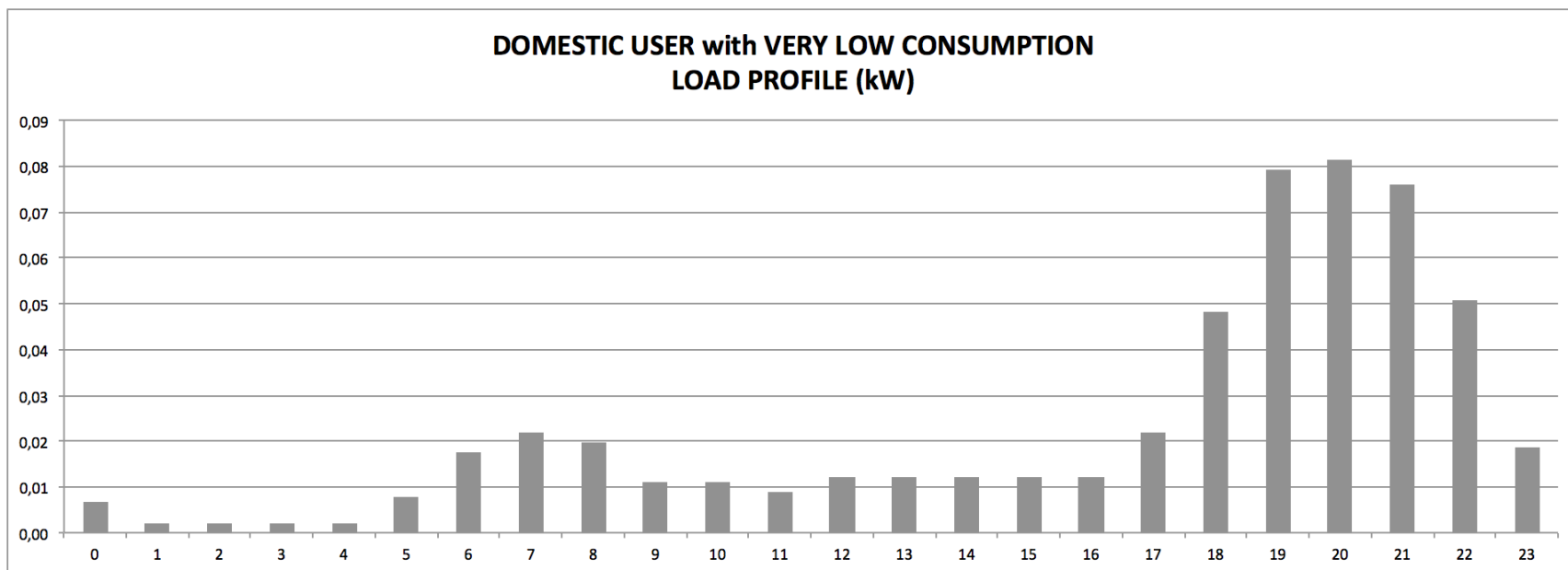


VII. Considérations sur la demande énergétique (II)

PROFIL DE LA CHARGE

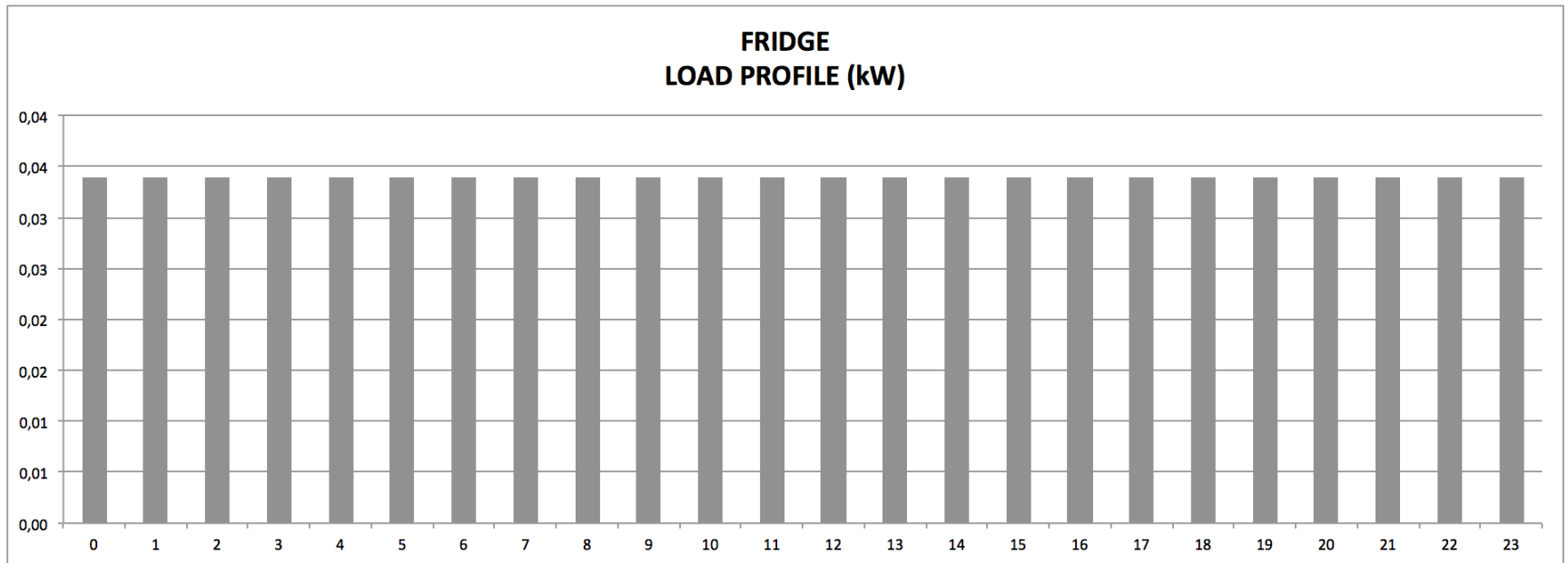


Exemple de profil de la charge journalière (1)



