



photo MIMÉ



L'ENERGIE AU CAMBODGE

mises à jour décembre 2015



**20 ans
d'archives**

**Cambodge
Nouveau**

1994/2015



- ◆ **1995-2030**
- ◆ **Pétrole/fuel**



- ◆ **Hydro-
électricité**
- ◆ **Charbon**



- ◆ **Energie
solaire**
- ◆ **Énergies
vertes**

Cambodge Nouveau Dossier n° 5

L'énergie au Cambodge

SOMMAIRE

L'Énergie au Cambodge : 20 ans d'efforts : bientôt l'autonomie ?

Electricité

Situation, répartition des sources, perspectives jusqu'en 2030.....	4—7
Transmission de l'électricité	6
Électrification des zones rurales	7—9
Energie hydro-électrique	10—15
Le projet Don Sahong; hydro-électricité au Laos; effets néfastes des barrages ..	14—15
Autres sources d'électricité	16

Pétrole, gaz

Le point sur les recherches off-shore, on-shore; cartes; historique	17—19
Pétrole : les composantes du prix; données mondiales; la contrebande	21—24

Le charbon

25

Energies renouvelables

26—34

Mutation annoncée; quelles énergies renouvelables ?	26
Protéger les forêts, diminuer la consommation de bois	27—30
Biomasse, biogaz	30—32
bio-carburants	32 - 34
L'énergie solaire et autres énergies nouvelles.....	34 - 40

Articles Cambodge Nouveau concernant l'énergie

41

L'Énergie au Cambodge

barrages hydro-électriques, transmissions pétrole, charbon, énergies renouvelables : 20 ans d'efforts

Cambodge Nouveau consacre ce cinquième « dossier » à l'Énergie. L'importance de l'Énergie est tout à fait évidente. L'éclairage, le transport, l'industrie de la plus modeste à la plus grande échelle, les objets courants et les mille activités quotidiennes en dépendent. C'est une préoccupation majeure du Cambodge qui dépendait à plus de 96 % des importations d'électricité et de fuel il y a seulement 15 ans. L'électricité, sa disponibilité, son transport, sa distribution, son prix, conditionnent le développement du pays. On est encore loin de l'objectif, une énergie de bonne qualité, à bon prix, accessible par tous, urbains et ruraux, et loin encore de l'indépendance à 100 %, mais les progrès sont impressionnants.

L'objectif de ce dossier Énergie est de donner une mise à jour, en novembre 2015, du très vaste domaine de l'énergie au Cambodge. Nous avons conservé des quelque 80 articles publiés au cours de 20 années ce qui éclaire la situation actuelle, ce qui garde aujourd'hui tout son intérêt, mais nous avons surtout consulté au cours des six derniers mois un nombre important de spécialistes et de responsables sur la situation et les perspectives actuelles, qu'il s'agisse du réseau d'EDC, de l'électrification des provinces, d'hydro-électricité, de pétrole, de bois et de charbon de bois, d'énergies renouvelables : énergie solaire, biomasse, biocarburants, biogaz, ...

Avant d'exposer en détail ce dossier aux multiples aspects, voici quelques caractères généraux :

- la pollution n'est pas la préoccupation principale du Cambodge en matière d'énergie. Le Cambodge n'est qu'un infime pollueur avec ses deux centrales au charbon. Ce qu'il recherche, c'est : 1. une énergie accessible à tous, bon marché, parce qu'une forte proportion de la population hors de Phnom Penh n'a pas encore l'électricité, ou seulement par une batterie de voiture; et 2. l'indépendance en matière énergétique.

- Les objectifs: 100 % des villages auront l'électricité, d'une façon ou d'une autre en 2020 et au moins 70% de tous les foyers auront l'électricité de « qualité réseau » (permanence, tension régulière,...) en 2030.

- l'électrification progresse rapidement pour la population rurale (78 % du total), soit branchement au réseau EDC alimenté par les barrages hydro-électriques, par l'électricité importée et par les centrales au charbon, soit électricité venant de réseaux locaux alimentés au fuel (système des concessions). elle n'est encore que de moins de 50 %.

- S'agissant des énergies renouvelables, solaire, biomasse, ... elles ne jouent encore qu'un rôle très marginal. Il y a des investissements, les recherches et les expériences sont multiples, il est intéressant de suivre les progrès des diverses techniques, mais selon diverses études les énergies renouvelables ne desserviront encore en 2030 que 5,2 % des villages et moins de 1 % des foyers.

- le taux de dépendance du Cambodge vis-à-vis de l'étranger, proche de 100 % il y a 15 ans, diminue, grâce à l'hydro-électricité, mais il est encore en 2015 de plus de 50 % : électricité venant du Vietnam, de Thaïlande et du Laos, carburants fuel essence, diesel, kérosène importés, et charbon venant d'Indonésie. A long terme, les barrages et le charbon fourniront encore l'essentiel de la production d'électricité.

Parmi nos interlocuteurs anciens, sources des très nombreux articles parus dans Cambodge Nouveau depuis 1994 citons notamment :

Ty Norin président d'*Electricity Authority of Cambodia*, Sin Niny vice-président du *Comité national du Mékong*, Yim Nolson, directeur général d'*Electricité du Cambodge*, A. Pouillès Duplaix AFD, Sat Samy MIME, Victor Jona directeur général au MIME, Long Ratanakoma MAAF, Seng Bunra *Conservation International*, Men Den directeur de *Cambodia National Petroleum Authority*, Seng Tiek WWF, Ford Thaï *Khmer Solar*, Kunthap Hing *Khmer Solar*, les directeurs successifs de *Total Cambodge* A. Kislanski, John Wilson, Stéphane Dion, Martin McCarthy; Jean-Pierre Labbé directeur de *Total Cambodge Exploration*, Saumura Tioulong, Anjali Shanker IED *Innovation, Énergie, Développement*, Brecht Vanderlaan *Comin Khmère*, Richard Vaillant *Comin Khmère*, Raphaëlle Deau *Nexus*, Swan Fauveaud GERES, E. Pacheco *Yejj Solar*, Eric Baran MAAF *World Fish center*, A. de Suremain (*La Plantation*), David Van Arpec, ...

Pour les **misés à jour jusqu'en novembre 2015** : Victor Jona directeur MIME, Toch Sovanna MIME, EAC *Electricity Authority of Cambodia*, Charlotte Nivollet Geres, Claire Dufour *Nexus*, Pheakkdey Heng *Henrich Institute*, Glenn André AFD, Dy Kiden ministère de l'Environnement, Kunthap Hing *Khmer Solar*, rapport de WWF, Dieter Trenker, Star8 Solar ...

L'Énergie électrique au Cambodge

situation, perspectives

Les graphiques ci-après font clairement apparaître quelques évolutions majeures :

- ◆ la part croissante des barrages hydrauliques et du charbon dans l'énergie distribuée par le réseau EDC. En deux ans, de fin 2012 à fin 2014, la part de l'hydraulique est passée de 25,1 % à 38,6 %, celle du charbon est passée de 4,2 % à 30,4 % (graphique).
- ◆ la diminution de l'électricité importée à partir du Vietnam et de la Thaïlande : la part du Vietnam est passée de 41,8 % à 17,1 %; en 2015 (estim.) celle de la Thaïlande de 14,3 % à 8,9 %; celle du Laos reste à 0,3 %.
- ◆ la disparition du fuel dans la production d'électricité par EDC à partir de 2015. Il reste utilisé par les réseaux de province gérés par le système des concessions (graphique).
- ◆ en conséquence la bien moindre dépendance du Cambodge vis-à-vis des importations. Grâce à l'hydro-électricité, on va vers l'indépendance totale en matière d'électricité. Si tous les projets de barrages hydrauliques étaient réalisés, le Cambodge pourrait devenir exportateur vers 2023 (voir graphique et chapitre barrages).
- ◆ pour les prévisions jusqu'en 2030 l'hypothèse est que le gaz couvrira une grande partie de la production, aux environs de 60 % et que la part du charbon importé diminuera en proportion. Ce n'est qu'une hypothèse. En l'absence de gaz, la part du charbon importé augmenterait (graphique).

(source : MIME)

en province: batteries et mini-réseaux

A Phnom Penh, pratiquement tous les foyers sont desservis par le réseau.

En province, en 2014, soit directement soit par le système des licences, le réseau dessert environ 73 % des villages. Le taux d'équipement des foyers dans les zones rurales n'est que d'environ 40 %.

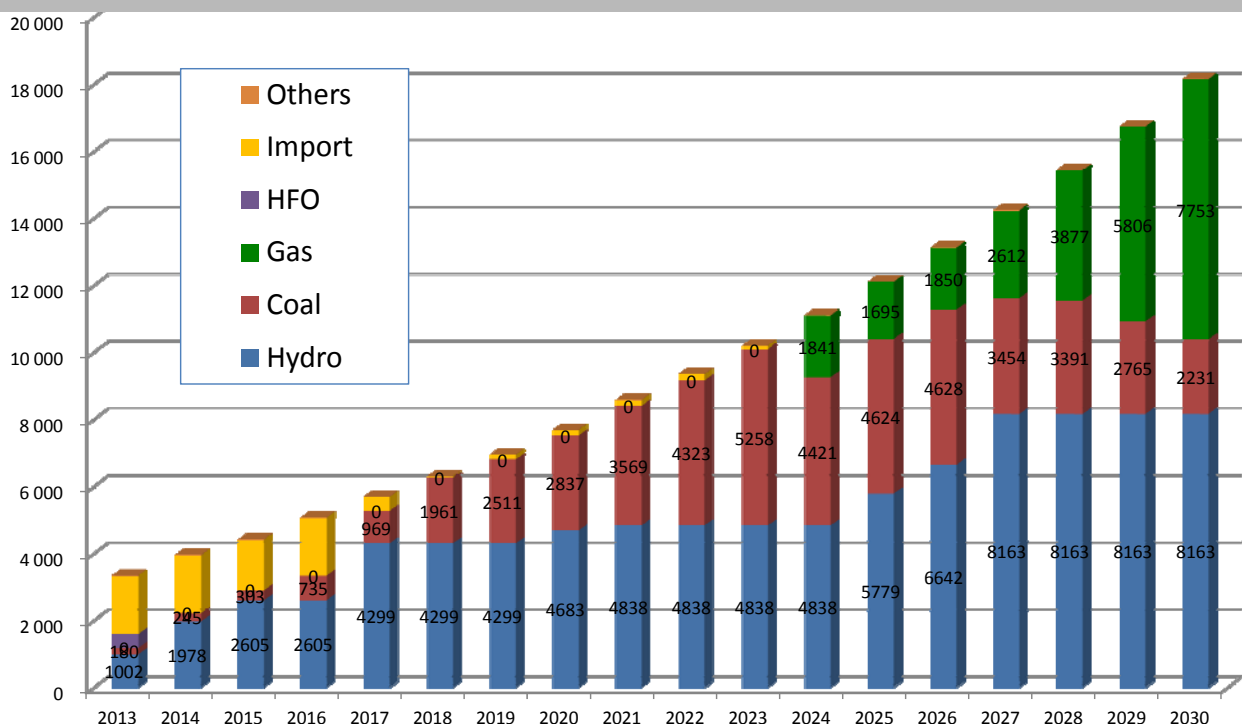
La moyenne en 2015 : environ 50 %.

Un très grand nombre de foyers ruraux, isolés, n'ont encore de l'électricité qu'à partir d'une batterie de voitu-

re : elle peut alimenter pendant quelques heures deux ou trois lampes led, un poste de télévision, recharger les téléphones. Coût de la batterie neuve : 50 dollars; il faut la recharger toutes les semaines ou tous les 10 jours, coût 2000 riels.

Dans les villes hors réseau EDC, dans les petites agglomérations, l'électricité est distribuée par des «mini-réseaux» alimentés par des générateurs au fuel. Le système coûte cher en carburant et en entretien, c'est pourquoi on préfère être relié au réseau EDC.

Réseau EDC:
hypothèses pour 2030



Source rapport Toch Sovanna MIME

Quant aux diverses «énergies renouvelables», solaire, biomasse, biofuel, biogaz, mini-réseaux d'énergie électrique, solaire/diesel, ... elles doivent en principe revenir moins cher que le fuel, le diesel et la batterie, mais elles sont encore très marginales, elles n'existent que parce qu'elles sont subventionnées. Le solaire n'est utilisé que par une très faible part du total des foyers ruraux.

On évoque l'énergie nucléaire, et même l'énergie issue de l'hydrogène ... (voir chapitre *Energies renouvelables* pp. 26—41).

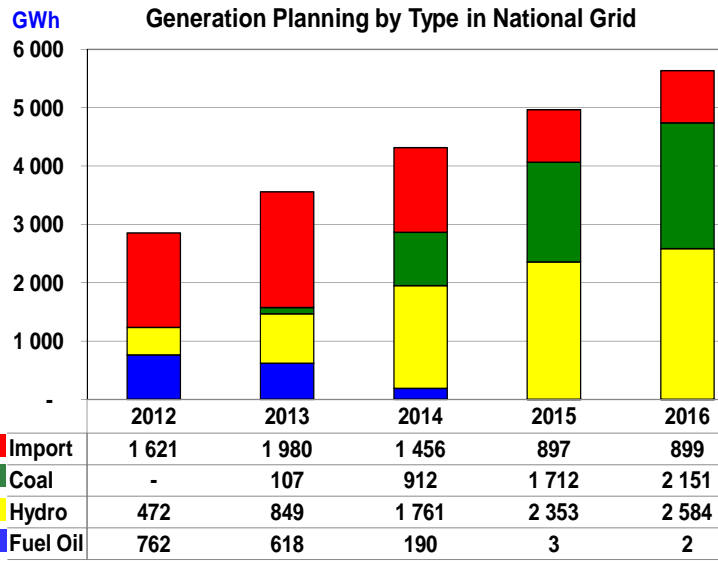
(source multiples et stat. Mime 2014)

Les objectifs 2020 et 2030

100 % des villages, 14 100, auront l'électricité, de sources diverses, en 2020. - au moins 70 % de tous les foyers auront de l'électricité de "qualité réseau" en 2030.

Selon l'étude de l'IED, en 2030 le réseau desservira 95 % des villages et environ 60 % des foyers.

Réseau EDC : de plus en plus d'hydraulique et de charbon



Centrales hydro-électriques et centrales au charbon 2002—2020 (novembre 2015)

◆ En opération

- Kirirom 1, 12 MW en fonction depuis 2002
- Kamchay 194,1 MW *cn 261*
- Kirirom 3 18 MW
- Stung Atay 120 MW une ligne le relie à Ou Saom et au réseau à Pursat.
- Stung Tatay 246 MW : 3 x 82 MW : opérationnel en 2015, relié à Ou Saom et à Pursat
- Lower Ruessey Chrum 338 MW (2 x 103 MW et 2 x 66 MW : est en service en 2015. Relié à la sous-station de Ou Saom et de là à Pursat (réseau EDC).

◆ En construction

- Lower Se San 2 : 5 x 80 MW: travaux commencés, Cambodge/Chine, mise en service en 2016.

◆ En projet, à l'étude

- *Stung Chay Areang* dans les Cardamomes: 108 MW (3 x 36 MW) : investissement chinois mise en service en principe en 2017. En fait remis à une date non fixée.
- Lower Se San 1 : 90 MW, Vietnam, 2018
- Stung Treng : en travers du Mékong, 980 MW, Vietnam, projet très controversé. 2018 ou 2020 ?
- Sambor sur un bras du Mékong : 565 MW; ou bien *Sambor* en barrant le Mékong : 2 600 MW. Chine. Très controversé. 2019 ?

Source MIME, rapport septembre 2015.

Si tous ces barrages sont réalisés, la production atteindra 2 900 MW en 2020, elle couvrira une consommation nationale estimée à 2 500 MW, et permettra des exportations.

