



DE L'ÉLECTRICITÉ VERTE POUR CENT MILLE RURAUX AU CAMBODGE

GREEN ELECTRICITY FOR 100 000 RURAL VILLAGERS IN CAMBODIA



FONDATION
ÉNERGIES
POUR LE MONDE



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DES MINES ET DE L'ÉNERGIE
MINISTRY OF INDUSTRY,
MINES AND ENERGY

Où ?

page 8

Where?

Pourquoi ?

page 20

Why?

Comment ?

page 26

How?

Combien ?

page 42

How much?

Cartographie des 3 districts

page 50

Mapping of the 3 districts

Quand ?

page 56

When?

L'énergie est le moteur du développement...

... et le Cambodge n'en manque pas pour devenir une nation prospère.

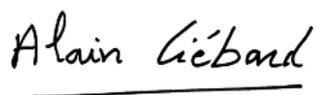
Le Cambodge bénéficie d'un ensoleillement fort et régulier et d'un potentiel biomasse important.

Le Programme "De l'électricité verte pour cent mille ruraux au Cambodge", que présente cette brochure, est une initiative d'envergure pour apporter l'électricité dans la province de Kampong Thom, grâce à ces ressources énergétiques renouvelables.

Élaboré par la Fondation Énergies pour le Monde, en étroite collaboration avec le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie, ce programme s'inscrit dans la politique nationale d'électrification. L'amélioration des conditions de vie des populations rurales et l'émergence d'activités économiques qu'il suscitera contribueront au développement économique et social et à réduire l'exode rural.

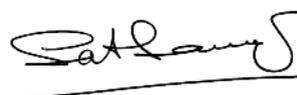
L'expérience acquise par l'électrification d'un village de la province, les études préalables de terrain et les concertations ont permis d'élaborer les composantes techniques, financières et sociétales du programme. Elles ont été définies pour assurer une pérennité de la desserte électrique et la rentabilité des investissements nécessaires.

Nous formulons le souhait qu'acteurs financiers et économiques s'associent à cette initiative pour faire du monde rural cambodgien un acteur à part entière de la transformation du Cambodge.



Alain LIÉBARD

Président
Fondation Énergies pour le Monde
Chairman, Fondation Énergies pour le Monde



H.E. Dr. SAT SAMY

Conseiller du Premier Ministre Hun Sen,
Secrétaire d'État
Advisor to Prime Minister Hun Sen, Secretary of State

Energy is the driver of development...

...and Cambodia has the wherewithal to become a prosperous nation.

Cambodia is fortunate in having strong, regular sunshine and also high biomass potential.

The "Green electricity for one hundred thousand rural villagers in Cambodia" programme presented in this brochure is a wide-ranging initiative to bring electricity to Kampong Thom province, by harnessing its renewable energy resources.

This programme, which was drawn up by the Fondation Énergies pour le Monde, in close collaboration with the Cambodian Ministry of Industry, Mines and Energy, is part and parcel of the national electrification policy. The improvement to the living conditions of rural populations and the ensuing emergence of economic activities will contribute to economic and social development and in doing so will stem rural exodus.

The experience acquired by electrifying one of the province's villages, the preliminary field surveys and consultations have formed the basis for specifying the programme's technical, financial and societal aspects which have been defined to ensure the sustainability of the electricity service and the required level of return on investments.

It is our sincere wish that financial and economic actors come forward and lend their support to this initiative to make the rural population of Cambodia transform the country as actors in their own right.



DE L'ÉLECTRICITÉ VERTE POUR CENT MILLE RURAUX AU CAMBODGE

GREEN ELECTRICITY FOR 100 000 RURAL
VILLAGERS IN CAMBODIA

The aim of the renewable energies electrification programme proposed by Fondation Énergies pour le Monde is to **increase the rural electrification rate five-fold in 3 districts of Kampong Thom province, Cambodia.**

The Fondation, in collaboration with Cambodia's Ministry of Industry, Mines and Energy, has devised a programme on the basis of three years out in the field analysing the political, social and economic contexts, that aims to bring electricity to 27 villages, scattered over three districts, Prasat Sambour, Prasat Balangk and Sandan. Eventually, **about 100 000 people will be served by electricity, primarily through the establishment of high quality social services.**

Multiplier par cinq le taux d'électrification rurale dans trois districts de la province de Kampong Thom, au Cambodge, tel est l'objectif du programme d'électrification par énergies renouvelables proposé par la Fondation Énergies pour le Monde. Après 3 ans d'études sur le terrain pour analyser les contextes politique, social et économique, la Fondation a élaboré, en collaboration avec le ministère de l'Industrie, de l'Énergie et des Mines du Cambodge, un programme

visant à électrifier **27 villages, répartis dans 3 districts : Prasat Sambour, Prasat Balangk et Sandan.** Au final, **environ 100 000 personnes pourront bénéficier de l'électricité,** notamment grâce à la mise en place de services sociaux de qualité.

Développer les énergies renouvelables au Cambodge, c'est :

➤ **Accroître le taux d'électrification rurale,** sachant que 78 % de la population vit

en milieu rural, et contribuer au développement social et économique du pays.

- **Exploiter des sources d'énergie locales** qui n'alourdissent pas la facture énergétique, et permettre à la population éloignée du réseau électrique des villes de bénéficier d'énergies modernes.
- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre et protéger l'environnement cambodgien.**

Le programme en chiffres

Districts cibles <i>Target districts</i>	Nombre de villages cibles <i>Number of target villages</i>	Technologie retenue <i>Technologie adopted</i>		Coût d'investissement <i>Investment cost</i>	Impacts <i>Impacts</i>			
		Solaire centralisé <i>Solar plants</i>	Centrale biomasse <i>Biomass gasification system</i>		Nombre de bénéficiaires <i>Number of beneficiaries</i>	Nombre d'infrastructures communautaires électrifiées <i>Number of social infrastructures electrified</i>	Nombre d'activités économiques développées <i>Number of economic activities developed</i>	Nombre de tonnes de CO2 évitées sur 10 ans <i>Number of tonnes of CO2 avoided over 10 years</i>
Prasat Sambour	10	4	6	2 200 000 \$	47 000	49	193	3 000
Sandan	8	0	9	1 300 000 \$	20 000	27	67	2 600
Prasat Balangk	9	2	6	1 500 000 \$	33 000	17	76	2 400
Total	27	6	21	5 000 000 \$	100 000	93	336	8 000

LES POINTS FORTS DU PROGRAMME

- Il s'appuie sur une expérience de 14 ans de la Fondation Énergies pour le Monde au Cambodge.
- Il s'inscrit dans les priorités du gouvernement cambodgien et est soutenu localement.
- Il est issu de 3 ans d'études permettant une connaissance très fine des contextes locaux.
- Le choix des villages pertinents s'appuie sur une méthodologie précise et des critères techniques.
- Les technologies renouvelables retenues sont fiables, adaptées aux contextes locaux et à la demande, et valorisent un gisement local.
- L'implication d'opérateurs privés garantit une gestion efficace et professionnelle des infrastructures.
- Le montage financier innovant assure la rentabilité pour l'exploitant et des tarifs abordables pour les clients.
- Un programme de formation, de suivi et d'accompagnement garantit la pérennité des infrastructures.
- Le bénéfice de l'électrification pour des applications domestiques, sociales et économiques permet un vrai développement des villages cibles.

La majeure partie de la population de la province de Kampong Thom vit en zone rurale, en pratiquant l'agriculture, l'élevage et la pêche.



Developing renewable energies in Cambodia entails:

- **Increasing the rural electrification rate**, bearing in mind that 78% of the population is rural, thereby contributing to the country's social and economic development.
- **Harnessing local energy sources** that do not burden the energy bill, but enable the population far-removed from urban power grids to enjoy the use of modern energy.
- **Reducing greenhouse gas emissions and protecting the Cambodian environment.**

The programme's strengths:

- It is based on the 14 years' experience in Cambodia gained by Fondation Energies pour le Monde.
- It fits in with the Cambodian government's priorities and has local support.
- Emerges from 3 years of studies that have provided intimate knowledge of the local contexts.
- The choice of relevant villages is based on a specific method and technical criteria.
- The renewables technologies adopted are reliable, suitable for the local contexts and demand, and harness local assets.
- The involvement of private operators guarantees efficient and professional infrastructure management.
- The innovative financial package ensures profitability for the operator and affordable tariffs for the customers.
- A training, monitoring and guidance programme ensures the sustainability of the infrastructures.
- The benefit of electrification for domestic, social and economic applications will enable the target villages to develop tangibly.

Most of Kampong Thom province population lives in rural areas practising agriculture, breeding and fishing.

➤ **Les deux technologies renouvelables retenues :**

- **le solaire photovoltaïque pour 6 villages ;**
- **la gazéification de la biomasse pour 21 villages.**

➤ **Coût total du programme**

Total investment cost

5 000 000 \$

Le Cambodge dispose d'un potentiel d'énergies renouvelables encore peu valorisé, qu'il soit **solaire ou issu de la biomasse**.

Pour électrifier les 27 villages cibles, la Fondation a retenu, après analyse des gisements énergétiques disponibles, 2 technologies renouvelables décentralisées, dimensionné les infrastructures et déterminé les coûts d'investissement et d'exploitation.

Le paiement du service électrique par les usagers et un montage financier innovant, associant investissements publics et privés, permettent à des sociétés privées locales d'exploiter ces infrastructures en dégageant une **rentabilité significative**.

Cette exploitation privée est gage d'efficacité, de professionnalisme et donc de pérennité des installations. Les impacts d'un tel programme seront très importants pour le Cambodge :

- **impact social**, avec l'électrification d'écoles et de centres de santé, permettant d'améliorer le niveau scolaire et la qualité des soins ;
- **impact économique** avec le développement de nouvelles activités (commerces, conservation et transformation de produits agricoles, artisanat) ;
- **impact environnemental**, avec plus de 8 000 tonnes de CO2 évitées sur 10 ans.

- **2 renewables technologies adopted:**
 - **solar photovoltaic for 6 villages;**
 - **biomass gasification for 21 villages.**

Cambodia has mainly solar and biomass-derived renewable energies potential that has hardly been harnessed.

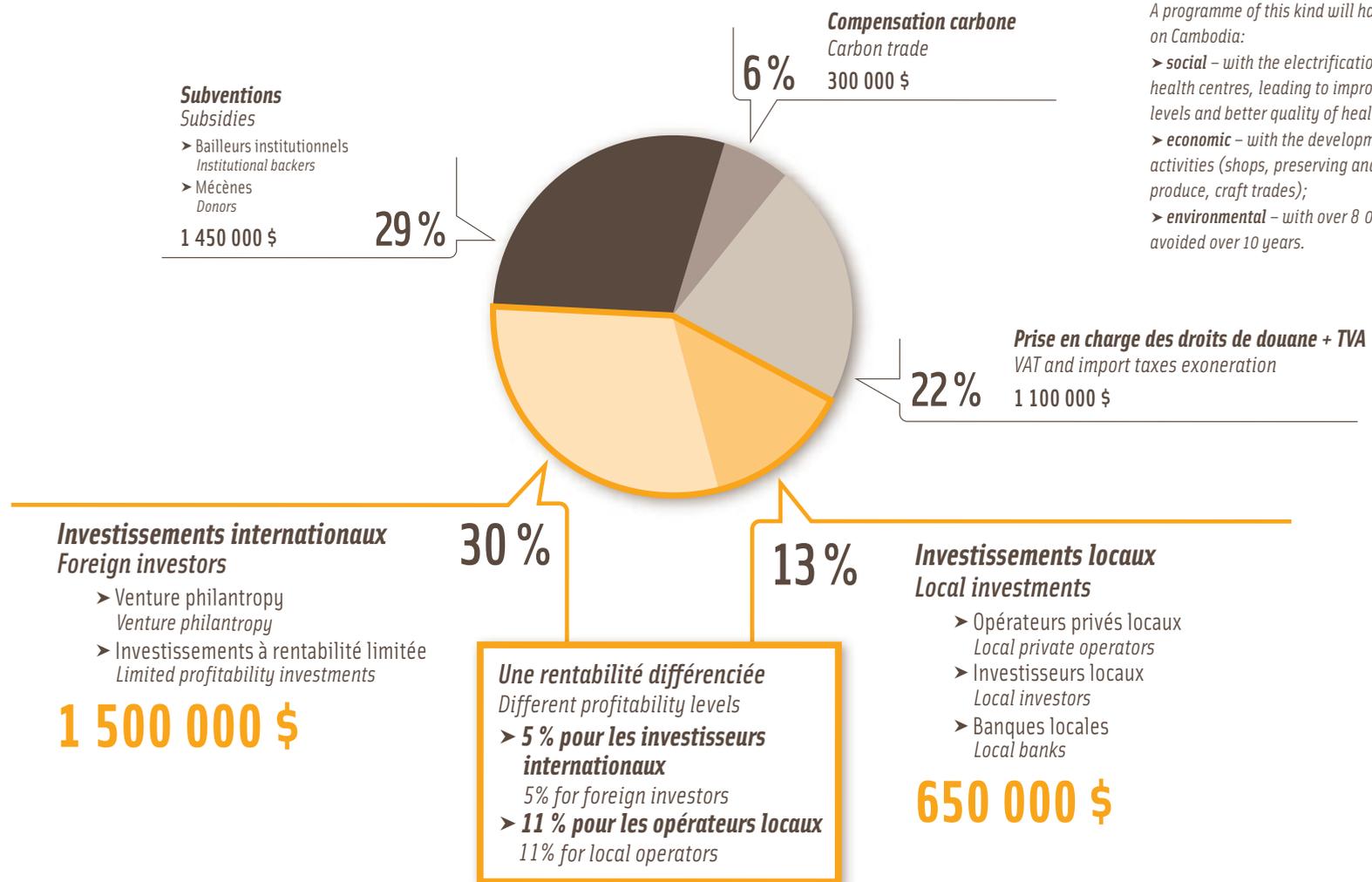
Following its analysis of the available energy assets, the Fondation has retained two decentralised renewables technologies to electrify the 27 target villages, designed the infrastructures and calculated the investment and operating costs.

User payment for the electricity service and an innovative financial package that combines public and private investments will enable local private companies to operate these infrastructures at a significant profit.

The private nature of this operation will guarantee its efficiency, professionalism and thus the sustainability of the installations.

A programme of this kind will have major impacts on Cambodia:

- **social** – with the electrification of schools and health centres, leading to improved educational levels and better quality of health care;
- **economic** – with the development of new activities (shops, preserving and processing farm produce, craft trades);
- **environmental** – with over 8 000 tonnes of CO2 avoided over 10 years.



L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

LA FONDATION, 14 ANS D'EXPÉRIENCE AU CAMBODGE

En 1995, la Fondation Énergies pour le Monde installait un générateur solaire dans un dispensaire près de Phnom Penh, la capitale. L'année suivante, elle électrifiait un hôpital et un centre de santé à proximité de Sihanoukville.

En 1997, la Fondation se lançait dans son premier projet d'envergure : l'électrification de 40 centres de santé ruraux grâce à l'énergie solaire, ce qui lui a permis d'entrer en contact avec les autorités cambodgiennes. Ce programme de grande ampleur a ouvert la voie à de nouveaux projets et en 2007, la Fondation a mis au point une opération de gazéification de la biomasse dans la province de Kampong Thom.

L'électrification des 27 villages retenus dans le programme présenté ici découle de ces années d'expérience et des informations que la Fondation a pu collecter sur le terrain pour mettre au point des infrastructures pérennes et adaptées au contexte.



► The goal is to electrify schools and health centres, develop new economic activities and reduce greenhouse gas emissions.

Fondation Énergies pour le Monde's experience

The Foundation, 14 years' experience in Cambodia

In 1995, the Fondation Énergies pour le Monde installed a solar generator in a dispensary close to the capital, Phnom Penh, and the following year electrified a hospital and a health centre near Sihanoukville. In 1997, the Fondation embarked on its first larger-scale project – the electrification of 40 rural health centres using solar energy – which brought it into contact with the Cambodian authorities. This wide-scale programme paved the way for new projects and in 2007 the Fondation launched a biomass gasification scheme in Kampong Thom province.

The electrification of the 27 villages chosen for this programme is the result of these years of experience and data that the Fondation has collected out in the field to develop suitable sustainable infrastructures for the context.

► **Objectif : électrifier des écoles et centres de santé, développer de nouvelles activités économiques et réduire les émissions de gaz à effet de serre.**

Below: By improving education and health conditions, electricity produced by local renewable energy resources is an asset for the development of Southern countries and for the fight against climate change.

En améliorant les conditions scolaires et sanitaires, l'électricité issue de gisements locaux d'énergie renouvelable est un atout essentiel pour le développement des pays du sud et la lutte contre le changement climatique.

TROIS DISTRICTS CIBLÉS



0 6 12 18 24 km

Légende/Caption

Villages retenus
Resirea villages

Option technique retenue Technical option

Centrale photovoltaïque
Solar photovoltaic plant

Centrale biomasse
(gazéification)
Biomass gasifier

Limite de province
Province border

Limite de district
District border

Routes principales
Main roads

Chef-lieu de province

Province main town

Tonle Sap

STOUNG

KAMPONG SVAY

Kampong Thom

STUENG SAEN

BARAY

PRASAT
BALANGK

PRASAT
SAMBOUR

SANTUK

SANDAN

Province de Kampong Thom
Kampong Thom province

PRASAT BALANGK

Sources d'énergie renouvelable utilisées/ Renewable resources tapped :

- 1 centrale solaire, alimentant 2 villages, d'une puissance de 39 kWc/
1 solar plant, supplying 2 villages, with a total capacity of 39 kWp
- 3 centrales biomasse, alimentant 6 villages, d'une puissance totale de 113 kW/3 biomass gasification systems, supplying 6 villages, with a total capacity of 113 kW

Coût d'investissement/Investment cost :
1 500 000 \$/1 000 000 €

Nombre de villages ciblés/Number of target villages : 8

Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10 : 1 350

Nombre de bénéficiaires en année 10/
Number of beneficiaries in year 10 : 33 000

Taux d'électrification rurale avant programme/Village rural electrification rate before programme : 2 %

Taux d'électrification rurale après programme/Village rural electrification rate after programme : 14 %

SANDAN

Sources d'énergie renouvelable utilisées/ Renewable resources tapped :

- 2 centrales biomasse, alimentant 9 villages, d'une puissance totale de 192 kW/2 biomass gasification systems, supplying 9 villages, with a total capacity of 192 kW

Coût d'investissement/Investment cost :
1 300 000 \$/900 000 €

Nombre de villages ciblés/Number of target villages : 9

Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10 : 1 350

Nombre de bénéficiaires en année 10/
Number of beneficiaries in year 10 : 20 000

Taux d'électrification rurale avant programme/Village rural electrification rate before programme : 6 %

Taux d'électrification rurale après programme/Village rural electrification rate after programme : 17 %

PRASAT SAMBOUR

Sources d'énergie renouvelable utilisées/ Renewable resources tapped :

- 3 centrales solaires, alimentant 4 villages, d'une puissance de 79 kWc/3 solar plants, supplying 4 villages, with a total capacity of 79 kWp
- 5 centrales biomasse, alimentant 6 villages, d'une puissance totale de 105 kW/5 biomass gasification systems, supplying 6 villages, with a total capacity of 105 kW

Coût d'investissement/Investment cost :
2 200 000 \$/1 500 000 €

Nombre de villages ciblés/Number of target villages : 10

Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10 : 1 800

Nombre de bénéficiaires en année 10/
Number of beneficiaries in year 10 : 47 000

Taux d'électrification rurale avant programme/Village rural electrification rate before programme : 2 %

Taux d'électrification rurale après programme/Village rural electrification rate after programme : 16 %

PROGRAMME GLOBAL/GLOBAL PROGRAMME



Les 2 sources d'énergie renouvelable utilisées/
The 2 renewable energy sources used are :

- le solaire photovoltaïque dans 6 villages pour une puissance totale de 118 kWc/solar photovoltaic in 6 villages with a total capacity of 118 kWp
- la gazéification de la biomasse dans 21 villages pour une puissance totale de 410 kW/biomass gasification in 21 villages with a total capacity of 410 kW

Coût d'investissement/
Investment cost : 5 millions de dollars¹/3,4 millions d'euros

Nombre de villages concernés/Number of villages included : 27

Nombre d'abonnés/
Number of customers : 4 500

Nombre de bénéficiaires/
Number of beneficiaries : 100 000

Taux d'électrification rurale avant programme dans les 3 districts/Rural electrification rate before the programme in the 3 districts : 3 %

Taux d'électrification rurale après programme dans les 3 districts/Rural electrification rate after the programme in the 3 districts : 17 %

¹ Pour plus de lisibilité, les chiffres de cette brochure sont indiqués en euros et en dollars. Notons néanmoins que la monnaie nationale, le RIEL, est indexée sur le cours du dollar américain. Le taux de conversion appliqué date du 20 octobre 2009.
In the interests of clarity, the figures in this brochure are given in euros and dollars. Nonetheless we note that the national currency, the RIEL, is indexed to the US dollar rate. The exchange rate applied dates from 20th of October 2009.