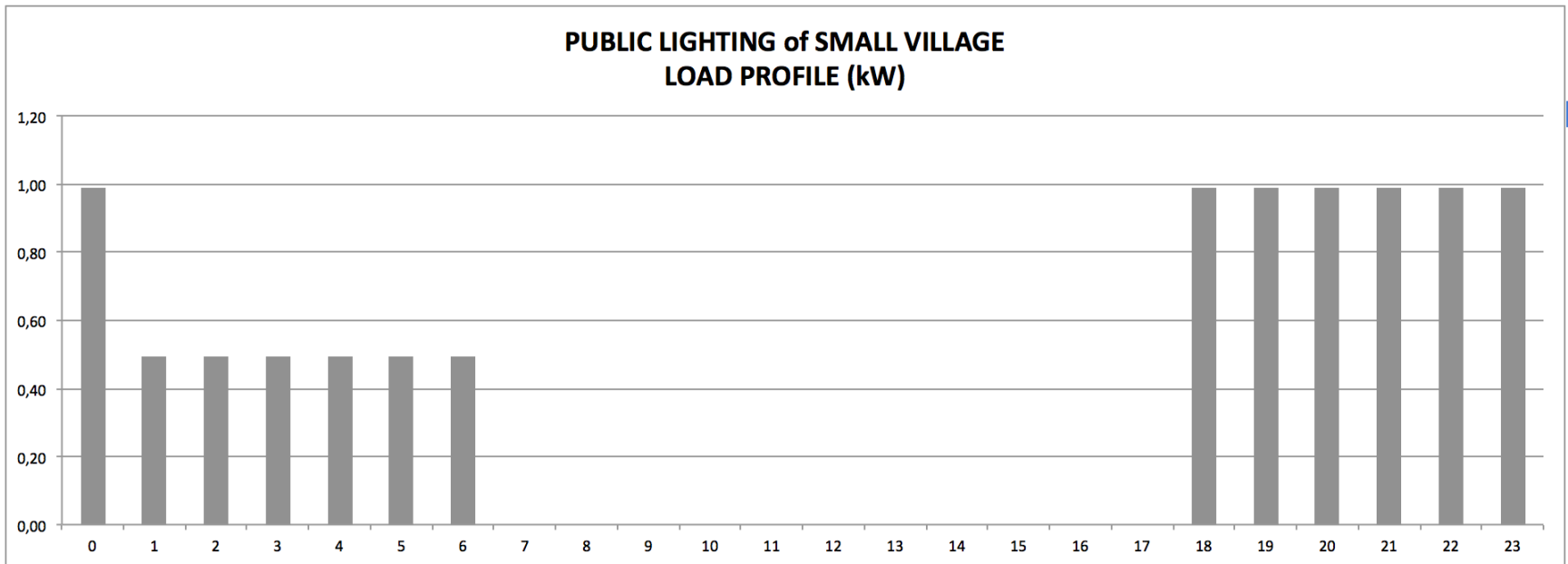


Exemple de profil de la charge journalière (2)



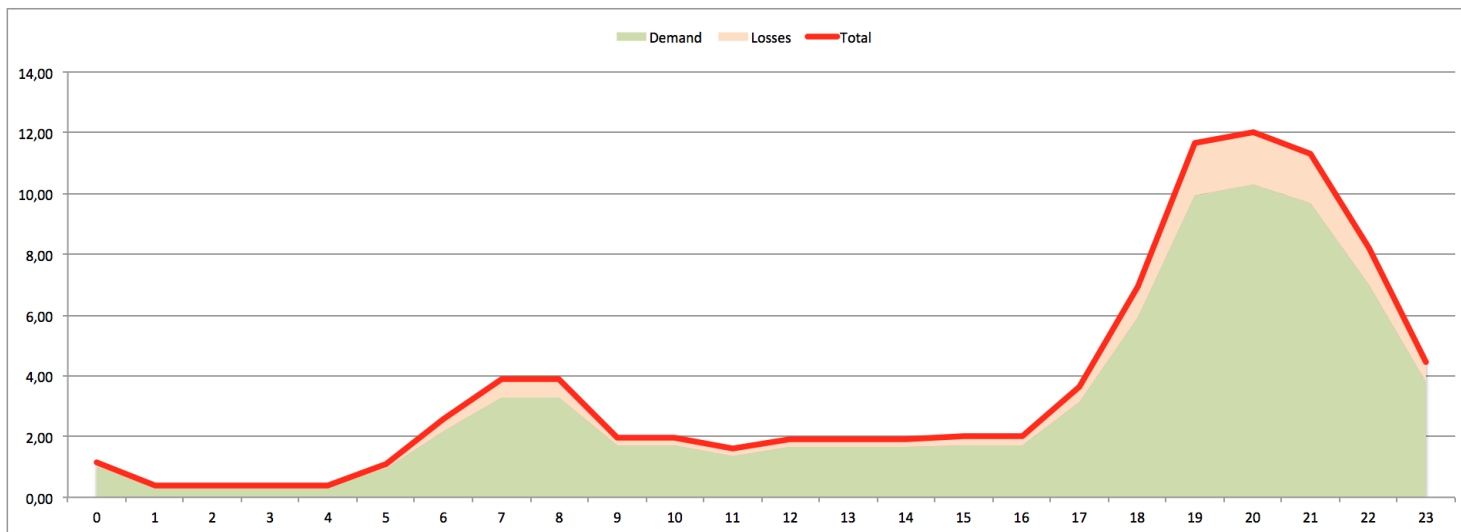


Exemple de profil de la charge journalière (3)





Profil de la charge agrégée



| Time | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|-----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Demand | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Power (kW) | 0,99 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,93 | 2,19 | 3,31 | 3,31 | 1,69 | 1,69 | 1,36 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,73 | 1,73 | 3,12 | 5,92 | 9,95 | 10,28 | 9,68 | 7,02 | 3,81 |
| Hours (h) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Energy (kWh) | 0,99 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,93 | 2,19 | 3,31 | 3,31 | 1,69 | 1,69 | 1,36 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,73 | 1,73 | 3,12 | 5,92 | 9,95 | 10,28 | 9,68 | 7,02 | 3,81 |
| TOTAL ENERGY PER DAY | 74,95 kWh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losses (kW) | 0,17 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,16 | 0,37 | 0,56 | 0,56 | 0,29 | 0,29 | 0,23 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,53 | 1,01 | 1,69 | 1,75 | 1,65 | 1,19 | 0,65 |
| TOTAL ENERGY PER DAY | 12,74 kWh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL Generation | 1,16 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 1,09 | 2,56 | 3,87 | 3,87 | 1,98 | 1,98 | 1,60 | 1,91 | 1,91 | 1,91 | 2,03 | 2,03 | 3,66 | 6,92 | 11,65 | 12,03 | 11,33 | 8,21 | 4,46 |
| TOTAL ENERGY PER DAY | 87,69 kWh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Source: CEREEC



Les logiciels de Simulation utilisent le profil de charge journalière (agrégée)

Label: Load type: AC DC Data source: Enter daily profile(s) Import time series data file

Baseline data
 Month: Day type:

| Hour | Load (kW) |
|---------------|-----------|
| 00:00 - 01:00 | 6.000 |
| 01:00 - 02:00 | 6.000 |
| 02:00 - 03:00 | 6.000 |
| 03:00 - 04:00 | 6.000 |
| 04:00 - 05:00 | 6.000 |
| 05:00 - 06:00 | 6.000 |
| 06:00 - 07:00 | 6.000 |
| 07:00 - 08:00 | 15.000 |
| 08:00 - 09:00 | 15.000 |
| 09:00 - 10:00 | 15.000 |
| 10:00 - 11:00 | 15.000 |
| 11:00 - 12:00 | 15.000 |