Centrales au charbon

- Sihanoukville 1 : 100 MW (2 x 50) en service
- Sihanoukville 2 : 240 MW (2x120) en service
- Sihanoukville 3 : 135 MW 2017

Si le gaz n'était pas disponible, il faudrait en 2020 une nouvelle centrale thermique de 450 MW

Source rapport *Toch Sovanna*, MIME, septembre 2015

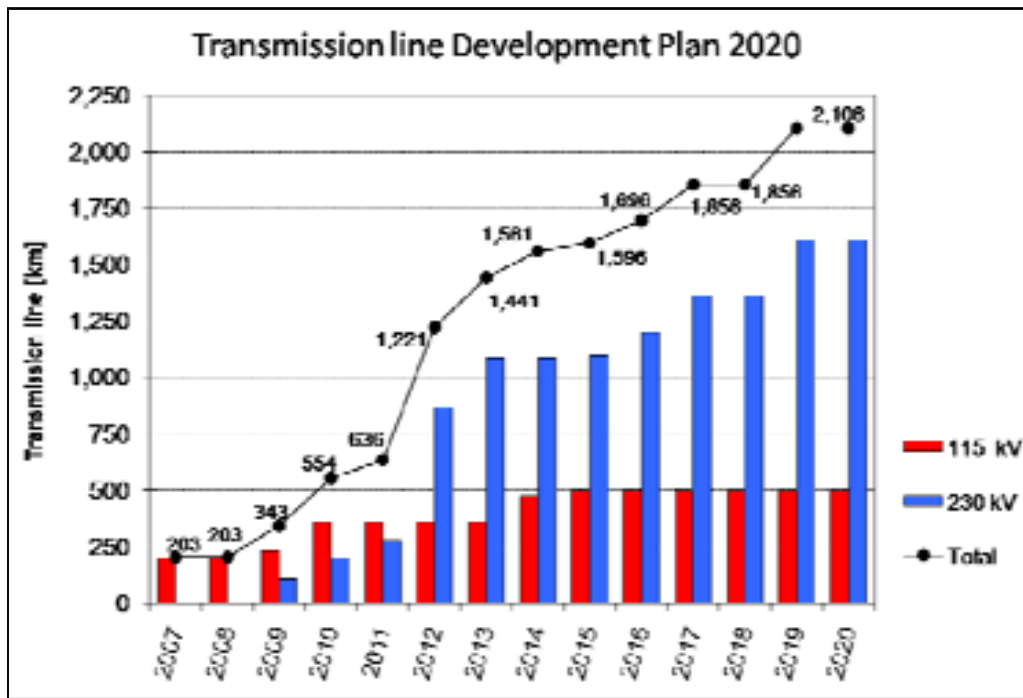
Transmission de l'électricité

L'objectif est qu'à terme il n'y ait qu'un seul grand réseau au Cambodge, nous dit M. Ty Norin, président d'EAC (cn 295). Cela ne peut être obtenu que par étapes. Il s'agit de milliers de km de lignes à haute, moyenne et basse tension.

Pour les villages actuellement non desservis par le réseau, l'objectif est que des lignes à basse tension alimentées à partir du réseau remplacent les centrales diesel existantes. L'électricité venant du réseau utilisera les réseaux diesel ou fuel existants.

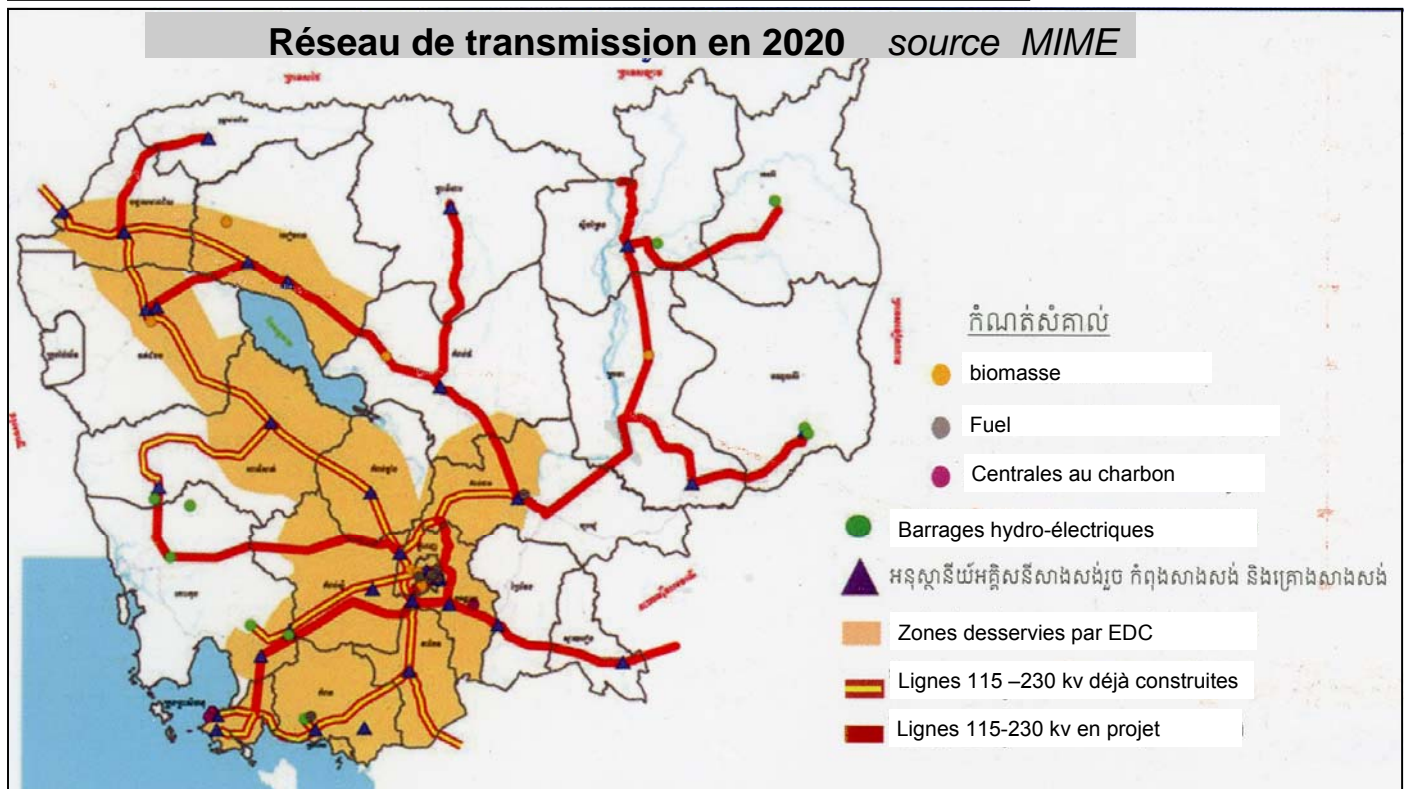
EDC est donc favorable à ces réseaux, en favorise la création, et compensera les investisseurs privés lorsque le réseau prendra le relai du générateur diesel.

Parmi les bailleurs de fonds en faveur de la transmission d'électricité : *China Eximbank* 1772 km de lignes MV et 460 transformateurs; *KWV* 500 km de MV et 150 transformateurs; *AUS-AID/EDC* 220 km MV, 77 transformateurs, 400 km LV etc...; *ADB* et *OFID* 2 110 km MV et 300 transformateurs; *Gouvernement/AFD* 4 750 km MV et 1 540 transformateurs.



Projet en cours : la société malaisienne *Diamond Power* a commencé en avril 2014 la construction d'une ligne de transmission de 230 kV, 125 km qui joindra la province de Kratie à celle de Kompong Cham. Le coût pour EDC sera de 437,5 millions de dollars. Une autre ligne joignant les provinces de Kratie et de Stung Treng, la nouvelle centrale hydroélectrique *Lower Se San 2* (400 MW) devrait être terminée en novembre 2017 comme la centrale elle-même.

Sources : conférence de M. Victor Jona, MIME, à l'ambassade de France, cn n° 323 ; entretiens avec M. Ty Norin, président d'EAC cn n° 295, 304; Agence Française de Développement



Électrification des zones rurales

Dans les zones rurales, le taux des foyers qui ont de l'électricité n'est encore que de 40 % environ. Pour les agglomérations et les foyers que le réseau EDC ne peut atteindre que peu à peu, un procédé consiste pour EDC à se faire remplacer sur le terrain par des « licenciés » qui produisent de l'électricité à partir de fuel, la transportent, la distribuent et la gèrent.

EDC : réseau et licences

« Le système des licences, créé en 2002, nous convient bien, nous dit M. Ty Norin, directeur général de l'EAC, Autorité du Cambodge pour l'Electricité, parce que l'EDC ne peut pas faire tout toute seule, et parce que tous ces réseaux locaux sont utilisés lorsque le réseau national progresse ».

Il existe plusieurs types de concessions, délivrées par l'EAC :

- pour la génération d'électricité;
- pour la transmission;
- pour la distribution;
- une licence « consolidée » qui peut être la combinaison de plusieurs ou de toutes les licences précédentes;
- et plusieurs autres types.

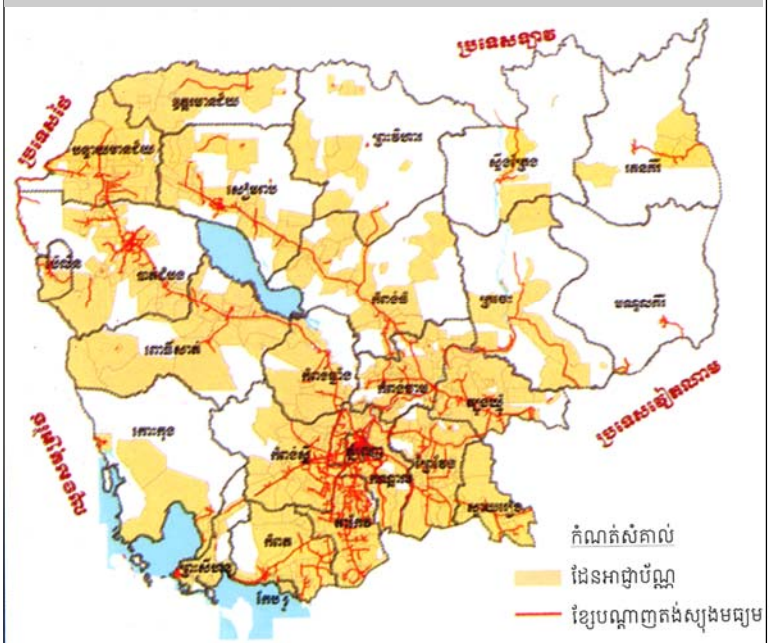
L'EAC détermine chaque année les droits, en riels par kWh, que les entreprises licenciées doivent verser à EDC. Pour 2012 comme pour 2011 : électricité générée au Cambodge ou importée : 1,20; transmission : 0,50; distribution et vente : 0,60; distribution au détail : 0,30; - autres services : 0,1 %.

Le nombre total des licences est passé de 297 fin 2011 à 312 fin 2013 et 339 fin 2014. Fin 2013, 16 concernaient la génération d'électricité, 82 la distribution, 198 étaient des licences « consolidées ».

Les revenus d'EDC ont atteint 5,8 milliards de riels en 2012, dont 5,3 pour la délivrance des licences.

Fin 2014, la surface couverte par le système des licences accordées par EDC concernait 84,6 % de la surface du Cambodge, 10 160 villages, soit presque 73 %

Concessions EDC en décembre 2014 source MIME



de tous les villages (14 100).

Sur ce nombre, 6 919 villages sont équipés pour fournir de l'électricité à 900 982 foyers soit 40 % de la totalité.

Sources : Ty Norin, président de l'EAC, Victor Jona directeur général du Mime, le rapport 2014 de l'EAC

Foyers isolés les énergies de substitution

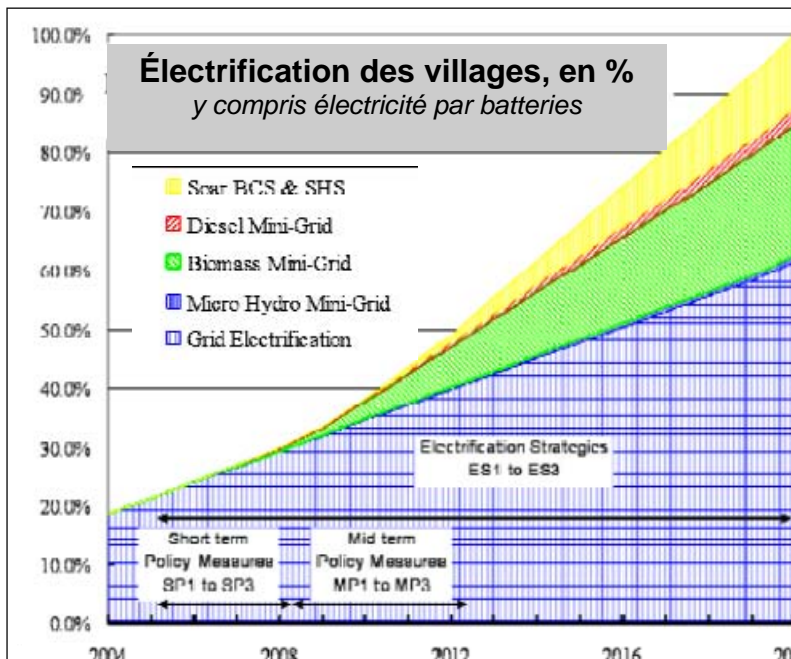
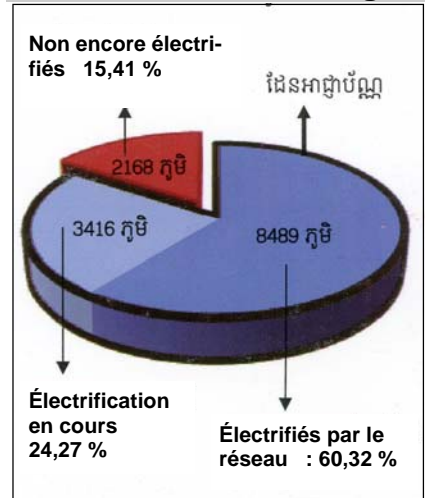
Pour les très nombreux foyers isolés que n'atteint ni la grille EDC ni les réseaux des concessionnaires, on fait appel aux énergies renouvelables.

Leur utilisation est encore très faible. Leurs parts respectives à long terme est controversée. Entre le solaire, la biomasse, le biofuel, le biogaz, la micro-hydraulique ... laquelle se développera le plus vite ? Les recherches sont actives, les techniques évoluent ... (voir chapitres énergies vertes, pp. 26-41)

Selon une étude de l'IED (*Innovation, Energie, Développement*) il y aurait forte augmentation de l'alimentation par mini-réseaux de biomasse dont la production pourrait être en 2020 nettement plus importante que celle de l'énergie solaire et solaire/diesel) et diminution ensuite : « Comme le secteur agro industriel évolue rapidement vers la modernisation et l'exportation, les opportunités en termes de projets biomasse sont voués à évoluer profondément au cours des prochaines années », dit le rapport SREP (IED).

(voir p. suivante).

Électrification des villages



Électrification des zones rurales

entretien avec Anjali Shanker chef de projet de l'IED

quels objectifs, quelles formules, quel calendrier ?

Avec le président de l'EAC Ty Norin, avec les services du MIME, nous avons cherché à répondre aux questions : pour que l'ensemble des foyers cambodgiens soit électrifié, jusqu'où est-il rentable d'étendre le réseau ? Selon quelles techniques, à quels coûts, tels segments des besoins peuvent ils être desservis ? Où utiliser la biomasse ? Où le diesel ? Pour les foyers isolés, pour certaines communautés loin du réseau -administrations locales, écoles, centres de santé ...- le solaire est-il la solution ? On étudie la possibilité de coupler solaire et fuel ...

Pour répondre à ces questions, nous avons recensé toutes les données : routes, villages, cours d'eau, dispensaires, écoles, lycées, plantations ... avec les potentiels énergétiques; et toutes ces données sont informatisées. On peut donc les recoller, les recouper pour trouver les meilleures solutions.