PRASAT SAMBOUR – DISTRICT



39 524 habitants/inhabitants > 66 villages

Accessibilité/Accessibility

- > 1 heure en voiture depuis le chef-lieu de province
- > 1 hour in car from Kampong Thom City

Dépenses énergétiques/Energy expenditures

- > 4,5 \$ (3 €) par mois/per month

Potentiel énergétique renouvelable/Renewable energy potential

- > Solaire : 4,7 kWh/m².jour
- > Solar: 4,7 kWh/m².day
- > Biomasse : 1 100 t/an (bois de cajou) et 200 t/an (balle de riz)
- > Biomass: 1 100 t/year (cashew wood) et 200 t/year (rice husk)

Taux d'électrification rurale/Village rural electrification rate

- > 2 %

Légende/Caption

> Nombre de bénéficiaires potentiels visé à 10 ans/
Number of beneficiaries targeted after 10 years

> Tonnes de CO2 évitées sur 10 ans/Tonnes of CO2 avoided over 10 years

Nom du village/Name of the village

> Nombre d'infrastructures communautaires/Number of social infrastructures

> Nombre d'activités génératrices de revenus/Number of income generating activities

> Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10

> Technologie retenue/
Technical option adopted

12 kW > Puissance/Capacity

> Investissement initial/Initial investment

SAMBOUR

> 16 000

> 1 260

Sambour

> 6 (dont 1 école primaire et 1 collège/1 primary school and 1 secondary school)

> 34 (dont 24 boutiques/24 shops)

> 220

21 kW

140 000 \$/95 000 €

Trapeang Chruk

> 5 (dont 1 école primaire/1 primary school)

> 11 (dont 7 boutiques et 1 chargeur de batteries/7 shops and 1 battery charging station)

> 110

10 kW

90 000 \$/60 000 €

Ou Kru Kae

> 6 (dont 1 école primaire/1 primary school)

> 14 (dont 9 boutiques/9 shops)

> 150

16 kWc/16 kWp

325 000 \$/220 000 €

Atsu – Cheay Sampov

> 10 (dont 2 écoles primaires, 1 collège et 1 centre de santé/2 primary school, 1 secondary school and 1 health center)

> 26 (dont 19 boutiques et 1 chargeur de batteries/19 shops and 1 battery charging station)

> 310

29 kW

230 000 \$/160 000 €

TANG KRASAU

> 13 000

> 895

Tang Krasau

> 7 (dont 1 école primaire/1 primary school)

> 27 (dont 17 boutiques et 3 chargeurs de batteries/17 shops and 3 battery charging station)

> 280

26 kW

180 000 \$/125 000 €

Tuek Andoung

> 4 (dont 1 école primaire et 1 centre de santé/1 primary school and 1 health center)

> 17 (dont 11 boutiques et 2 chargeurs de batteries/11 shops and 2 battery charging stations)

> 190

18 kW

145 000 \$/100 000 €

CHHUK, KOUL

> 17 500

> 845

Chhuk Stueng

> 3 (dont 1 centre de santé/1 health center)

> 28 (dont 9 boutiques et 1 chargeur de batteries/9 shops and 1 battery charging station)

> 140

19 kWc/19 kWp

340 000 \$/230 000 €

Ta Aok – Kampong Chuea

> 8 (dont 1 école primaire et 2 collèges/1 primary school and 2 secondary schools)

> 36 (dont 20 boutiques et 1 chargeur de batteries/20 shops and 1 battery charging station)

> 350

43 kWc/43 kWp

750 000 \$/510 000 €

Légende/Caption

- | | |
|--|--|
|  Villages retenus
Resirea villages |  Limite de district
District border |
| Option technique retenue
<i>Technical option :</i> |  Limite de commune
Commune border |
|  Centrale photovoltaïque
Solar photovoltaic plant |  Routes principales
Main roads |
|  Centrale biomasse
(gazéification)/Biomass
gasifier | Chef-lieu de district
 District main town |

Nombre total d'abonnés visé à 10 ans

Number of customers in year 10

1 800

Nombre de bénéficiaires visé à 10 ans

Number of beneficiaries in year 10

47 000

Taux d'électrification rurale visé

Targeted village electrification rate

19 %

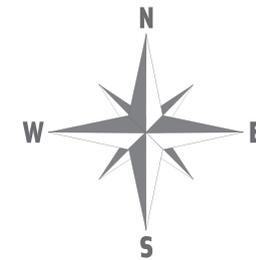
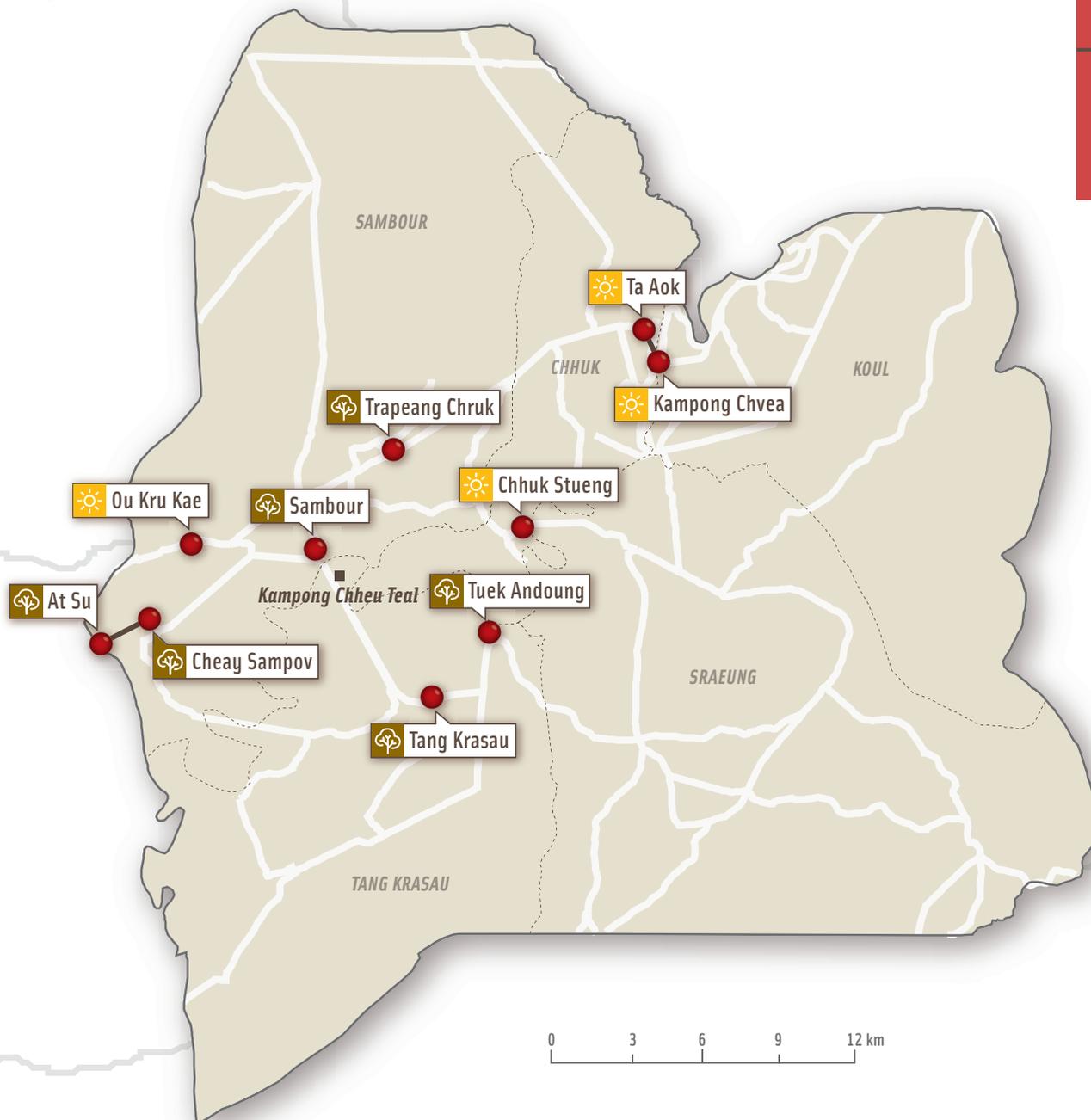
Tarif/Tariff rate

0,8 \$/kWh (0,54 €/kWh)

Investissement global

Total investment

2 200 000 \$/1 500 000€



PRASAT BALANGK – DISTRICT



46 693 habitants/inhabitants > 64 villages

Accessibilité/Accessibility

- > Moins de 2 heures en voiture depuis le chef-lieu de province
- > Less than 2 hours in car from Kampong Thom City

Dépenses énergétiques/Energy expenditures

- > 6,5 \$ (4,4 €) par mois/per month

Potentiel énergétique renouvelable/Renewable energy potential

- > Solaire : 4,6 kWh/m².jour
- > Solar: 4,6 kWh/m².day
- > Biomasse : 1 900 t/an (bois de cajou) et 370 t/an (balle de riz)
- > Biomass: 1 900 t/year (cashew wood) et 370 t/year (rice husk)

Taux d'électrification rurale/Village rural electrification rate

- > 2 %

Légende/Caption

- > Nombre de bénéficiaires potentiels visé à 10 ans/ Number of beneficiaries targeted after 10 years
- > Tonnes de CO2 évitées sur 10 ans/Tonnes of CO2 avoided over 10 years

Nom du village/Name of the village

- > Nombre d'infrastructures communautaires/Number of social infrastructures
- > Nombre d'activités génératrices de revenus/Number of income generating activities
- > Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10

- > Technologie retenue/ Technical option adopted

12 kW > Puissance/Capacity

- > Investissement initial/Initial investment

SAMEAKKI

> 5 000

> 450

Thmei – Trach

> 2 (1 école primaire et 1 collège/1 primary school and 1 secondary school)

> 19 (dont 14 boutiques et 2 chargeurs de batteries/ 14 shops and 3 battery charging station)

> 235

21 kW

190 000 \$/125 000 €

SA KREAM

> 11 000

> 600

Sa kream Cheung – Sa kream Thboug

> 6 (dont 1 école primaire, 1 collège et 1 centre de santé/1 primary school, 1 secondary school and 1 health center)

> 19 (dont 12 boutiques et 2 chargeurs de batteries/ 12 shops and 3 battery charging station)

> 330

37 kW

245 000 \$/163 000 €

KRAYA

> 8 800

> 800

Kraya Cheung – Kraya Thboug

> 4 (dont 1 école primaire et 1 collège/1 primary school and 1 secondary school)

> 19 (dont 11 boutiques et 3 chargeurs de batteries/ 11 shops and 3 battery charging stations)

> 475

54 kW

370 000 \$/247 000 €

DOUNG

> 8 200

> 550

Doung – Dang Ta Aek

> 5 (dont 1 école primaire et 1 collège/1 primary school and 1 secondary school)

> 19 (dont 16 boutiques et 1 chargeur de batteries/ 16 shops and 1 battery charging station)

> 310

39 kWc/39 kWp

695 000 \$/465 000 €

Nombre total d'abonnés visé à 10 ans

Number of customers in year 10

1 350

Nombre de bénéficiaires visé à 10 ans

Number of beneficiaries in year 10

33 000

Taux d'électrification rurale visé

Targeted village electrification rate

14 %

Tarif/Tariff rate

0,8 \$/kWh (0,54 €/kWh)

Investissement global

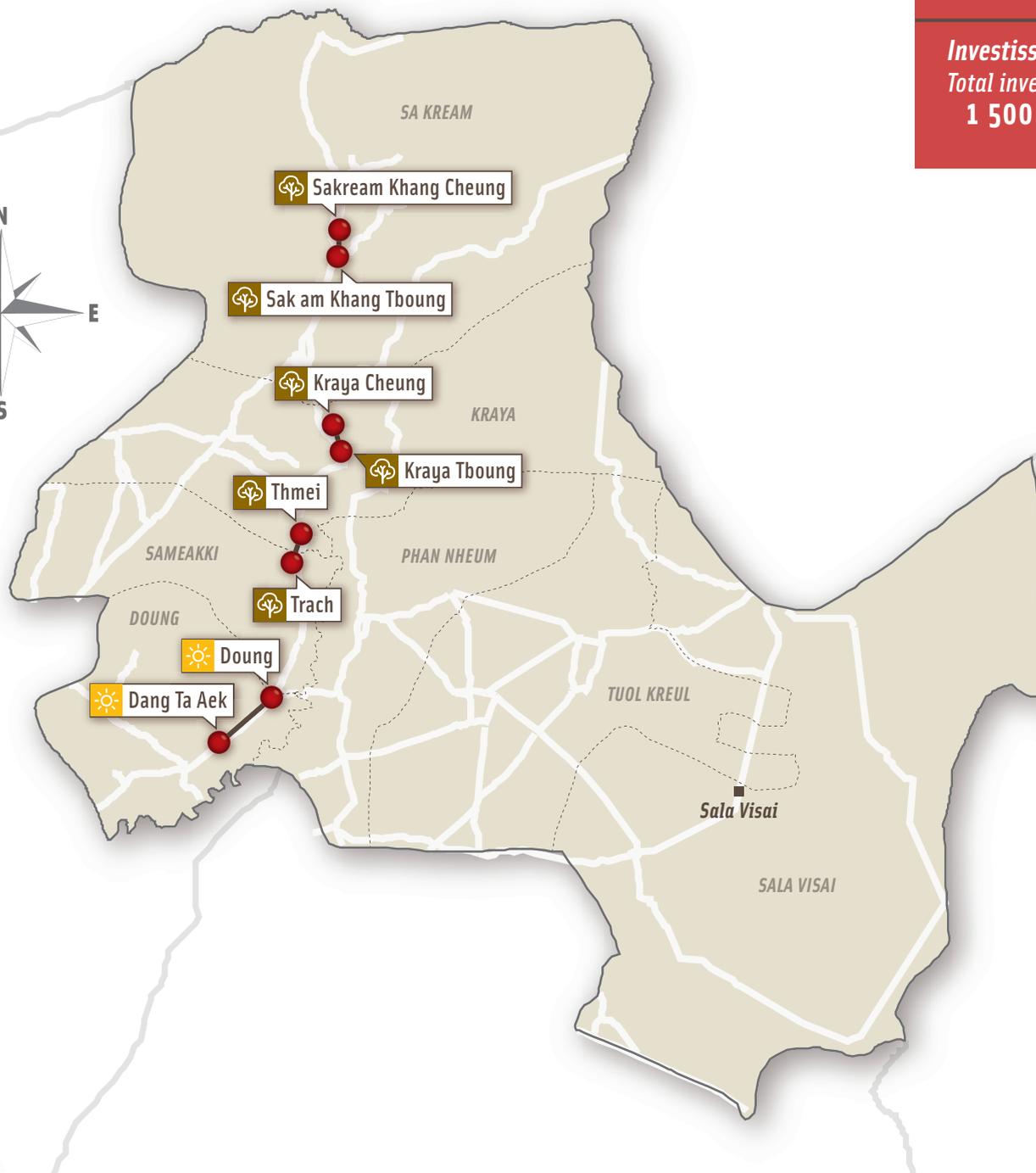
Total investment

1 500 000 \$/1 000 000€

Légende/Caption

- | | |
|--|---|
|  Villages retenus
<i>Resirea villages</i> |  Limite de district
<i>District border</i> |
| Option technique retenue
<i>Technical option :</i> |  Limite de commune
<i>Commune border</i> |
|  Centrale photovoltaïque
<i>Solar photovoltaic plant</i> |  Routes principales
<i>Main roads</i> |
|  Centrale biomasse
(gazéification)/Biomass
gasifier | Chef-lieu de district
 <i>District main town</i> |

0 4 8 12 16 km



Districts

53

Districts

SANDAN – DISTRICT



42 196 habitants/inhabitants > 80 villages

Accessibilité/Accessibility

- > 2 heures 30 en voiture depuis le chef-lieu de province
- > 2 hours 30 in car from Kampong Thom City

Dépenses énergétiques/Energy expenditures

- > 7,3 \$ (4,9 €) par mois/per month

Potentiel énergétique renouvelable/Renewable energy potential

- > Solaire : 4,6 kWh/m².jour
- > Solar: 4,6 kWh/m².day
- > Biomasse : 518 t/an (bois de cajou) et 250 t/an (balle de riz)
- > Biomass: 518 t/year (cashew wood) et 250 t/year (rice husk)

Taux d'électrification rurale/Village rural electrification rate

- > 6 %

Légende/Caption

> Nombre de bénéficiaires potentiels visé à 10 ans/
Number of beneficiaries targeted after 10 years

> Tonnes de CO2 évitées sur 10 ans/Tonnes of CO2 avoided over 10 years

Nom du village/Name of the village

> Nombre d'infrastructures communautaires/Number of social infrastructures

> Nombre d'activités génératrices de revenus/Number of income generating activities

> Nombre d'abonnés en année 10/Number of customers in year 10

> Technologie retenue/
Technical option adopted

12 kW > Puissance/Capacity

> Investissement initial/Initial investment

MEAN CHEY

> 9 000

> 400

Roneam

> 9 (dont 1 école primaire, 1 collège et 1 centre de santé/1 primary school, 1 secondary school and 1 health center)

> 18 (dont 10 boutiques et 2 chargeurs de batteries/19 shops and 1 battery charging station)

> 170

22 kW

150,000 \$/100 000 €

CHHEU TEAL

> 11 000

> 2 200

Beung Pra – Veal Pring Kraom – Chheu Teal – Boeng Rolum – Samret – Kampong Ta Ben – Kai Rang – Andong Pring

> 18 (dont 5 écoles primaires, 1 collège et 1 centre de santé/5 primary schools, 1 secondary school and 1 health center)

> 49 (dont 33 boutiques et 5 chargeurs de batteries/33 shops and 5 battery charging station)

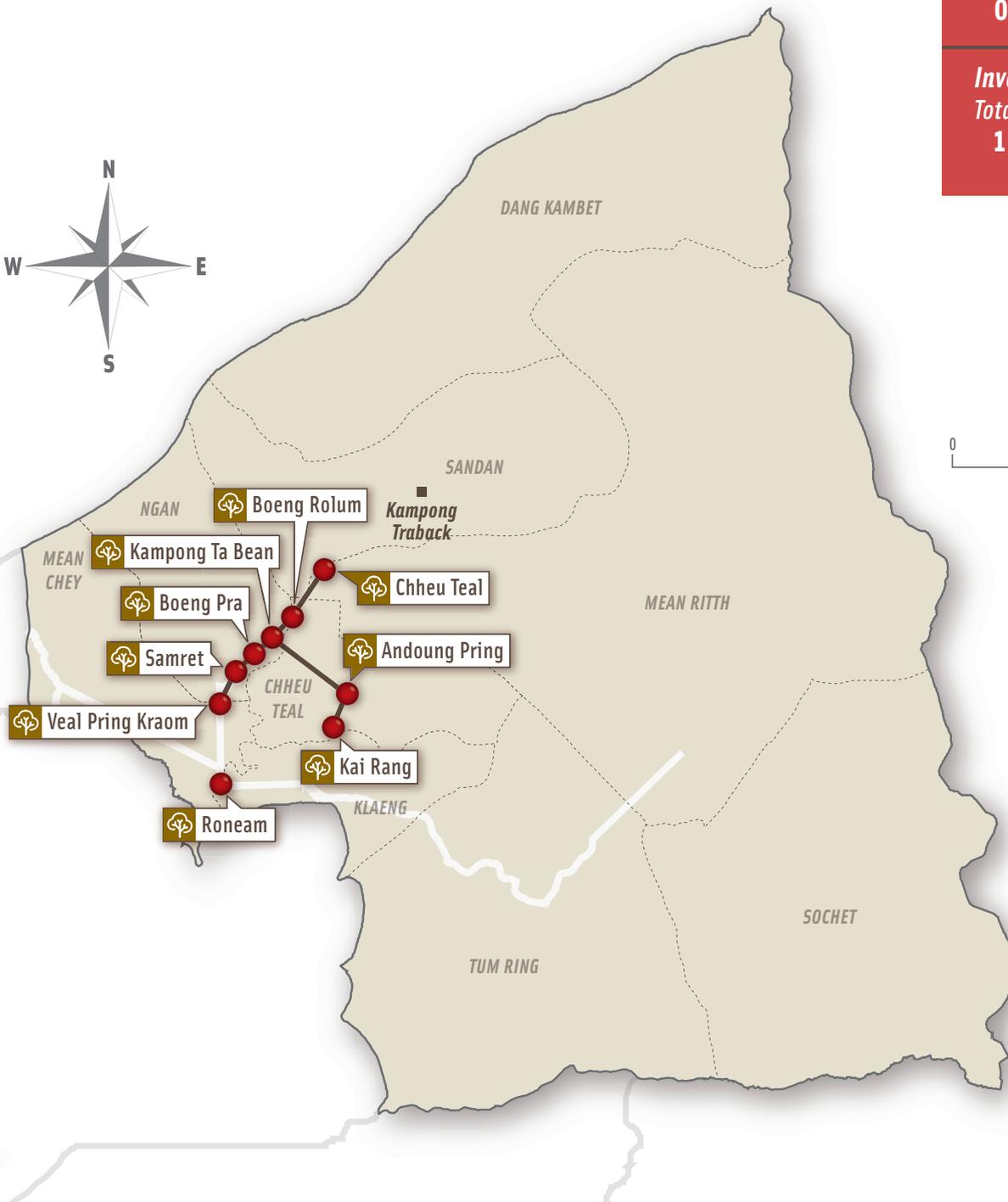
> 1 180

170 kW

1 150 000 \$/800 000 €

Légende/Caption

- | | |
|--|--|
|  Villages retenus
Resirea villages |  Limite de district
District border |
| Option technique retenue
<i>Technical option :</i> |  Limite de commune
Commune border |
|  Centrale photovoltaïque
Solar photovoltaic plant |  Routes principales
Main roads |
|  Centrale biomasse
(gazéification)/Biomass
gasifier | Chef-lieu de district
 District main town |



Nombre total d'abonnés visé à 10 ans
Number of customers in year 10
1 350

Nombre de bénéficiaires visé à 10 ans
Number of beneficiaries in year 10
20 000

Taux d'électrification rurale visé
Targeted village electrification rate
17 %

Tarif/Tariff rate
0,8 \$/kWh (0,54 €/kWh)

Investissement global
Total investment
1 300 000 \$/900 000€

Où ?

Where?

LE CAMBODGE, UN PAYS EN DÉVELOPPEMENT

- p. 9** > Fiche d'identité du Cambodge
- p. 10** > Une politique de développement volontaire
- p. 11** > Le mode de vie des ménages

LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE CAMBODGIEN

- p. 12** > Le bilan énergétique actuel
 - > L'accès à l'électricité
 - > Le secteur de l'électricité
- p. 14** > Un potentiel d'énergies renouvelables encore peu valorisé
- p. 15** > Un enjeu mondial

LA SÉLECTION DES VILLAGES À ÉLECTRIFIER

- p. 16** > L'identification des villages les plus favorables
- p. 17** > Trois années d'études de terrain
- p. 18** > La méthodologie Noria

CAMBODIA, A DEVELOPING COUNTRY

- p. 9** > Cambodia fact sheet
- p. 10** > Proactive development policy
- p. 11** > The way of life

THE CAMBODIAN ENERGY CONTEXT

- p. 12** > The current energy situation
 - > Access to electricity
 - > The electricity sector
- p. 14** > A renewable energies potential waiting to be harnessed
- p. 15** > Access to energy, a global challenge

SELECTING WHICH VILLAGES TO ELECTRIFY

- p. 16** > Identifying the most promising villages
- p. 17** > Three years of field studies
- p. 18** > The Noria method

LE CAMBODGE, UN PAYS EN DÉVELOPPEMENT

Fiche d'identité du Cambodge

Le Cambodge, presque quatre fois plus petit que la France, se trouve dans la péninsule du sud-est asiatique, bordé par la Thaïlande, la Laos et le Vietnam. Après la période des Khmers rouges dans les années 1970-80, le pays a retrouvé depuis une dizaine d'années une stabilité

et tente de poursuivre son développement économique à travers une politique de réduction de la pauvreté. Aujourd'hui, un tiers de la population vit toujours en dessous du seuil de pauvreté et 78 % des Cambodgiens vivent en milieu rural.



CAMBODIA, A DEVELOPING COUNTRY

Fact sheet

Cambodia, almost a quarter of the size of France, is located in the South-East Asian peninsula, bordered by Thailand, Laos and Vietnam. Following the Khmer Rouge period of the 1970-80s stability has been restored to the country for some ten years or so and the government is trying to drive its economic development through its poverty reduction policy. Today, a third of the population still lives below the poverty line and 78% of Cambodians live rurally.

Capital: Phnom Penh

Area: 181 000 km²

Number of inhabitants: 14.2 million (in 2008)

Population density: 77 inhabitants/km²

Political regime: parliamentary monarchy

Prime minister: Hun Sen, elected in 1984 and re-elected in 2008

Official language: khmer

Currency: riel (\$1 = 4 000 KHR)

Literacy rate: 74%

GDP per capita: \$2 000 (2008)

Thanks to a sustained growth of 6% per year between 2001 et 2004, mainly thanks to garment and tourism industries, Cambodia is modernizing its economic. It joined WTO (World Trade Organization) in 2003.

Capitale : Phnom Penh

Superficie : 181 000 km²

Nombre d'habitants : 14,2 millions (en 2008)

Densité de population : 77 habitants/km²

Régime politique : monarchie parlementaire

Premier ministre : Hun Sen, élu depuis 1984 et réélu en 2008

Langue officielle : khmer

Monnaie : riel (1 \$ = 4 000 KHR)

Taux d'alphabétisation : 74 %

PNB/hab. : 2 000 \$ (en 2008)

Avec une croissance soutenue de 6 % par an entre 2001 et 2004, principalement grâce aux secteurs du tourisme et du textile, le Cambodge modernise son économie. Il fait partie de l'OMC (Organisation mondiale du commerce) depuis 2003.

Une politique de développement volontaire

Dans sa politique visant à réduire la pauvreté, le gouvernement cambodgien s'est fixé plusieurs priorités, parmi lesquelles l'amélioration de la qualité de vie en milieu rural et des infrastructures, l'augmentation des créations d'emplois... Sur le plan environnemental, le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie

soutient le développement de l'accès à l'électricité de manière pérenne, sécurisée et respectueuse de l'environnement. L'utilisation massive de la biomasse et du bois pour subvenir aux besoins en énergie ayant entraîné depuis 1990 une **diminution de la surface forestière du pays de près de 20 %**,

un intérêt tout particulier est porté à la protection environnementale et à la gestion de la déforestation. La mise en place d'un programme d'électrification rurale par les énergies renouvelables s'inscrit bien dans cette volonté politique.

Pro-active development policy

The Cambodian government has set a number of priorities for reducing poverty including improving the quality of rural life, increasing job creation, improving infrastructures, etc. The Ministry of Industry, Mines and Energy supports the development of sustainable, secure and environmentally-friendly access to electricity. As the wholesale use of biomass and wood to meet energy requirements since 1990 has led to a **reduction in the country's forested area by almost 20%**, special interest is being paid to environmental protection and managing deforestation. This pro-active policy welcomes the establishment of a renewable energies-based rural electrification programme.