Daily Profile

DMap

Seasonal Profile

Random variability
 Day-to-day: %
 Time-step-to-time-step: %

Scaled annual average (kWh/d):

| | Baseline | Scaled |
|-----------------|----------|--------|
| Average (kWh/d) | 427 | 427 |
| Average (kW) | 17.8 | 17.8 |
| Peak (kW) | 62.0 | 62.0 |
| Load factor | 0.287 | 0.287 |



Recommandation pour dimensionner et simuler des systèmes d'EnR hybrides avec plusieurs utilisateurs

- Les utilisateurs doivent avoir un compteur électrique avec un système de gestion de la Fourniture quotidienne d'énergie (*EDA Energy Daily Available*) selon le tarif qui est convenu. (limitations par un dispositif intelligent qui contrôle les kWh d'énergie consommés).
- (...) Le concept de *fourniture énergétique quotidienne* **confère un degré de certitude au plus incertain des paramètres lorsqu'il s'agit de dimensionner et de simuler un système de micro-reseau d'EnR avec plusieurs utilisateurs.**



Le compteur électrique: un dispositif important dans le dimensionnement des systèmes hybrides

- D'un point de vue technologique, il permet aux composants tels que les batteries et onduleurs de **fonctionner dans la limite de leur gamme de performance.**
- D'un point de vue financier, il réduit les incertitudes sur la charge et le risque qui lui est associé concernant le recouvrement.
- D'un point de vue social, il répond mieux aux besoins des utilisateurs et leur permet de gérer leur consommation énergétique et leur budget.





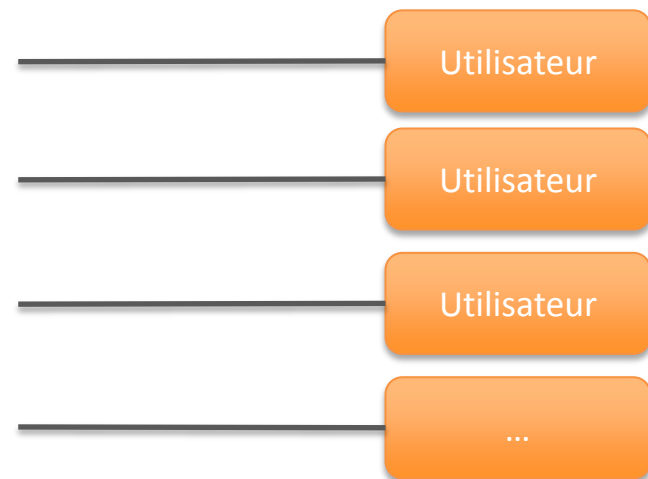
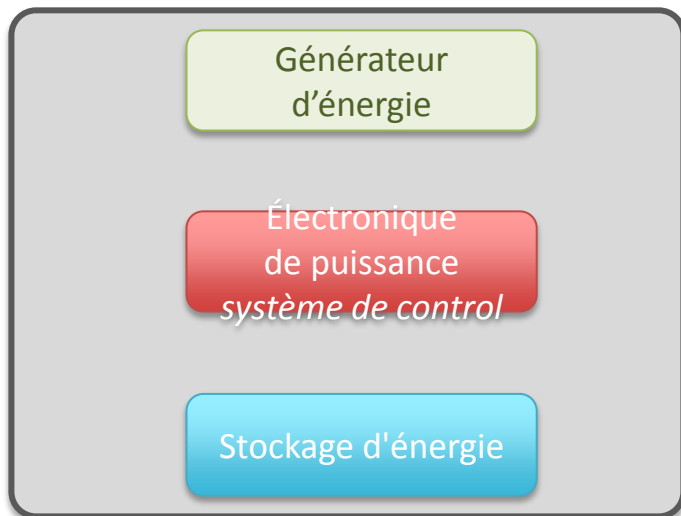
VIII. Considérations sur le coût (I)

Types de coûts: dépenses et revenus



Type de coûts associés aux systèmes hybrides

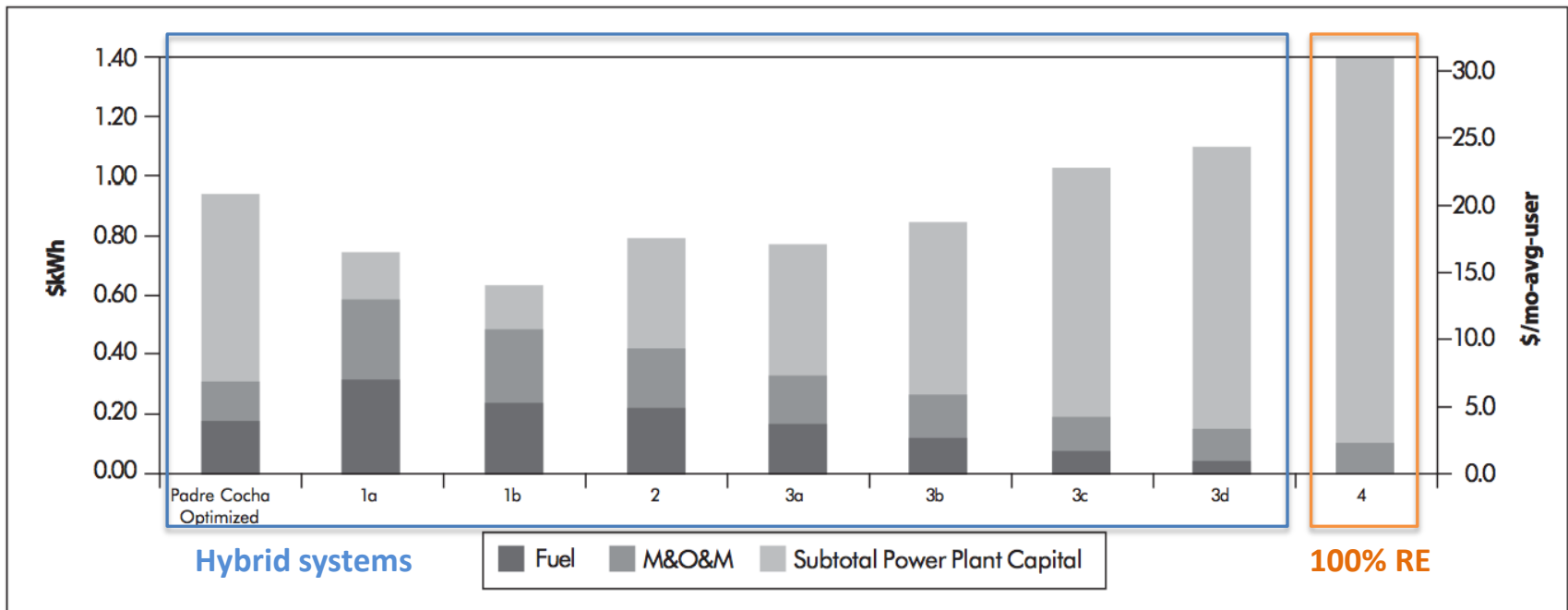
| DEPENSES | REVENUES |
|---|------------|
| Coûts de Capital | Tarifs |
| Coût de remplacement | Subvention |
| Operation, fonctionnement et de maintenance | ... |
| Fuel | |
| ... | |