A partir de là, nous avons fait un plan d'investissement national, et des plans d'investissements par provinces. Tout cela contribue à définir une politique nationale d'électrification.

en 2030, le rôle très faible des énergies renouvelables

Selon l'étude SREP, on aurait en 2030 la couverture suivante pour les 14 100 villages, et les foyers, selon les formules d'approvisionnement:

On remarque avec ces chiffres la très faible proportion des villages, et des foyers, qui en 2030 seront desservis par des mini-réseaux et le très faible rôle des énergies renouvelables: biomasse, mini-hydraulique, solaire ... ensemble: 5,2 % des villages, et moins de 1% des foyers.

En 2030 la biomasse n'intervient pratiquement pas,

l'éolien pas du tout. Le fuel, générateurs existants ou nouveaux qui ont un rendement meilleur ne font ensemble que 0,7 %.

Alimentation des villages 2010—2030 (en %)

	2010	2015	2020	2030
Réseau national	10,9	46,1	78,3	94,8
Mini-réseaux hydro	0,0	1,5	0,6	0,2
Mini-réseaux biomasse	0,0	1,2	0,7	0,1
Mini-réseaux diesel	11,9	5,4	2,7	0,9
id° nouveau diesel	0,0	5,1	1,9	0,1
Solaires rech batteries	34,7	14,3	6,8	1,3
Id° nelles stations	0,0	4,5	9,0	2,6
% villages desservis	57	78	100	100

en attendant le réseau

Si, en 2030, les énergies nouvelles et les mini-réseaux ne joueront plus qu'un rôle très faible, d'ici là, avant que le réseau national n'ait atteint 95 % des villages et 67 % des foyers, on a besoin des mini-réseaux et dans une certaine mesure des énergies nouvelles.

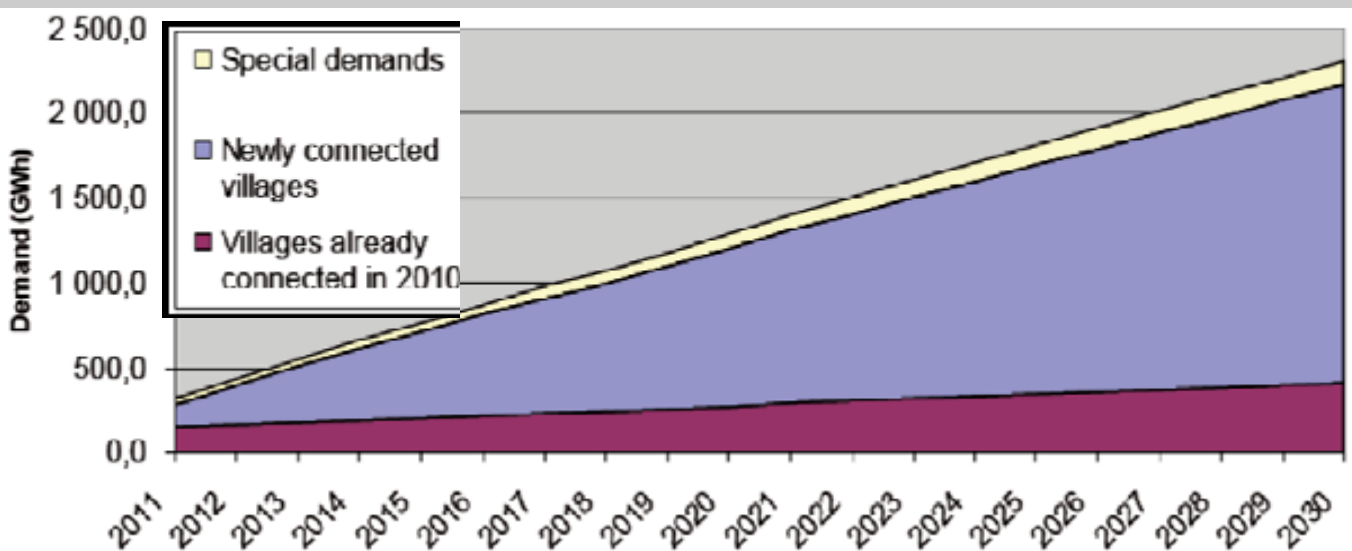
Pourquoi existe t'il si peu de mini-réseaux ? C'est que le réseau national gagnant rapidement du terrain les investisseurs craignent de ne pas avoir la longue durée nécessaire pour récupérer leur mise, importante (200 000 dollars par exemple pour 70 maisons), et leur profit.

Pour attirer cependant les investisseurs, rappelons la formule présentée par le président d'EAC Ty Norin dans *cn 295*:

lorsque le réseau national vient remplacer le mini-réseau privé, on laisse le prix du kwh à son niveau, fixé par l'investisseur, pendant un délai suffisant pour qu'il s'y retrouve, avant de baisser ce prix. On ne diminue le prix du kwh que progressivement.

L'alimentation par le réseau national doit faire passer le prix du kwh de 2500 / 3000 riels (et jusqu'à 3 200) à 1

Demande d'électricité dans les régions rurales



Électrification rurale Anjali Shanker (suite)

100 ou 1 250 riels. A Phnom Penh le kWh est à 600 riels [prix minimum en 2015 : 650 riels ndlr].

Les besoins recensés par l'étude SREP sont :

- **208 mini-réseaux d'ici 2015** pour électrifier environ 1000 villages: 33 mini-réseaux hydro (soit 31,5 millions de dollars), 25 mini-réseaux bio-masse (soit 16,4 millions), et 150 mini réseaux diesel (23,9 millions).

- **des stations solaires de recharge de batteries** dans environ 1000 villages d'ici 10 ans (2022).

- environ **2000 systèmes photo-voltaïques communautaires** d'ici 10 ans (2022).

Investir 1 milliard de dollars en 20 ans ...

Le scénario de référence extrêmement ambitieux, 95 % des villages reliés au réseau en 2030, et 70 % des foyers, suppose des investissements énormes : 400 millions de dollars pour la première phase d'ici 2015, pour 4

400 nouveaux villages raccordés, 7000 km de lignes moyenne tension, distribution, mini-réseaux, systèmes autonomes; et au total, d'ici 2030, 1 milliard de dollars.

Pour la basse tension, les 208 projets de mini-réseaux alimentant 1000 villages, les stations solaires de recharge de batteries dans environ 1000 villages, les 2000 systèmes photovoltaïques coûtent ensemble 78 millions de dollars d'ici 2015, et 3,8 de plus de 2016 à 2020.

Le privé pourrait le faire, mais il manque de financement et avec des prêts à 2,5 % par mois, c'est impossible; « Il faut 6 % par an et à 15 ans ».

« Il faut développer les mécanismes financiers », dit Anjali Shanker, une « mobilisation au plan national », et la Banque de Développement Rural financerait les prêts ... Il est possible que l'ADB s'intéresse au projet dans le cadre du programme « power for the poor »; l'AFD aussi, qui a confiance dans sa rentabilité, ... »

Anjali Shanker, Philippe Arnou, et rapport SREP

Cn 305 février 2012

kWh : le prix va diminuer en 2016

Le prix de l'électricité au Cambodge est nettement plus élevé que dans les pays avoisinants, c'est l'une des fortes raisons des efforts pour développer les sources d'énergie nationales et se passer des énergies importées, fuel, électricité des pays voisins.

Cependant le prix du kWh diminue. A partir de mars 2016 il va passer pour les activités commerciales et industrielles connectées au réseau EDC à **0,1675 \$ / kWh**, nous dit fin novembre 2015 le responsable de l'EAC, *Electricity Authority of Cambodia*, qui décide des tarifs.

L'augmentation de la demande d'électricité est très rapide: en moyenne de 17,2 % par an; à Phnom Penh de 19 %.

De 2011 à 2012 la consommation moyenne par habitant est passée de 197,5 kWh à 247,5 kWh.

Les ressources ont progressé dans les mêmes proportions, de sorte que sauf accident, on n'a plus à craindre de panne par manque d'approvisionnement.

Répartition de la consommation par secteurs :

Commercial	27 %;	gouvernement	4 %,
résidentiel	24 %;	autres :	30 %.
industrie	16 %;		

Source Enrich Institute

Pour les consommateurs approvisionnés par le réseau EDC, le prix du kWh est, avant cette date, compris entre 0,09 \$ et 0,25 \$. Il peut atteindre 0,75 cents à 1 dollar selon les réseaux de concessions.

Ce futur tarif de 0,16 \$ / kWh reste très supérieur à celui du Vietnam où le tarif moyen est de 0,08 \$ / kWh et où plus de 99 % des consommateurs sont approvisionnés par le réseau.

Le coût du kWh au Cambodge pourra être plus élevé pour les consommateurs qui dépendent d'un concessionnaire de mini-réseau produisant son électricité avec du fuel. Ce tarif est calculé par EAC et fait l'objet d'un contrat avec le concessionnaire. Actuellement il peut atteindre 0,75 à 1 dollar (rapport EAC 2014).

Les tarifs sont destinés à diminuer année après année dit l'EAC.

Pour les consommateurs privés, il existe un éventail de tarifs : 610 riels/kWh pour une consommation de moins de 50 kWh /mois à Phnom Penh par exemple, 850 riels pour 75 % des consommateurs, et jusqu'à 3 700 riels (8 catégories)

3,6 US cents/kWh pour les petits commerçants et industriels, 2,4 US cents pour les commerçants et industriels plus importants indique le rapport 2015 de l'EAC.

En province, les tarifs dépendent des concessionnaires des réseaux et le kWh atteint 0,75 à 1 dollar.

Programme d'électrification rurale 2020 selon le master plan de la Jica 2010

Le nombre de foyers à électrifier d'ici 2020 s'élève, selon le projet Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines /Jica à **872 000**

- **600 000** doivent l'être par l'extension du réseau national (*barrages hydroélectriques, importations d'électricité, centrales au gaz, centrales charbon,...*)

- **272 000** par des procédés divers:

Mini-réseaux: 200 000

- micro-hydro, hybrid :	9 000
- biomasse:	168 000
- diesel	23 000

solaire : 72 000

- stations de batteries solaires:	60 000
- systèmes solaires individuels	12 000

Observation octobre 2015 : dans ce schéma, la biomasse doit jouer un rôle prépondérant dans l'électrification des foyers « hors réseau ». Le solaire représenterait en 2020 nettement moins de la moitié de la biomasse, prévisions qui coïncident avec celles de l'IED.

L'énergie hydro-électrique

Ty Norin, *président d'EAC, Sin Niny Vice-Président du Comité du Mékong*
Victor Jona, *directeur du département Energie du MIME*

Les arguments en faveur de l'hydro-électricité sont exposés par le président de l'*Electricity Authority of Cambodia* Ty Norin dans *cn 304* : - on ne peut pas compter longtemps sur les énergies « alternatives » ; - les ressources nationales en pétrole et en gaz restent très incertaines ; - l'énergie importée, pétrole, électricité, charbon, est chère, et rend le Cambodge trop dépendant de l'étranger ; - l'énergie nucléaire : le Cambodge n'y est pas prêt.

En revanche l'hydro-électricité donnera au Cambodge une grande part d'indépendance en matière d'énergie. Elle diminuera le prix de l'électricité à la consommation. Elle permettra d'étendre le réseau dans les provinces. Le Cambodge pourra même exporter.

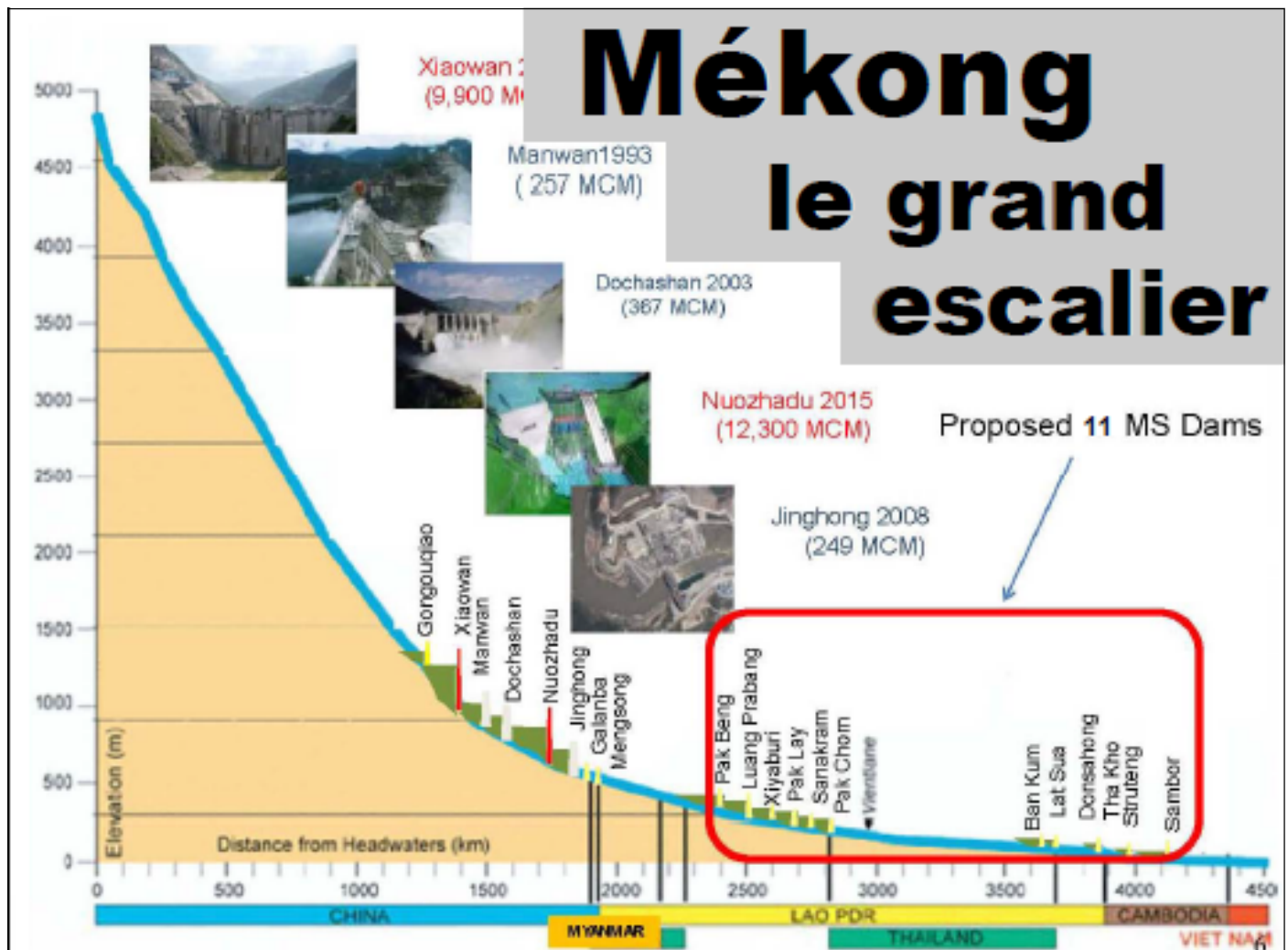
Les projets de barrages, le calendrier de réalisations, les transmissions sont indiqués par Victor Jona, département Energie du MIME, *cn 304*.

Actuellement six barrages fournissent 62 % de la production d'électricité du réseau

9 centrales hydro électriques sont prévues d'ici 2020, totalisant 2 900 MW (en y incluant le barrage très controversé de Stung Treng en travers du Mékong, 980 MW, et un bras du Mékong à Sambor, 565 MW).

Cette production de 2 900 MW en 2020 correspondrait à une consommation estimée (hypothèse haute) à 2 500 MW, c'est à- dire qu'elle permettrait non seulement de répondre aux besoins nationaux mais d'exporter.

Reste une forte résistance aux barrages, à leurs nuisances (*voir p. 14*)



L'échelle de gauche montre l'altitude (le Mékong prend sa source à plus de 4500 m), et l'«escalier» que constituent les barrages existants, prévus ou envisagés par les pays concernés.

On voit que les barrages chinois se situent au bas de la pente la plus raide. Certains auront des puissances énormes, notamment : Xiaowan, 4 200 MW de puissance installée, prévu pour 2014, Nuozhadu, 5 500 MW, 12 300 MCM, prévu pour 2015).