Opposite and below: In Kampong Thom, the main activities of the population are agriculture and breeding. Trade, craft industries and fishing are also a significant source of income.



À Kampong Thom, les principales activités de la population sont l'agriculture et l'élevage. Le commerce, l'artisanat et la pêche sont également des sources de revenus importantes.

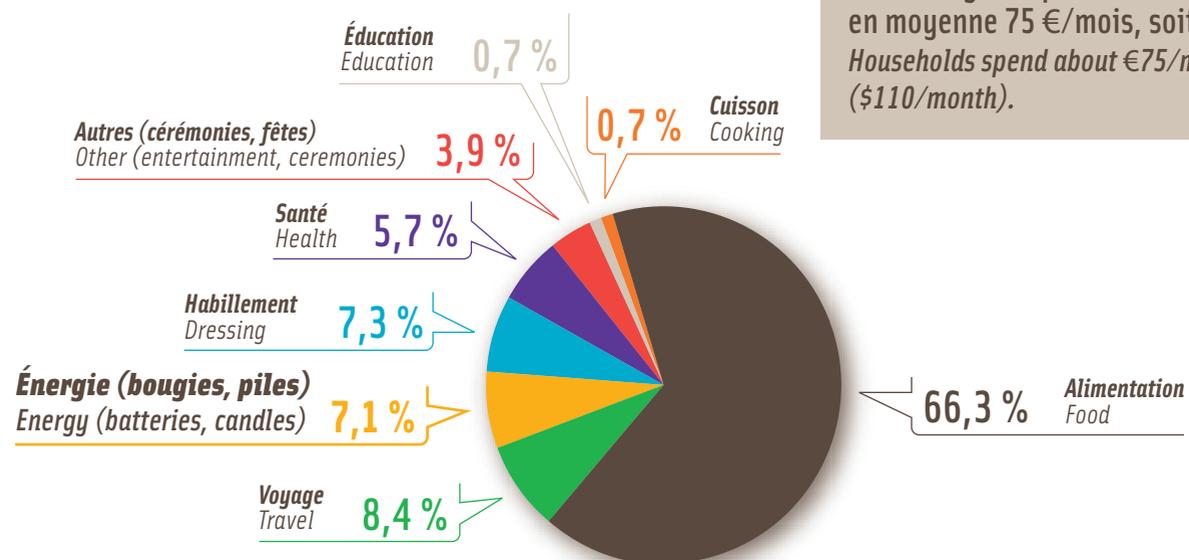
Les activités de la population active

Professional activities and sources of income



Répartition des dépenses mensuelles des ménages dans les villages cibles

Breakdown of a family's monthly expenditure in the target villages



Total
Les ménages dépensent en moyenne 75 €/mois, soit 110 \$.
Households spend about €75/month (\$110/month).

The way of life

The main activities in the selected villages are fishing, cattle breeding and crops (rice, corn, cashew nuts, etc.). Tourism, craft work and manual trades are secondary activities. The average family, the majority of which lives in 2-room timber-walled houses with tiled or zinc roofs, has 5 members. The dwellings tend to line the main road and all villages enjoy permanent access, although it is much harder to reach them during the rainy season.

The average family spends around €75 (\$110) every month, the main item being food, which alone accounts for 66% of the budget. Energy accounts for 7% of total expenditure, namely €4.6 (\$6.8) for purchasing candles, oil lamps and mostly recharging batteries.



Les familles de Kampong Thom prélèvent leur bois pour la cuisson directement dans les forêts avoisinantes, entraînant un grave problème de déforestation et d'appauvrissement des sols.

Opposite: Kampong Thom families directly draw out wood for cooking from the neighbouring forests, which leads to severe deforestation and land impoverishment.

Le mode de vie des ménages

Dans l'ensemble des villages retenus, les activités principales sont la pêche, l'élevage et l'agriculture (riz, maïs, noix de cajou...). Le tourisme, l'artisanat et le commerce constituent quelques domaines d'activité secondaires. Les familles, qui comptent en moyenne 5 personnes, occupent pour la plupart des maisons composées de 2 pièces, avec des murs en bois et des toits en tuiles ou en zinc. Les habitations sont regroupées le long des routes

principales et **chaque village est accessible toute l'année**, bien que les accès soient plus difficiles durant la saison des pluies. Les dépenses mensuelles d'une famille s'élèvent en moyenne à 75 € (110 \$), le principal poste de dépense étant la nourriture, qui compte à elle seule pour 66 % du budget. L'énergie représente 7 % des dépenses totales, soit 4,6 € (6,8 \$) pour l'achat de bougies, lampes à pétrole et principalement recharges de batteries.

LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE CAMBODGIEN

Le bilan énergétique actuel L'accès à l'électricité

Le bois est la ressource énergétique la plus utilisée, 96 % de la population ayant recours à la biomasse pour la cuisson. La part d'électricité dans le bilan énergétique du pays est en revanche très faible, moins de 3 %. Dans les villages cibles, 72 % des ménages ont recours aux batteries régulièrement rechargées et 90 % utilisent des lampes à pétrole. Au final, la consommation énergétique annuelle au Cambodge n'atteint que 0,35 tep/an/hab, bien en dessous de la moyenne mondiale de 1,6 tep/an/hab.

LE TAUX D'ÉLECTRIFICATION

Le Cambodge affiche un taux national d'électrification de 17 %, l'un des plus bas d'Asie. Ce faible chiffre est dû à la structure du système électrique cambodgien, constitué de 22 centrales alimentant les principaux centres de population, mais qui ne sont pas interconnectées. La plupart de l'électricité étant produite à partir de générateurs diesel, **le coût de l'électricité au Cambodge est l'un des plus élevés au monde.**

En ce qui concerne le milieu rural, le taux d'électrification n'est que de 7 %. La quasi-totalité des infrastructures électriques villageoises sont gérées par des opérateurs privés dits REE (Rural Electricity Entrepreneurs). Le tarif peut atteindre 1 \$/kWh, ce qui est inabordable pour les plus démunis.

LA PUISSANCE INSTALLÉE

Une puissance totale de 314 MW était installée dans le pays en 2007. La quasi-intégralité de cette capacité (95 %) repose sur l'importation de diesel. D'importantes réserves de gaz et de pétrole ont cependant été récemment découvertes dans les eaux territoriales du Cambodge, ce qui pourrait constituer une source de revenus pour le pays et permettrait à moyen terme de réduire la facture énergétique. En 2007, le Cambodge a en outre importé 90 GWh de la Thaïlande et 77 GWh du Vietnam.

The current energy balance

Wood is the most commonly used energy resource with 96% of the population using firewood for cooking. In contrast, electricity's share in the country's energy balance is very low, below 3%. In the target villages, 72% of households use batteries that they recharge regularly and 90% use oil lamps. All in all, annual energy consumption in Cambodia is only 0.35 toe/yr/capita, well below the world average of 1.6 toe/yr/capita.

Access to electricity

THE ELECTRIFICATION RATE

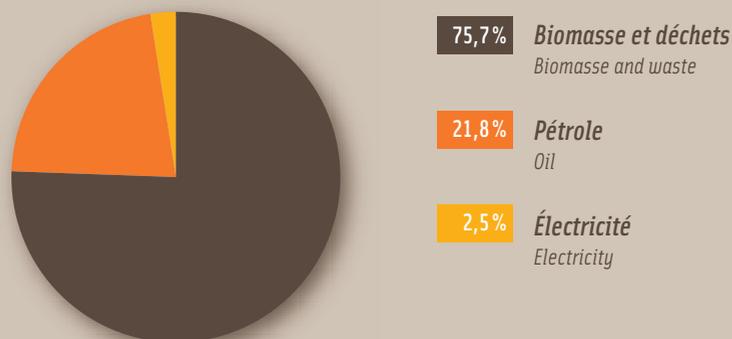
Cambodia reports a national electrification rate of 17% – one of the lowest in Asia. This low figure is due to the structure of Cambodia's power system, which comprises 22 stand-alone plants supplying the main population centres. The cost of electricity in Cambodia is one of the highest in the world as most of it is produced by diesel generators.

As for the rural environment, the electrification rate is only 7%. Almost all the village electricity infrastructures are managed by private operators known as REE (Rural Electricity Entrepreneurs). The tariff can be as much as \$1/kWh, which is unaffordable for the poorest.

INSTALLED POWER

The 2007 figure for total installed power was 314 MW. Almost all (95%) of this capacity relies on diesel imports. Nonetheless major reserves of gas and oil have recently been discovered in the territorial waters off Cambodia, which could provide a source of income for the country and bring down the energy bill in the medium term. Furthermore Cambodia imported 90 GWh from Thailand and 77 GWh from Vietnam in 2007.

Les postes de consommation énergétique au Cambodge Energy consumption sources in Cambodia



Le secteur de l'électricité

Électricité du Cambodge, l'opérateur public créé par un décret royal en 1996, dessert 6 villes de province et satisfait 90 % de la consommation énergétique du pays. Les faibles capacités financières d'Électricité du Cambodge ne permettant pas d'alimenter l'ensemble du pays, et particulièrement les zones rurales,

Le gouvernement a mis en place une réforme du secteur de l'électricité en 2001 afin d'ouvrir le marché aux entreprises privées. À ce jour, quelque 600 opérateurs ruraux ont investi le secteur et gèrent un parc de 35 MW. **L'objectif affiché est de permettre à 70 % de la population rurale d'avoir accès à l'électricité à un prix abordable d'ici 2030.** Pour y parvenir, le gouvernement, dans le cadre de sa stratégie d'électrification rurale, mise sur l'extension du réseau existant, l'importation d'électricité depuis la Thaïlande et le Vietnam et le développement des énergies renouvelables.

« En milieu rural, la grande majorité des projets d'électrification est basée sur l'utilisation de groupes diesel, souvent peu fiables et pour lesquels le maintien des tarifs se heurte à la hausse des produits pétroliers. Beaucoup de petits opérateurs ont dû cesser leur activité. Le gouvernement cambodgien mise donc sur le développement des énergies renouvelables pour l'accès à l'électricité en milieu rural. »

Yves Maigne,
directeur de la Fondation Énergies pour le Monde

Depuis la création de la nouvelle loi sur l'électricité en 2001, 2 institutions régissent le secteur : le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie (MIME) est chargé d'établir les politiques en matière d'électricité, de planifier

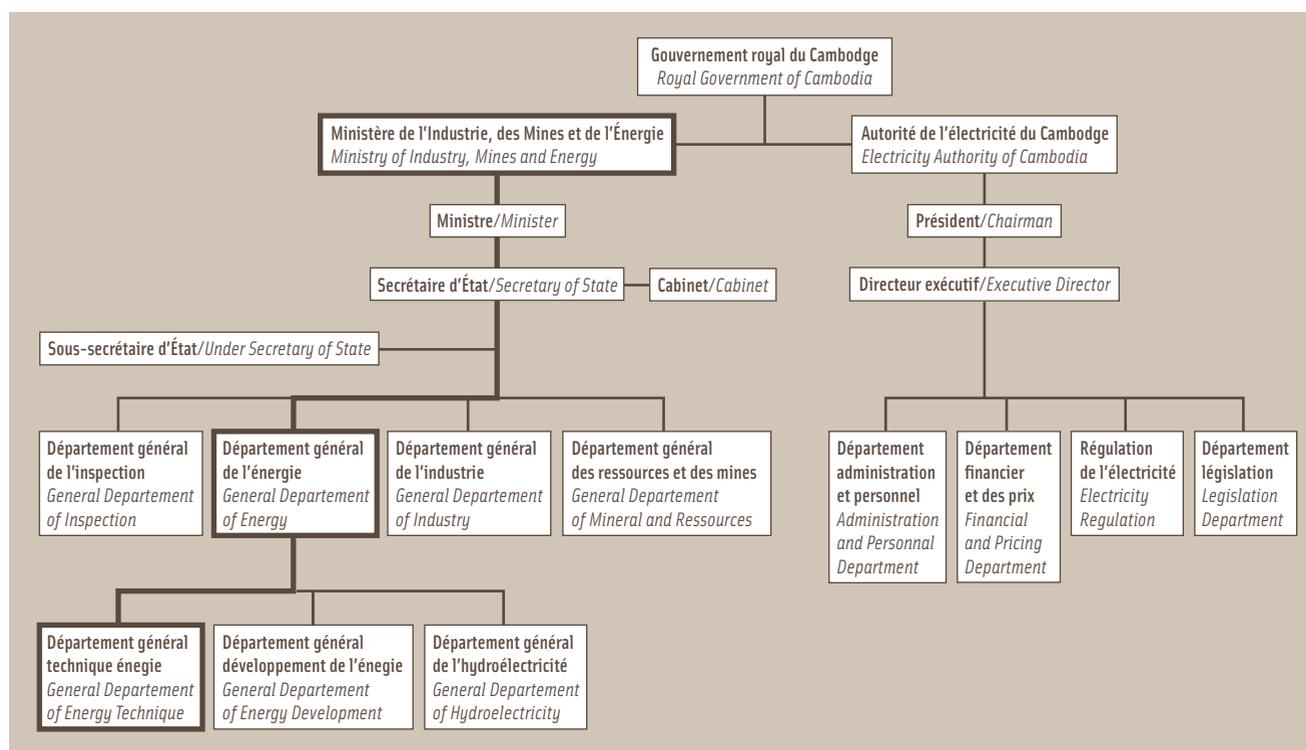
le développement du secteur et d'élaborer des standards techniques ; Electricity Authority of Cambodia (EAC) est responsable de la réglementation, de la délivrance des licences et de l'établissement des tarifs.

The electricity sector

Electricity du Cambodge, the public operator created by royal decree in 1996, serves 6 provincial towns and meets 90% of the country's energy consumption. Electricity du Cambodge's low financing capacities prevent it from supplying the whole country and particularly its rural zones. The government implemented an electricity sector reform in 2001 to open up the market to private firms. Some 600 rural operators have joined the sector to date, managing 35 MW of capacity. **The stated objective is to give 70% of the rural population access to electricity at affordable prices by 2030.** To achieve this goal, the government's rural electrification strategy is counting on extending the existing grid, importing electricity from Thailand and Vietnam and developing renewable energies.

«The vast majority of rural electrification projects are based on the use of diesel generating sets that are prone to breaking down. The efforts to hold tariffs steady are undermined by the hike in oil prices. Many of the small operators have been forced out of business; therefore the Cambodian government is banking on the development of renewable energy sources (RES) to provide rural areas with access to electricity.»
Yves Maigne, director of the Fondation Énergies pour le Monde

Les instances administratives du secteur de l'électricité / Administrative institutions of electricity sector



Un potentiel d'énergies renouvelables encore peu valorisé

En 2007, l'hydroélectricité ne comptait que pour 4 % de la puissance installée et la biomasse pour moins de 2 %. Pourtant, les ressources énergétiques renouvelables ne manquent pas au Cambodge.

D'après les estimations de la Banque de développement asiatique, le Mekong et ses affluents disposent d'un **potentiel hydroélectrique de 8 GW**.

L'important ensoleillement du pays tout au long de l'année, atteignant en moyenne 4,7 kWh/m².jour offre un **potentiel considérable pour l'utilisation de l'énergie solaire**, estimé à 4 000 MW. La capacité actuellement installée n'est que de 3 000 kW.

Enfin, la **biomasse**, jusqu'ici utilisée pour la préparation de la nourriture, pourrait être valorisée pour la production d'électricité. Le potentiel de cette filière a été estimé à ce jour à 700 MW, mais il pourrait augmenter avec la mise en place de culture dédiées, adaptées au climat cambodgien comme le leucaena, l'eucalyptus et l'acacia.

Malgré la disponibilité de ces ressources, peu de programmes ont été mis en place pour leur utilisation. En effet, à cause du besoin en investissement important de ce genre de projet, le gouvernement préfère concentrer ses financements sur l'importation d'électricité ou sur des extensions du réseau existant à proximité des villes ou dans des zones faciles d'accès. La réforme du secteur de l'électricité n'a pas non plus mis en place de réelles mesures incitatives en faveur des énergies renouvelables, ce qui n'encourage pas les opérateurs indépendants à investir. La faible demande en énergie dans les zones rurales, où se trouvent pourtant les ressources, est le plus souvent une barrière à la mise en place d'installations rentables à petite échelle.

En dépit de ces freins, plusieurs opérations d'électrification par énergies renouvelables ont été menées au Cambodge. Des unités de démonstration pour l'éolien et pour une centrale hybride

photovoltaïque-hydraulique ont ainsi été mises en place. De nombreux systèmes solaires individuels, de multiples pico-centrales hydrauliques de quelques centaines de watt, ainsi que deux petites centrales hydroélectriques ont été installés par des organisations internationales ou des opérateurs locaux privés pour l'électrification de maisons, de centres de santé et d'écoles. Enfin, une unité de gazéification de la biomasse utilisant des résidus de maïs et de bois est actuellement exploitée par une organisation de type communale dans la province de Batdambang. La Fondation met en œuvre depuis 2007 une opération pilote de gazéification dans la province de Kampong Thom.

Ces projets de petite échelle ont permis de collecter les données nécessaires à l'élaboration de programmes plus larges qui concerneront un plus grand nombre de bénéficiaires et amélioreront le développement social et économique des zones rurales.

A renewable energies potential waiting to be harnessed

In 2007, hydroelectricity accounted for only 4% of installed power and biomass for below 2%. However, renewable energy resources are not scarce in Cambodia. The Asian Development Bank's estimates put the hydroelectric potential of the Mekong and its tributaries at 8 GW. Sunshine levels are high all year round, with an average daily figure of 4.7 kWh/m².day, which offers considerable potential for using solar energy, estimated at 4 000 MW. Currently installed capacity is only 3 000 kW. Biomass, which up to now has only been used for cooking could be harnessed to produce electricity, offering a potential that is now put at 700 MW, but it could increase with a dedicated tree growing programme geared to the Cambodian climate such as leucaena, eucalyptus and accacia.

Despite the availability of these resources, only a few programmes harness them. This is because the heavy investment required for this kind of project has persuaded the government to concentrate its funding efforts on importing electricity or extending the existing network around the cities or to areas offering easy access. The electricity sector reform has not introduced any real measures to promote renewable energies, which does not encourage the independent operators to invest. The low energy demand in rural areas, where the resources are actually located, tends to stand in the way of setting up installations that are profitable on a small scale.

Despite these curbs, a number of renewable energy-based electrification operations have gone ahead in Cambodia. Demonstration units for a wind turbine and a hybrid photovoltaic-hydraulic power plant have been installed. Many individual solar systems, numerous microhydro installations producing some hundreds of watts, and two small hydroelectric plants have been installed by international organisations or local private operators to electrify houses, health centres and schools. Lastly, there is a community-operated biomass gasification unit powered by corn and wood waste running in Batdambang province. Since 2007, the Fondation has had a pilot gasification operation running in Kampong Thom province (see inset).

These small-scale projects have provided the data needed to draw up more extensive schemes that will serve a higher number of beneficiaries and improve social and economic development in rural areas.





Comme près de 80 % de la population cambodgienne, cet enfant fait ses devoirs à la lumière de faible qualité d'une lampe à pétrole. L'amélioration des résultats scolaires est un impact positif majeur de l'électrification.

Un enjeu mondial

Deux milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'électricité. Pourtant, l'électricité n'est pas un simple service de confort. Elle permet également d'avoir accès à l'eau potable, à des services de soins plus efficaces, elle favorise la croissance des activités artisanales ou industrielles et l'information des populations via la radio ou la télévision. L'énergie joue un rôle primordial pour accélérer le

développement des pays les plus pauvres du monde. Or ces pays consomment principalement des énergies d'origine fossile, dont les prix ne cessent d'augmenter. De plus, leur impact sur l'environnement et le changement climatique a été clairement établi depuis la conférence de Kyoto en 1997.

La situation actuelle nécessite donc de développer des énergies alternatives

ayant un impact limité sur l'environnement. Aujourd'hui, l'usage des technologies utilisant les énergies renouvelables en milieu rural est compétitif face aux solutions conventionnelles. Leur mise en œuvre peut bénéficier aux pays en développement largement dotés en sources d'énergies renouvelables diverses. Le programme d'accès à l'électricité présenté ici s'inscrit donc dans un cadre international favorable.

A global challenge

Two billion people in the world have no access to electricity. Yet, electricity is not just a convenience, it also gives access to drinking water, more efficient health services; stimulates the development of manual and industrial activities and informing populations via radio or television. Energy plays a crucial role in accelerating the development of the world's poorest countries. However for the most part, these countries use fossil-sourced energies, whose prices rise constantly. Furthermore since the 1997 Kyoto Conference, their impact on the environment and climate change has been clearly established.

The current situation therefore begs for the development of alternatives energies that have limited environmental impact. Today, harnessing technologies using renewable energies in the rural environment competes well with conventional solutions. Their implementation may be of benefit to developing countries that are well endowed with a variety of renewable energy sources. The international context for the access to electricity programme presented here is thus favourable.

Opposite: *As almost 80% of Khmer people, this child is doing his homework at the poor quality light of a petrol lamp. The improvement of education level is a positive impact of electrification.*

LA SÉLECTION DES VILLAGES À ÉLECTRIFIER



Fondation Énergies pour le Monde



Fondation Énergies pour le Monde

Selecting which villages to electrify

Identifying the most promising villages

A change of scale is required if real progress is to be made on rural electrification in Cambodia to meet the country's requirements. It is now essential to develop region-wide projects in the wake of the electrification of single villages or community infrastructures. But the question is which zones should come first?

The villages that are most likely to create profitable projects, stand the test of time on both the technical and financial levels, and also involve regional decision-makers and local actors must be identified. The goal is to limit risks and maximise viability to persuade funders, investors and private operators to commit themselves to this new activity sector.

THE FEATURES OF THE VILLAGES SELECTED FOR THE PROGRAMME

- > Mean population: 1 000
- > Average distance from the closest power grid: 65 km
- > Sunshine: 5 kWh/m² per day
- > Accessible all year round
- > Economically vibrant
- > Social cohesion and political stability guaranteed

L'identification des villages les plus favorables

Pour faire avancer véritablement l'électrification rurale au Cambodge et répondre aux besoins du pays, un changement d'échelle s'impose.

et maximiser la viabilité pour convaincre les bailleurs, les investisseurs et les opérateurs privés de s'engager dans ce nouveau secteur d'activité.

Après l'électrification ponctuelle d'un village ou d'infrastructures communautaires, il est à présent indispensable de développer des projets d'ampleur régionale. Mais par quelles zones commencer ? Il est nécessaire d'identifier les groupes de villages les plus favorables pour proposer des projets rentables, les plus pérennes techniquement et financièrement, tout en impliquant les décideurs régionaux et les acteurs locaux. **Objectif : limiter les risques**

LES CARACTÉRISTIQUES DES VILLAGES RETENUS POUR LE PROGRAMME

- > 1 000 habitants en moyenne
- > Situés en moyenne à 65 km du réseau électrique
- > Ensoleillement de 5 kWh/m².jour
- > Accessibles toute l'année
- > Économiquement dynamiques
- > Cohésion sociale et stabilité politique assurée

Above: A participative and dialogue approach has led to the selection of the villages and the appropriate design of the programme.

Next page: The in-depth survey of each target village has allowed to collect all necessary data to design sustainable and adapted projects.

Trois années d'études de terrain

Les villages de la province de Kampong Thom ont fait l'objet de 3 ans d'études, entre 2007 et 2009 afin de déterminer quelles étaient les zones viables pour une électrification rurale basée sur les énergies renouvelables. Ces études ont été **réalisées dans le cadre du programme RESIREA**, mené en partenariat avec le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie du Cambodge.

La collecte des données au niveau provincial a tout d'abord permis de connaître :

- la démographie ;
- le découpage administratif ;
- les infrastructures sociales (établissements scolaires, accès à l'eau potable, structures de santé) ;
- l'accès à l'électricité ;
- le potentiel énergétique de la province ;
- les priorités de développement de la province.