Comparaison de coûts entre différentes solutions hybrides

Figure 3.1: Comparison of Cost Breakdown for each Option



Diffèrent LCOE a un taux d'actualisation du 10% et le prix du diesel de 0,57 US\$/litre par unité d'énergie et par service d'utilisateur pour différents études de cas



Comparaison de coûts entre différentes solutions hybrides

| | | PV Arrays kWp | Genset kW | Batteries kWh | Power Conditioning | |
|---|-----------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------------|----------------|
| | | | | | Rectifier kW | Inverter kW |
| Padre Cocha RAPS (Optimized) ¹ | | 30 | 128 | | | 40 |
| 1. Diesel-only | 1a. Alternative One Stand-by Unit | | 1 x 36 kW | 0 | 0 | 0 |
| | 1b. Alternative Peak and Off-peak | | 2 x 18 kW | 0 | 0 | 0 |
| 2. Diesel-battery-hybrid | | | 1 x 36 kW | 310 | 20 | 10 |
| 3. Diesel-PV-hybrid | 3a. Solar PV 25% | 25 | 36 kW | 310 | 20 | 10 |
| | 3b. Solar PV 50% | 50 | 36 kW | 310 | 20 | 10 |
| | 3c. Solar PV 75% | 75 | 36 kW | 524 | 10 | 20 |
| | 3d. Solar PV 85% | 93 | 36 kW | 524 | 10 | 20 |
| 4. Solar PV 100% | | 140 | 0 | 765 | 0 | 25 |

¹ Actual figures from Padre Cocha but with improvements to significantly reduce distribution losses.

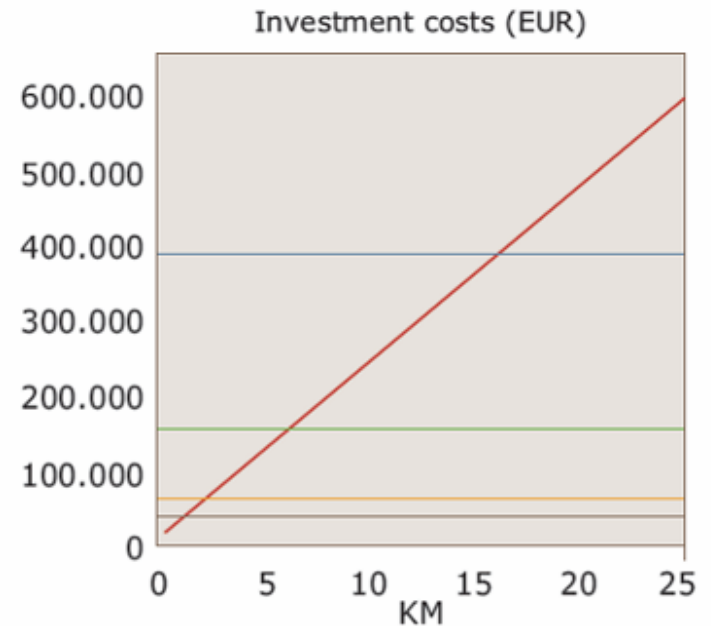


Coûts de l'extension du réseau

Economical comparison: grid extension vs. hybrid systems (investment costs)

Grid extension costs are primarily distance dependent.
If the site is further away, the investment becomes higher.
PV Hybrid costs are related to the required generation capacity:
that depends on the required demand. Thus, for small
demand, a small investment is needed, for large demand, a larger
investment is needed. The break even "distance" is therefore related
to the demand.

- Public grid
- 30 kWp PV power supply
- 12 kWp PV power supply
- 5 kWp PV power supply
- 3 kWp PV power supply



L'extension du réseau doit être pris en compte au moment de mesurer et de simuler un système hybride isolé avec plusieurs utilisateurs.



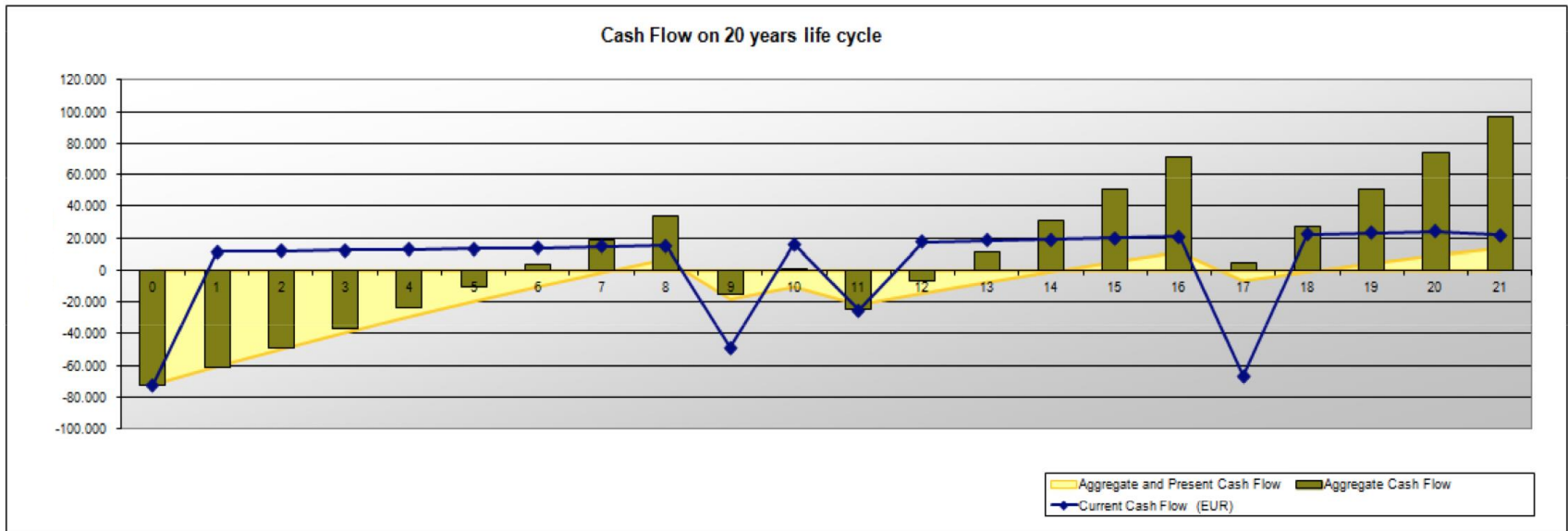
IX. Considérations sur le coût(II)

Le coût moyen actualisé d'énergie (LCOE)



Les logiciels de simulation permettent de faire une analyse économique

- Evolutions du cash flow dans le scenario d'une durée de vie de 20 ans.