Certains de ces barrages sont «au fil de l'eau», d'autres –les deux ci-dessus– créent de grands lacs de retenue et des chutes (indiqués par des traits rouges verticaux).

L'échelle inférieure montre la distance en km depuis la source. On voit que les barrages cambodgiens sont à plus de 4000 km de la source, et à 2 500 km en gros des barrages chinois. C'est ce qui explique leur faible incidence sur le volume des eaux au niveau du Cambodge : 18 %. Ce niveau dépend beaucoup plus des affluents qui se déversent dans le Mékong sur ce parcours, et des pluies qui alimentent ces affluents.

Pourquoi les barrages ?

Le Cambodge manque d'électricité, et d'électricité bon marché. L'énergie électrique coûte au Cambodge entre deux et trois fois plus cher que, par exemple, au Vietnam et en Thaïlande. Plus la compétition se fait vive avec les pays concurrents, plus cette faiblesse apparaît comme un handicap majeur pour les activités fortes consommatrices d'électricité et qui s'efforcent d'exporter, comme la confection, comme le caoutchouc, comme le décorticage du riz ...

Un handicap aussi pour toutes les activités qui n'exportent pas mais qui sont freinées par le coût de l'énergie, qui doivent recourir au charbon de bois plutôt qu'au fuel.

Et un facteur dissuasif pour les investisseurs. Comme les ressources en hydrocarbures restent très incertaines, comme on ne peut pas dépendre uniquement ni principalement des importations d'électricité du Vietnam, comme les énergies renouvelables sont encore loin de pouvoir prendre le relais, l'énergie hydroélectrique présente beaucoup d'attraits: une fois l'investissement fait, elle ne coûte plus rien, et elle contribue à l'indépendance nationale.

L'idée est tout naturellement d'exploiter le puissant Mékong, et ses affluents. La Chine a été pionnière, mettant en service un premier barrage en 1996. Elle en a maintenant 3 en service dans la province du Yunnan, où le Mékong est plutôt un puissant torrent, et poursuit à très grande échelle avec 3 barrages en construction et un ou deux autres projetés d'ici 2025.

Le Laos, qui a 2000 km de Mékong, a commencé à exploiter ses affluents, comme le font déjà la Thaïlande et le Vietnam, et comme le Cambodge s'apprête à le faire. Les projets se multiplient.

Barrer le Mékong ? Attention !

Il s'agit maintenant de tout autre chose dit M. Sin Niny: barrer le cours principal du fleuve. Les Chinois l'ont fait, les Laotiens, les Cambodgiens ont des projets ... mais là on s'inquiète: les conséquences sont très mal prévisibles, les études de faisabilité et d'impact sur l'environnement ne sont pas terminées.

Malgré l'existence de la Commission du Mékong, qui

regroupe les quatre pays d'aval, Laos, Thaïlande, Cambodge, Vietnam, malgré une certaine coopération de la Chine, l'information circule mal.

barrages en Chine : peu d'effets

Une idée fautive, qu'il faut dissiper: le niveau du Mékong dans son cours inférieur, au Cambodge, ne dépend pas des barrages que la Chine a construits, ou de façon faible, qui est évaluée à 16 %. Le volume de l'eau au Cambodge, 475 milliards de m³, dépend pour l'essentiel des affluents du fleuve, qui dépendent eux-mêmes du régime des pluies (...). Il faut comprendre que le phénomène est cyclique: il y a eu des niveaux très bas aussi en 1992, alors que les barrages chinois n'étaient pas construits, en 1998, en 2010. Les archives montrent qu'il y a eu de très fortes variations dans le passé. Il peut y avoir un phénomène exceptionnel tous les 50 ans ! C'est un «cycle fermé».

Au contraire, les barrages chinois, s'agissant du volume de l'eau, ont un effet nettement positif, dit M. Sin Niny: « les réservoirs retiennent les crues en saison des pluies, et diminuent les risques d'inondation en aval. En saison sèche, les barrages lâchent de l'eau, et contribuent à maintenir les niveaux. On peut dire que ces barrages sont utiles toute l'année ».

La vraie inquiétude: l'impact sur l'environnement

Ce qu'il faut étudier plus à fond, c'est l'effet des barrages du cours principal du Mékong sur l'environnement: modifications des cours d'eau, érosion, sédimentation, habitat, poissons, etc ... et là il faudrait des études conjointes. La Commission est très attentive à ces projets de barrages hydro-électriques. En novembre 2008 elle a organisé un forum auquel ont participé des chercheurs, des universitaires, des scientifiques, des ONG, des représentants des communautés ... Conclusion unanime: il faut être extrêmement attentif aux barrages concernant le cours principal du Mékong.

Sin Niny, No-287, 2010)

D'abord des informations et des études

On a la liste nominative des barrages en projet concernant le cours principal du Mékong, mais la Commission du Mékong, qui doit rassembler toutes les informations, n'a pas reçu des pays membres les informa-

barrages sur le cours principal du Mékong

projets envisagés (Comité National du Mékong)

Pak Beng	Laos	au fil de l'eau	1 230 MW	-
Luang Prabang	Laos	au fil de l'eau	1 410 MW	-
Xayaboury	Laos	au fil de l'eau	1 260 MW	-
Pak Lay	Laos	au fil de l'eau	1 320 MW	-
Sanakham	Laos	au fil de l'eau	570 MW	-
Pak Chom	Laos-Thaïlande	au fil de l'eau	1 079 MW	-
Ban Koum	Laos-Thaïlande	au fil de l'eau	2 330 MW	-
Lat Sua	Laos	au fil de l'eau	800 MW	-
Don Sahong	Laos	au fil de l'eau	360 MW	2015 ?
Stung Treng	Cambodge	au fil de l'eau	980 MW	-
Sambor	Cambodge	Au fil de l'eau	3 300 MW	-

tions concrètes, les études de faisabilité qui doivent obligatoirement accompagner toute notification concernant les projets de barrage.

Ainsi, pour le Cambodge, le projet de barrage de Sambor n'est pas officiellement notifié aux autres membres (...). Il en est de même pour le projet de barrage de Don Sahong le projet le plus avancé (voir p.13) et pour le projet de Stung Treng (en aval du projet de Don Sahong et des chutes de Khone). Les études de faisabilité en cours, chinoises pour le barrage de Sambor, russes pour celui de Stung Treng, reprenant des études faites dans les années 60—67, ne progressent pas beaucoup.

projets existants, en construction, et prévus

Avec trois barrages déjà construits et trois en construction, dont deux ouvrages majeurs, et un prévu (le projet Mengsong a été annulé) nous dit M. Sin Niny, la Chine est très en avance sur les autres pays riverains, dont les projets sont encore en cours d'études.

projets envisagés : s'agissant toujours du cours principal du Mékong, il existe dans les pays situés en aval, 11 projets : 7 laotiens, deux conjoints Laos-Thaïlande, et deux cambodgiens. Ce sont tous des barrages «au fil de l'eau». Les puissances installées sont très élevées, la plus forte est celle prévue pour le barrage cambodgien de Sambor: 3 300 MW.

Au total, la puissance installée de ces 11 barrages équivaut à celle des barrages chinois. (...) Les études de faisabilité sont en cours. Six de ces barrages sont en amont de Vientiane en gros à 1 500 km de la frontière du Cambodge, et ne concernent le Cambodge que faiblement. Ceux qui sont plus proches du Cambodge et sur le cours cambodgien du Mékong provoquent évidemment de très fortes défiances de la part des défenseurs de l'environnement, de l'écologie, de la pêche.

Le projet **Don Sahong** situé dans les chutes de Khone à 1 km en amont de la frontière Cambodge-Laos est l'un des plus avancés (cn 280), (...) la Commission du Mékong n'a pas encore donné son approbation, qui pourrait demander deux ans d'études supplémentaires. Ce barrage paraît particulièrement néfaste aux défenseurs de la vie aquatique. (*Don Sahong* : voir p. 13)

Pour les projets cambodgiens, Stung Treng et surtout

le très gros projet Sambor, 3 300 MW, on les étudie depuis des décennies ...

Barrages sur les affluents

Les projets sont très nombreux, 11 au Cambodge (dont deux seulement sont programmés), une trentaine au Laos, programmés jusqu'en 2015, sans compter 8 barrages en construction, à quoi s'ajoutent une quarantaine de barrages envisagés, 1 au Vietnam, qui a déjà réalisé 5 barrages sur le cours supérieur de la Se San et un sur celui de la Sre Pok, qui en construit actuellement 5 sur la Sre Pok et un sur la Se San. L'état des études de faisabilité est variable.

Au Cambodge, deux barrages sont programmés (il ne s'agit ici que du bassin du Mékong, les barrages prévus dans les Cardamomes n'en font pas partie). - Battambang 1, au fil de l'eau: 480 MW, pour 2016 - Lower Se San 2 + Lower Sre Pok 2: 400 MW, pour 2020. Sauf Battambang 1 et 2, ce sont tous des barrages de retenue. La puissance installée totale des 11 barrages prévus est de 6 010 MW.

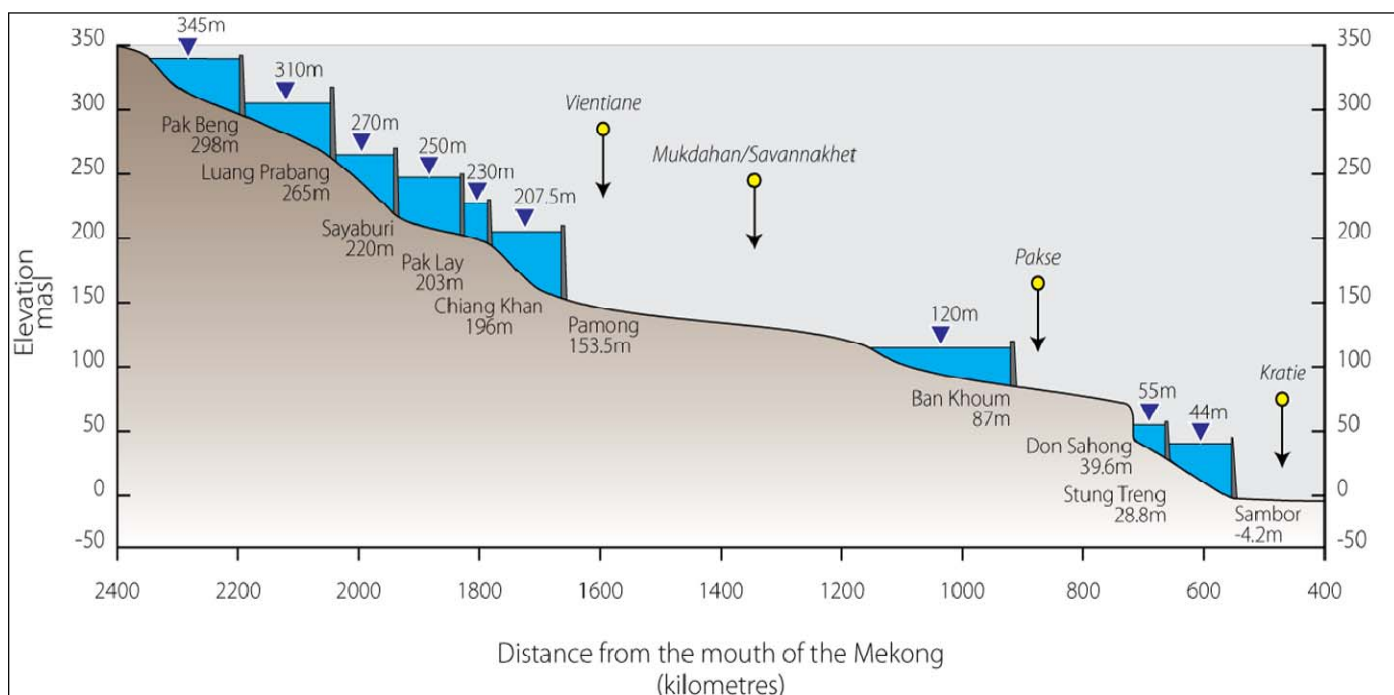
Au Laos, de 2012 à 2016, 29 barrages seront mis en service sur des affluents du Mékong, pour une puissance installée cumulée de 4 789 MW. Ce sont souvent des barrages de faible puissance, de 20 à 100 MW. Certaines rivières sont particulièrement sollicitées, comme la Nam Ou, avec 7 barrages avant de rejoindre le Mékong à Luang Prabang. (voir hydroélectricité au Laos p. 13).

Au Vietnam les barrages sont déjà construits ou en construction (cn 241, 251, 255). Reste un barrage prévu: Se San 4, avec 49 MW de capacité installée.

Au total selon les chiffres du Comité National du Mékong la capacité installée, cumulée, des barrages projetés par les pays situés en aval de la Chine, barrages sur le cours principal et barrages sur les affluents, atteindrait **20 832 MW**, dont:

-Cambodge	6 010
- Laos	14 773
- Vietnam	4,9.

Il ne s'agit pas là de chiffres définitifs, certains très grands projets ne seront peut-être jamais réalisés, et beaucoup de petits barrages pourraient s'ajouter aux listes ...



le barrage Lower Se San 2

Après de longs délais, la décision a été prise en conseil des ministres le 2 novembre 2012 que le projet de barrage dit *Lower Se San 2*, sur la Se San, important affluent du Mékong rive gauche, en amont de Stung Treng, sera construit. L'investisseur : la société *Hydropower Sesan 2* en joint venture avec le *Royal Group* cambodgien. Puissance installée prévue 420 Mw (5 x 80). (cn 265, 325).

En octobre 2015 il est réalisé à environ 30%.

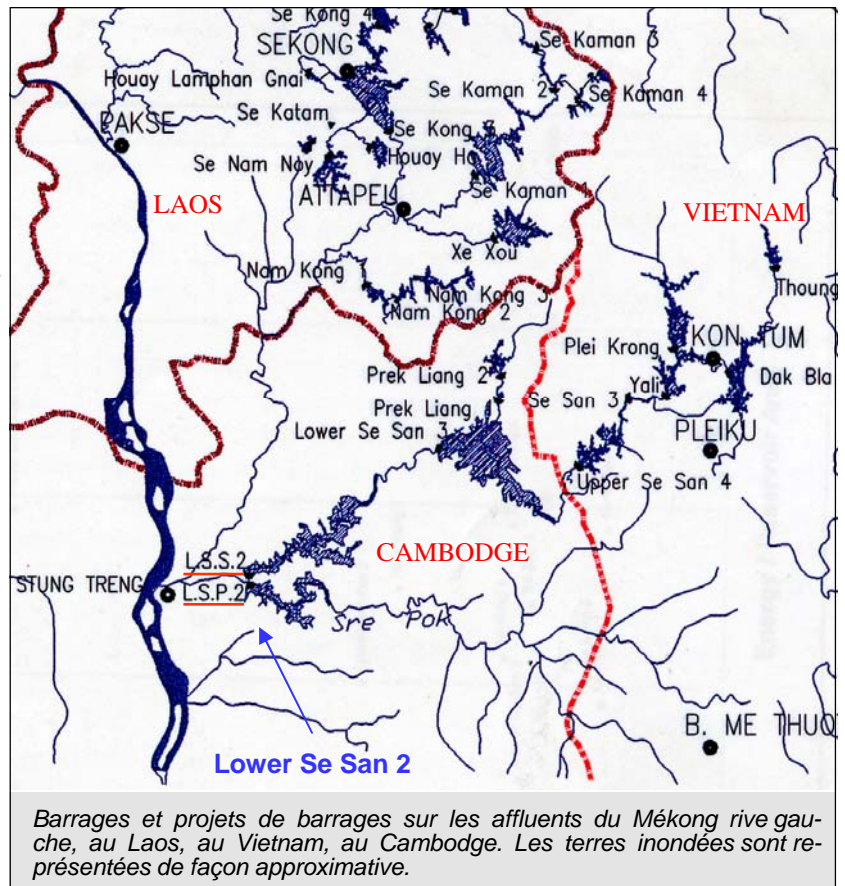
Il est très critiqué par les défenseurs des villageois, des pêcheurs et de leur mode de vie, de l'environnement, par les spécialistes de la pêche et des poissons.