La représentation cartographique de ces informations a par la suite permis d'une part une analyse du contexte général (démographie, économie, risques

naturels ou sociaux...), d'autre part une analyse du contexte énergétique (ressources, villages déjà électrifiés...) et enfin la prise en compte des priorités des acteurs locaux pour l'électrification. **Le croisement des cartes obtenues ainsi que les discussions ultérieures avec les acteurs locaux ont abouti à l'identification de 3 zones d'intérêt prioritaires, comprenant un total de 27 villages où un programme d'électrification est viable techniquement et économiquement parmi les villages non électrifiés.**

Les analyses plus poussées de chaque village et des ressources disponibles en énergies renouvelables, conjuguées à des enquêtes auprès de la population, ont par la suite permis une hiérarchisation de cette sélection selon l'accessibilité des villages, leur dynamisme économique et social et leur environnement général (accès à l'eau, centre de santé, éducation...). La dernière étape, à partir de cette sélection, a consisté à élaborer un programme adapté aux spécificités de chaque village.



Ci-dessus : L'étude approfondie de tous les villages ciblés a permis de collecter l'ensemble des données nécessaires au montage de projets adaptés et pérennes.

Three years of field studies

For 3 years (2007-2009), the villages of Kampong Thom province have been under study to determine which zones were viable for renewable energy-based rural electrification. These studies were conducted **as part of the RESIREA programme**, carried out in partnership with Cambodia's Ministry of Industry, Mines and Energy.

Data collection at provincial level first revealed:

- the demographics;
- the administrative breakdown;
- the social infrastructures (educational establishments, access to drinking water, healthcare facilities);
- access to electricity;
- the province's energy potential;
- the province's development priorities.

Subsequent mapping of this data made it possible to analyse the general context (demographics, economy, natural or social risks, etc.) and also the energy context (resources, villages already electrified, etc.) and finally incorporate the local actors' electrification priorities.

After comparing the maps and holding further discussions with the local actors, three priority interest zones were identified, comprising a total of 27 non-electrified villages where electrification is technically and economically viable.

Deeper analyses of each village and the available renewable energy resources, combined with surveys of the population, then led to ranking this selection by the accessibility of the villages, their economic and social vitality and their general environment (access to water, health centre, education and so on).

The last step, from this selection, consisted of drawing up a programme geared to the specifics of each village.

Une étude réalisée par...

L'étude a été réalisée de 2007 à 2009 par la Fondation Énergies pour le Monde et le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie du Cambodge dans le cadre du programme RESIREA. Ce programme a été mené en partenariat avec le Fraunhofer Institut Solar for Energie systems (ISE, Allemagne) et le Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W, Belgique).

The study partners

The study run from 2007 to 2009 by the Fondation Énergies pour le Monde and by the Cambodian Ministry of Industry, Mines and Energy as part of the RESIREA programme was conducted in partnership with the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE, Germany) and the Walloon Agricultural Research Centre (CRA-W, Belgium).

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

Ci-dessous : Des enquêtes auprès d'échantillons de population ont permis d'estimer finement la demande en électricité et les capacités de paiement des futurs bénéficiaires.

La Fondation Énergies pour le Monde a déjà appliqué la méthodologie Noria au Sénégal, au Burkina-Faso, à Madagascar, au Vietnam et au Laos.

The Noria method

Fondation Énergies pour le Monde developed expert software known as Noria (which stands for New orientations for making suitable investments) to identify suitable villages, comprising:

- a set of databases, to store and organise all the gathered data, primarily out in the field, by theme module;
- mapping software to overlay the collected data on one map, compare the selection criteria and mark out the feasibility zones for viable decentralised rural electrification programmes (DRE);
- computing software to define the technical, financial and organisational options to optimise the chosen DRE programme.

Fondation Énergies pour le Monde's experience

Fondation Énergies pour le Monde has already applied the Noria method to Senegal, Burkina-Faso, Madagascar, Vietnam and Laos.



Opposite: Surveys with samples of population have led to an accurate estimation of the electricity demand and ability to pay of the future beneficiaries.

La méthodologie Noria

Pour identifier les villages favorables, la Fondation Énergies pour le Monde a développé un logiciel expert baptisé Noria (Nouvelles orientations pour la réalisation d'investissements adaptés). Celui-ci est composé :

- d'un ensemble de bases de données, qui permettent de stocker

et d'organiser toutes les informations recueillies, notamment sur le terrain, par modules thématiques ;

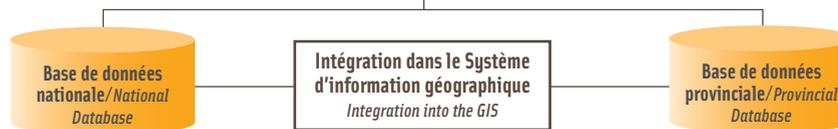
- d'un logiciel cartographique qui permet de superposer sur une même carte les données collectées, de croiser les critères de sélection et de délimiter des zones de faisabilité de programmes

d'électrification rurale décentralisée (ERD) viables ;

- d'un logiciel de calculs, qui permet de définir les options techniques, financières et organisationnelles optimisant le programme d'ERD choisi.

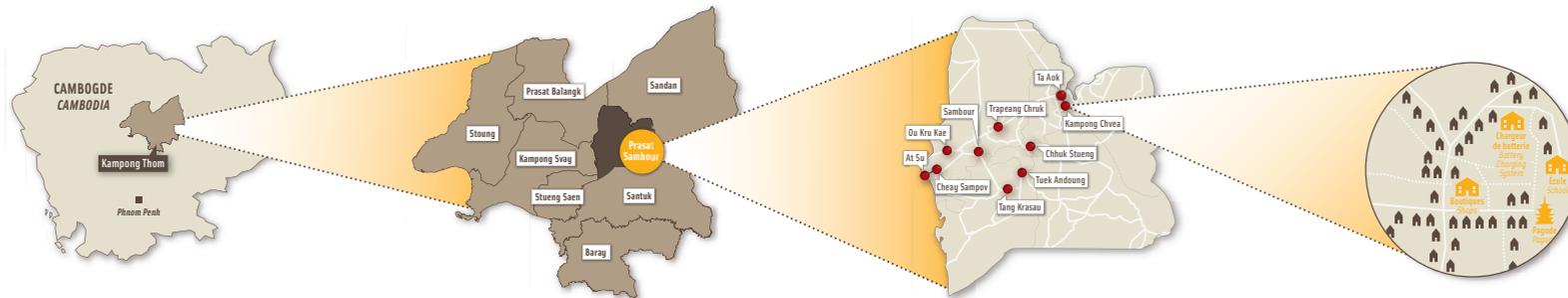
Année 1
Year 1

Collecte de données auprès des acteurs nationaux et provinciaux/Collection of data from national and provincial stakeholders



Cartographie des informations et analyse croisée/Mapping and crossing analysis

Sélection de zones prioritaires et validation par les autorités locales/Selection of priority zones and validation by local authorities



I. ANALYSE DES CONTEXTES NATIONAUX ET RÉGIONAUX/CONTEXT ANALYSIS

- **institutionnel**/institutional
- **fiscal**/fiscal
- **réglementaire**/regulation
- **douanier**/customs
- **économique**/economical
- **sociologique**/sociological
- **politique**/political
- **etc.**

Année 2
Year 2

Collecte des données détaillées sur l'ensemble des villages/Detailed study of the priority villages



Hierarchisation des villages et validation par les autorités locales/Hierarchical organization of the villages

Enquête auprès d'un échantillon représentatif d'usagers potentiels/Surveys of representative samplers of potential users



II. ANALYSE DES CONTEXTES COMMUNAUX/VILLAGE CONTEXT ANALYSIS

- **accessibilité**/accessibility
- **densité**/density
- **gisement énergétique**/renewable energy available
- **dynamisme local**/local dynamism
- **etc.**

Année 3
Year 3

Élaboration des modalités de réalisation et définition de programmes d'électrification rurale décentralisée
Elaboration of the implementation options and definition of off-grid rural electrification programmes



Document de programme soumis à des bailleurs de fonds et investisseurs potentiels
Action plan proposed to private operators, investors, banks and financial institutions

III. ÉTUDE DE MARCHÉ/MARKET STUDY

- **activités économiques**/economic activities
- **demandes des usagers**/user's requests
- **capacités de paiement**/ability to pay
- **compétences**/capacities
- **besoins en énergie**/energy demand
- **etc.**

Where?

Pourquoi ?

Why?

Un impact très fort pour le Cambodge

A major impact on Cambodia

LES DIFFÉRENTS IMPACTS ATTENDUS

p. 21 > Les impacts sociaux

p. 23 > Les impacts économiques

> Les impacts environnementaux

EXCEPTIONATIONS OF IMPACTS

p. 21 > Social impacts

p. 23 > Economic impacts

> Environmental impacts

MULTIPLIER PAR CINQ LE NOMBRE DE VILLAGES ÉLECTRIFIÉS DANS LES DISTRICTS CIBLÉS

p. 24

*A FIVE-FOLD INCREASE PLANNED
IN THE NUMBER OF ELECTRIFIED
VILLAGES IN THE TARGET ZONES*

p. 24



LES DIFFÉRENTS IMPACTS ATTENDUS

➤ **Les services rendus par l'électricité dans la lutte contre la pauvreté et pour le développement sont nombreux. Ils interviennent tant sur le plan social qu'économique ou environnemental.**

Les impacts sociaux

ÉDUCATION

L'équipement des écoles offre de meilleures conditions de travail aux élèves, qui bénéficient de l'éclairage après la tombée du jour et d'outils audiovisuels éducatifs (ordinateur, imprimante...), ainsi qu'aux professeurs pour la préparation des cours. La qualité de l'enseignement s'en trouve améliorée, les activités proposées en classe se diversifient et les taux de fréquentation et de réussite scolaire augmentent. Les affectations des enseignants en zones rurales sont encouragées et facilitées. **À la maison, un meilleur éclairage permet aux enfants de faire leurs devoirs dans de bonnes conditions.**

SANTÉ

Les centres de santé sont mieux équipés, les consultations y sont plus nombreuses et les conditions sanitaires sont améliorées. La conservation au froid des médicaments et des vaccins, l'utilisation

d'équipements médicaux électriques ou encore l'éclairage correct des salles de soins sont désormais possibles.

Cette diversification des activités pratiquées s'accompagne d'affectations de personnel supplémentaire. La mise en place de laboratoires permet de dépister davantage de maladies. À la maison, l'électricité cause moins d'accidents domestiques que le pétrole lampant ou les bougies, et permet d'éviter aux enfants d'inhaler les fumées des combustibles.

ACCÈS À L'EAU PROPRE

La mécanisation du pompage améliore la qualité de l'eau et réduit les risques de maladie. La grande fiabilité des équipements limite les temps d'arrêt et les risques de pénurie.



La scolarisation des filles et les résultats scolaires sont améliorés grâce à un éclairage de qualité des bâtiments scolaires et des foyers.

DIFFERENT IMPACTS EXPECTED

Social impacts

EDUCATION

Equipping the schools offers better working conditions to pupils, who enjoy the benefit of lighting after nightfall and educational audiovisual media (computers, printers...) and to teachers preparing their lessons. Teaching quality is improved, the proposed classroom activities can diversify and attendance and academic success rates rise. The assignment of teachers to rural areas is stimulated and made easier. Better lighting in the home provides children with proper conditions for doing their homework.

HEALTH

Health centres are better equipped, the number of consultations rises and hygiene improves. Refrigeration of medication and vaccines, the use of electric medical equipment and focused lighting in the consultation rooms becomes possible. This diversification of activities is accompanied by the appointment of additional personnel. Setting up laboratories improves diagnoses of illnesses.

Electricity in the home causes fewer domestic accidents than domestic kerosene and candles and reduces smoke inhalation by children.

ACCES TO CLEAN WATER

The mechanisation of pumping improves water quality and reduces the risks of illness. As the equipment is highly reliable, downtime is reduced as are the risks of shortages.

➤ **The services that electricity delivers to combat poverty and promote development are manifold, having social, economic and environmental impacts.**

Girls' school attendance and academic success rise thanks to a good quality lighting of schools and households.

ÉGALITÉ DES GENRES

Les conditions de vie et le confort domestique sont largement améliorés, notamment pour les femmes. L'électricité allège la charge de travail des tâches ménagères et améliore les taux de scolarisation des filles. Elle permet de développer des activités artisanales domestiques génératrices de revenus pouvant être effectuées par les femmes telles que la vannerie, le petit maraîchage, la petite restauration, la couture...

SÉCURITÉ

L'éclairage public favorise la lutte contre l'insécurité, notamment en réduisant le nombre de vols.

ACCÈS À L'INFORMATION

L'électrification donne aux ménages l'accès aux informations via la radio ou la télévision. La recharge sur place de téléphones portables facilite leur usage et les liens avec l'extérieur. Enfin, l'utilisation de l'informatique, en particulier dans des cybercafés, ouvre le champ de l'utilisation d'Internet.

EXODE RURAL

L'accès à l'électricité freine le départ des jeunes vers les villes. Grâce à l'électricité, le village est plus attractif, plus dynamique économiquement. Des emplois sont créés, ce qui encourage les jeunes à rester pour participer au développement de leur village.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

Pour répondre aux besoins en électricité des centres de santé ruraux qui ont été construits après les années de guerre qu'a traversées le pays, la Fondation Énergies pour le Monde a lancé en 1998 un vaste projet visant à électrifier 40 dispensaires, bénéficiant à un bassin de population d'environ 50 000 personnes. L'objectif : permettre à ces centres de disposer de l'éclairage, de réfrigérateurs pour les vaccins, voire de pompes à eau... et améliorer ainsi la qualité des soins. Le projet a été intégré par le gouvernement au sein d'une stratégie nationale pour une politique de santé publique, ce qui a permis de sensibiliser les acteurs institutionnels locaux aux technologies respectueuses de l'environnement. Les centres de santé ont été soigneusement sélectionnés en fonction de leur état, de leur gestion et de la motivation des acteurs locaux et 47 systèmes solaires photovoltaïques ont été installés en 4 ans. Afin d'assurer la pérennité du projet, la Fondation a apporté une attention particulière à la formation des acteurs locaux et à la sensibilisation de la population bénéficiaire de cette opération.



L'électricité dans les centres de santé permet d'améliorer la qualité des soins et la sécurité des interventions médicales.

GENDER EQUALITY

Domestic comfort and living conditions are greatly improved, especially for women. Electricity lightens housework tasks and improves girls' school attendance rates. It offers women opportunities to carry out manual trades that generate incomes such as basketwork, kitchen gardening, small-scale catering, sewing, etc.

SAFETY

Public lighting helps combat insecurity, particularly by reducing the number of burglaries.

ACCESS TO INFORMATION

Electrification gives households access to information via radio or television. Recharging cell-phones in the home makes them easier to use and enhances links with the outside world. Lastly, the use of IT, particularly in cybercafés opens up the scope for using Internet.

RURAL EXODUS

Access to electricity slows down the departure of young people to the cities. Thanks to electricity, the village is more attractive, and becomes economically vibrant. Jobs are created – which encourages young people to stay and take part in the development of their village.

Fondation Énergies pour le Monde's experience

In 1988, Fondation Énergies pour le Monde launched a vast electrification scheme of 40 dispensaries for the benefit of a catchment population of about 50,000 people and meet the electricity needs of rural health centres constructed after the years of warring that ravaged the country. The goal was to provide these centres with electricity for lighting, refrigerators for vaccines, water pumps... thereby improving the quality of health care delivered. The government incorporated the project in its national strategy for public health, which drew the attention of local institutional actors to environmentally-friendly technologies. The health centres were carefully selected on the basis of their condition, management and the enthusiasm of local actors. As a result, 47 solar photovoltaic systems were installed over a 4-year period. The Fondation paid special attention to training the local actors and raising the awareness of the population benefiting from this operation to ensure the project's sustainability.

Opposite: Electricity in health centers improves the quality of the health care and the safety of the medical interventions.

Les impacts économiques

RÉDUCTION DE LA FACTURE ÉNERGÉTIQUE

Le coût des services rendus (éclairage, radio, télévision, etc.) par l'électricité d'origine renouvelable est inférieur à celui de l'utilisation du pétrole lampant, des batteries et des bougies. Ceci est **le principal bénéfice de l'accès à l'électricité cité par la population.**

ACCROISSEMENT DU TEMPS DISPONIBLE

Les activités domestiques, commerciales et artisanales peuvent être poursuivies après la tombée du jour grâce à l'éclairage. La qualité des travaux, des produits fabriqués et des services est améliorée, la sécurité est renforcée.

DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES ACTIVITÉS

L'électrification permet aussi de lancer de nouvelles activités pour lesquelles l'électricité est indispensable, comme la fabrication de pains de glace ou la transformation de produits agricoles par des appareils électriques adaptés. L'artisanat, ateliers et commerces peuvent se développer : les revenus complémentaires générés contribuent à réduire la pauvreté.

CRÉATION D'EMPLOIS DÉDIÉS

L'électrification crée des emplois locaux, pour l'installation des équipements, mais aussi pour leur exploitation et gestion. Des techniciens sont chargés de l'entretien des systèmes électriques, du personnel collecte les redevances et gère la clientèle, un comptable établit les factures et assure la bonne gestion des fonds. Enfin, un manager doit animer l'équipe et assurer les relations avec les autres intervenants.



Grâce à l'éclairage électrique, les commerces peuvent étendre leurs horaires d'ouverture.

Les impacts environnementaux

RÉDUCTION DE LA POLLUTION

Dans des écosystèmes fragiles, le recours à des sources locales d'énergies renouvelables pour remplacer les énergies fossiles permet de réduire les pollutions dues aux batteries rechargeables et piles ainsi qu'au transport et à l'utilisation de pétrole. L'émission de 8 000 tonnes de CO₂ est évitée durant les 20 premières années de fonctionnement des systèmes électriques.



➤ **L'électrification des 27 villages permettra d'éviter le rejet de 8 000 tonnes de CO₂.**

Economic impacts

REDUCING THE ENERGY BILL

The cost of the services delivered (lighting, radio, television, etc.) by RES-sourced electricity is lower than that its counterparts: domestic kerosene, batteries and candles. **The population mentioned this as the main benefit of access to electricity.**

INCREASING AVAILABLE TIME

Domestic, commercial and craft trades can be continued after nightfall with the benefit of lighting. The quality of the work, products manufactured and services is improved, security is boosted.

DEVELOPING NEW ACTIVITIES

Electrification also enables new activities to be started up that rely on electricity, such as making ice blocks or processing farm produce using suitable electrical appliances. Craft activities, workshops and retail stores may develop: the additional income generated contributes to reducing poverty.

CREATING DEDICATED JOBS

Electrification creates local jobs for installing equipment, and also for operating and managing that equipment. Technicians are responsible for servicing the electrical systems, personnel collect electricity fees and manage the customers, and an accountant raises invoices ensuring that the funds are properly managed. A manager must lead the team and handle external relations.

Environmental impacts

In fragile ecosystems, resorting to local renewable energy sources to replace fossil energies reduces the amount of pollution caused by rechargeable batteries and dry cells, and also transport and use of oil. The emission of 8 000 tonnes of CO₂ will be avoided over the first 20 years of operation of the electrical systems.

➤ **Electrification of the 27 villages will avoid the release of 8 000 tonnes of CO₂.**

Above: Thanks to electric lighting, shops can extend their opening hours.

MULTIPLIER PAR CINQ LE NOMBRE DE VILLAGES ÉLECTRIFIÉS DANS LES DISTRICTS CIBLÉS

Ci-dessous : L'électricité dans les centres de soins permet la mise en œuvre efficace de campagnes de sensibilisation (hygiène, etc.) et la conservation des vaccins.

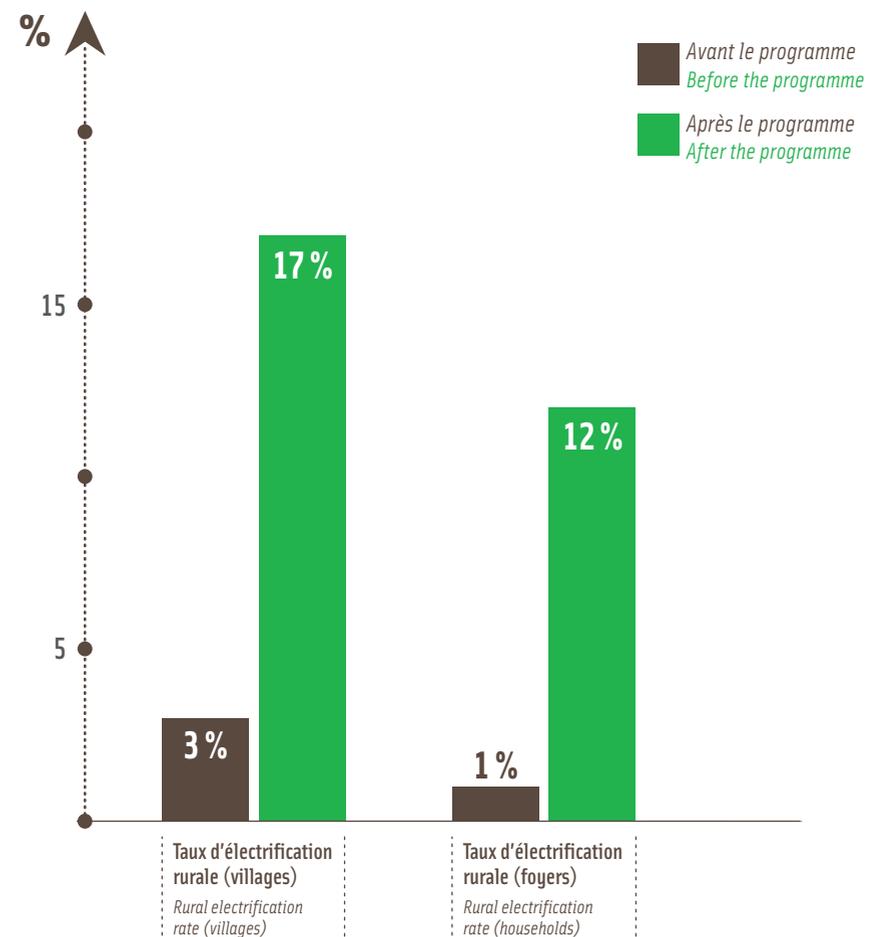
Ci-contre : À l'école, les enfants bénéficient de conditions scolaires améliorées.

L'objectif du programme est de faire passer le taux d'électrification rurale de 9 % à 13 % dans la province de Kampong Thom et d'élever le taux d'électrification

rurale de 3 % à 17 % dans les trois districts cibles. Dans cette zone, le nombre de foyers bénéficiant de l'électricité sera multiplié par 10.



Évolution du taux d'électrification dans les zones ciblées grâce au programme





A FIVE-FOLD INCREASE PLANNED IN THE NUMBER OF ELECTRIFIED VILLAGES IN THE TARGET ZONES

The programme aims to raise the rural electrification rate from 9 to 13% in Kampong Thom province and the rural electrification rate from 3 to 17% in the three target districts. In this zone the number of households benefiting from electricity will be multiplied by 10.

> Over and above the 4 500 customers, who will benefit directly from the scheme, 100 000 inhabitants of the province will be indirectly affected by the arrival of electricity, heralding access to better healthcare and better education, for example.

➤ **Au-delà des 4 500 abonnés, bénéficiaires directs du programme, 100 000 habitants de la province seront concernés par les impacts indirects de l'accès à l'électricité, comme l'accès à de meilleurs soins et à une meilleure éducation.**

Impact social Social impact	Éducation Education	28 écoles ou collèges/lycées électrifiés 28 primary and secondary schools electrified
	Santé Health	30 centres de santé et pharmacies électrifiés 30 health centers and pharmacies electrified
	Administration Administration	35 bâtiments administratifs électrifiés (mairies, bureaux associatifs, etc.) 35 administrative buildings electrified (commune offices, associations offices, etc.)
	Éclairage public Public lighting	250 lampadaires 250 lamp spots
Impact économique Economical impact	Activités économiques Economic activities	336 activités raccordées (restaurants, ateliers, boutiques, artisans, etc.) 336 connected activities (restaurants, workshops, shops, craft industries, etc.)
Impact environnemental Environmental impact	Émissions de CO2 évitées CO2 emissions avoided	8 000 tonnes évitées sur 10 ans 8 000 tonnes avoided over 10 years

Left page: Electricity in health care centers improves the effective implementation of awareness campaigns (hygiene, etc.) and vaccine conservation.