Le cout moyen actualisé de l'énergie (LCOE)

- L'évolution des cash flow pour plusieurs systèmes hybrides peut différer, principalement en raison de la technologie choisie: les coûts de remplacement ne sont pas les mêmes pour les panneaux photovoltaïques et pour les aérogénérateurs; différentes batteries ont des coûts de remplacement différents et les coûts au démarrage du projet ne sont pas économiquement les mêmes que les coûts à la fin du projet en raison de la valeur temps de l'argent (entre autres aspects).
- Nous avons besoin d'une valeur de référence pour comparer différents scénarios multi-annuels.
- LCOE est une valeur constante (\$/kWh) utilisé comme référence pour comparer différentes technologies et systèmes énergétiques sur leur durée de vie.
- Il est équivalent au revenu minimum qui est attendu par kWh d'énergie généré par le système et qui égalise les revenus de la vente aux dépenses faites dans le système.
- LCOE est basé sur la méthodologie de la valeur actuelle nette économique dans un scénario pluriannuel.



Un exemple simple: Scenario d'un an

Quel doit être le montant des revenus de la vente d'énergie (\$ per kWh) pour rembourser les coûts du système sur un an?

Coût d'un système hybride (\$) = Energie produite (kWh) · Coût de l'énergie(\$ / kWh)

Ainsi,

Coût de l'énergie (\$/kWh) = Coût du système (\$) / Energie produite (kWh)

Note.- Lorsqu'il est entrepris une analyse rigoureuse du système, c'est "l'énergie à vendre" qui sera considérée (la quantité de kWh qui peut être vendue au consommateur) à la place de l'énergie produite. L'énergie produite est normalement supérieure à l'énergie consommée. Par exemple, les pertes ne peuvent pas être vendues et ne génèrent pas de revenus. Ainsi le coût moyen actualisé d'un système énergétique devrait être mieux calculé avec l'énergie qui peut être vendue et non avec celle qui est produite.



Compréhension du LCOE en trois étapes! (Valeur actuelle nette)

Scenario d'un an

| | | | |
|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | REVENUS (\$) | = | DEPENSES (\$) |
| | Energie produite (kWh) • Coût de l'énergie (\$/kWh) | = | Coût des systèmes hybrides (\$) |

Scenario multi-annuel

| | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| 2 | VAN (REVENUS) (\$) | = | VAN (DEPENSES) (\$) |
| | VAN (Energie produite • Coût de l'énergie) | = | VAN (Coûts du système hybride) |

*Le coût moyen actualisé de l'énergie est une **valeur constante** sur la durée de vie du projet-par définition-*

| | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|
| 3 | REVENUS (Cycle de vie) (\$) | = | DEPENSES (Cycle de vie) (\$) |
| | Coût de l'énergie • VAN (Energie produite) | = | VAN (Coût du système hybride) |

Ce coût de l'énergie est le LCOE

$$LCOE = \frac{\sum_1^t \frac{C_t}{(1 + d_{nom})^t}}{\sum_1^t \frac{E_t}{(1 + d_{nom})^t}}$$

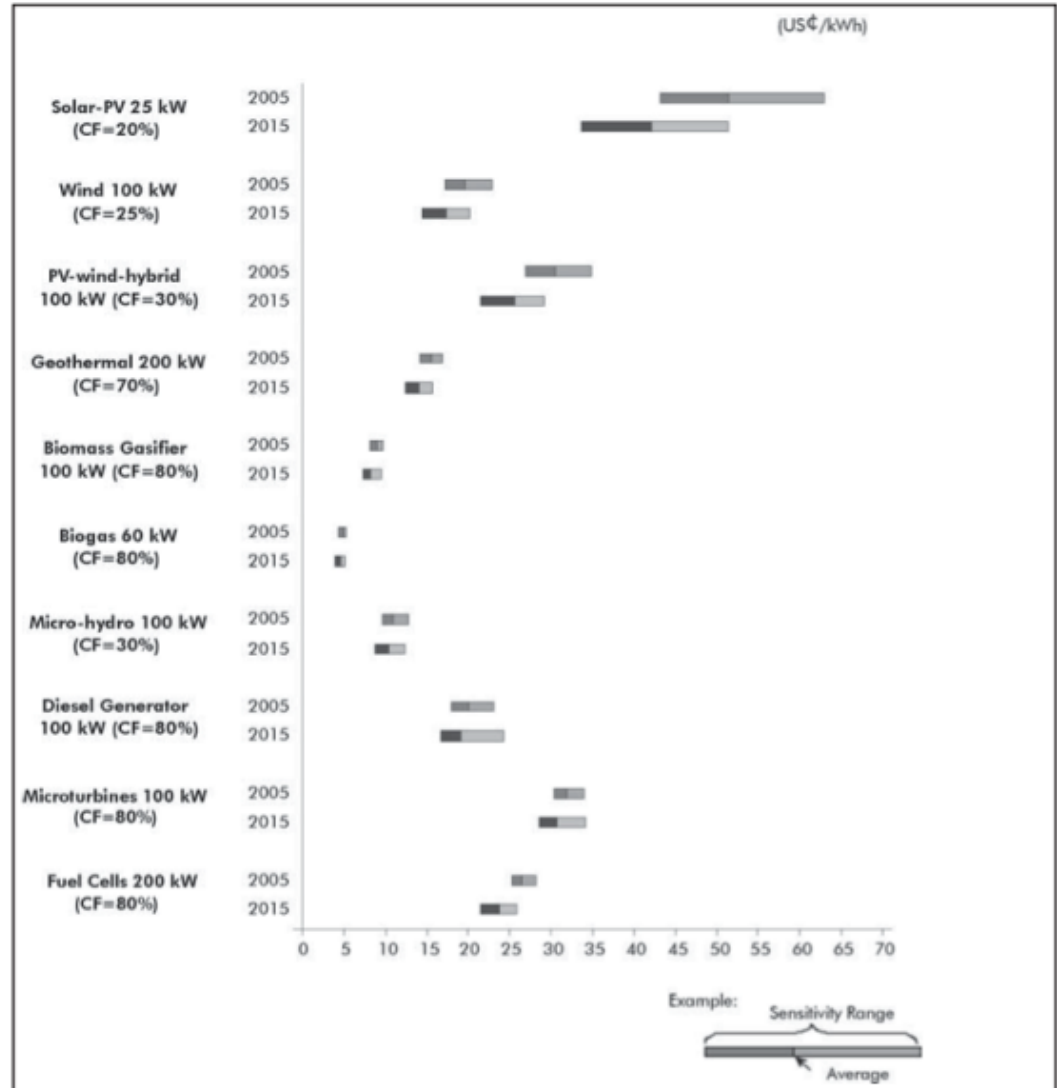


Plus d'informations sur LCOE

Previsions de coûts par type de technologie de generation.