Ce barrage va créer un lac de retenue de plus de 20 km de long (cn 263), l'inondation de 30 000 ha, le déménagement de 797 familles -environ 5000 personnes-; elles reçoivent chacune une maison, 5 ha de terrain et une compensation (rapport EDC 2013, Ty Norin; Victor Jona, cn 325). Mais beaucoup sont en désaccord.

Le barrage va affecter les migrations de poissons venant du Tonle Sap. Et il va diminuer les dépôts de sédiments en aval sur les rives du Mékong, affectant les revenus venant directement ou indirectement de la pêche de plus de 100 000 personnes. (voir nuisances des barrages p. 14).

L'argument décisif cependant est que ce barrage produira 400 MW, une importante contribution à la production d'électricité nationale.

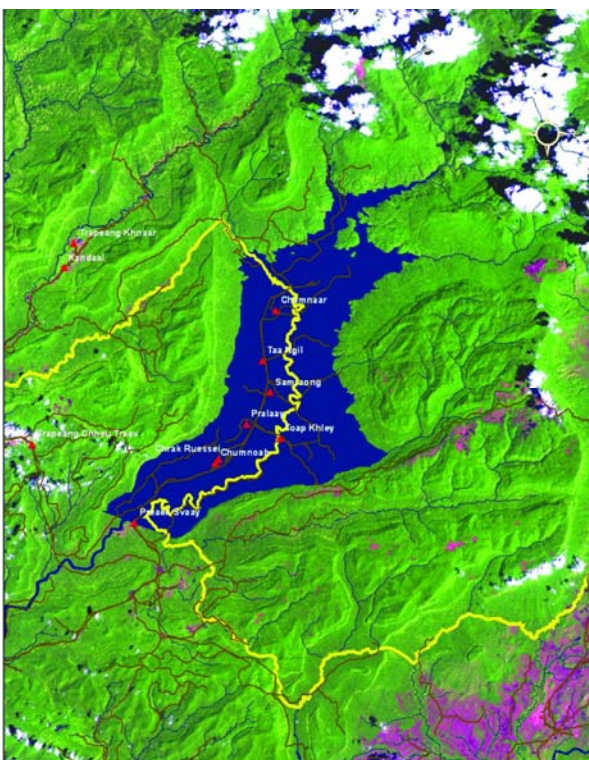
Pour le barrage de Prek Liang situé plus en amont sur la Se San, « l'étude de préféabilité est faite » (MIME).



Barrages et projets de barrages sur les affluents du Mékong rive gauche, au Laos, au Vietnam, au Cambodge. Les terres inondées sont représentées de façon approximative.

Barrages dans les Cardamomes

- **Stung Atay** 120 MW, en service, une ligne le relie à Ou Saom et au réseau à Pursat.
- **Stung Tatay** 246 MW (3 x 82 MW) : opérationnel en 2015, relié à Ou Saom et à Pursat
- **Lower Ruessey Chrum** 338 MW (2 x 103 MW et 2 x 66 MW) : est en service en 2015. Relié à la sous-station de Ou Saom et de là à Pursat (réseau EDC).



Ces trois barrages sont peu nuisibles à l'environnement : pas de population déplacée, et la végétation va regagner les pentes déboisées. Ils pourraient contribuer à développer l'éco-tourisme dans la région : vastes étendues forestières, relief, animaux, les lacs eux-mêmes pourraient favoriser la pêche ... pour l'instant ces barrages suscitent plutôt les critiques des défenseurs de l'environnement.

Ils sont accessibles par une route à partir de la route 48, à la sortie de Koh Kong. Et beaucoup plus difficilement par le nord à partir de Pramaoy.

L'électricité est conduite par pylones jusqu'à Au Som et de là à Pursat où elle rejoint le réseau.

- projet **Stung Chay Areang** 108 MW (3 x 36 MW) : la mise en service de ce projet chinois était prévue en principe pour 2017. A cause de beaucoup de résistances des villageois qu'il faudrait déplacer, six villages se trouvant noyés, et des protestations des écologistes, faune menacée (crocodiles du Siam, poissons-dragons notamment) le projet est remis à une date non fixée.

Projet de barrage de **Stung Chay Areang** on voit l'étendue du lac généré par le barrage et les villages qui seraient noyés. Ligne jaune : limite de la zone protégée des Cardamomes du Sud (SWEAC)

Laos : le projet Don Sahong

Le projet de barrage de Don Sa Hong, qui consiste à barrer l'un des bras du Mékong situé en plein dans les chutes de Khone, côté Laos, à 2 km de la frontière cambodgienne, pour alimenter une grosse centrale hydro-électrique suscite beaucoup d'inquiétudes. Ce projet lao-tien est étudié et financé par la société malaisienne *Mega First Corp.*

Énormes excavations, énormes dégâts

Comme le canal Hoo Sahong qui conduit au barrage n'a pas le débit suffisant pour assurer une production de 360 MW, le projet prévoit d'énormes excavations en amont de son embouchure pour créer un énorme entonnoir, et sur son parcours amont pour l'approfondir de 5 à 6 mètres et sur 2100 m de longueur.

Cela représente 1,9 millions de m³ de roche dure, soit la charge de 95 000 camions. Ou encore, sur la surface de l'aéroport de Vientiane, un volume d'une hauteur de 150 mètres. Il est prévu 3 phases, 1,6 millions de m³, puis 300 000 m³; enfin 60 000 m³. Une partie de cette roche sera utilisée pour le barrage lui-même, et pour les parois du canal. Cet accroissement de la capacité du canal Hoo Sahong va évidemment modifier les flux dans les autres canaux, et en particulier dans celui qui conduit aux chutes de Papheng, les plus belles du sud-est asiatique, très appréciées des visiteurs.

(source *Strategic Environmental Assessment, SEA pour l'International Center for Environmental Management, Hanoi, 2010*).
Cn 324 novembre 2013

Les plus fortes inquiétudes viennent des défenseurs des poissons, des pêches et des pêcheurs. Les effets de ces excavations seront très importants sur les poissons migrants : entre 50 et 80 % des poissons du Tonle Sap, au moins 58 espèces sont des espèces migrantes; ces migrations sont très importantes pour la population de poissons qui doivent pouvoir se déplacer entre leurs lieux de reproduction et leurs lieux de migrations.

Le barrage aura des effets très néfastes sur des espè-



Hoo Sahong photo Eric Baran

ces en danger d'extinction comme le dauphin d'eau douce, sur le régime des eaux du Tonle Sap; et sur les apports de nutriments aux cultures situées en aval.

Ian Baird, chercheur canadien, a présenté sur ce sujet en 2010 une recherche spécifique dont le Premier ministre a eu connaissance. Le représentant au Cambodge du *World Fish Center*, Eric Baran, a très clairement expliqué les raisons de son inquiétude (*interview c.n. 264* et son étude *Mekong Fisheries and mainstream Dams, SEA 2010*).

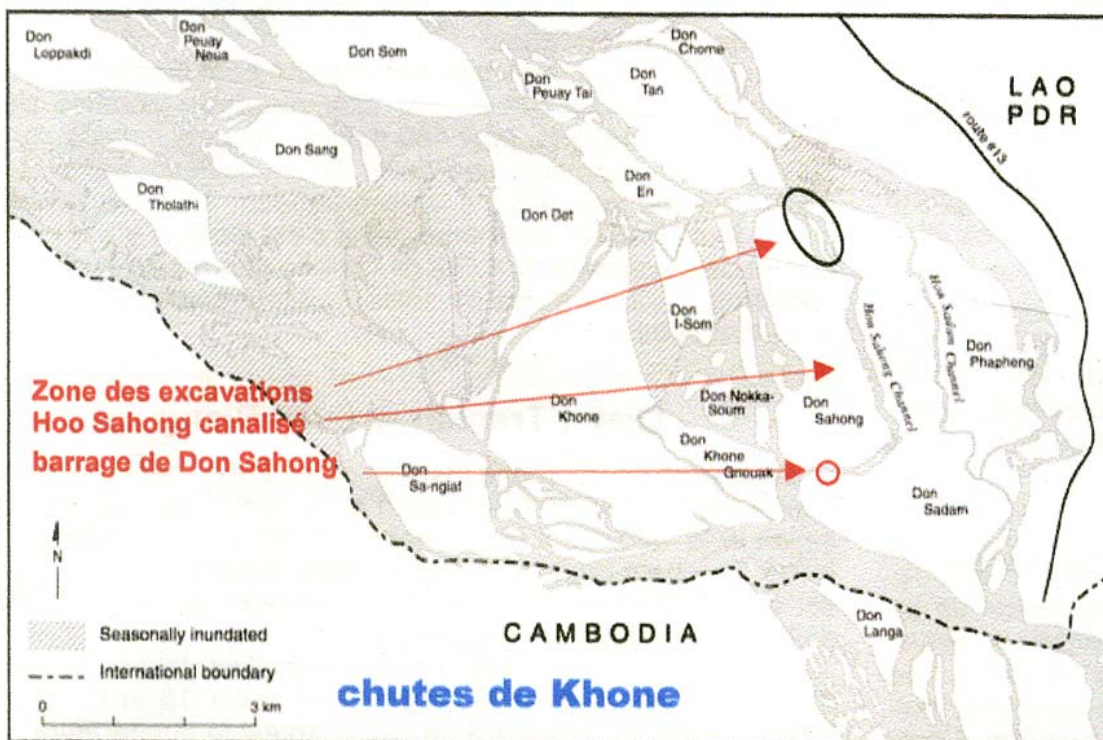
Le véto possible des pays d'aval

Dès août 2008 La Commission du Mékong a organisé un colloque à ce sujet, avec les représentants des quatre pays concernés, Laos, Thaïlande, Cambodge, Vietnam; il a attiré des centaines de participants, chercheurs, ONG, défenseurs de l'environnement ... « Un barrage sur le cours du Mékong ne peut se faire qu'avec l'approbation des autres pays riverains », rappelle M. Sin Niny, président de la Commission du Mékong (*cn 324, novembre 2013*). C'est l'article 5 de l'accord signé en 1995 par les quatre

pays sur la coopération durable du bassin du Mékong. Chacun des pays signataires a donc un droit de véto.

Les réticences de la Commission du Mékong et des pays concernés ont retardé les travaux. Pour combien de temps ? Il y a eu maintes rencontres, des demandes d'études supplémentaires, des négociations; elles ont été rompues en juillet 2015.

En octobre 2015, le Laos a annoncé que les travaux commenceraient en novembre.



Effets néfastes des barrages

Il y avait 16 barrages sur des affluents du Mékong en 2000, il y en aura 47 sur des affluents en 2015, 77 sur des affluents en 2030, et s'y ajouteront 11 barrages sur le cours principal du Mékong (dont 9 au Laos, et deux au Cambodge : Stung Treng et Sambor). Puissance installée 6 010 MW.

La pêche dans le bassin du Mékong atteint en année moyenne 2,6 millions de tonnes, soit entre 19 et 25 % de toutes les prises effectuées en eau douce dans le monde. Selon l'étude de la Commission du Mékong de 2010, si tous ces barrages étaient construits, en prenant en compte un corridor de 15 km de chaque côté du Mékong et les activités indirectes, transports, intermédiaires, commerce, ce sont 23,5 millions de gens qui dans les 4 pays de la RMC seraient affectés.

Au Cambodge où 57 % de la population vit dans ces corridors, 7,5 millions de gens seraient affectés. Le Vietnam perdrait 23 % de ses pêches en eau douce.

Mêmes inquiétudes pour les barrages sur les grands affluents du Mékong; ce sont des zones de reproduction et de nutrition d'où les jeunes repartent vers l'aval. Le système dit *des trois S*, Sesan, Srepok, Sekong semble jouer un rôle aussi important que le Tonle Sap dans ce système de migration.

Entre 40 et 70 % des prises effectuées dans le bassin du Mékong sont des poissons qui migrent sur de longues distances; plus de 70 % dans le bas-Mékong. La zone située entre Phnom Penh et Stung Treng est celle où les migrations sont les plus importantes.

Le Mékong est aussi le fleuve du monde qui présente le plus de bio-diversité, au total plus de 800 espèces dont 41 seraient menacés par la construction de ces 11 barrages.

Le poisson est vital pour les Cambodgiens

Alors que la consommation moyenne mondiale est de 16,4 kg par personne et par an, elle atteint 43 kg dans le

bassin du Mékong.

Les Cambodgiens sont particulièrement concernés. Le poisson couvre entre 65 et 80 % des besoins en protéines de la population. C'est 3 à 4 fois la production de cochons et 20 fois la production de poulets. C'est-à-dire que la diminution de la ressource poissons serait très difficile à remplacer. (cn 324, sources diverses)

Ils consomment 32 kg de poissons d'eau douce par personne et par an, en moyenne, et jusqu'à 76 kg autour du Grand Lac, c'est-à-dire plus de 8 fois plus que la moyenne mondiale.

Le nombre des gens concernés par les pêches autour du Tonle Sap et du Mékong en tenant compte des métiers générés par la pêche, transports, traitements, commerce ... atteint 4 millions de gens.

Si l'on construisait sur le cours principal du Mékong les 11 barrages en projet, 43 % des pêcheries existantes au Cambodge seraient condamnées.

Autres effets des 11 barrages : il y aurait une diminution de 10 à 25 % des apports d'eau au Tonle Sap dans les années sèches; les barrages retiendraient jusqu'à 50 % des éléments nutritifs en suspension dans l'eau, un appauvrissement pour les cultures situées en aval; il y aurait un retard dans les inondations qui pourraient atteindre un mois, l'étendue des surfaces couvertes diminuerait.

Sources : Seng Tiek, Country Director WWF Greater Mekong, Eric Baran World Fish Center, etc.. (cn 304)

Ces effets néfastes des barrages et le coût très élevé de leur construction pourraient contrebalancer leurs avantages estiment certains spécialistes, au point qu'à long terme l'énergie solaire pourrait être préférée à l'hydraulique. En 2015, au Cambodge, on en est encore très loin.

« Sur les avantages et les inconvénients sur le long terme des barrages hydroélectriques, de l'énergie importée, de l'énergie nucléaire, il appartiendra aux politiques de décider », dit M. Ty Norin président de l'EAC (cn 304)

Le Laos premier exportateur d'électricité de l'ASEAN ?

« Le Laos compte, fin 2014, 23 barrages en service de plus d'un mégawatt. Sur les 13 millions de kilowattheure produits en 2013 11 millions ont été exportés, pour un revenu de 483 millions de dollars.

Environ 44 000 kilomètres de lignes à haute tension diffusent à travers le pays l'énergie produite par ces barrages. Plus de 926 000 foyers, soit près de 86 % des foyers lao ont aujourd'hui accès à l'électricité (6 800 villages et 143 districts).

Laos : 90 % des familles auront l'électricité en 2020

« Selon les objectifs du gouvernement, 80 % des familles du pays auront accès à l'électricité d'ici 2015 et 90 % en 2020.

« Dans un proche avenir, le pays devrait largement couvrir ses besoins en électricité compte tenu des nombreux projets en cours de réalisation dans ce domaine, notamment ceux des barrages hydroélectriques Xénamnoy 1 et Nam Ngieub 3A, qui auront respectivement une puissance de 14,8 MW et 44 MW et dont la mise en service est prévue pour cette année 2014.

Viendront ensuite la mise en service en 2015, de la centrale thermique de Hongsa (1 878 MW), ainsi que celle des barrages de Nam Ngieub 2 (180 MW) et Nam Ou 2 (120 MW). Viendront s'ajouter en 2016 le barrage Xékhaman 1 (322 MW), ... (la construction de Xayaboury, 1 260 MW) est suspendue cn 304 janvier 2012).

Le barrage hydroélectrique Nam Theun 2, 1 088 MW, est le plus grand barrage au Laos (...).

« 8 nouveaux barrages hydroélectriques feront du Laos le premier exportateur d'électricité de l'ASEAN. Les ventes d'électricité deviendront à terme sa première source de revenus à l'exportation, devant les produits agricoles et le tourisme ».