Above: At school, children are benefiting from improved educational conditions.

Comment ?

How?

Les installations programmées

LES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES RETENUES

- p. 27* > *Le choix des options techniques*
- p. 28* > *Les gisements renouvelables disponibles*
 - > *Pour une valorisation durable de la biomasse*
- p. 30* > *La configuration géographique des villages*
- p. 31* > *La demande en électricité*
- p. 32* > *Le dimensionnement des infrastructures électriques*
 - > *La comparaison économique*
- p. 34* > *Les deux technologies retenues*
- p. 36* > *Une puissance installée totale de 528 kW*

L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES

- p. 38* > *Un exploitant privé dans chaque région*
 - > *Le rôle de l'exploitant au quotidien*
- p. 39* > *Le suivi de l'exploitant*
- p. 40* > *L'accompagnement et la formation pour pérenniser le programme*

The installation programme

THE RENEWABLES TECHNOLOGIES ADOPTED

- p. 27* > *The choice of technical options*
- p. 28* > *The available sources of renewables*
 - > *Achieving a sustainable biomass energy conversion*
- p. 30* > *The geographical configuration of the villages*
- p. 31* > *The demand for electricity*
- p. 32* > *Dimensioning the electrical infrastructures*
 - > *Cost comparison*
- p. 34* > *The two renewables technologies adopted*
- p. 36* > *Total installed capacity of 528 kW*

OPERATING THE INFRASTRUCTURES

- p. 38* > *A private operator for each district*
- p. 39* > *Monitoring the operators*
- p. 40* > *Guidance and training to sustain the programme over time*



LES TECHNOLOGIES RENOUVELABLES RETENUES

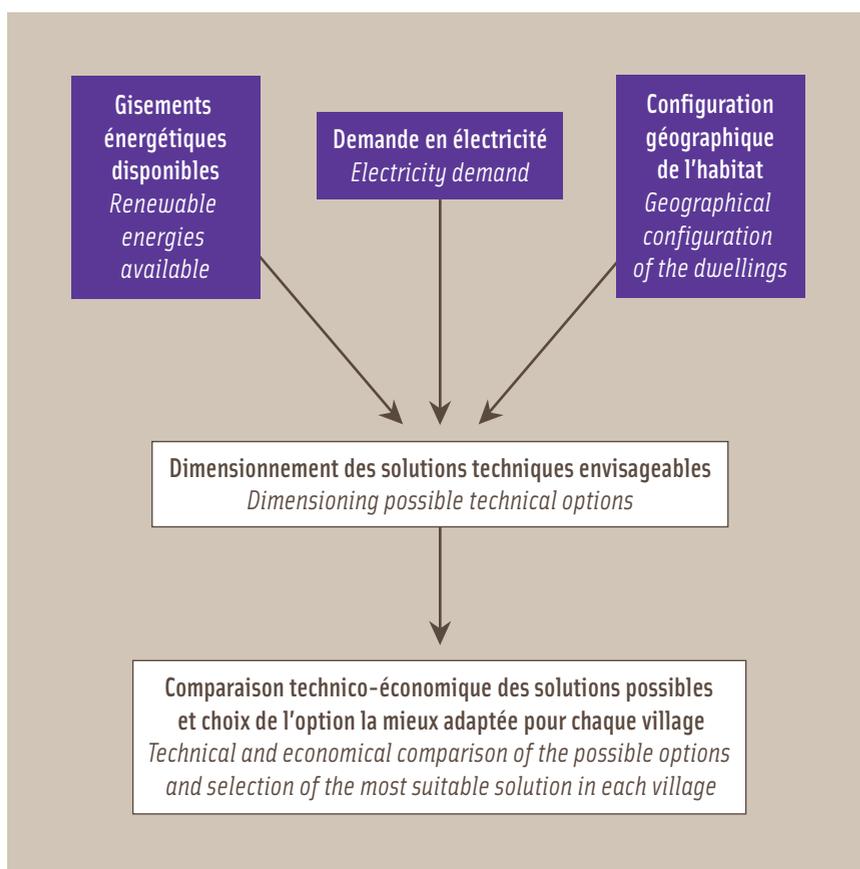
Le choix des options techniques

Les informations sur les ressources d'énergie disponibles, les besoins locaux en électricité et la configuration géographique des communes ont été croisés pour évaluer les solutions techniques à mettre en place.

Toutes les options techniques envisageables ont été étudiées et dimensionnées. Le dimensionnement des équipements de production permet de satisfaire la demande en énergie du village pendant 10 ans.

Les critères de choix des options techniques

Selection criteria for the technical options

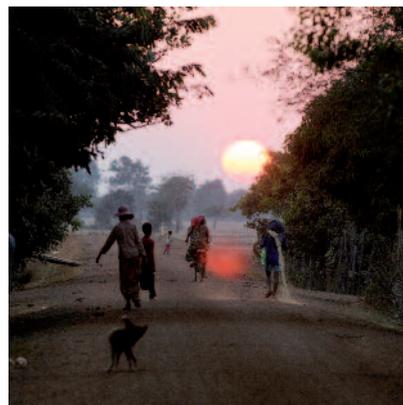


THE RENEWABLES TECHNOLOGIES ADOPTED

The choice of technical options

The data on available energy resources, local electricity needs and geographical configuration of the villages was cross-tabulated to weigh up the technical solutions.

All conceivable technical options were examined and dimensioned. The target for production equipment design was set to meet the energy demand of villages for 10 years.



Highly accurate data collection

Many field surveys were conducted interviewing representative households to determine their payment capacities and electricity needs. Data was also gathered from social infrastructures and economic players. All the village layouts were surveyed. The existing rural electrification projects in the province were also analysed to gather feedback.

Ci-dessus : Les options techniques retenues répondent à la demande en électricité des populations cibles, qui se concentre essentiellement le soir, après le coucher du soleil, pour l'éclairage domestique.

Opposite: The adopted technical options meet the electricity needs of the target population, which are mostly concentrated after night fall, for domestic lighting.

DES COLLECTES D'INFORMATIONS TRÈS PRÉCISES

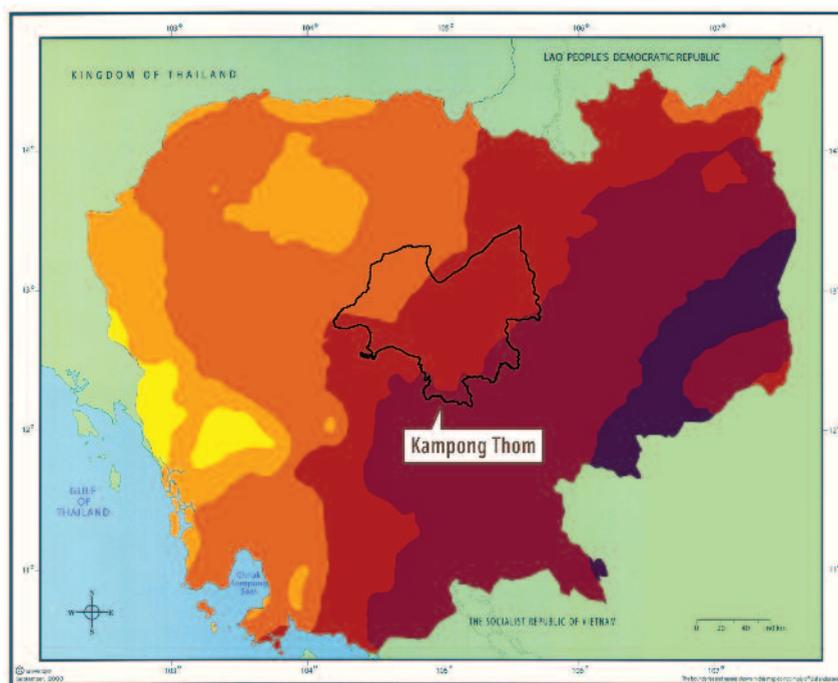
De nombreuses enquêtes ont été menées sur le terrain auprès de ménages représentatifs pour déterminer leurs capacités de paiement et leurs besoins en électricité. Des informations ont aussi été collectées auprès des infrastructures sociales et des acteurs économiques. L'ensemble des plans des villages a été relevé. Les projets d'électrification rurale déjà menés dans la province ont également été analysés afin de bénéficier de ces retours d'expérience.

Les gisements renouvelables disponibles

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les ressources d'énergies renouvelables disponibles. L'analyse de l'ensoleillement du Cambodge a permis d'évaluer précisément le gisement solaire existant dans la province. Pour la biomasse, des études concernant la disponibilité des terrains pour des plantations énergétiques, les pratiques agricoles ainsi que les résidus agricoles disponibles (principalement issus de la culture du riz et de la noix de cajou) ont été menées afin de connaître au mieux le gisement potentiel dans chaque village cible.

Ci-contre : Le Cambodge dispose d'un ensoleillement fort et régulier pendant l'année, compris entre 15 et 21 MJ par m² et par jour, sur un plan horizontal.

Potentiel solaire du Cambodge/Solar potential in Cambodia

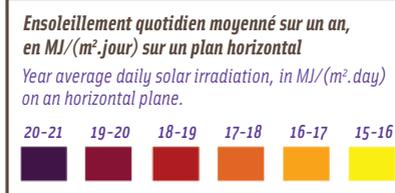


The available sources of renewables

Several studies were conducted to assess the available renewable energy resources. Analysis of Cambodia's sunshine hours provided an accurate assessment of the solar energy resource in the province.

As for biomass, studies of land availability for energy plantations, farming practices and available agricultural field residues (mainly from rice and cashew nut wood) were conducted to ascertain the potential resource of each target village as accurately as possible.

Opposite: Cambodia has a strong and regular solar irradiation all year round, between 15 and 21 MJ per m² and per day, on an horizontal plane.



POUR UNE VALORISATION DURABLE DE LA BIOMASSE

À l'heure actuelle, deux options techniques sont possibles pour la production d'électricité à l'échelle d'un village grâce à la biomasse :

la gazéification et l'extraction d'huile végétale.

La gazéification nécessite de la biomasse sèche, bois ou résidus agricoles, alors que l'huile végétale est produite par le pressage de graines oléagineuses.

La production d'huile végétale ne peut être envisagée qu'avec la mise en place de plantations locales de ces espèces (principalement le jatropha). Or, il n'existe actuellement aucun retour d'expérience sur l'utilisation de biocarburants pour l'électrification rurale au Cambodge, en particulier sur les productivités. Les enseignements des projets de recherche menés ne sont pas encore suffisants pour lancer

un programme d'envergure. C'est pourquoi cette option n'a pas été retenue dans le Programme. L'étude s'est donc concentrée sur l'option gazéification de la biomasse, dont la pertinence a été démontrée par plusieurs projets pilotes au Cambodge.

L'analyse du gisement

L'évaluation du potentiel doit être faite avec précaution. La valorisation de la biomasse pour la production d'électricité ne doit en aucun cas entrer en concurrence avec les pratiques agricoles et alimentaires existantes et doit s'inscrire dans une logique de durabilité et de respect de l'environnement. >>

ACHIEVING SUSTAINABLE BIOMASS ENERGY CONVERSION

Two technical options have been considered for producing electricity at village scale from biomass in the current context – **gasification and vegetable oil extraction.**

Gasification requires dry biomass, timber or farming waste, while vegetable oil is produced by pressing oilseeds.

Vegetable oil production would call for the planting of these species (primarily jatropha) locally in plantations. As it stands, there is no available feedback on the use of biofuel for rural electrification in Cambodia, especially with regard to yields. While applied research projects have been conducted, their findings are too inconclusive to embark on a wide-scale programme. Therefore this option has not been retained for the Programme.

Accordingly the study has focused on the biomass gasification option, whose viable potential has been demonstrated in several Cambodian pilot projects.

Resource analysis

Caution must be exercised when assessing the biomass potential. Biomass reclamation for energy production must never compete with existing farming practices, at the expense of subsistence crops, and must be part of a process that not only aims for sustainability but respects the environment.

The potential was analysed in several stages: Firstly the Province's main subsistence and cash crops were identified, and then a census was made of the crops grown and fallow plots in each village. Then the CRA-W (Walloon Agricultural Research Centre, a RESIREA partner) conducted a field study to provide more detailed knowledge of farming practices and land management in the target villages. The following particularly relevant elements emerged:

- Main crops: surface area, yield, ratio of locally-used to sold harvest volumes, seasonal farming schedules.
- Processing of farming and forestry products: processes, proportion handled in the village, productivity, current use of generated waste. >>

L'analyse du potentiel a donc été réalisée en plusieurs étapes :

Après l'identification des principales cultures vivrières et de rente pratiquées dans la province, les cultures mises en œuvre et les terrains non utilisés dans chaque village retenu ont été répertoriés. Enfin, une étude de terrain réalisée par le CRA-W (Centre wallon de recherches agronomiques, partenaire de RESIREA), a apporté une connaissance plus fine des pratiques agricoles et de la gestion foncière dans les villages sélectionnés, avec notamment l'analyse des éléments suivants :

- ▶ principales cultures : superficie, productivité, proportions des récoltes consommées localement et vendues, calendrier ;
- ▶ transformation des produits agricoles et forestiers : procédés, part de la production traitée dans le village, rendement, utilisation actuelle des résidus générés ;
- ▶ possibilités de mettre en place des plantations énergétiques : gestion foncière, prix des terrains, qualité des sols, possibilité d'irrigation, motivation des agriculteurs, prix du marché des cultures de rente.

À Kampong Thom, les principaux résultats sont les suivants :

- ▶ une quantité importante d'**anacardiens** est produite chaque année : les arbres sont renouvelés tous les 15 à 20 ans. **Le bois coupé est directement brûlé dans les plantations**, ou plus rarement utilisé comme bois de chauffe. Les cendres sont ensuite dispersées dans les champs ;
- ▶ une partie du riz cultivé est transformée dans le village. Le procédé de décortiquage produit plusieurs types de résidus, dont l'un d'entre eux n'est pas valorisé : **c'est un déchet laissé à l'abandon dans les fossés** ;
- ▶ les terrains identifiés comme disponibles dans les villages correspondent aux terrains pauvres, inutilisables par les agriculteurs car dégradés et acides.

Le Programme proposé permet de valoriser le potentiel disponible dans les villages, en **utilisant en priorité les résidus agricoles et, si nécessaire, en recommandant des plantations énergétiques sur des superficies limitées.**

Les impacts environnementaux

Les impacts environnementaux de la mise en œuvre de centrales de gazéification

Ci-contre : À Kampong Thom, les résidus agricoles non valorisés (jetés ou brûlés) sont nombreux : il s'agit principalement de bois de cajou et de balles de riz.

Opposite: In Kampong Thom, non-used agricultural residues (discarded or burnt) are numerous: it can be cashew wood or rice husks.

de la biomasse dans les villages sélectionnés ont été appréhendés.

En terme **d'émissions carbone, le bilan est positif**. En effet, dans la mesure où les résidus sont actuellement jetés ou brûlés, ils déstockent leur CO₂. Leur combustion dans une unité de gazéification ne modifie pas ces émissions, mais permet de produire de l'électricité, qui à l'heure actuelle provient de groupes électrogènes ou de batteries. De même, l'utilisation de bois provenant de plantations énergétiques sur des sols dégradés ne détériore pas le bilan carbone : la biomasse consommée est replantée.

Le procédé de gazéification de la biomasse peut produire des **goudrons**, récupérables par le filtrage des eaux de lavage du gaz. Ces goudrons constituent des polluants organiques qui doivent être maîtrisés : des unités de traitement bactériologique existent sur les unités de gazéification les plus récentes. De façon plus simple, ces goudrons peuvent être directement brûlés dans le réacteur.

Les cendres issues du procédé peuvent être **valorisées comme engrais**. Elles ont le même impact sur la qualité du sol que les cendres actuellement obtenues par la combustion directe du bois dans les plantations. Enfin, la plantation d'eucalyptus ou d'acacia sur les terrains disponibles ne dégrade pas la qualité des sols : au contraire, elle **évite le lessivage** par les eaux de pluies, et dans le cas de l'eucalyptus, enrichit le sol en nitrates. L'impact sur les besoins en eau devra cependant être précisé.

Des études complémentaires devront être menées avant la réalisation du Programme pour confirmer ces résultats.



- ▶ Possibilities of setting up energy plantations: land management, price of plots, soil quality, irrigation possibilities, farmers' enthusiasm and market prices of cash crops.

The main findings for Kampong Thom are:

- ▶ significant amounts of **cashew timber** are produced annually – the trees are replanted every 15-20 years. **The timber waste is burnt right on the spot in the plantations**, and seldom used as firewood. The ashes are then scattered over the fields;
- ▶ a proportion of the rice crop is processed in the village. Dehusking produces several types of waste, one of which is not reutilised, **but simply discarded in ditches**;
- ▶ the available plots lying fallow in the villages are unsuitable for farming use because of their high acid and soil degradation levels.

The Programme proposes to harness the available potential in the villages, primarily **by using farming waste and if necessary, reinforcing this by establishing limited expenses of energy plantations.**

Environmental impacts

The environmental impact of installing biomass gasification plants in the target villages has been assessed.

In terms of **carbon emissions, the balance is positive**. This is because the waste, which

is currently discarded or burnt, releases its CO₂. Burning it in a gasification unit will not alter these emissions, but will generate electricity that is currently produced by generating sets or batteries. Similarly, the use of timber from energy plantations planted on degraded soil to produce electricity, does not worsen the carbon footprint because the used biomass is replanted.

The biomass gasification process may produce **tar balls**, which can be recovered by filtering the gas washing water. Tar balls are an organic pollutant that must be managed and while the most recent gasification units are fitted with bacteriological processing units, a simpler solution would be to burn the tar balls directly in the reactor.

The ashes produced by the process can be **recovered as fertilizer**, with the same impact on soil quality as the ashes currently obtained by burning the timber directly in the plantations.

Lastly, planting eucalyptus or common locust trees on the available plots does not degrade soil quality. On the contrary, it **avoids leaching of nutrients** by runoff water. Eucalyptus in particular enriches the soil with nitrates. However the impact on tree watering requirements needs to be firmed up.

Additional studies will have to be completed before implementing the Programme to confirm these results.

La configuration géographique des villages

Pour chaque village cible, un plan de répartition des habitations a été dressé afin d'estimer la longueur et les limites du réseau de distribution à mettre en place, en fonction de la dispersion de l'habitat. Dès que celui-ci est concentré et que la demande en énergie devient importante, il est nécessaire de considérer des options centralisées, associées à des mini-réseaux de distribution, plutôt que des installations individuelles. Ces options permettent une

distribution de l'électricité en courant alternatif, 220 V, un raccordement facile lorsque le réseau interconnecté sera disponible, la possibilité de dimensionner de façon optimale les équipements et une exploitation centralisée de l'infrastructure électrique. Lorsque les villages prioritaires sont suffisamment proches les uns des autres, une seule unité de production permettra d'alimenter plusieurs villages, grâce à un réseau moyenne tension.

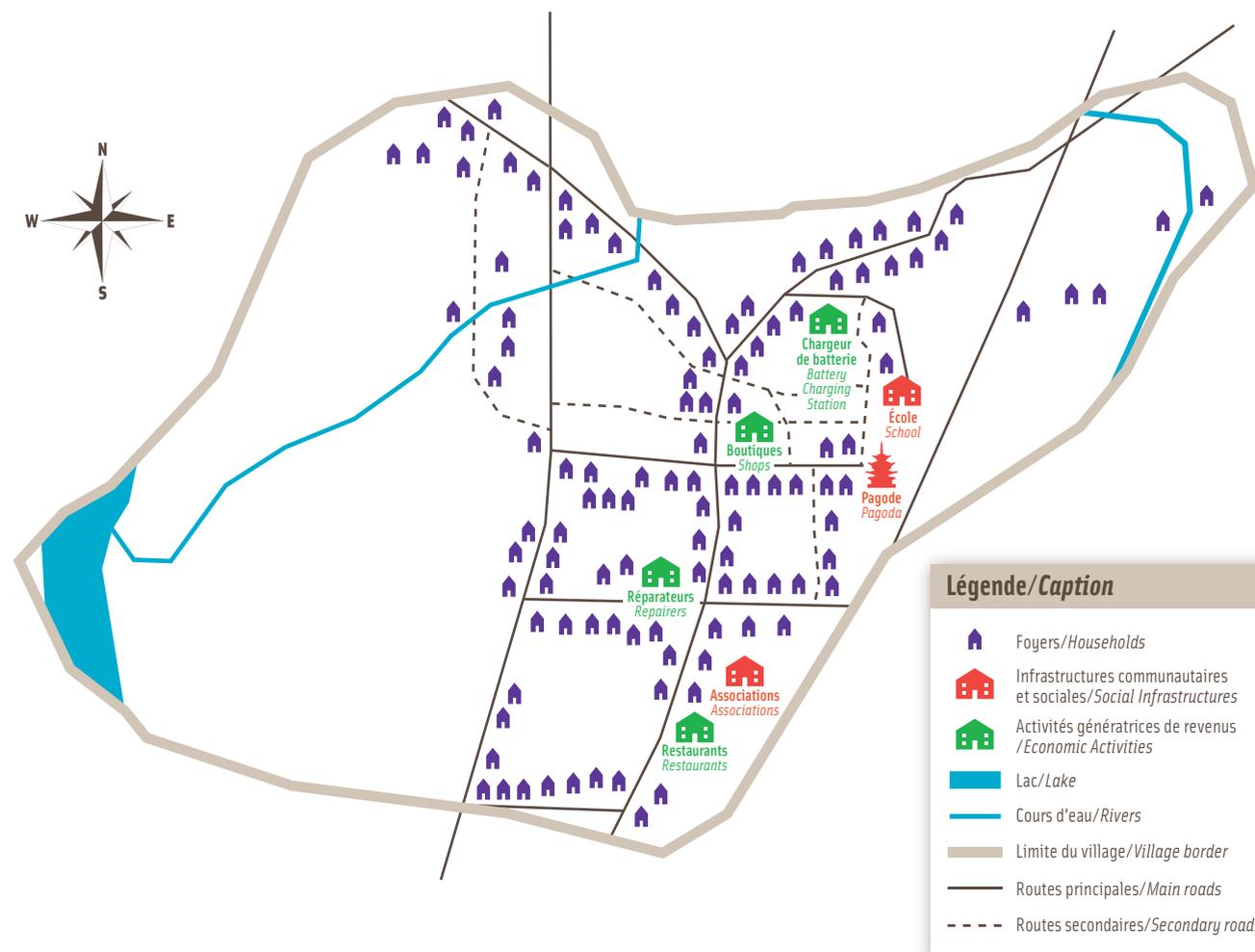
Les 27 villages disposeront d'un réseau local de distribution, ce qui, contrairement aux systèmes solaires individuels, permettra de répondre aisément à la demande en énergie des activités économiques.

The geographical configuration of the villages

A dwelling distribution map was drawn of each target village, to estimate the length and limits of the future distribution network, geared to the scattered habitat.

Centralised options associated with mini distribution grids should be considered whenever dwellings are concentrated and the energy demand is high, rather than individual installations. These options enable 220 V alternating current to be distributed, and make connection easy the day the interconnected network comes on stream. Dimensioning of the equipment can be optimum and the electricity infrastructure can be operated centrally. When the priority villages are sufficiently close together, a single production unit will be able to supply several villages, via a Medium Voltage line.

Plan du village de Chheu Teal, dans le district de Sandan
Map of Chheu Teal village, in Sandan district



➤ The 27 villages will have a local distribution grid, which will cope with the energy demand of the economic activities in its stride, in contrast to individual solar systems.