Le LCOE est un facon de compare differentes technologies de generation electrique avec differentes cash-flows.

Figure 2: Mini-grid Forecast Generating Costs





X. A propos du logiciel HOMER

Modèle d'Optimisation des Systèmes Hybrides
fonctionnant avec les énergies renouvelables
(Hybrid Optimization Model for Electric Renewables
en anglais)



A propos du logiciel HOMER

- HOMER est un logiciel de modélisation énergétique.
- C'est un outil puissant pour concevoir et analyser les systèmes électriques hybrides.
- Les systèmes électriques hybrides sont un mix de générateurs fonctionnant aux énergies conventionnelles, de technologies combinées de production de chaleur et d'électricité, d'aérogénérateurs, de panneaux photovoltaïques, de batteries, de piles à combustibles, d'hydroélectricité, de biomasse et d'autres intrants.
- Le logiciel est couramment utilisé partout dans le monde par des dizaines de milliers de personnes.

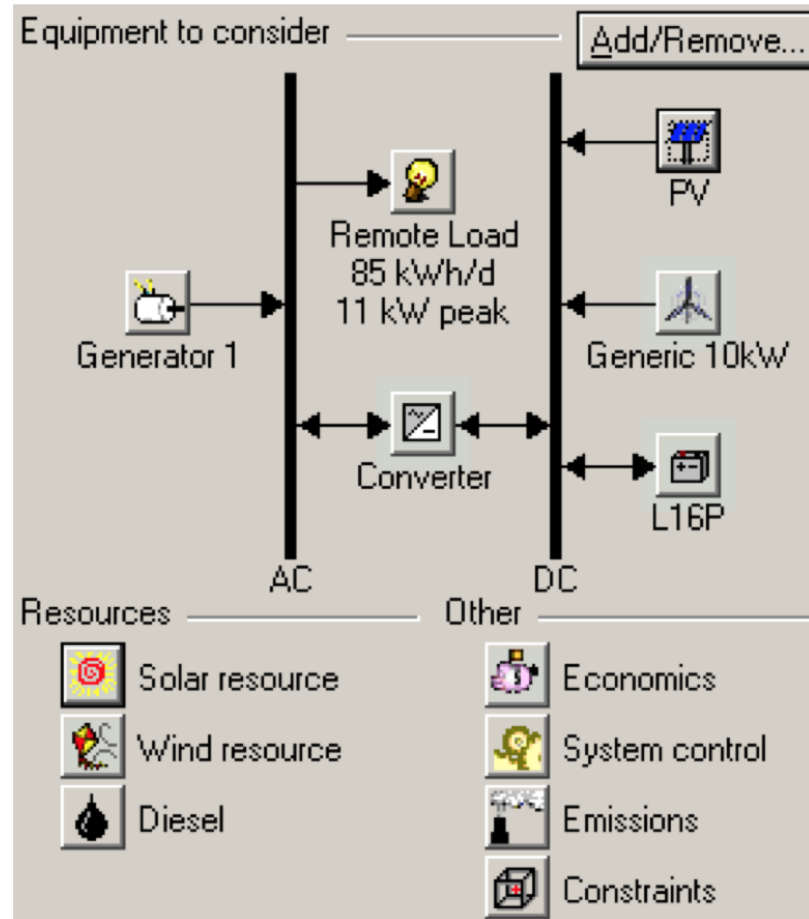
Pour plus d'informations (2): **CLIQUEZ LE LIEN OU COPIEZ ET COLLEZ LE LIEN A DANS LA BARRE D'ADRESSE DE VOTRE NAVIGATEUR WEB**

<http://www.ecowrex.org/document/getting-started-guide-homer-legacy-version-268>

Source: HOMER ENERGY, 2011



Exemples d'interface utilisateur





Exemples d'interface utilisateur

Baseline data (from **Remote_Load.dmd**)

Month: Day type:

| Hour | Load (kW) |
|---------------|-----------|
| 00:00 - 01:00 | 2.056 |
| 01:00 - 02:00 | 1.956 |
| 02:00 - 03:00 | 1.833 |
| 03:00 - 04:00 | 1.823 |
| 04:00 - 05:00 | 1.850 |
| 05:00 - 06:00 | 2.270 |
| 06:00 - 07:00 | 2.843 |
| 07:00 - 08:00 | 3.762 |
| 08:00 - 09:00 | 4.058 |
| 09:00 - 10:00 | 4.041 |
| 10:00 - 11:00 | 3.984 |
| 11:00 - 12:00 | 4.142 |