La plupart des barrages concernent des affluents du Mékong, petits barrages dans le nord du Laos, ils ne soulèvent donc pas d'objections de la part des pays en aval. Mais les barrages sur le cours principal du Mékong inquiètent le Cambodge, surtout celui de Don Sahong, sur les chutes de Khone (...) (cn 327, voir p. suivante)

« Nous investissons également dans l'énergie solaire : 14 600 foyers, soit 1,5 % de l'ensemble du pays, en disposent déjà.

source Somphavanh Siramath, le Rénovateur du Laos, Vientiane, 23 décembre 2014.

Autres moyens de produire de l'électricité

Petite hydro-électricité Il s'agit de pico, micro ou mini hydro-électricité en fonction des puissances. On utilise de petites turbines d'origine chinoise qui alimentent un réseau villageois là où il y a une chute, un cours d'eau ... Il n'en existe que 2 ou 3 seulement au Cambodge, bien plus en Thaïlande, au Laos, en Chine.

L'étude de la Jica a repéré les sites –plus de 150– où pourraient être installées de mini ou micro générateurs d'électricité.

Elle signale des systèmes très frustes (une hélice entraînée par une chute d'eau d'1 m de hauteur, ou par le courant d'un petit canal dérivé et un mini-générateur), produisant 0,5 à 1,5 kW; matériel fabriqué en Chine et au Vietnam, vendu de 150 à 400 dollars. Elle montre comment avec un canal dérivé d'une rivière on peut, dans un terrain montagneux, utiliser une succession de chutes d'eau.

Ajoutons que sur certaines rivières on peut voir des norias très bien construites avec des moyens locaux qui relèvent l'eau et irriguent des rizières. Avec le même savoir-faire local, on pourrait probablement créer des mini-centrales au fil de l'eau.

Source Dr Sat Samy, cn 283 janvier 2010

Et l'hydrogène ?

C'est sans doute l'énergie de l'avenir. Pas de pollution, et un coût très faible. Les recherches sont très actives.

Dans le graphique ci-dessous on voit le principe : une unité d'hydrolyse utilise de l'eau et de l'électricité (qui peut être solaire), elle transforme l'eau en hydrogène et en oxygène.

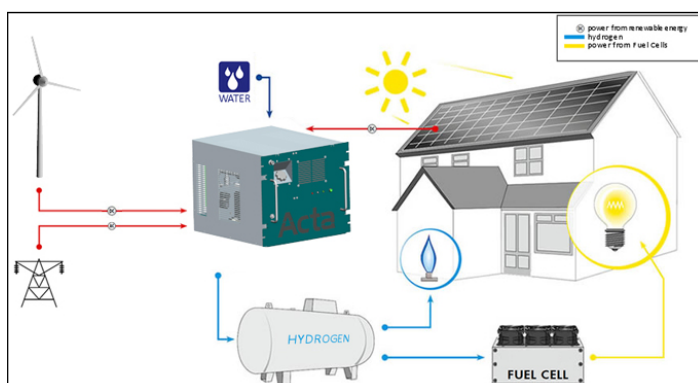
L'hydrogène est envoyé dans un réservoir à la pression de 30 bars et de là, à la demande, à une « fuel cell » qui produit de l'électricité, soit haute soit basse tension.

L'hydrogène peut servir aussi au chauffage, ou à faire la cuisine. La société italienne *Acta Spa*, parmi d'autres, propose une installation au point, prête à être utilisée, avec une documentation détaillée.

Intérêt de cette énergie : aucune pollution, frais très réduits, pas de batterie, pas d'entretien, le système se recharge tout seul avec de l'eau distillée.

Les recherches sont actives, on approche d'une utilisation pratique, par exemple des voitures avec un moteur à l'hydrogène.

Source : Dieter Trenker, documents. *Acta Spa*



Et l'énergie nucléaire ?

Ty Norin, président de l'EAC, en 2012:

«A long terme, avec l'augmentation de la demande, nous n'échapperons pas à l'énergie nucléaire parce qu'il n'existe pas d'autre solution si nous voulons être indépendants et si nous voulons éviter la pollution des centrales au charbon.

« Pour le nucléaire, les délais sont extrêmement longs, au moins 10 ans ! Non seulement il faut former des gens compétents, mais il faut créer une réglementation, une législation, des institutions, ... Et un point très important : à quel pays s'adresser pour nous accompagner dans cette grande entreprise : la France ? La Corée ? La Russie ? Les Etats-Unis ? Nous sommes encore très loin de la décision ». (cn 304, janvier 2012)

Une hypothèse a été formulée : que les centrales nucléaires projetées par le Vietnam permettent au Cambodge d'acquiescer de l'électricité bon marché et sans les risques liés au nucléaire. Des 5 centrales envisagées par le Vietnam, une première centrale, 2 unités, 2000 MW, devrait être opérationnelle en 2023 nous dit un expert russe. Mais il ajoute : même avec ces centrales le Vietnam n'aura pas de surplus à exporter. D'autre part, au MIME, on écarte complètement cette hypothèse : l'objectif est de produire au Cambodge même l'électricité répondant à la demande, de ne pas dépendre de l'étranger.

On peut signaler une approche de la société russe *Enx, Rosatom*, en novembre 2015, pour aider le Cambodge à construire une centrale nucléaire. On construirait d'abord un réacteur de recherche et de formation. « Ce n'est pas encore un projet » nous dit l'expert russe.

« L'énergie nucléaire au Cambodge ? Pas avant 2026 ou 2027 » nous dit Victor Jona en novembre 2015.

Économies d'énergie: les lampes LED il y a de très importantes économies d'énergie à faire en changeant de matériel: au lieu de tubes fluorescents classiques, qui consomment en début de vie, environ 43 watts (36 watts, plus le ballast de 4 à 8 watts), et davantage ensuite, on peut s'éclairer avec des tubes du type LED qui consomment de 40 à 60 % moins, la consommation passant de 45 à 25 watts.

Il existe deux longueurs, une gamme de couleurs, diverses qualités d'éclairage et de design (usage extérieur ...). C'est particulièrement intéressant pour les gros consommateurs, les usines de confection par exemple qui peuvent avoir 2000 tubes, pour les administrations, les bureaux, les ateliers, les usines ... L'économie réalisée pour 1000 tubes, pendant un an (365 jours, 12 h par jour), à 0,10 \$ le kWh, est de 8 760 \$.

Une autre formule: les lampes compactes, 200 watts au lieu de 250 pour les lampes traditionnelles, font réaliser aussi d'importantes économies d'énergie (...). Ces lampes sont particulièrement adaptées pour les hôtels, les restaurants, les bars, l'éclairage d'une statue, le marquage au sol...

On fait des économies plus importantes encore, dit Richard Vaillant, en remplaçant les spots halogènes, qui consomment 50 watts par des minispots LED qui en consomment 3 et durent de 40 à 50 000 heures (provenance Malaisie). Autres avantages: ils ne produisent pas de chaleur, ils ne contiennent pas de mercure.

source Richard Vaillant Comin Khmère, cn 290

Du pétrole, du gaz ?

Le point sur les recherches

Jusqu'à présent ni pétrole ni gaz au Cambodge

Le fait le plus important, en novembre 2015, est que l'on n'exploite encore ni pétrole ni gaz d'origine cambodgienne.

En a-t-on trouvé ? Les professionnels, dans le secteur public (MIME, *Autorité Nationale du Pétrole*), comme dans le secteur privé, ne s'expriment plus comme ils le faisaient autrefois. C'est sans doute que l'on n'a fait aucune découverte d'importance commerciale. Lorsqu'il y a une découverte, la société concernée diffuse un communiqué qui fait foi.

Le domaine du pétrole est très peu transparent, et délicat à cause de la très forte baisse des prix du baril - arrivée du pétrole américain, ralentissement de la croissance chinoise, techniques qui réduisent la consommation, utilisation croissante d'énergies de substitution ...

Il faut distinguer la recherche et la distribution.

Zones cambodgiennes off-shore Men Den directeur de la CNPA

Au Cambodge, concernant la recherche, le dernier point a été fait en 2013 par le directeur de la CNPA, *Autorité Nationale du Pétrole* M. Men Den (cn 317).

Peu d'activités sont prévues pour 2013 nous dit M. Men Den. La compagnie chinoise CPHL prévoit de forer deux puits dans le **bloc D** (voir carte). Aucune autre compagnie ne prévoit de forage. On est dans une période plutôt calme.

Chevron qui a déjà foré 18 puits dans le **bloc A**, est en négociations pour atteindre la phase dite de *développement*. Il s'agit d'abord d' *early oil field development*, on en est à cette première étape. Il faut beaucoup de documentation, de négociations. Lorsqu'on parviendra à un accord, qu'il y aura *approval*, on passera à l'étape suivante dite *later oil field development*.

Chevron a le projet de forer 24 puits dans la zone dite «*Apsara*» où la compagnie a trouvé en 2004 des traces, «*technical discovery*», intéressantes mais en quantités non commercialisables (cn 227).

On s'interroge sur l'importance des réserves: «*il n'y a encore aucune estimation. Dans cette zone très fragmentée*, dit M. Men Den, *il faudra faire beaucoup de puits, et les estimations devront être faites puits par puits*».

«*Ce sont des opérations à haut risque. Dans ces zones cambodgiennes on parle d'une production par puits de 600 barils / jour d'une huile visqueuse qu'il est difficile d'extraire. Au Moyen Orient un puits peut produire 10 000 barils / jour, c'est-à-dire qu'il faut forer ici 20 à 30 puits pour obtenir la même quantité !*».

En tous cas il est trop tôt pour donner une estimation des réserves et des coûts.

Dans le **bloc F**, proche de la côte : on réétudie la situation à partir des documents existants. Dans le **bloc C** : aucune activité, ni dans le **bloc E**. «*Oui, on reste opti-*

miste pour les blocs A,B,C,F, dit M. Men Den. *Pourquoi les opérations avancent si lentement ? C'est à cause de la crise, et parce qu'il n'y a pas encore assez d'informations,*

«*On met maintenant de grands espoirs dans les zones on-shore elles «récupèrent les espoirs que l'on a mis dans la zone maritime et qui sont aujourd'hui un peu en berne*».

(Men Den cn 317, 2013)

Zones contestées : la zone III à Total Cambodge ? J.P. Labbé

Voici ce qu'en disait en septembre 2008 J.P. Labbé, directeur de *Total Exploration et Production* : «*Dans la zone off-shore cambodgienne il n'y a rien à faire pour nous Total, tous les blocs sont attribués.*

«*Pour la zone «overlapping», contestée, les discussions vont à leur rythme. C'est une zone plutôt réservée aux plus grandes compagnies, parce qu'il faudra beaucoup de moyens techniques et financiers. Elle serait plutôt gazière; il s'agira de grosse industrie. Le gaz pose des problèmes de stockage. Il faut le liquéfier, créer un « train de liquéfaction », des installations importantes. Les Thaïlandais s'interrogent actuellement sur un terminal de gaz liquéfié ...*» (cn 268).

L'exploration de la « zone III », 2 430 km², située dans la zone contestée, a été en principe attribuée à *Total*.

«*L'annonce en a été faite par le Premier ministre Hun Sen lors de sa visite à Paris les 13 et 14 juillet 2009* disait J.P. Labbé en 2009, *la signature du contrat, aboutissement de trois ans de négociations, est imminente (...)* (cn 279 août 2009).

Il apparaît en mars 2013 que le contrat n'est toujours pas signé. «*Il y a accord de principe, mais pour le contrat il faut attendre l'accord Cambodge—Thaïlande sur la frontière maritime*» (Men Den cn 317). Tant que ce contrat n'est pas signé il est évidemment impossible de faire de l'exploration.

Zones contestées pas de production avant au moins 2023 Men Den, J.P. Labbé

Les discussions entre le Cambodge et la Thaïlande ont commencé il y a plus de 40 ans; les premières revendications cambodgiennes datent de 1971, celles de la Thaïlande de 1973, rappelait en 1997 M. Men Den, directeur de la *Cambodia National Petroleum Authority* (cn 83). La première réunion de la *Commission khméro-thaïlandaise pour le développement conjoint des ressources pétrolières* a eu lieu les 27 et 28 avril 1995 (cn 52 juin 1996). [il y a donc plus de 20 ans en novembre 2015, ndlr]. On peut rappeler que les négociations entre la Malaisie et la Thaïlande pour une exploitation conjointe ont duré 15 ans.

A partir de la signature de ce contrat imprévisible avec le gouvernement cambodgien il y aura encore plu-

sieurs longues étapes, expliquait J.P. Labbé en 2009:

- une phase d'exploration, qui dure toujours de 5 à 7 ans. Dans le cas de cette zone III il y a des facteurs favorables, par exemple la profondeur de l'eau qui n'est pas considérable, aux environs de 100 m. Autre facteur favorable : notre zone jouxte des zones déjà productives qui ont de bonnes chances de se prolonger côté cambodgien. D'autres facteurs sont moins favorables : il s'agit d'un sous-sol fragmenté, il faudra donc certainement faire beaucoup de puits, le coût sera élevé.

- une phase de développement, qui dure 3 ans.

- enfin la phase de production qui ne pourra donc intervenir que 10 ans après la signature du contrat. En supposant que l'accord entre le Cambodge et la Thaïlande sur les eaux maritimes intervienne en 2013, la production dans la zone contestée ne pourrait donc pas commencer avant 2023. [soit, à partir de 2015 : 2025]

Cette hypothèse est d'ailleurs tout à fait invraisemblable, les négociations « progressent très lentement à cause de désaccords du côté thaïlandais » (ou bien pourrait on dire qu'elles sont au point mort ?). Il est donc impossible de prévoir la date d'une éventuelle production de pétrole ou de gaz dans cette zone contestée. Reste aussi la question du partage de cette production.

« Il faut, disait J.P. Labbé en 2009 une *Joint Development Authority*, et créer avec les sociétés qui jouxtent notre zone côté thaïlandais, c'est-à-dire Chevron et Mitsui, un consortium qui se trouvera sous l'autorité de cette *Joint Authority* ». (Cn 279 août 2009)

Six ans après, en 2015, il n'y a pas de progrès.

Les zones on-shore

Le bloc 26 attribué à Total Cambodge ?

«Ce sont des régions longtemps délaissées, considérées comme peu prometteuses, qui n'ont jamais été étudiées jusqu'à aujourd'hui », disait J.P. Labbé en 2009. Il venait de signer, en principe, l'attribution à Total Cambodge du bloc 26, on-shore, 22 000 km² (cn 279).

« Il y aurait un « bassin de Kompong Saom » (côté terre et côté mer du littoral) et un « bassin du Tonle Sap » avec plusieurs sous-bassins. Le Tonle Sap lui-même est zone protégée.

« Il est certain que cette exploration est très risquée. Total l'entreprend parce qu'après avoir exploré les régions les plus accessibles du globe l'industrie pétrolière doit maintenant explorer les zones complètement ignorées, ou plus difficiles d'accès, très profondes, ou très froides, ou encore avec des techniques nouvelles exploiter les sables bitumineux du Canada ».

Il prévoyait à l'époque pour cette zone 26 des études de gravimétrie, suivies d'études sismiques réalisées à partir de bateaux (dans les milieux très humides on envoie des « bulles d'air » et on recueille l'écho).

J.P. Labbé, cn 279, 2009

En octobre 2015 Total Cambodge ne souhaite pas s'exprimer sur cette question pas plus que sur les autres activités de la société.

2015 : incertitudes

Depuis 2009 la situation pour cette zone on shore a changé nous dit M. Men Den en 2013 :

- le contrat Total/Gouvernement pour la zone 26 n'a pas encore été signé. « Total ne s'est pas encore décidé ».

- le très vaste bloc 26 a été modifié, diminué d'environ la moitié côté Ouest (la limite est une ligne nord-sud partant approximativement du point frontière Cambodge-Vietnam sur la côte et rejoignant au nord le bloc 16 à hauteur des caractères XVI (voir carte -qui ne comporte pas cette modification).