La demande en électricité

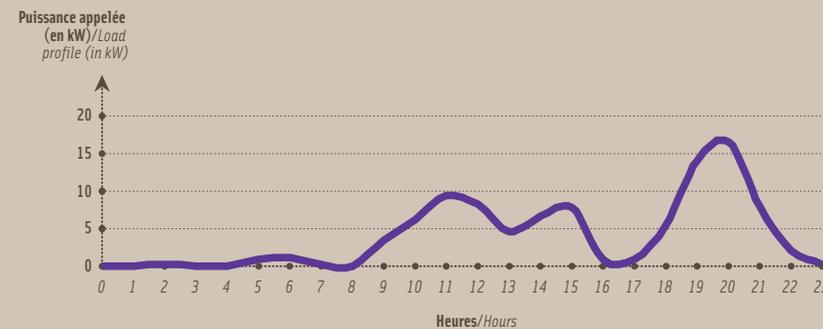
Les enquêtes sur le terrain ont permis d'affiner les niveaux de demande d'électricité. **Selon les situations, les besoins mensuels en électricité s'élèvent de 1 à 200 kWh.**

- **Pour les besoins domestiques**, la consommation est segmentée en 4 niveaux de service, avec 1 à 16 kWh par mois. De quoi faire fonctionner de quelques lampes pour le premier niveau de service à une palette d'applications (éclairage, radio, télévision, lecteur DVD et ventilateur) pour l'abonnement le plus élevé.
- **Pour les activités économiques** (commerce, artisan...), la consommation s'élève de 10 à 200 kWh par mois. L'électricité permet alors de faire fonctionner l'éclairage, un réfrigérateur, un ou plusieurs moteurs, un ordinateur...
- **Pour les infrastructures sociales** (éducation, santé, éclairage public), les besoins s'élèvent de 1 à 25 kWh par mois.

Les études ont également permis d'analyser la répartition de cette demande au cours d'une journée et donc d'évaluer la puissance de pointe appelée. Enfin, des scénarios d'évolution de cette demande sur 10 ans ont été élaborés, basés notamment sur l'analyse des villages déjà électrifiés.

Courbe de charge journalière dans le village de Roneam, dans le district de Sandan

Daily load curve in Roneam village, in Sandan district



La puissance de pointe correspond à l'éclairage domestique en soirée (18 h-22 h). Au cours de la journée, les activités économiques représentent l'essentiel de la puissance appelée.

Peak load corresponds to domestic lighting in the evening (6-10 pm). During the day, economic activities account for the bulk of the demand for power.

The electricity demand

Field surveys have led to accurate estimate of the levels of electricity demand. **The monthly electricity needs range from 1 kWh to 200 kWh depending on the situation.**

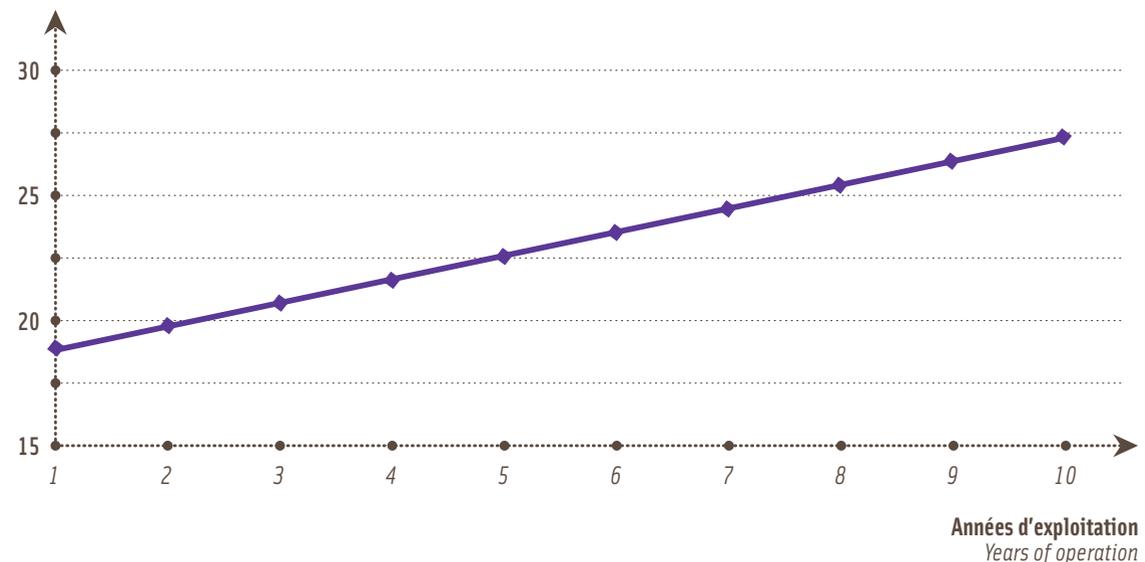
- Consumption is segmented into 4 service levels for domestic requirements, with 1 to 16 kWh per month – enough to run a few lamps for the first level of service, to a range of applications (lighting, radio, television, DVD drive and fan) for the highest level of service.
- Consumption for economic activities (shops, manual trades...) ranges from 10 to 200 kWh per month. Electricity will thus power lighting, a refrigerator, one or more engines, a computer...
- The requirements are up in the range 1 to 25 kWh per month for social infrastructures (education, health, public lighting).

We also analysed the distribution of this demand over a 24-hour period to assess the peak load. Lastly, development scenarios of this demand over 10 years were drawn up primarily on the basis of analysis data of villages that are already electrified.

Évolution de la consommation électrique sur 10 ans sur le village de Sambour

Evolution of the electricity consumption over 10 years in Sambour

Consommation annuelle (MWh/an)/Annual consumption (MWh/year)



Le dimensionnement des infrastructures électriques

Une fois l'analyse de la demande en services électriques effectuée, les gisements énergétiques disponibles localement connus et la configuration de l'habitat précisée, un dimensionnement des équipements de production d'électricité et de sa distribution est mené village par village. Cependant, lorsque plusieurs villages sont proches les uns des autres, une seule unité de production alimente les différents

réseaux de distribution. Pour chacune des technologies retenues, le dimensionnement permet de déterminer avec précision la puissance de production requise, la taille et la nature du stockage pour les périodes de faible gisement (période nuageuse, approvisionnement en biomasse limité) et les équipements nécessaires à la distribution de l'électricité, sans oublier les accessoires pour la sécurité des usagers.

La comparaison économique

Dans chaque village, le dimensionnement technique des options présélectionnées permet de déterminer les coûts d'investissement et d'exploitation.

Une comparaison économique est alors menée sur 10 ans pour identifier et retenir la solution renouvelable de moindre coût.

La comparaison prend en compte le coût global actualisé de chaque option, incluant le montant d'investissement et la somme actualisée sur 10 ans des coûts d'exploitation. Le taux d'actualisation réel appliqué aux différents postes de coûts, pris en euros constants, est de 4 %. Après avoir retenu l'option technique renouvelable de moindre coût, une dernière comparaison est effectuée avec les deux modes d'électrification traditionnels : le raccordement au réseau électrique et l'utilisation d'un groupe électrogène.

Dimensioning the electricity infrastructures

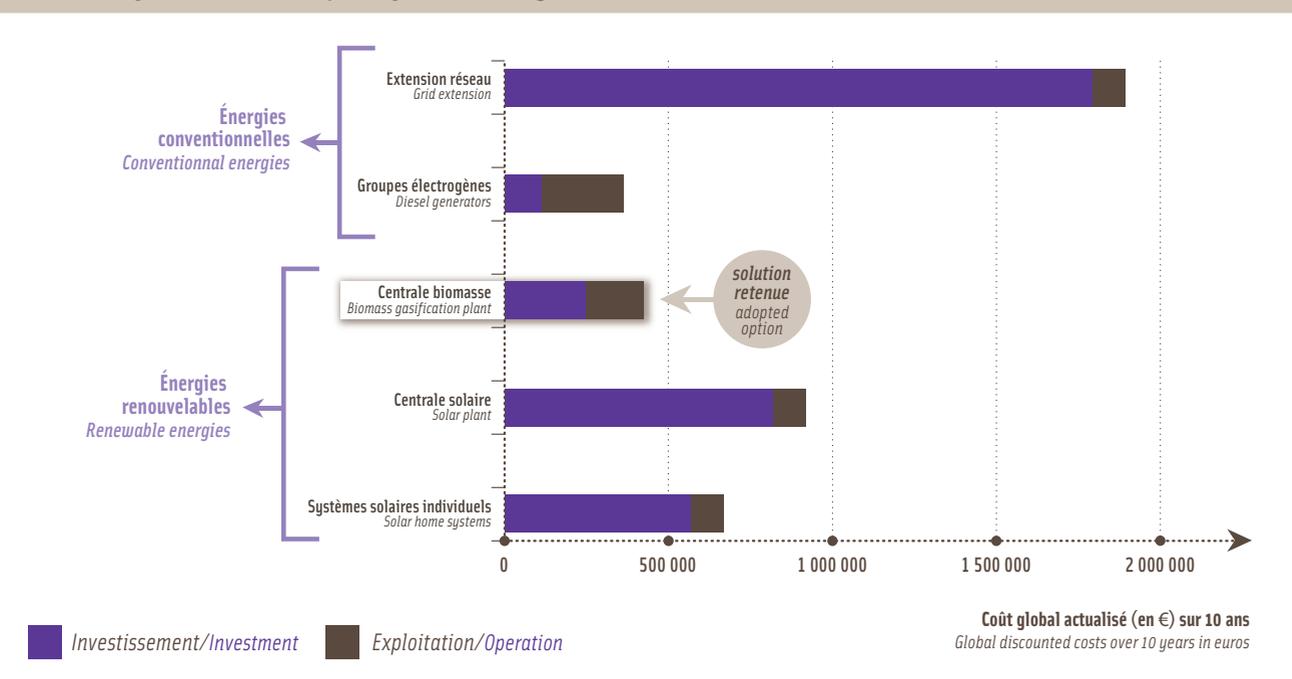
Once the demand for electricity services had been analysed, the locally available energy resources and the dwelling configuration were ascertained, the electricity generating and distribution equipments could be designed for each village. Note that, when several villages are in close proximity, a single production plant will supply the various distribution grids. Sizing determines the production output, the size and nature of storage for low resource periods (cloudy periods, limited biomass supply) and the electricity distribution equipment required for each technology adopted, not to mention the accessories required for user safety.

Below: By way of example in the villages of Sakream Cheung and Sakream Tboung in Prasat Balangk district, the first comparison stage shows that the use of the biomass asset is the best RES option. The second stage shows that neither the grid connection option nor the diesel generating set option is relevant. The former because of its investment cost, the second because of the exorbitant cost of operating it over 10 years – they would not be covered by the income.

À titre d'exemple sur les villages de Sakream Cheung et Sakream Tboung dans le district de Prasat Balangk, la première étape de comparaison montre que l'utilisation du gisement biomasse est la meilleure option parmi celles faisant appel aux énergies renouvelables.

La seconde étape montre que ni l'option du raccordement au réseau ni celle du groupe électrogène ne sont pertinentes. La première en raison de son coût d'investissement, la seconde par ses coûts d'exploitation sur 10 ans, très élevés. Ils ne pourront être couverts par les recettes.

Choix de l'option technique de moindre coût pour les deux villages de la commune de Sakream Selection of the least cost option for two villages in Sakream commune





L'utilisation d'énergies renouvelables disponibles localement fournira un service électrique plus fiable et de meilleure qualité que les ressources traditionnelles (batteries, groupes électrogènes).

LES SOLUTIONS RENOUVELABLES SONT TOUJOURS PLUS ÉCONOMIQUES

En moyenne, les 27 villages sélectionnés par les études RESIREA se trouvent à 65 km du réseau le plus proche. Pour acheminer l'électricité jusque dans ces localités, les études ont montré que les solutions techniques décentralisées à partir d'énergies locales et renouvelables se révèlent à chaque fois économiquement plus viables que les solutions traditionnelles, qui consistent par exemple à étendre le réseau ou à mettre en place des groupes électrogènes avec micro-réseau de distribution. Si les projets basés sur les énergies renouvelables présentent généralement des coûts d'investissement plus élevés que ceux utilisant les solutions conventionnelles, les coûts d'exploitation annuels sont plus faibles. Sur le long terme, ces coûts deviennent vite un argument essentiel au choix de la solution, car ils restent à la charge de l'exploitant et donc conditionnent la viabilité économique du projet. Les coûts d'exploitation des systèmes traditionnels ont, à l'inverse, tendance à augmenter dans le temps, en raison de la hausse des énergies fossiles. Dans le cas des projets de gazéification de la biomasse, pour plus de sécurité dans l'estimation des coûts liés à l'approvisionnement, une augmentation du prix de la biomasse a été intégrée dans les calculs.

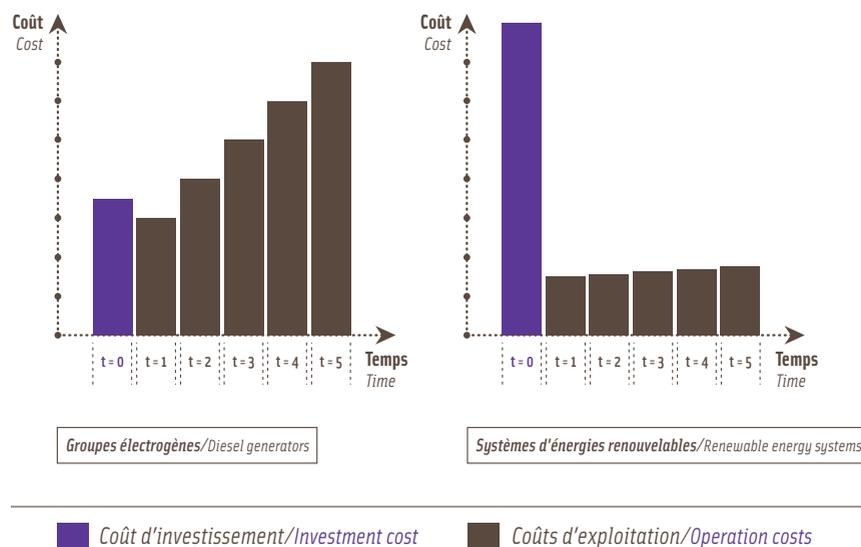
Economic comparison

Technical dimensioning of the pre-selected options in each village was used to determine the investment and operating costs. A cost comparison over 10 years was then carried out to identify and retain the lowest cost renewables solution. The comparison is based on the discounted global cost of each option, including the investment amount and the sum of the operating costs discounted over 10 years. The real discount rate applied to the various cost items, at constant euros is 4%. After adopting the lowest cost technical renewables option, final comparison was made between the two conventional electrification modes – connection to the electricity grid and using a generating set.

Renewable solutions are always the most economical

The average distance between the 27 villages selected by the RESIREA studies and the nearest transmission network is 65 km. The studies demonstrated that decentralised technical solutions for conveying electricity to these localities, from local, renewable energies all turned out to be economically more viable than conventional solutions, such as extending the grid or installing generating sets with a micro-grid. While renewable energies-based projects tend to incur higher investment costs than conventional solutions, their annual operating costs are lower. Over the long term, these costs, which have to be borne by the operator and thus determine the project's economic viability, soon become the argument that clinches the choice. In contrast, because of spiralling fossil energy prices, the operating costs of conventional systems tend to rise over time. As for biomass gasification projects, an increase in the price of biomass was built into the calculations for greater security when estimating supply-related costs.

Une répartition des coûts différente / A different cost breakdown



Opposite: Harnessing local renewable energies resources opens the way to a reliable and better quality electricity service than traditional resources (batteries, diesel generators).

Les deux technologies retenues

Deux solutions ont été retenues : **le solaire photovoltaïque et la gazéification de la biomasse**. Quelle que soit la solution, l'équipement est couplé à un réseau local de distribution et alimente un, voire plusieurs villages cibles.

LE SOLAIRE

Les modules solaires photovoltaïques ont une durée de vie approximative de 20 ans, et ne nécessitent qu'une maintenance légère et régulière, assurée localement. La taille de la centrale solaire, et donc le nombre de modules, peut aisément être revue à la hausse pour s'adapter à l'évolution de la demande d'énergie locale.

Les batteries doivent être entretenues avec soin. Les modules ne nécessitent qu'un nettoyage régulier.



The two renewables technologies adopted

Two solutions were adopted – **solar photovoltaic and biomass gasification**. Either way, the equipment is connected to a local distribution network and supplies one or more target villages.

SOLAR

Solar photovoltaic modules have a service life of approximately 20 years, and only require light, regular maintenance, which can be provided locally. The size of the solar power plant, and thus the number of modules, can easily be revised upwards to cope with rising local energy demand.

«On the request of local partners, and given the very promising context in Cambodia, the Fondation has incorporated the biomass resource into the array of energy sources under consideration. The pilot installation at Sambour demonstrates the relevance of this option and the importance of the biomass supply issue.»
Catherine Bourg, expert at the Fondation Énergie pour le Monde

Opposite: Batteries must be maintained carefully. Solar modules only require regular cleaning.

« À la demande des partenaires locaux, et compte tenu du contexte très favorable au Cambodge, la Fondation a intégré la ressource biomasse au panel énergétique envisagé. L'expérience pilote de Sambour montre la pertinence de cette option et l'importance de la question de l'approvisionnement en biomasse. »

Catherine Bourg,
experte à la Fondation Énergies pour le Monde



Romain Crehau



Fondation Énergies pour le Monde

LA GAZÉIFICATION DE LA BIOMASSE

Utiliser la biomasse solide comme source d'énergie permet de valoriser les résidus agricoles et les plantations énergétiques dans les villages et peut constituer un revenu supplémentaire pour les agriculteurs. Le gazogène, qui dispose d'une durée de vie d'une dizaine d'années, nécessite un entretien important. Les retours d'expérience de projets faisant appel à cette technologie menés dans différents pays d'Asie ont révélé l'exigence d'une bonne formation du personnel et la nécessité d'une bonne gestion de l'approvisionnement en biomasse.

BIOMASS GASIFICATION

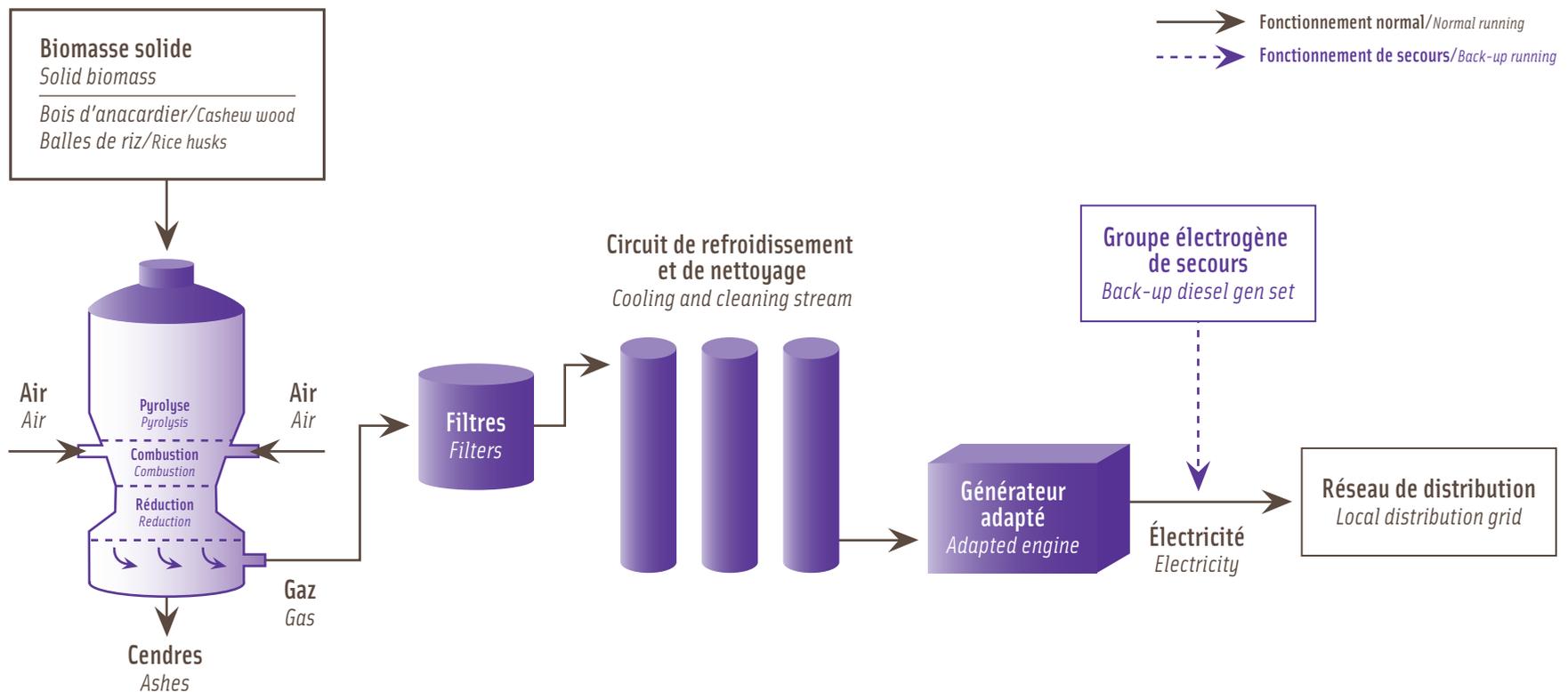
Using solid biomass as an energy source reclaims farming waste and energy plantations in the villages and can provide farmers with additional income. Gasifiers, which have a service life of about ten years, require heavy servicing. Feedback from projects in a number of Asian countries harnessing this technology indicates the requirement for well-trained personnel and the need for proper biomass supply management.

Les résidus agricoles jetés actuellement peuvent être vendus par les agriculteurs à l'exploitant : c'est une source de revenus complémentaires intéressante et cela permet de pérenniser l'approvisionnement en biomasse.

Opposite: Agricultural residues that are currently thrown away could be sold by the farmers to the operator: this is an additional source of income and this ensure a sustainable supply of biomass.

Principe du fonctionnement d'une centrale de gazéification de la biomasse, pour la production d'électricité

Schematic diagram of a biomass gasification system, for electricity production



Une puissance installée totale de 528 kW

La répartition des technologies par village est la suivante :

- 6 villages seront équipés d'une centrale solaire photovoltaïque pour une puissance totale de 118 kWc ;
- 21 villages accueilleront une centrale de gazéification de la biomasse pour une puissance totale de 410 kW.

Les gammes de puissance prévues dans le programme sont sans commune mesure avec les centrales photovoltaïques ou de gazéification des pays occidentaux, les consommations électriques des Cambodgiens en zone rurale demeurant faibles comparées à celles des pays industrialisés.

Total installed power of 528 kW

The breakdown of technologies per village is as follows:

- 6 villages will be equipped with a solar photovoltaic power plant with total output of 118 kWp;
- 21 villages will have a biomass gasification plant with total output of 410 kW.
- The power ranges that the programme plans do not bear comparison with photovoltaic or gasification plants in Western countries, as the electricity needs in rural areas of Cambodia are much lower than in industrialised countries.

Les puissances moyennes par village en fonction de la technologie retenue Mean output per village by adopted technology

Option technique Technical option	Puissance moyenne par village Mean output per village
Centrales photovoltaïques Solar plants	20 kWc/ 20 kWp
Centrales biomasse Biomass gasification plants	18 kW



Ci-dessus : Les options de production électrique proposées sont associées à des réseaux locaux de distribution de l'électricité. Des compteurs individuels devront être installés.

Above: The electricity production options proposed are associated to local electricity distribution grids. Individual meters will be installed.



Ci-contre: La mise en place d'une unité de gazéification de la biomasse nécessite un suivi rigoureux de l'approvisionnement et de la consommation en biomasse du système de production.

Opposite: The installation of a biomass gasification unit requires by a rigorous follow-up of the biomass supply and consumption of the production system.