Daily Profile

DMap

Seasonal Profile

Random variability: %
 Day-to-day
 %
 Time-step-to-time-step

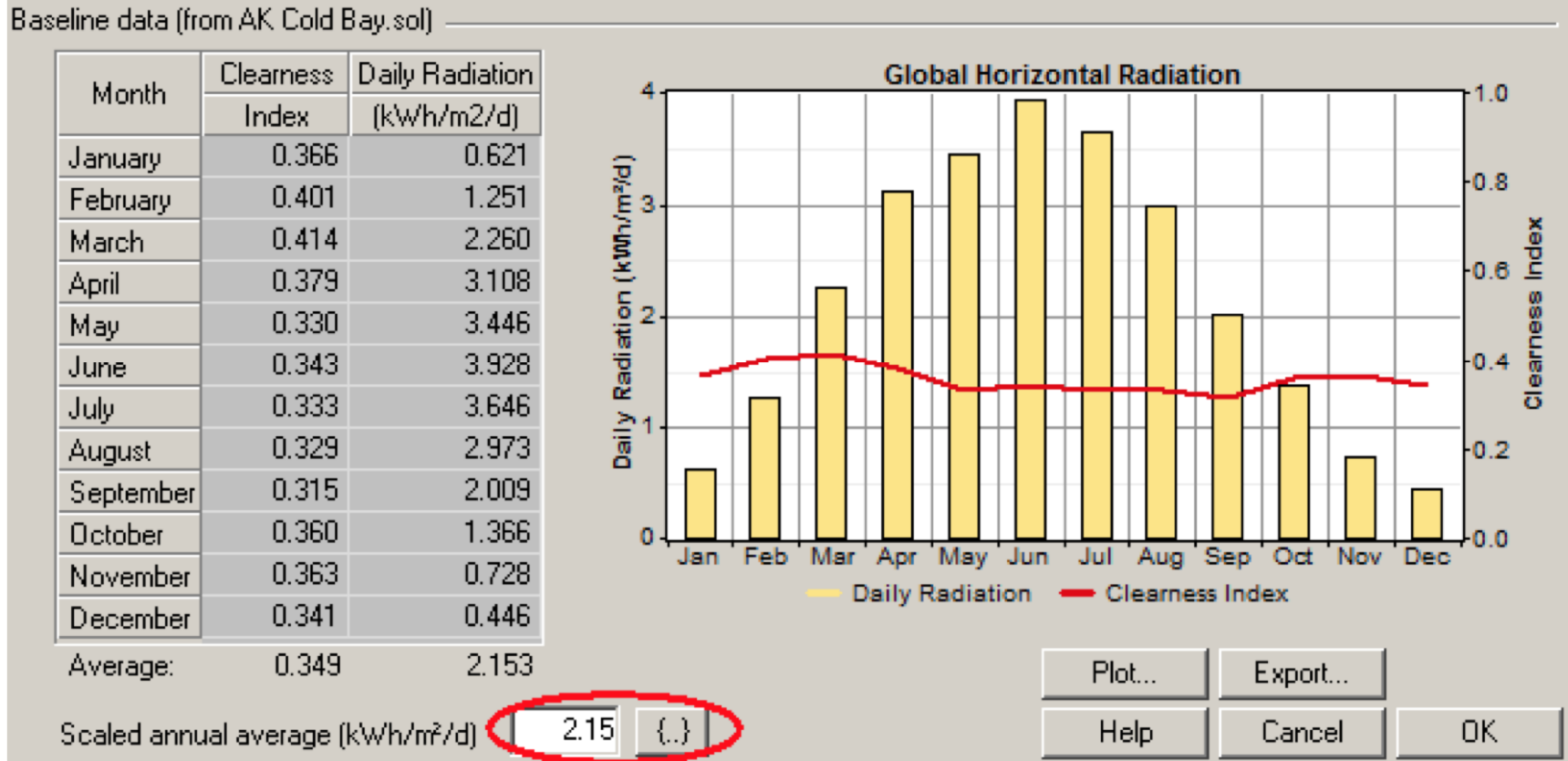
| | Baseline | Scaled |
|-----------------|----------|--------|
| Average (kWh/d) | 85.0 | 85.0 |
| Average (kW) | 3.54 | 3.54 |
| Peak (kW) | 11.5 | 11.5 |
| Load factor | 0.308 | 0.308 |

Scaled annual average (kWh/d) (.)

Efficiency Inputs...
 Plot... Export...
 Help Cancel OK

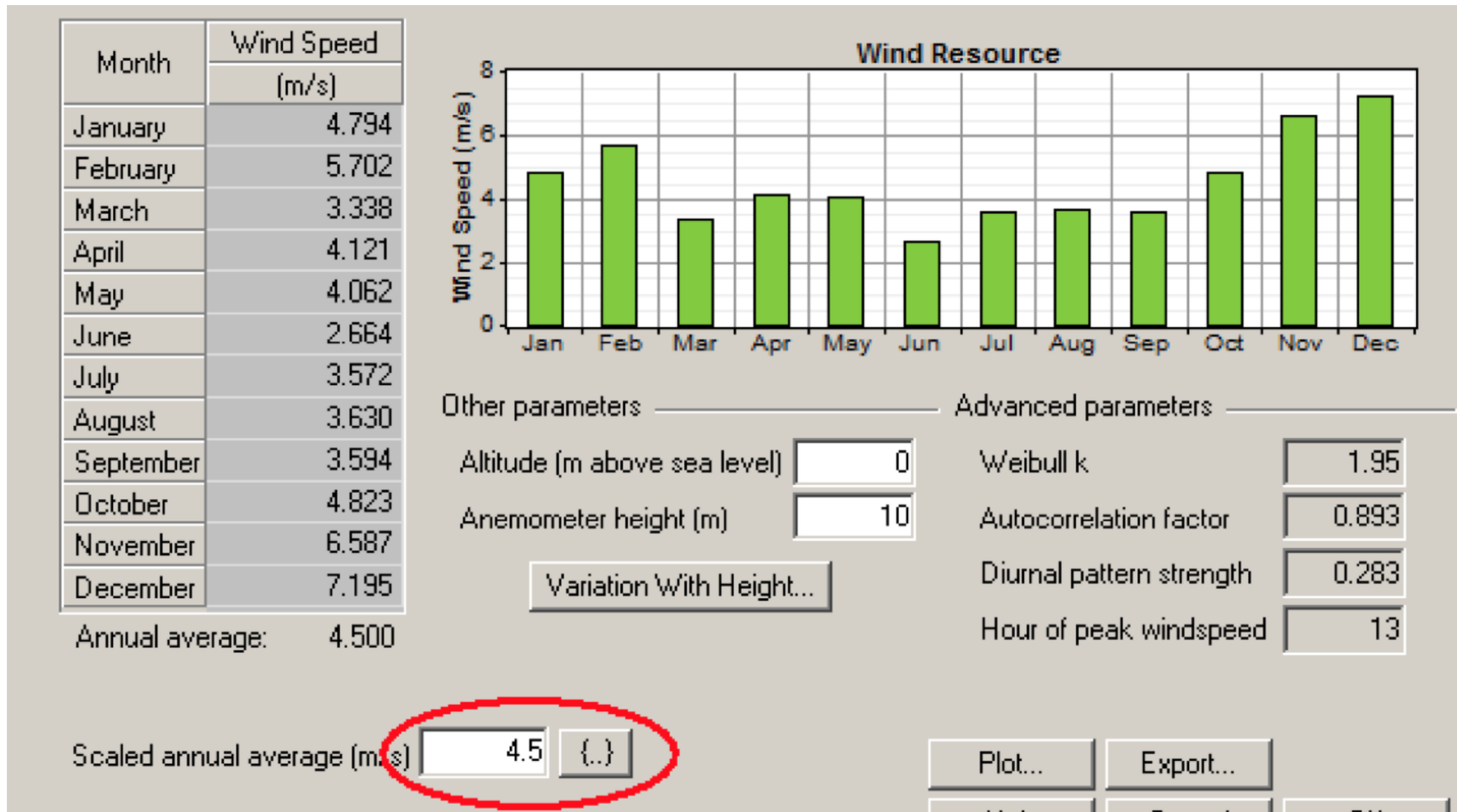


Exemples d'interface utilisateur





Exemples d'interface utilisateur





Exemples d'interface utilisateur

Sensitivity Results Optimization Results

Sensitivity variables

Global Solar (kWh/m²/d) Wind Speed (m/s) Diesel Price (\$/L)