- la compagnie Petro Vietnam, PVEP, explore le bloc XV, des études sismiques sont en cours.

- la compagnie japonaise JOGMEC explore le bloc XVII, elle a réalisé des études sismiques.

- une raffinerie serait construite au bord de la mer, dans l'Est de Veal Rinh (jonction de la RN3 et de la RN4).

Cette raffinerie, comme le projet d'EDF d'usine thermique au gaz, dépend évidemment de la nature et de l'importance des découvertes.

Il faut considérer aussi que la Thaïlande et le Vietnam ont des capacités de raffinage, ont leurs propres projets dans ce domaine (source (NPA).

Men Den, cn 317, 2013

Distribution

le réseau remplace les générateurs

JOHN WILSON

directeur général de Total Cambodge

En matière d'énergie, le changement que l'on va voir au Cambodge, que l'on commence à voir, c'est la liquidation des générateurs. Les grands hôtels par exemple, que ce soit à Phnom Penh ou à Siem Reap, utilisent beaucoup nos produits, en particulier du diesel, pour faire tourner leurs générateurs, leurs groupes électrogènes. Mais certains ont commencé à se fournir chez EDC et ne se servent plus de leurs groupes qu'en cas de pépin. Beaucoup prévoient de faire le changement dans les mois à venir, ou dans un à deux ans.

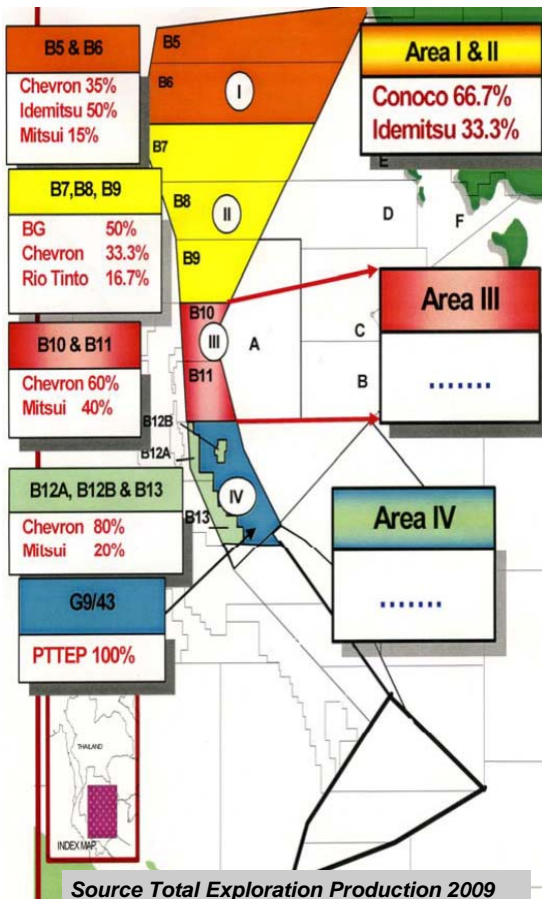
Conséquence pour nous Total: il faut chercher ailleurs pour vendre nos produits, par exemple du côté du transport, un secteur en croissance, du côté de la construc-

tion, avec une forte croissance de l'immobilier, des infrastructures, avec le réseau routier –après les routes principales ce sont maintenant les routes secondaires-, ... ce sont des marchés qui arrivent.

A plus long terme, nous pouvons compter toujours sur le transport, et de plus en plus sur l'industrie. La consommation d'énergie va augmenter, mais pas forcément celle de carburants: on les utilise dans les chaudières, les brûleurs, que ce soit le GPL, le diesel, et autres, mais je pense que les approvisionnements en énergie vont venir de plus en plus de l'électricité du réseau.

On voit de plus en plus de centrales thermiques autour de Phnom Penh et c'est grâce à cela que EDC a maintenant un système qui tient la route. La montée des prix des carburants a joué un rôle dans le passage à l'électricité du réseau -mais EDC aussi a subi cette montée puisqu'elle fabrique son électricité à partir de diesel ou de fuel. Ce qui pousse les consommateurs vers EDC, c'est les prix, mais c'est aussi la fiabilité.

John Wilson, cn 249, 2007)



Oui, le contrat d'exploration de la zone III a été signé

S'agissant du contrat de *Total Exploration* dans le Golfe de Thaïlande, oui, il a été signé avec le gouvernement cambodgien, pour explorer un champ off-shore situé dans la zone contestée entre la Thaïlande et le Cambodge (2 430 km², la «zone 3» (voir carte).

Nous avons un contrat pour 10 ans. Mais tant que les gouvernements n'ont pas réglé le problème des eaux territoriales, on ne peut commencer aucune exploration. Ce que j'espère c'est qu'avec le changement de gouvernement en Thaïlande, le rapprochement entre la Thaïlande et le Cambodge au moins politiquement sur ce sujet-là, va conduire à un accord parce qu'il est un peu triste pour les deux pays que cette possibilité de gain en argent reste indisponible, et alors que les deux pays ont besoin d'énergie.

Martin Mc Carthy, Total Cambodge, cn 303 déc. 2011

La profession manque de normes

Le plus grand problème pour ce qui concerne notre métier: le Cambodge n'a pas de normes: la construction, le développement, la gestion des installations pétrolières, stations service, stockage ... ça n'existe pas.

L'absence de règles peut amener des problèmes avec le régulateur, la *National Petroleum Authority*. C'est la NPA qui demande de l'assistance pour développer une réglementation, et nous travaillons avec elle pour l'aider à établir des règles, des normes, pour avoir un cadre.

Martin Mc Carthy, Total Cambodge, cn 303 déc. 2011

historique

recherches 1993—1997

« très encourageantes »

Men Den NPA

Depuis que les travaux d'exploration ont repris en 1993, après 20 ans d'interruption (Elf avait foré deux puits sans succès dans les années 70), jusque vers fin 1995, quatre puits ont été forés dans 3 des 4 blocs attribués :

- *Enterprise* a foré deux puits et découvert du gaz et des condensats dans son puits Angkor 1, situé dans le bloc 11; elle a réalisé une étude sismique en trois dimensions.

- *Campex* (bloc III) a trouvé un peu d'huile dans son forage Apsara 1 et a eu un forage sec : Devada 1; un autre forage doit être réalisé en août.

- *Premier* a fait la meilleure découverte avec son puits Kao Tang 1, dans le bloc IV. : 1 100 barils/jour (non commercialisable toutefois). Elle a réalisé une étude sismique en trois dimensions sur 550 km² (environ 3 millions de dollars).

Ces forages ont été très encourageants puisque 3 sur 4 ont trouvé quelque chose (moyenne mondiale : 1 sur 8). On a pu déterminer un « bassin khmer » d'environ 70 km sur 20, assez semblable à d'autres bassins productifs dans le Golfe de Thaïlande.

Les puits sont forés à partir d'un navire de forage au-dessus de 40 à 70 m d'eau. Profondeur des puits : de 3000 à 4000 m. Chaque forage coûte de 7 à 10 millions de dollars.

Enterprise Oil avait organisé en mai 1996 pour quelques journalistes la visite du bateau de forage réalisant le puits dit Preah Khan à environ 150 km des côtes cambodgiennes.

En 1996 *Enterprise Oil* fore au moins deux puits nouveaux, un dans chacun de ses deux blocs. Au puits Da 1, des traces d'hydrocarbures ont été trouvées; Da1 a été arrêté à 4 km de profondeur et abandonné. Un autre puits Preah Khan dans le bloc II sera arrêté très prochainement à 3 500 m de profondeur. (cn 52, juin 1996)

En 1997 nouvelle phase

Men Den, NPA

« Une seconde phase d'exploration va commencer : nouvelles compagnies, nouvelles surfaces, nouvelles concessions.

la zone contestée

« Cinq sociétés sont intéressées par l'exploration pétrolière dans la zone maritime contestée par le Cambodge et la Thaïlande (blocs 27. 28. 29. 30. 31 et 32) : *Conoco* (Etats-Unis), *BHP* (Australie), *Enterprise Oil* (Grande Bretagne), *Idemitsu* (Japon), *Inpex* (Japon)

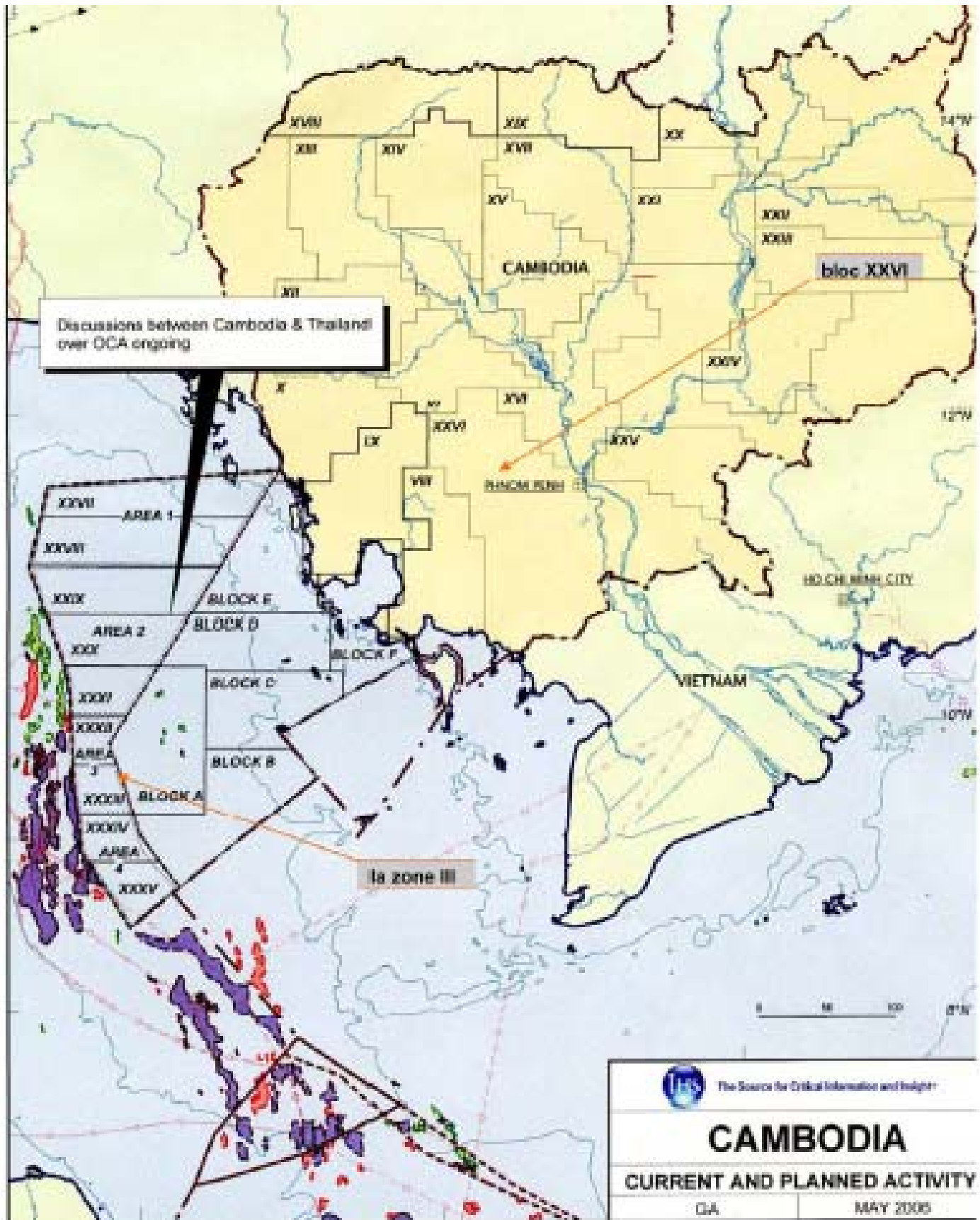
« Pour cette «zone contestée», les études sismiques ont été réalisées.

« Des contrats «conditionnels», prévoyant le partage entre le gouvernement cambodgien et les compagnies exploratrices des bénéfices des découvertes éventuelles ont été mis au point sur la base 50/50. La signature est intervenue le 24 novembre.

« En échange de ces concessions conditionnelles, le gouvernement cambodgien reçoit des «droits», dont le montant total sera de 36, 8 millions de dollars.

« Sur cette somme, 9,3 de «bonus» sont versés en 1997. Le reste : seulement si un accord intervient entre le Cambodge et la Thaïlande, et que les forages deviennent ainsi possibles

« Les négociations sur la délimitation des eaux territo-



HISTORIQUE suite

riales entre le Cambodge et la Thaïlande ont commencé il y a 25 ans. La revendication thaïlandaise date de 1973, celle du Cambodge de 1972.

« Pour tenter d'accélérer les choses du moins dans le secteur pétrolier, l'idée est maintenant de créer une *Joint Authority Thailand Cambodia* (JATC). C'est cette Autorité qui décidera à quelles compagnies seront attribués les blocs, pour une durée de 10 ans.

« Entre Thaïlande et Cambodge, la répartition des découvertes sera faite 50/50. Ensuite chaque pays partagera ses 50 % avec la (ou les) compagnie ayant effectué et/ou exploitant la découverte, selon des contrats spécifiques (...). [suivent : les projets pour les blocs 1 à 7]

(Men Den, CN n°83, 1997)

Depuis cet article de 1997, bien d'autres ont suivi la situation de la recherche pétrolière, témoignant d'une certaine déception, par exemple « Pétrole : on s'interroge » (n° 257 octobre 2007); « Du pétrole ? Du gaz ? » (cn 317, 2013), ...

DISTRIBUTION DU PETROLE

Les six éléments qui composent le coût de l'essence

Stéphane Dion

General manager de Total Cambodge (2010)

Le prix sur le marché international: tous les produits pétroliers consommés au Cambodge sont importés de l'étranger, achetés sur le marché international. Les prix internationaux de référence, pour la région, sont ceux qui sont fixés tous les jours ouvrés à Singapour (cotation *Mean Of Platts, MOPS*). Le prix des carburants à la pompe se construit donc en premier lieu à partir de cette référence. Parmi les éléments constituant le prix des carburants, le principal élément variable est bien sûr ce prix international qui connaît des fluctuations plus ou moins fortes selon la situation d'équilibre ou de déséquilibre de l'offre et de la demande mondiale et régionale de produits raffinés. Comme le niveau de la consommation mondiale est très proche de celui de la production, tout événement provoque une réaction instantanée, les prix s'envolent. Non il n'est pas possible de constituer des stocks importants, il faudrait des réservoirs trop gigantesques: la Chine par exemple consomme 9 millions de barils par jour !

- le coût de **transport «primaire»**, c'est-à-dire d'acheminement des produits depuis la Thaïlande, le Vietnam, Singapour, etc ... vers le Cambodge. Nos installations de stockage se trouvent au bord du Mékong, entre Phnom Penh et Neak Luong, et sont ravitaillées par des barges. Il serait sans doute plus économique d'avoir un stockage ravitaillé par des bateaux plus importants, il faudra un jour envisager de déplacer ces moyens de stockage au bord de la mer.

- les **droits de douane** payés au gouvernement cambodgien. Ils sont fixes, c'est-à-dire un montant forfaitaire par type de produit (environ 300 dollars la tonne pour l'essence), indépendamment du niveau relatif du prix international, à la différence d'autres pays où les droits de douane sont proportionnels au prix de base. Il n'y a pas de subvention du gouvernement aux compagnies pétrolières qui aurait pour objectif de diminuer les hausses des prix à la pompe.



Photo A. Casquel

- le coût du **stockage, d'opérations, de transport secondaire** (c'est-à-dire vers les stations-service) etc ... Le niveau des stocks est imposé par la loi et correspond en gros à un mois de consommation. Le coût du stockage et d'opérations est relativement fixe. Les coûts de transport (primaire et secondaire) varient dans une certaine mesure avec le prix des produits pétroliers eux mêmes.

- **la marge** des distributeurs. Les compagnies s'efforcent de préserver un niveau de **marges** stable.