L'expérience de la Fondation Énergies pour le Monde

Pour obtenir des données précises sur l'électrification par gazéification de la biomasse, la Fondation Énergies pour le Monde a décidé de lancer en 2007 une opération pilote en partenariat avec le ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie et l'ONG cambodgienne SME Cambodia. L'expérience de cette dernière, qui avait déjà mis en place un gazogène il y a cinq ans dans la province de Batdambang, conjuguée au savoir-faire de la Fondation a conduit à sélectionner le village de Sambour dans la province de Kampong Thom, parmi les villages prioritaires de RESIREA pour le projet. Sambour est en effet un village dynamique, chef-lieu de commune et les ressources agricoles valorisables par le gazogène (bois de cajou et plantations énergétiques) sont disponibles localement. L'étude de faisabilité a été menée en 2008 et l'installation des infrastructures s'est faite fin 2009. 100 foyers bénéficient de l'électricité fournie par un gazogène de 11 kW. Le tarif établi est de 0,5 \$/kWh, donc près de deux fois moins cher que le tarif pratiqué par des opérateurs ruraux fonctionnant avec du diesel. L'exploitation est gérée par une structure communautaire avec un comité de gestion. Cette unité pilote permet d'établir des méthodologies pour l'approvisionnement continu et fiable du gazogène. Un suivi rigoureux de l'exploitation permettra une importante capitalisation d'expérience. Ces enseignements seront utiles pour répliquer de façon pérenne l'opération aux autres villages ciblés par le Programme.



À Sambour, l'installation des équipements s'est faite avec l'appui de la communauté rurale, avec le déballage des composants, le positionnement des filtres et l'assemblage du réacteur.



Fondation Énergies pour le Monde's experience

In 2007 Fondation Énergies pour le Monde decided to start a pilot operation in partnership with the Ministry of Industry, Mines and Energy and the Cambodian NGO SME Cambodia, to obtain precise data on biomass gasification-sourced electrification. The latter's experience of installing a gasifier five years previously in Battambang province, coupled with the Fondation's know-how, led them to select the village of Sambour in Kampong Thom province from the RESIREA set of priority villages. Sambour is a lively village, the commune main town and has locally available farming resources for the supply of the gasifier (cashew wood and energy plantations). A feasibility study was conducted in 2008 and the infrastructure installation work took place at the end of 2009. 100 households use the electricity supplied by the 11-kW gasifier. The tariff has been set at \$0.5/kWh, which is almost half the rate applied by rural operators generating power with diesel. The operation is managed by a community structure with a management committee. Methodologies will be drawn up for providing continuous and reliable supply by the gasifier at this pilot unit. The operation will be closely monitored to capitalise on experience. The lessons drawn will be useful for sustainably replicating the operation in other villages targeted by the scheme.

Opposite: In Sambour, the installation of the equipments has been done with the support of the local community, with the unpacking of the components, the positioning of the filters and the assembling of the reactor.

L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES

Un exploitant privé dans chaque région

Dans chaque district, un exploitant privé unique est responsable de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures électriques de l'ensemble des localités cibles. L'exploitation d'un ensemble d'infrastructures électriques, regroupées par un seul exploitant, minimise les coûts de déplacement et les charges d'exploitation, et améliore la rentabilité.

Cette organisation s'inscrit dans la stratégie nationale d'électrification. Elle évite les problèmes de coordination engendrés par un nombre trop élevé d'exploitants et des tarifs d'électricité différents dans une même zone. Le choix d'un exploitant privé apporte professionnalisme, compétences et moyens.



L'exploitant pourra s'appuyer sur des structures villageoises pour la gestion technique et la collecte des paiements.

Le rôle de l'exploitant au quotidien

Pour exploiter une installation de production d'électricité, l'exploitant doit obtenir une licence consolidée (de production et de distribution) de l'Electricity Authority of Cambodia (EAC). Cette licence l'engage à respecter des règles tarifaires ainsi que des standards techniques. Ensuite, l'exploitant est chargé de deux missions principales :

- **il gère l'entretien et la maintenance des infrastructures.** L'entretien au quotidien est assuré par un, voire deux techniciens formés et présents dans la localité. Des interventions en maintenance sont assurées par l'exploitant. Pour les pannes et grosses réparations, l'exploitant fait intervenir le fournisseur, tenu d'agir par un contrat de maintenance ;
- **il prend en charge la gestion comptable et financière.** Il gère le recouvrement mensuel des factures et paie des redevances au district ainsi que des frais de licence à l'EAC.

A private operator for each district

In each district, a private operator is responsible for constructing and operating the electricity infrastructures for all the target localities. The operation of a set of electricity infrastructures by a single operator minimises travelling expenses and operating costs, and improves profitability.

This arrangement is part of the national electrification strategy. It circumvents the coordination problems raised having by too many operators and different electricity tariffs in the same area. The choice of private operator contributes professionalism, skills and resources.

The operators' daily role

Operators must obtain a consolidated licence (production and distribution) from the Electricity Authority of Cambodia (EAC) to run an electricity generating installation. This licence commits them to adhering to the pricing rules and technical standards. Furthermore they are responsible for two key areas:

- **they manage the infrastructure servicing and maintenance.** Daily servicing is provided by one or two locally-based, trained technicians. Maintenance work is provided by the operators and in the event of breakdowns and major repairs the operators must call in the supplier, who is bound by a maintenance contract to intervene;
- **they are responsible for accounting and finance management.** Managing the monthly collection of invoices and payment of dues to the district and also the licence fees to EAC.

Opposite: The operator will be supported by local structures, at the village-scale, for the technical management and the collection of fees.

Le suivi de l'exploitant

Pour s'assurer de la bonne gestion des infrastructures par l'exploitant privé, un certain nombre de structures, locales ou nationales, sont impliquées.

L'EAC veille au respect des obligations de l'exploitant. Cette institution est responsable de la réglementation du secteur électrique et fait appliquer les standards nationaux.

« Le schéma d'exploitation proposé, issu de concertations menées avec les acteurs locaux, repose sur une gestion privée, qui s'intègre parfaitement à la stratégie du gouvernement cambodgien. L'exploitant privé, basé dans le chef-lieu de district, s'appuie sur un réseau d'acteurs locaux (techniciens et managers) dans chaque village, qui assurent la gestion technique et administrative au quotidien. »

Catherine Bourg,
experte à la Fondation Énergies pour le Monde

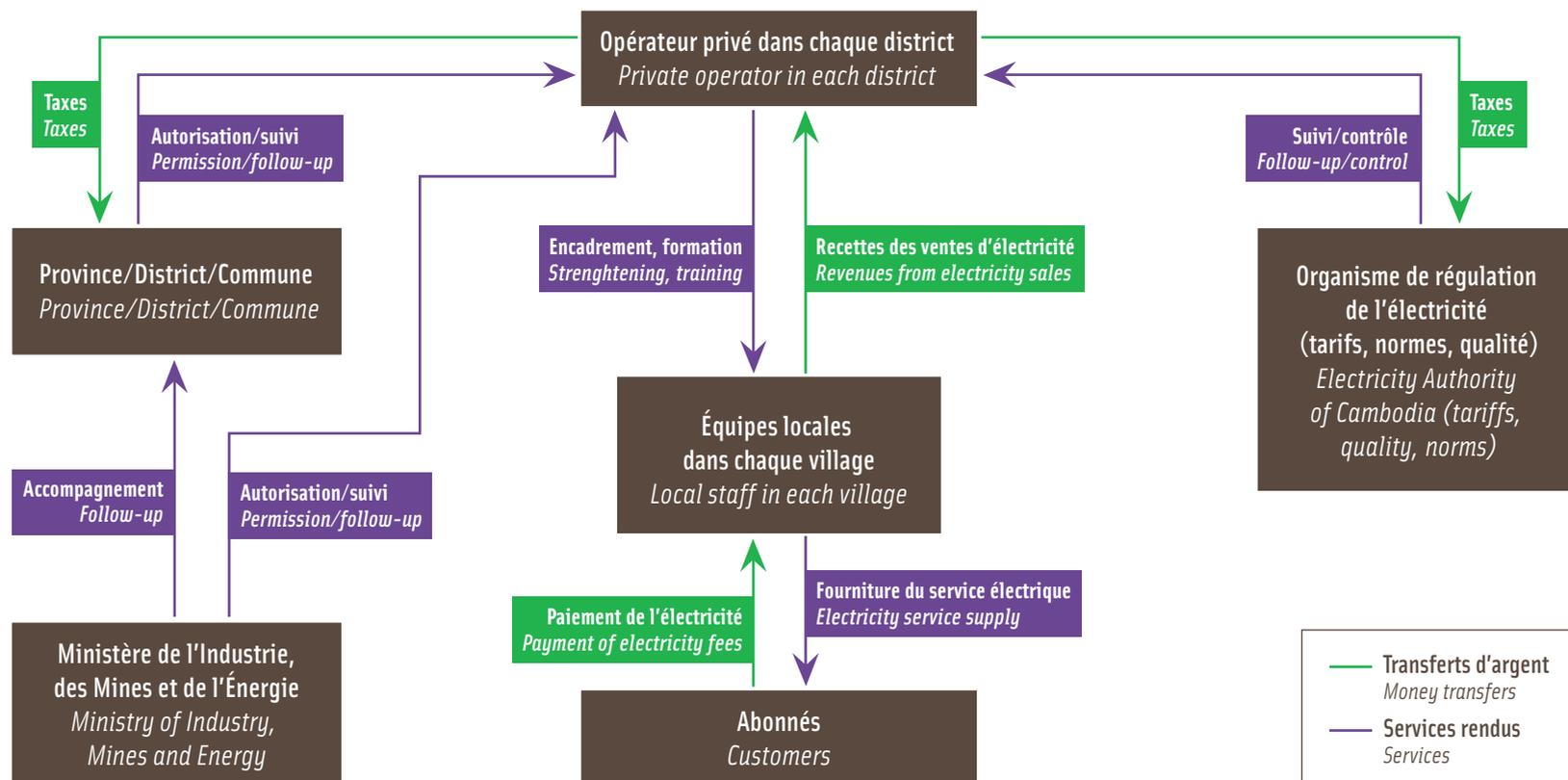
Monitoring the operators

A number of local or national bodies are involved to ensure that the private operators manage the infrastructures properly. The EAC, which is responsible for regulating the electricity sector and imposing national standards, monitors the operators for fulfilment of their obligations.

«The proposed operating scheme is the fruit of consultations with the local actors and is based on private management, which fits in perfectly with the Cambodian government's strategy. The private operator, who is based in the district's chief population centre, relies on a network of local actors (technicians and managers) in each village to provide daily technical and administrative management.»

Catherine Bourg, expert at the Fondation Énergies pour le Monde

Le modèle d'exploitation et de maintenance / The operating and maintenance model



L'accompagnement et la formation pour pérenniser le programme

Un programme d'électrification rurale décentralisée par énergies renouvelables ne peut être pérenne et viable si les acteurs ne sont pas suffisamment sensibilisés et formés à la gestion du programme sur le long terme. Des formations ainsi qu'un suivi de l'exploitant et du personnel administratif permettront de professionnaliser ces acteurs et d'assurer que :

- le service électrique dispensé est fiable et pérenne ;
- les schémas organisationnels sont opérationnels ;
- les impacts sociaux et économiques de l'électrification sont réels et mesurés.

LA FORMATION

Des formations, dispensées par des experts de l'électrification rurale décentralisée et de la gestion de structures régionales ou villageoises, seront mises en place avant, pendant et après l'installation des infrastructures.

Objectif : former tout d'abord des formateurs qui se chargeront de distribuer à leur tour leurs connaissances au sein de leur structure.



INFORMATION ET SENSIBILISATION

Il est indispensable de veiller à ce que l'électrification ne soit pas une cause de plus grande injustice sociale, mais bien un facteur positif pour le développement.

L'électrification rurale par énergies renouvelables est encore une modalité très innovante qui requiert un climat de confiance entre l'utilisateur et l'exploitant. Ce dernier doit être capable d'informer la population sur les aspects technologiques (quand et comment sera mis en place le service, à quel coût...), de former les abonnés à l'usage rationnel de l'électricité (que faire en cas de faible ensoleillement ou de faible disponibilité des ressources biomasse...), d'informer les usagers sur les changements relatifs au service (tarifs, raisons des coupures, évolution du nombre d'abonnés...) et de

Les énergies renouvelables représentent encore une nouveauté pour une majorité de la population, nécessitant des séances de formation.

consulter régulièrement les usagers sur leurs attentes. L'utilisation de lampes basse consommation est déjà répandue au Cambodge. Néanmoins, sensibiliser les usagers à la maîtrise de l'énergie reste un élément primordial de la pérennité du projet. L'électrification doit également s'accompagner d'un accès équitable à l'électricité et permettre aux populations défavorisées d'en bénéficier. Des modalités de paiement adaptées doivent être mises en place, permettant d'éviter les défaillances de paiement, qui sont souvent les premières raisons des difficultés des programmes d'électrification rurale. L'exploitant doit sensibiliser les abonnés à la nécessaire régularité des paiements, et aux conséquences des défaillances sur le service électrique.

Guidance and training to sustain the programme over time

A decentralised renewable energies-based rural electrification programme cannot be sustainable and viable unless the actors are sufficiently conscious and trained in long-term programme management. Training sessions and operator and administrative personnel monitoring will enable these actors to become professionalized, ensuring that:

- *the electricity service delivered is reliable and sustainable;*
- *the organisational schemes are operational;*
- *the social and economic impacts of electrification are real and measured.*

TRAINING

Training sessions, delivered by decentralised rural electrification and regional or village structure management experts will be set up before, during and after the infrastructure installation work.

The goal, in the first place, is to train trainers who in turn will be responsible for imparting their knowledge within their structure.

INFORMATION AND AWARENESS-BUILDING

It is vital that the electrification programme does not cause greater social injustice, but acts as a positive driver for development. Renewable energies-based rural electrification is still in its early days as a very innovative arrangement. It calls for a climate of trust between users and operators. The latter must be capable of informing the population about the technology (when and how the service will be set up, at what cost...), train their customers to use electricity rationally (what to do in the event of poor sunlight or shortages of biomass resources...), inform the users about changes to the service (tariffs, reasons for outages, growth in customer numbers...), and regularly consult users about their expectations. The use of energy-saving lamps is already widespread in Cambodia, nonetheless making users manage energy consciously is crucial to the project's sustainability. Electrification must also be accompanied by equitable access to electricity so that the disadvantaged populations can take it up. Suitable payment arrangements will need to be set up, to avoid payment incidents, which tend to be the main destabilising factors of rural electrification programmes. Operators must make customers aware of the need to make regular payments and inform them of the consequences for the electricity service if they default.



SUPPORT FOR ECONOMIC DEVELOPMENT
Feedback from previous rural electrification schemes shows that while access to electricity has a fast and significant effect on the domestic standard of living, it does not lead to the emergence and development of economic activities unless it is coupled with support for trades people and entrepreneurs. Thus it will be necessary to inform and train them on the income generation activities that electricity makes possible and stimulate the provision of supply and sales channels. **Equipment support should also be envisaged, by making loans or deposits available for purchasing electrical appliances.** The presence of local banks in the target zones will make the creation of new micro-enterprises easier. As the turnover of manual trade workers and shopkeepers increases through the uptake of electricity, they effectively guarantee the long-term health of the service as electricity soon becomes essential to their activity.

Left page: Renewable energies are still a novelty for most of the population, which implies that training sessions are required.

Opposite: After the early night fall, lighting at night allows to increase the duration of working days, and thus the incomes.

Below: Thanks to the Programme, sawmills and repairing shops will increase their productivity, while reducing their energy bill.

Ci-contre : La nuit tombant tôt, l'éclairage en soirée permettra d'accroître la durée des journées de travail, et donc des revenus.

Ci-dessous : Grâce au Programme, les scieries et ateliers de réparation pourront augmenter leur productivité tout en réduisant leur facture énergétique.

APPUI AU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Les retours d'expérience des précédents programmes d'électrification rurale montrent que si l'accès à l'électricité a rapidement un effet significatif sur la qualité de vie par ses usages domestiques, il ne permet l'émergence et le développement d'activités économiques que s'il est accompagné d'un appui aux artisans et entrepreneurs. Il sera donc nécessaire de leur **apporter des informations et des formations sur les activités productives que permet la disponibilité de l'électricité** et faciliter

la mise en place de filières d'approvisionnement et de vente. **Un appui matériel, sous forme de mise à disposition de prêts ou de cautions pour l'achat d'appareils électriques, est également à prévoir.** La présence de banques locales dans les zones ciblées facilitera la création de nouvelles micro-entreprises. L'augmentation du chiffre d'affaires des artisans et des commerçants grâce à la valorisation de l'électricité est un gage pour la pérennité du service. Elle est vite indispensable à leur activité.



Combien ?

How much?

Un programme financièrement viable

A financially sustainable programme

LE COÛT DU PROGRAMME

- p. 43 > Le coût d'investissement*
 - > Les coûts d'exploitation*

THE PROGRAMME COST

- p. 43 > Investment cost*
 - > Operating costs*

LE TARIF POUR LES CLIENTS

- p. 44 > Des dépenses énergétiques traditionnelles...*
 - > ... à une tarification abordable*

CUSTOMERS TARIFF

- p. 44 > Traditional energy expenditure...*
 - p. 45 > ... to affordable pricing*

LA RENTABILITÉ POUR L'EXPLOITANT

- p. 46 > L'analyse économique*
- p. 47 > La rentabilité visée*

PROFITABILITY FOR THE OPERATOR

- p. 46 > Economic analysis*
- p. 47 > Target for profitability*

LE MONTAGE FINANCIER

p. 49

THE FINANCING PACKAGE

p. 49

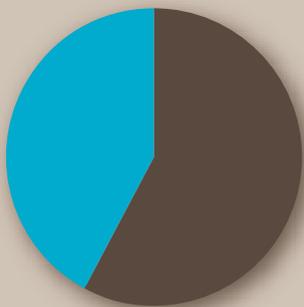


LE COÛT DU PROGRAMME

Le coût d'investissement

Le coût d'investissement total du projet est de 5 millions de dollars (3,4 millions d'euros). Il prend en compte les coûts unitaires du matériel installé (intégrant les droits de douane pour les équipements importés, 10 % de TVA et 5 % d'imprévus). Le coût d'investissement moyen par village s'élève à 185 000 \$, et 1 000 \$ par abonné.

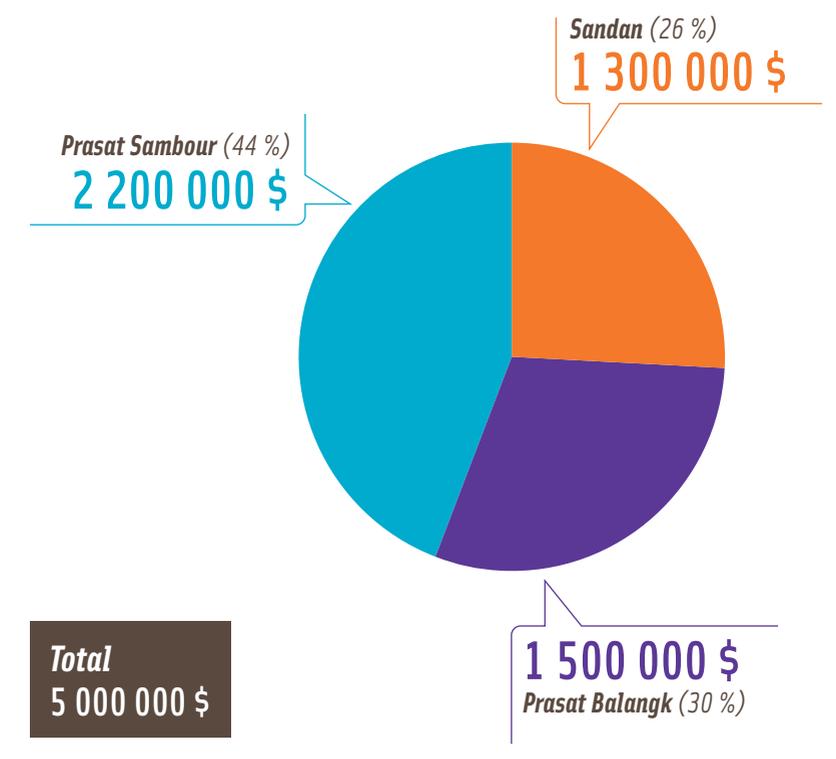
Le coût d'investissement réparti par technologie Initial investment per technology



58% Biomasse
Biomass gasification

42% Solaire centralisé
Solar plant

Coût d'investissement par district / Investment costs per district



Les coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation annuels s'élèvent à 204 000 \$ pour l'ensemble des 27 villages.

Ils ont été évalués en prenant en compte plusieurs points :

➤ **le renouvellement du matériel** (dans le cas des centrales solaires, le parc de batteries doit être changé au bout de 8 ans, et les groupes électrogènes de secours au bout de 7 ans pour les centrales biomasse et solaires) ;

- **les charges de personnel** (salaires, coûts de déplacement...) ;
- **la maintenance** (pièces détachées, consommables, outillage...) ;
- **les frais de gestion** (frais administratifs, fournitures, assurance des infrastructures...) ;
- **l'achat de biomasse pour les gazogènes et de carburant pour les groupes de secours** associés aux installations d'énergies renouvelables ;

PROGRAMME COST

Investment cost

The total investment cost of the project is \$5 million (€3.4 million), which incorporates the unit costs of the installed equipment (including customs duties for imported goods, 10% VAT and 5% for contingencies). The mean investment cost per village is \$185 000 and \$1 000 per customer.

Operating costs

Annual operating costs come to \$204 000 for all 27 villages taken together.

They have been calculated to include several items:

- **equipment renewal** (in the case of solar power plants, the set of batteries will have to be replaced after 8 years, and generating sets after 7 years for gasification plants or solar plants);
- **personnel costs** (wages, travelling costs...);
- **maintenance** (spare parts, consumables, tools...);
- **management costs** (administrative costs, supplies, insuring the infrastructures...);
- **purchase of biomass to supply the gasifiers and diesel for the back-up generators for the renewable energies installations;**
- **local taxes and licence fees payable to EAC.**

While the investment is high, renewable energy equipment operating costs are much lower than those of solutions based on generating sets.

- **les taxes locales et frais de licence à EAC.**

Si l'investissement est élevé, les coûts d'exploitation des équipements des énergies renouvelables sont très nettement inférieurs à ceux des solutions basées sur des groupes électrogènes.

LE TARIF POUR LES CLIENTS

THE CUSTOMER TARIFF

Des dépenses énergétiques traditionnelles...

La Fondation Énergies pour le Monde a mené des enquêtes détaillées auprès de la population pour connaître les besoins et moyens des futurs abonnés. Les ménages utilisent des équipements rustiques pour assurer leur confort énergétique : presque tous font appel à des lampes à pétrole pour l'éclairage et 75 % utilisent des piles pour alimenter une radio ou une torche électrique. 72 % des ménages se servent également

de batteries rechargeables pour faire fonctionner des lampes ou des postes de télévision. Les durées journalières d'éclairage sont en moyenne de 3 heures, en général tôt le matin et entre 18 h et 22 h le soir.

La majorité des familles dans les villages cibles dépense en moyenne 4,6 € (6,8 \$) par mois en énergie. Les ménages ont donc la capacité de payer un service électrique.

... à une tarification abordable

La tarification doit répondre à un double impératif : être accessible à la population et assurer la pérennité du projet.

Ainsi, pour couvrir l'ensemble des coûts d'exploitation et assurer la rentabilité financière des investissements, tout en respectant les capacités financières des populations visées, un tarif de **0,80 \$/kWh est proposé**. Ce tarif est homogène pour les trois districts ciblés.

Conformément aux pratiques habituelles du Cambodge, la tarification au kWh, via des compteurs individuels, est préconisée : c'est l'option la plus adaptée pour les solutions avec mini-réseau de distribution.