Double click on a system below for simulation results. Categorized

| | PV (kW) | G10 | Label (kW) | L16P | Conv. (kW) | Initial Capital | Operating Cost (\$/yr) | Total NPC | COE (\$/kWh) | Ren. Frac. | Diesel (L) | Label (hrs) |
|--|---------|-----|------------|------|------------|-----------------|------------------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|
| | | 1 | 15 | 56 | 6 | \$ 75,300 | 13,661 | \$ 249,935 | 0.630 | 0.58 | 6,890 | 2,011 |
| | 1 | 1 | 15 | 56 | 6 | \$ 82,300 | 13,140 | \$ 250,278 | 0.631 | 0.62 | 6,482 | 1,927 |
| | | | 15 | 32 | 6 | \$ 38,100 | 22,744 | \$ 328,842 | 0.829 | 0.00 | 14,464 | 4,318 |
| | 3 | | 15 | 56 | 6 | \$ 66,300 | 20,794 | \$ 332,111 | 0.837 | 0.12 | 12,529 | 3,344 |



Opportunité d'un outil de simulation énergétique et quand l'utiliser?

- Les systèmes hybrides ont un niveau de complexité élevé du fait de la multitude de choix d'options et de combinaisons.
- En raison de l'interaction dans les systèmes hybrides de plusieurs ressources énergétiques, plusieurs technologies avec leur prix spécifique, différents profils d'utilisateurs énergétiques, différentes contraintes etc. Il est plus qu'approprié d'utiliser un outil de simulation assez performant pour avoir l'option optimale et comparer différents scénarii.
- Outil particulièrement adapté pour l'analyse de projets et les études de faisabilité.
- Une fois qu'une option est choisie, une autre méthodologie éprouvée de dimensionnement et d'évaluation peut s'appliquer.



HOMER comparé à d'autres logiciels

HOMER simule la performance annuelle de chacune des possibilités de combinaison du système pour une source d'énergie considérée et évalue les coûts de fonctionnement du système sur une période donnée.

Le résultat de la simulation est une liste de combinaisons possibles avec leur coût rangée par ordre croissant. Un graphique montre les fourchettes de coûts des systèmes les plus rentables sur une période de fonctionnement donnée, sur la base des critères sélectionnés.

Les résultats détaillés peuvent être la production énergétique de chacun des systèmes considérés (modèles imprimables de graphiques, tables et diagramme de dispersion).

Pour plus d'informations (3): **CLIQUEZ LE LIEN OU COPIEZ ET COLLEZ LE LIEN A DANS LA BARRE D'ADRESSE DE VOTRE NAVIGATEUR WEB**

<http://www.ecowrex.org/document/world-wide-overview-design-and-simulation-tools-hybrid-pv-systems>



Atelier régional de formation des formateurs du CEREEC: Le logiciel HOMER pour la conception des projets d'EnR

Les modèles de simulation sont très utiles.

Il est important pour ces modèles est de leur poser les bonnes questions et de savoir comment interpréter les réponses qui sont fournies; toujours, et a chaque étape du projet.

“Les ordinateurs sont inutiles. Ils ne peuvent vous donner que des réponses.”

Pablo Picasso



References

- ARE (2008), *Hybrid power systems based on renewable energies: a suitable and cost-competitive solution for rural electrification*, Alliance for Rural Electrification, Brussels.
<http://www.ecowrex.org/document/hybrid-power-systems-based-renewable-energies-suitable-and-cost-competitive-solution-rural>
- BRIGANTI, M., VALLVÉ, X., ALVES, L., PUJOL, D., CABRAL, J., LOPES, C. (2012), *Implementation of a PV rural micro grid in the island of Santo Antao (Cape Verde)*, 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Frankfurt.
<http://www.ecowrex.org/document/implementation-pv-rural-micro-grid-island-santo-antao-cape-verde>
- ESMAP (2007), *ESMAP Technical Paper 121/07 Technical and Economic Assessment of Off-grid, Mini-grid and Grid Electrification Technologies*, The World Bank, Washington.
<http://www.ecowrex.org/document/technical-and-economic-assessment-grid-mini-grid-and-grid-electrification-technologies>
- ESMAP (2007b), *ESMAP Technical Paper 111/07 Solar-diesel Hybrid Options for the Peruvian Amazon. Lessons Learned from Padre Cocha*, The World Bank, Washington.
<http://www.ecowrex.org/document/solar-diesel-hybrid-options-peruvian-amazon-lessons-learned-padre-cocha>
- GRAILLOT, A., BRIGANTI, M., SOLANO-PERALTA, M., VALLVÉ, X., (2012), "Daily Energy Allowance" concept in rural micro grids. 15 years of experience, 6th European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference, Chambéry.
<http://www.ecowrex.org/document/daily-energy-allowance-concept-rural-micro-grids-15-years-experience>
- HOMER Energy (2011), *Getting Started Guide for HOMER Legacy (Version 2.68)*, Homer Energy and National Renewable Energy Laboratory, Colorado.
<http://www.ecowrex.org/document/getting-started-guide-homer-legacy-version-268>
- IEA, (2011), *Report IEA-PVPS T11- 01:2011 World-wide overview of design and simulation tools for hybrid PV systems*.
<http://www.ecowrex.org/document/world-wide-overview-design-and-simulation-tools-hybrid-pv-systems>



Step 1



Getting Started Guide

Step 1: Formulate a question that HOMER can help answer

HOMER can answer a wide range of questions about the design of small power systems. It is useful to have a clear idea of a question that you want HOMER to help answer before you begin working with HOMER. Examples of the kinds of questions that HOMER can answer are:

- Is it cost-effective to add a wind turbine to the diesel generator in my system?
- How much will the cost of diesel fuel need to increase to make photovoltaics cost effective?
- Will my design meet a growing electric demand?
- Is it cost-effective to install a microturbine to produce electricity and heat for my grid-connected facility?



References

- *ECREEE* <http://www.ecreee.org>
- *ECOWREX* <http://www.ecowrex.org>
- *HOMER ENERGY* <http://www.homenergy.org>
- *SMA Solar Technology AG* <http://www.sma.de/en.html>
- *TRAMA TECNOAMBIENTAL* <http://www.tta.com.es>



*ECOWAS Regional Centre for
Renewable Energy and Energy Efficiency*

*Centre Régional pour les Energies Renouvelables
et l'Efficacité Energétique de la CEDEAO*

*Centro Regional para Energias Renováveis e
Eficiência Energética da CEDEAO*

Merci! Thank you! Muito obrigado!

**Secretariat du CEREEC
Achada Santo Antonio
B.P. 288, Praia – Cap-Vert
Tel: +2382624608
<http://www.ecreee.org>
info@ecreee.org**