UN BUDGET ÉNERGIE MAINTENU

En moyenne, le coût de l'électricité pour les ménages dans le cadre du Programme s'élèvera à 6,4 \$/mois tandis que les dépenses énergétiques substituables moyennes sont de 6,8 \$/mois. Le tarif de l'électricité proposé dans le cadre du Programme respectera donc le budget traditionnel dédié à l'énergie, tout en permettant un service de bien meilleure qualité, respectueux de l'environnement.

From traditional energy expenditure...

Fondation Energies pour le Monde conducted detailed surveys of the population to find out their needs and the resources of potential customers.

Households use rustic equipment to provide their energy comforts: almost all of them use oil lamps for lighting, 75% use batteries to power a radio or flashlight, while 72% also have lamps or television sets that run on rechargeable batteries. Lighting is needed for an average of 3 hours daily, generally early in the morning and between 6 and 10 pm.

Most of the families in the target villages spend €4.6 (\$6.8) on average per month on energy. Therefore these households can afford to pay for an electricity service.

Energy budget maintained

In the context of the Programme, the average monthly household electricity bill will come to \$6.4 whereas the average substitutable energy expenditure is \$6.8/month. The electricity tariff proposed for the Programme will thus fall in line with traditional budgets earmarked for energy, while providing a much higher quality, environmentally-friendly service.

L'utilisation traditionnelle de l'énergie/Traditional energy uses

	Lampe à pétrole Petrol lamp	Piles Dry batteries	Batteries rechargeables Rechargeable batteries	Groupe électrogène Diesel generator
Part des ménages utilisant cette source d'énergie % of households using this energy source	91 %	75 %	72 %	2 %
Consommation par mois Consumption per month	1,8 l	4 piles 4 dry batteries	5 recharges 5 recharges	0,6 l
Coût à l'unité/Unit cost	1,4 \$/l	0,17 s/unit	0,6 \$/charge	1,26 \$/l
Coût par mois /Cost per month	2,5 \$	0,8 \$	3 \$	0,8 \$

Grille de tarification/Tariffs schedule

Type d'abonné Type of customer	Dépenses énergétiques traditionnelles mensuelles Monthly traditional energy expenditures	Demande en énergie moyenne mensuelle par type d'abonné Average monthly energy demand by type of customer	Tarif Tariff rate	Facture moyenne mensuelle après le Programme Average monthly bill after the Programme	Frais de raccordement Connexion fees
Domestique Household	6,8 \$/mois \$6.8/month	8 kWh/mois. foyer 8 kWh/month. household	0,8 \$/kWh	6,4 \$/mois \$6.4/month	De 15 à 50 \$ From \$15 to \$50
Social Social	15 \$/mois \$15/month	6 kWh/mois 6 kWh/month	0,8 \$/kWh	5 \$/mois \$5/month	20 \$
Économique Economic	50 \$/mois \$50/month	60 kWh/mois 60 kWh/month	0,8 \$/kWh	48 \$/mois \$48/month	50 \$

« En milieu rural au Cambodge, la recharge de batteries coûte cher et leur transport est à la fois contraignant et dangereux. La tarification proposée permet d'assurer l'entretien et le renouvellement des équipements pour maintenir un service électrique de qualité, tout en réduisant la facture énergétique actuelle des bénéficiaires. »

Yves Maigne,
directeur de la Fondation Énergies pour le Monde



... to affordable tarification

Tarification needs to meet a dual need – it must be accessible to the population yet ensure that the project can be sustained.

Thus a tariff of \$0.80/kWh is proposed across all three target districts to cover the operating costs and ensure the financial profitability of the investments at the same time matching the payment capacities of the target populations.

The most suitable option recommended for solutions comprising a mini distribution network in Cambodia combines per kWh tarification with individual meters, which is in keeping with local customs.

« In the rural environment of Cambodia, recharging batteries is expensive, while transporting them can be troublesome and dangerous. The proposed tarification will cover the servicing and renewal of equipment to maintain a high-quality electricity service, while reducing the current energy bill of its customers. »
Yves Maigne, director of the Fondation Énergies pour le Monde

LA RENTABILITÉ POUR L'EXPLOITANT

PROFITABILITY FOR THE OPERATOR

Economic analysis

Custom has it that an economic analysis is conducted over a 10-year period in projects to bring electricity to rural environments. This choice is linked to the production equipment service life (10-20 years) in the first place, but the economic analysis also incorporates an actual discount rate of 4%, costs, revenues and depreciation.

L'analyse économique

Dans les projets d'accès à l'électricité en milieu rural, il est habituel de mener une analyse économique sur une durée de 10 ans. Ce choix est lié notamment à la durée de vie des équipements de production (10 à 20 ans). L'analyse économique prend aussi en compte un taux d'actualisation réel de 4 %, les coûts et recettes ainsi que les amortissements



La rentabilité du Programme est conditionnée par des consommations en énergie soutenues, qui garantissent une meilleure pérennité technique des installations et des revenus stables pour l'exploitant.

The profitability of the Programme is depending on sustained energy consumptions, which guarantee a better technical sustainability of the equipments and stable revenues for the operator.

La rentabilité visée

À partir de l'estimation des coûts et des revenus, il est possible d'analyser les cash-flows générés sur 10 ans et la rentabilité de l'opération pour un entrepreneur qui s'engage dans l'exploitation des infrastructures. Dans ce secteur nouveau et considéré comme risqué, **un retour sur investissements significatif est un élément important pour les investisseurs privés.**

L'hypothèse retenue est de **viser un taux de rentabilité de 11 % sur 10 ans pour l'exploitant, ce qui représente un retour sur investissement significatif. Pour les autres investisseurs privés, de type solidaires, le niveau de rentabilité attendu est de 5 %.**

Le montant d'investissement privé ainsi calculé atteint 2,15 millions de dollars (1,5 million d'euros), soit une part privée représentant 43 % de l'investissement total du programme.

Un programme d'électrification n'a de sens que s'il est à la fois rentable pour l'exploitant et abordable pour les villageois.

Profitability target

The costs and incomes estimate form the basis for analysing the cash-flows generated over 10 years and the profitability of the operation for an entrepreneur committing to operating the infrastructures. **A high return on investment is a major element for private-sector investors in this new sector viewed as risk prone.**

The assumption retained is to aim for an operator profitability rate of 11% over 10 years, which qualifies as a high rate of return on investment. The expected profitability level of the other private-sector, social investors is 5%.

The private-sector investment sum calculated as a result comes to 2.15 million dollars (1.5 million euros), namely a private-sector share of 43% in the total investment programme.

➤ An electrification programme makes no sense unless it is both profitable for the operator and affordable for the villagers.

Business Plan agrégé pour les 3 districts / Business Plan for the 3 districts

En dollars/In USD		ANNÉE 0 YEAR 0	ANNÉE 1 YEAR 1	ANNÉE 5 YEAR 5	ANNÉE 10 YEAR 10
Revenus Revenues	Recettes Receipts		520 000	520 000	520 000
Dépenses Expenses	Charges d'exploitation Operation costs		-120 000	-120 000	-120 000
	Investissement initial privé local Local private investment	-650 000			
	Investissement privés étrangers Foreign investment	-1 500 000			
	Investissements de renouvellement et d'expansion Replacement and expanding investments		-80 000	-80 000	-80 000
Free cash-flow (FCF)		-2 150 000	320 000	320 000	320 000
FCF cumulés Accumulated FCF		-2 150 000	-1 830 000	-550 000	1 050 000

➤ **L'analyse économique du projet sur 10 ans fait apparaître un taux de rentabilité interne de 7 % pour l'ensemble des investisseurs privés.**

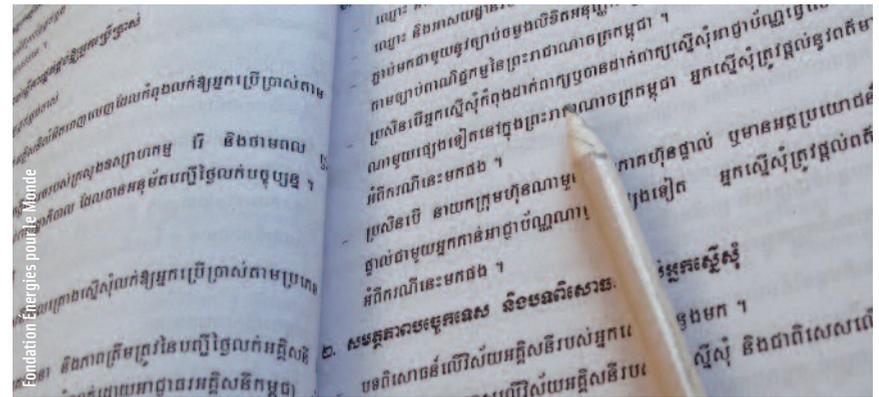
➤ *The economic analysis of the project over 10 years points to a 7% internal rate of return for all the private-sector investors.*

Pour être pérenne, tout projet d'électrification rural doit faire l'objet d'une comptabilité rigoureuse et s'inscrire dans le cadre institutionnel local.

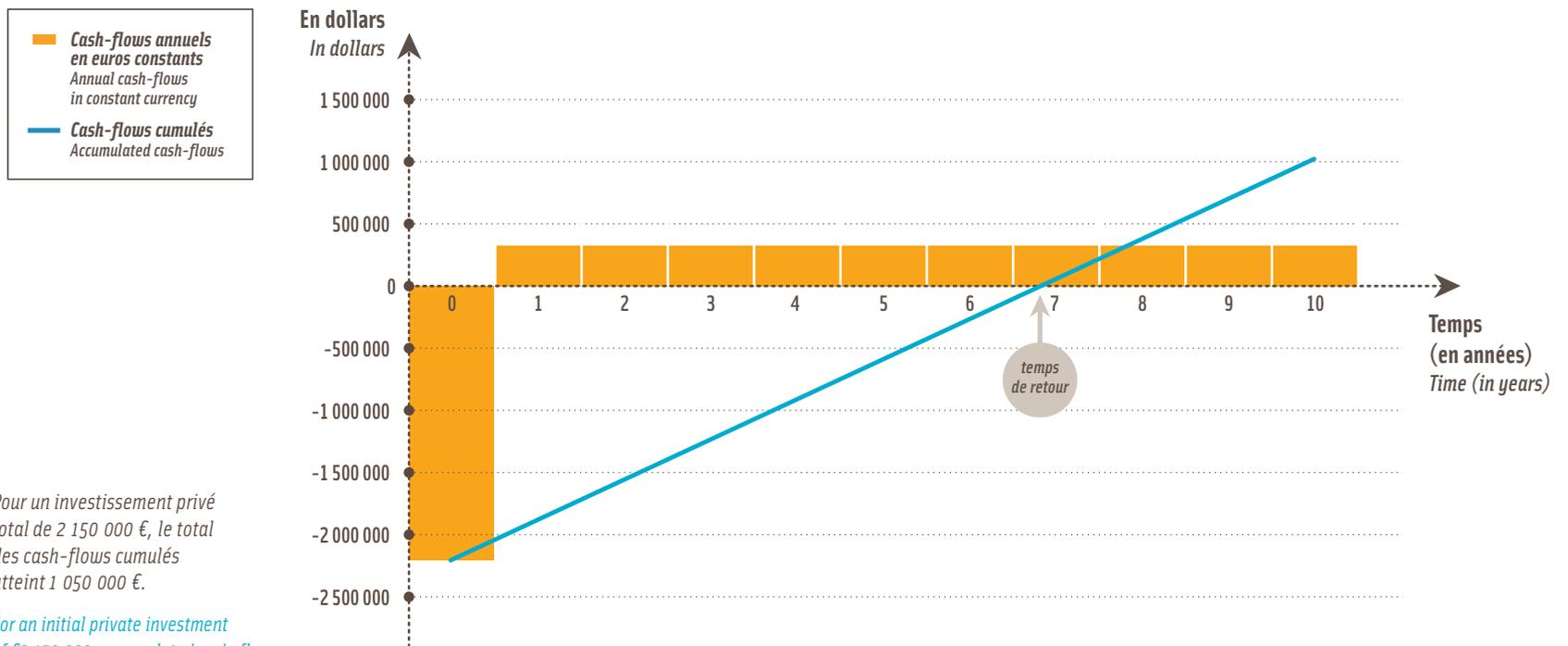
To be sustainable, every rural electrification project must be monitored through a rigorous accounting and to fit within the local institutional frame.

Les indicateurs de rentabilité
Profitability indicators

Temps de retour brut (ans)/Pay-back period (years)	7
Valeur actuelle nette (VAN)/Net Present Value (NPV)	445 000 \$
VAN / Investissement/NPV / Investment	0,20
➤ Taux de rentabilité interne/Internal Rate of Return	7 %



Évolution des cash-flows économiques sur 10 ans/ Evolution of the economic cash-flows over 10 years



Pour un investissement privé total de 2 150 000 €, le total des cash-flows cumulés atteint 1 050 000 €.

For an initial private investment of €2 150 000, accumulated cash-flows reach €1 050 000.

LE MONTAGE FINANCIER

Le financement du programme proviendra de différents types de ressources :

- un élément subvention de 29 % contribuera à couvrir une partie du montant d'investissement, comme dans tout programme d'électrification en milieu rural. Cet élément participe à la rentabilité économique et sociale du programme ;
- la contribution de l'État cambodgien correspond à l'exonération de la fiscalité (droits de douane et TVA), soit une participation à hauteur de 22 % de l'enveloppe ;
- la valorisation des tonnes de carbone évitées contribuera à 6 % de l'enveloppe budgétaire ;

➤ l'investissement privé représentera 43 % du budget global et sera réparti en 2 catégories :

- des investissements étrangers, pour 30 %, dont la rentabilité limitée à 5 % sera cohérente avec les objectifs des acteurs de l'économie solidaire,
- un investissement de l'opérateur local, limité à 13 % étant donnée la surface financière réduite de ce type d'acteur. La rentabilité escomptée de 11 % est significative compte tenu des risques inhérents à cette activité.

FINANCING PACKAGE

Funding for the programme will come from various sources:

- a 29% subsidy element will contribute to covering part of the investment sum, as happens with any other rural electrification programme and will play a part in the programme's economic and social profitability;
- the contribution of the Cambodian state through tax exemption (customs duties and VAT) will provide 22% of the budget;
- the conversion of tonnes of avoided carbon will contribute 6% to the budget allowance;
- private-sector investment will account for 43% of the overall budget and break down into 2 categories:
 - foreign investments, to the tune of 30%, whose low profitability level at 5% will match the solidarity economy goals,
 - local operator investment limited to 13%, given the limited solvency of this type of actor. The expected profitability level of 11% is significant given the inherent risks of this activity.

« Tout programme d'électrification rurale basé sur les énergies renouvelables présente un coût important à l'investissement. Cependant, le montage financier proposé, qui associe investisseurs privés et bailleurs publics, permet de limiter la part de subventions nécessaires à la rentabilité du projet. »

Nicolas Guichard,
expert à la Fondation Énergies pour le Monde

Subventions Subsidies

- Bailleurs institutionnels
Institutional backers
- Mécènes
Donors

1 450 000 \$

29%

Compensation carbone Carbon trade

6%
300 000 \$

Prise en charge des droits de douane + TVA VAT and import taxes exoneration

22%
1 100 000 \$

➤ **Coût total du programme**
Total investment cost
5 000 000 \$

Investissements internationaux Foreign investments

- Venture philanthropy
Venture philanthropy
- Investissements à rentabilité limitée
Limited profitability investments

1 500 000 \$

30%

Une rentabilité différenciée Different profitability levels

- **5 % pour les investisseurs internationaux**
5% for foreign investors
- **11 % pour les opérateurs locaux**
11% for local operators

13%

Investissements locaux Local investments

- Opérateurs privés locaux
Local private operators
- Investisseurs locaux
Local investors
- Banques locales
Local banks

650 000 \$

« Every renewable energy-based rural electrification scheme commands a major investment cost. However the proposed financing package, that associates private-sector investors with public funds, reins in the part of the subsidy required for project profitability. »

Nicolas Guichard, expert at the Fondation Énergies pour le Monde

LE CALENDRIER PRÉVISIONNEL – PROVISIONAL SCHEDULE

Un calendrier prévisionnel de réalisation du programme a été dressé. Il tient compte des délais d'acheminement des équipements sur site, des délais d'obtention des licences d'EAC et sera

révisé selon la disponibilité effective des ressources financières. L'accompagnement des acteurs s'étalera sur une période d'au moins trois ans après réception des équipements.

A provisional timetable has been drawn up for the programme that builds in allowance for the time it takes to bring the equipment to the site and the time it takes EAC to process licence applications. The timetable will be revised as the financial resources actually become available. Guidance for the actors will extend for at least three years after the equipment has been received.

		ANNÉE 1 YEAR 1		ANNÉE 2 YEAR 2		ANNÉE 3 YEAR 3		ANNÉE 4 YEAR 4	
		Semestre 1 Semester 1	Semestre 2 Semester 2						
Élaboration des conventions et contrats <i>Drafting of agreements and contracts</i>	Appel à manifestations d'intérêt pour l'exploitant <i>Call for interest for operators</i>	•							
	Appel d'offres et sélection de l'exploitant <i>Call for Tenders and selection of operators</i>		•						
	Élaboration des contrats d'autorisation <i>Drafting authorisation and concession contracts</i>		•						
	Obtention des licences <i>Obtention of official authorisations</i>			•	•	•			
Études complémentaires <i>Additional studies</i>	Études pour les centrales solaires <i>Studies for solar plants</i>	•							
	Études pour les centrales de gazéification de la biomasse <i>Studies for biomass gasification plants</i>	•							
Élaboration des cahiers des charges, appel d'offres <i>Drafting of technical specifications, call for Tenders</i>	Rédaction du dossier d'appel d'offres fournisseurs <i>Drafting of the call for tenders for suppliers</i>		•						
	Consultation des prestataires <i>Consultation of suppliers</i>			•					
Contractualisation <i>Contractualisation</i>	Négociation signature des contrats <i>Negotiation, signature of contracts</i>			•					
Réception et mise en service <i>On-site acceptance and commissioning</i>	Fabrication, transport, installation <i>Manufacturing, transport and installation</i>				•	•			
	Réception sur site <i>On-site acceptance</i>					•			
Formation, suivi, accompagnement <i>Training, follow-up and support</i>	Formations des acteurs <i>Training of actors</i>				•	•			
	Appui à la mise en place d'activités économiques <i>Support to the development of income generating activities</i>					•	•	•	•
	Suivi et accompagnement des acteurs <i>Support and follow-up of the actors</i>						•	•	•

Qui contacter ?

***Vous souhaitez devenir partenaire financier du programme
"De l'électricité verte pour cent mille ruraux au Cambodge" ?***

***Vous souhaitez faire réaliser une étude Noria dans votre région
ou dans votre pays ?***

Contactez :

NICOLAS GUICHARD > *Secrétaire général de la Fondation Énergies pour le Monde*
Tél. : +33 (0)1 44 18 73 57
nicolas.guichard@energies-renouvelables.org

YVES MAIGNE > *Directeur de la Fondation Énergies pour le Monde*
Tél. : +33 (0)1 44 18 73 54
yves.maigne@energies-renouvelables.org

Who to contact?

*If you want to join the circle of funding partners
of the "Green electricity for one-hundred thousand
rural villagers in Cambodia" programme...*
*If you want to have a Noria study carried out in your
region or country...*

Contact:

NICOLAS GUICHARD > *General Secretary
of Fondation Énergies pour le Monde*
Tel.: +33 (0)1 44 18 73 57
nicolas.guichard@energies-renouvelables.org

YVES MAIGNE > *Director of Fondation Énergies
pour le Monde*
Tel.: +33 (0)1 44 18 73 54
yves.maigne@energies-renouvelables.org

*The following persons have contributed to the
elaboration of this brochure: Alain Liébard,
Yves-Bruno Civel, Yves Maigne, Nicolas Guichard,
Catherine Bourg, Charlotte Rigaud, Rachel Laskar*

Texts: Nolwenn Le Jannic

*Pictures: Amin Toulors (unless otherwise stated)
Graphic design: Lucie Sauget/Pop Agency*

**Partenaires techniques de l'étude RESIREA sous
la direction de la Fondation Énergies pour le Monde**
*Technical partners of RESIREA study under the leadership
of the Fondation Énergies pour le Monde*



**Partenaires financiers
de l'étude RESIREA**
*Financial partners
of RESIREA study*



**Partenaires financiers
pour la réalisation de ce document**
*Financial partners for the design
of the document*



Ont participé à l'élaboration de cette brochure :
*Alain Liébard, Yves-Bruno Civel, Yves Maigne,
Nicolas Guichard, Catherine Bourg, Charlotte Rigaud,
Rachel Laskar*

Textes : Nolwenn Le Jannic

Photos : Amin Toulors (sauf mentions contraires)

*Conception graphique et réalisation :
Lucie Sauget/Pop Agency*

La Fondation Énergies pour le Monde a été reconnue d'utilité publique par décret du Premier ministre le 8 mars 1990. Elle a été créée à l'initiative de l'Observatoire des Énergies Renouvelables.

Alain Liébard en est le président fondateur.

Le but de la Fondation Énergies pour le Monde consiste à :
➤ **Intervenir** sur les questions énergétiques avec l'objectif d'aider au développement des populations défavorisées dans le respect de l'environnement.

La Fondation Énergies pour le Monde s'est dotée de moyens d'action pour :

- **Mener des études d'identification, de faisabilité et de planification énergétique**
- **Conseiller des gouvernements et des collectivités territoriales**
- **Former et accompagner les opérateurs locaux**
- **Participer au financement et conduire des projets de terrain dans un souci de pérennité**
- **Organiser des campagnes de communication, d'information et de sensibilisation**
- **Recueillir, diffuser des informations et éditer des publications**
- **Réunir des partenaires financiers et techniques autour d'un projet**
- **Lever des fonds**

Fondateurs : **Observ'ER (Observatoire des Énergies Renouvelables) • Crédit Agricole SA • Caisse des dépôts • EDF • GDF Suez • Total • Areva • Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi • Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie • Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire • Ministère de la Coopération • Ministère des Affaires étrangères et européennes • Ministère de l'Intérieur**

Partenaires : **Dix mille donateurs privés • Commission européenne • Programme des Nations unies pour le développement (Pnud, New York) • Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF, Québec) • Banque mondiale • Agence française de développement • Crédit Coopératif • Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Île-de-France (Arene)**

Fondation Énergies pour le Monde
146, rue de l'Université
75007 Paris
France
Tél. : +33 (0) 1 44 18 00 80
Fax : +33 (0) 1 44 18 00 36

www.energies-renouvelables.org

The Fondation Energies pour le Monde was created on the initiative of the Observatoire des Energies Renouvelables. The French Prime Ministerial decree of March 8 1990 endorsed it as an NGO working in the public interest.

Alain Liébard is its founding chairman.

Fondation Energies pour le Monde sets out to:

- **Work** on energy issues to help disadvantaged populations by embarking on environmentally-friendly development programmes.

Fondation Energies pour le Monde has developed facilities for:

- **Conducting** energy identification, feasibility and planning studies
- **Advising** governments and territorial authorities
- **Training and offering guidance** to local operators
- **Taking part** in funding and conducting fieldwork geared to sustainability
- **Organising** communication, information and awareness-building campaigns
- **Gathering, distributing** information and publishing research papers
- **Drawing together** funding and technical partners around a project
- **Fund raising**

Founders : **Observ'ER (Observatoire des Énergies Renouvelables) • Crédit Agricole SA • Caisse des dépôts • EDF • GDF Suez • Total • Areva • French Ministry of the Economy, Industry and Employment • Environment and Energy Management Agency (ADEME) • Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and the Sea • Ministry of Cooperation, Ministry of Foreign and European Affairs and the Ministry of the Interior**

Partners : **Ten thousand private donors • European Commission • United Nations Development Programme (UNDP, New York) • Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF, Quebec) • World Bank • French Development Agency • Crédit Coopératif • Regional Agency for the Environment and New Energies of Île-de-France (Arene)**

Fondation Énergies pour le Monde
146, rue de l'Université
75007 Paris
France
Tél. : +33 (0) 1 44 18 00 80
Fax : +33 (0) 1 44 18 00 36

www.energies-renouvelables.org