- **la TVA** de 10 %: elle est proportionnelle au prix hors TVA.

la compétition entre les distributeurs

En matière de stations-services il y a quatre opérateurs principaux au Cambodge; deux compagnies locales, *Sokimex* et *Tela*, et deux compagnies internationales, *Total* et *Caltex*.

La compétition ne porte pas sur les prix ... Contrairement aux idées reçues ou propagées à dessein, la compétition ne porte pas sur les prix. Il n'y a pas de différence entre les prix à la pompe de ces quatre acteurs. Si l'on considère la période du 1er janvier au 27 mai 2010, l'écart de prix entre Total et ses concurrents, mesuré sur la base d'un relevé quotidien des prix, a été de 0,1 % cent à - 0,3 % cent par litre pour l'essence. *Total Excellium 95* a affiché en moyenne un prix supérieur de 1 à 1,3 cent par litre au prix des produits concurrents, soit 0,9 % à 1,2 % d'écart, ce qui reste marginal. Si l'on considère que l'*excellium* permet une réduction de la consommation des véhicules d'environ 4 %, il est le carburant au meilleur rapport qualité/prix.

... mais sur la qualité des produits ... avec par exemple un carburant comme l'*excellium* qui réduit la consommation, augmente la performance des moteurs, réduit la pollution. La qualité concerne aussi tous les produits, qui proviennent tous de sources bien établies, de qualité constante, ayant acquitté 100 % des droits de douane et ne faisant l'objet d'aucun mélange.

... et sur les quantités Les pompes en général sont réglées, «calibrées» avec une plus ou moins grande précision. Total calibre toutes ses pompes tous les 3—6 mois et garantit qu' «un litre est un litre» et non pas 0,97 ou 0,98 litre.

... sur le service dans les stations-service Un élément de différenciation majeur est la qualité du service. Total déploie en permanence des programmes de formation de ses employés et conduit régulièrement des «visites mystère » des stations (les nôtres et celles de nos concurrents) évaluant la qualité des services sur plusieurs dizaines de paramètres afin d'apporter à nos clients un avantage en la matière.

... sur divers autres services comme les boutiques Bonjour, la carte de paiement *Club Card*, les ateliers de vidange rapide (*rapid oil change*), le GPLc que nous avons lancé dernièrement à notre station de Pochentong, etc ...

... sur les promotions Les cadeaux instantanés, les tirages au sort, peuvent constituer un élément de différenciation. «*Je signale avec amusement*, dit Stéphane Dion, *que suite à notre promotion Total Grand Prizes sur le quatrième trimestre 2009, dotée d'une voiture, de motos et de nombreux autres prix, Caltex puis Sokimex ont l'un comme l'autre lancé au premier semestre 2010 une promotion répliquant rigoureusement la nôtre !* ».

D'autres activités

La distribution des carburants dans les stations-service constitue notre activité la plus visible, mais il en

existe d'autres:

- **les lubrifiants**, c'est un secteur où nous sommes en pointe, parmi une trentaine de marques. La qualité du service, le conseil, jouent un rôle important.

- **le carburant pour les avions**: il n'y a là que deux compétiteurs, PTT et Total. C'est un secteur qui a un gros potentiel, compte tenu de l'énorme potentiel touristique du pays.

- **le gaz GPL**: c'est un marché très difficile, avec de mauvaises pratiques (bouteilles sous-remplies ...), qui manque de régulation, qu'il faudrait assainir.

- **la fourniture de fuel, de diesel** aux hôtels, aux usines, ... c'est un marché très compétitif, où les marges sont très faibles.

Des efforts pour l'image

Les distributeurs font beaucoup d'efforts pour se faire connaître, pour soigner leur image: positionnement et visibilité des stations-service, publicité, sponsoring de compétitions, ...

Peut-on en mesurer l'effet ? - le fameux slogan «*location location, location !*», vrai pour tout commerce de détail l'est aussi pour les stations-service. Mais les

consommateurs ont aussi des attentes en matière de services, de comportement des entreprises, etc... En ce qui concerne Total nous réalisons tous les ans une étude indépendante qui mesure l'évolution de notre marque en termes de notoriété, d'image, etc... Nous savons ainsi que notre campagne excellium a été perçue positivement mais n'a pas atteint tous les consommateurs.

Les énergies nouvelles au Cambodge

Le groupe Total s'intéresse depuis longtemps à ces énergies complémentaires aux hydrocarbures; en particulier, depuis 1983, à l'énergie solaire photovoltaïque.

Nous n'avons pas encore de projet concret dans ce domaine au Cambodge mais nous avons des contacts préliminaires, notamment avec notre filiale à 50 % *Tene-sol*, spécialisée dans la fabrication, la commercialisation et l'exploitation de systèmes solaires photovoltaïques. «*Nous en sommes aux préliminaires, il n'y a pas encore de calendrier, mais nous pourrions mener un projet pilote dans les quelques années à venir*

«*L'énergie obtenue par la biomasse me semble intéressante elle aussi. Je cherche des fonds ...* ».

Stéphane Dion, *cn 288, 2010*

Pétrole : données à l'échelle mondiale

Alexandre Kislanski *Total Cambodge (2004)*

[*Écrit en 2004 à une période où le prix du pétrole était très élevé, cet article ne décrit pas la situation actuelle avec ses prix qui ont spectaculairement diminué, mais il donne des informations qui restent très utiles encore aujourd'hui.*]

Chaque année, la consommation mondiale augmente de 2 millions de barils/ jour.

Avec une croissance de l'économie mondiale de 4 à 4,5 % par an, il est normal que la consommation de pétrole augmente de 2 à 2,5 %. On se rend assez mal compte de ce que cela représente : c'est chaque année la production annuelle du Koweït qui s'ajoute à la consommation existante; 2 millions de barils/jour de plus par an, ce n'est pas si facile à trouver !

Consommation, réserves, on s'est trompé sur les chiffres

On s'est trompé sur les chiffres dans plusieurs domaines. On a fortement sous-estimé la croissance de la consommation mondiale. Elle était passée de 74.4 millions de barils/jour en 1999, à 75,7 millions en 2002. et elle va dépasser 80 millions en 2004. Il y a donc une très forte accélération. Pour 2004, les experts ont longtemps prévu que l'augmentation par rapport à 2003 atteindrait 800 000 barils/jour Aujourd'hui ils l'estiment à 2 millions de barils/jour !

Dans cette forte hausse intervient la consommation de la Chine, elle atteint cette année le niveau que l'on avait prévu pour 2010.

Mais il faut rappeler que les Etats-Unis consomment 20 millions de barils/jour, soit à eux seuls 25 % de la consommation mondiale. Il faut se représenter que cette consommation américaine, 1000 millions de tonnes par jour formerait une file de 136 000 camions de 20 tonnes, ces camions mis bout à bout feraient une file de 2000 km, soit Marseille-Bruxelles et retour Cela tous les jours !

Les réserves existent, mais leur mobilisation est difficile

Ce ne sont pas les réserves qui manquent Malgré les erreurs de calculs qui ont été faites, et reconnues, il y a des réserves pour 45 à 50 ans.

C'est la disponibilité de ces réserves qui est difficile On a toujours cru que les pays de l'OPEP pourraient produire davantage; c'est vrai, mais des millions de barils/jour de plus chaque année, ce n'est pas si sûr ! Mobiliser ces réserves, ce n'est pas si simple.

Il n'y a pas de stocks

Il n'y a pas de stocks pour une raison que l'on peut comprendre: faire des stocks (...) c'est risquer de revendre le pétrole à perte. Personne ne fait cela. On est aux "stocks minimum", on achète au dernier moment, et cela a un effet pervers en augmentant le prix spot.

En situation normale, ce sont les réserves, les stocks, qui amortissent les effets d'un incident, de quelque nature qu'il soit. Sans réserves, un incident a un effet immédiat sur un système devenu très tendu.

les raffineries sont saturées

Dans la chaîne des opérations, le rôle des raffineries est essentiel. Elles ne produisent pas seulement du pétrole, mais quantité de produits dérivés. Or les raffineries se trouvent actuellement saturées par l'explosion de la demande de produits finis. Et cela d'autant plus qu'avec l'application de normes anti-pollution très strictes beaucoup de raffineries ont fermé. Il est moins coûteux de les fermer que de les mettre aux normes. Aux Etats-Unis par exemple, 40 raffineries sur 180, représentant plus de 20 % des capacités, ont été fermées.

(...)

Pour faire baisser le prix du pétrole à la pompe, il faudrait que les gouvernements diminuent les taxes, qui frappent les carburants dans des proportions énormes.

Alexandre Kislanski (*cn 215, 2004*)

Distribution du pétrole :

le problème de la contrebande

La contrebande des produits pétroliers a fait pendant 15 ans l'objet dans *Cambodge Nouveau* de plus de 10 articles, ou fragments d'entretiens avec les responsables de la distribution. C'est une préoccupation permanente des grands distributeurs de carburants. On comprend bien pourquoi : les produits importés en fraude ne payant pas de taxes procurent un profit bien plus important à leurs distributeurs qu'aux distributeurs qui paient de fortes taxes. Conséquence : un très important manque à gagner pour les distributeurs qui respectent la législation fiscale.

A. Kislanski, directeur de Total Cambodge

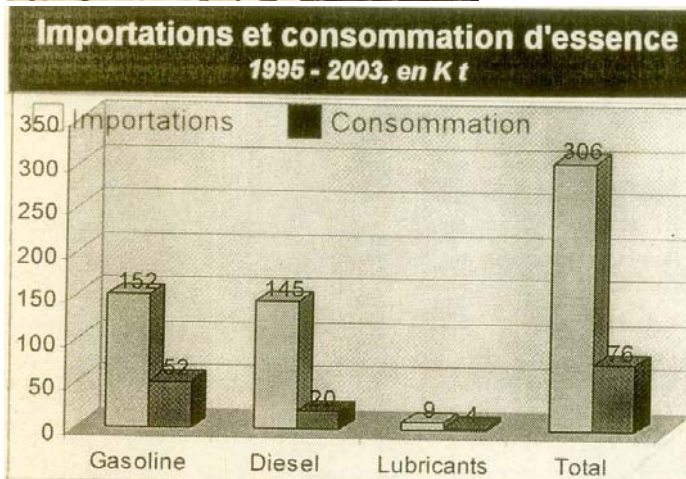
n° 196 juin 2003 (extraits)

« La contrebande est la plaie des distributeurs de carburants, on le sait bien. On sait moins que ce phénomène est directement lié à l'augmentation de la fiscalité. Non seulement les augmentations de droits de douane sur les essences n'ont pas fait progresser les recettes de l'Etat, elles les ont fait au total diminuer (...). Les droits de douane sur les essences ont été augmentés deux fois : ils sont passés de 160 \$/t en 1995 à 256 \$/t en 1996 et à 283 \$/t début 2002, au total une augmentation de 77 %. Pendant la même période les importations officielles, 150 000 t en 1995 sont passées à 77 200 t en 2002 (...).

A cause de la contrebande, à cause aussi des exemptions de taxes pour certaines catégories de consommateurs importants » et du mélange des



Photo A. Gascuel



La différence entre consommation et importations est l'effet de la contrebande, des importations en exonération de taxes et des mélanges fabriqués sur place.

avec des éléments moins chers, la différence entre les recettes théoriques (64 millions de dollars) et les recettes réelles (21,8) a atteint 42 millions de dollars en 2002.

« On peut calculer que si le niveau des taxes n'avait pas été modifié depuis 1995 les recettes de l'Etat seraient passées de 24 millions de dollars en 1995 à 36,2 millions en 2002, soit 14,3 millions de plus que le niveau réel (...).

« Ce système désastreux est-il le résultat de mauvaises prévisions faites en toute bonne foi ? Ou celui de la volonté délibérée de ceux qui y trouvent leur profit ? (...).

A. Kislanski, directeur de Total Cambodge,

n° 215, 2004 (extraits)

« Les chiffres et les graphiques parlent d'eux-mêmes: le niveau des impôts, deux fois plus élevé au Cambodge qu'en Thaïlande ou au Vietnam, provoque une forte contrebande.

- alors que la consommation de produits pétroliers augmente régulièrement depuis 1995, à cause de cette contrebande et d'importantes exemptions d'impôts, les importations officielles ont diminué de 30 % en 8 ans.

- conséquences: l'Etat perd une part considérable des recettes fiscales qu'il devrait percevoir; les compagnies de distribution subissent un important manque à gagner.

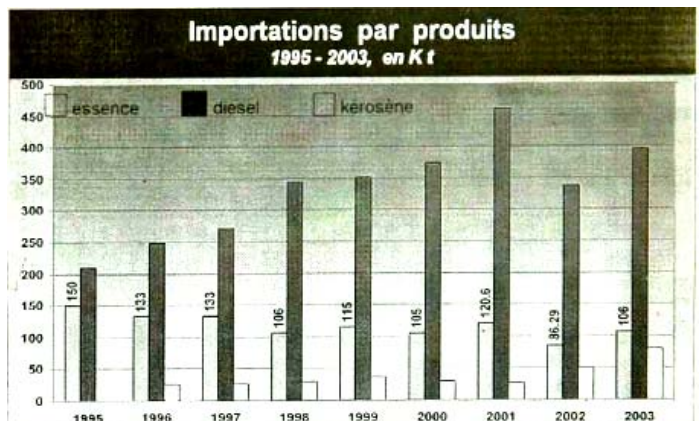
Solution : plutôt que réprimer plus fortement la contrebande, harmoniser la fiscalité avec celles des pays voisins. Mais pendant 2 ans la baisse des recettes fiscales devra être compensée (...).

John Wilson, directeur de Total Cambodge

n° 234 Oct 2005 (extraits)

« Ce qui cause un tort énorme à la distribution de carburants, c'est la contrebande, que nous estimons atteindre un tiers de la consommation. Il ne s'agit pas seulement du carburant qui entre en bidons chargés sur des motos, mais de barges ou autres bateaux qui viennent pas voie fluviale. Ces opérations-là sont liées à la corruption qui est à mon avis le fléau n° 1 du Cambodge, le plus grand frein à son développement.

« L'importance de la contrebande est mise en évidence par le fait que les importations officielles de carbu-



- en 2003 les importations de produits pétroliers selon les Douanes: 728 Kt. Consommation réelle selon les calculs: 1000 Kt.
- la contrebande est de + ou - 300 Kt. Ce qui correspond à une perte pour l'Etat de 70 millions de dollars (8% des recettes).
- et pour les compagnies de distribution une perte de 12 mio de dollars /an.

rants n'augmentent pas, alors que le parc automobile et la circulation augmentent vite.

« Sans cette contrebande nous pourrions vendre beaucoup plus. Nos équipements seraient beaucoup plus rentables (...). Si le gouvernement faisait cesser cette contrebande il augmenterait ses recettes et pourrait mieux lutter contre la pauvreté et les contrebandiers auraient des activités plus productives (...).

Pour faire cesser cette contrebande il faudrait que la différence de prix entre le Cambodge et les pays voisins diminue. C'est une question de taxes (...). Dans les pays voisins non seulement il n'y a pas de taxes mais dans certains cas il y a des subventions alors qu'au Cambodge les carburants sont fortement taxés (...)».

Contrebande : pertes fiscales énormes
(anonyme, n° 236 déc. 2005)

Sur les 20 000 t d'essence que le Cambodge consomme chaque mois, 10 000 entrent en contrebande, 5000 de Thaïlande et 5000 du Vietnam, sur des motos par bidons de 30 l. Sur les 50 000 t de diesel consommées, 20 000 entrent en contrebande du Vietnam et 30 000 de Thaïlande par bateau. Le Cambodge consomme aussi 15 000 t de fuel et 5000 t de kérosène. Les pertes fiscales pour l'Etat sont énormes : essence 343,96 \$ par tonne, diesel 140,47 \$/t, fuel 23,21 \$/t etc ...

John Wilson
la contrebande 20 à 30% de la consommation
n° 249, 2007 (extraits)

« Le volume de la contrebande reste le même, c'est 20 à 30 % de la consommation. On peut faire une estimation en comparant deux courbes: celle des importations d' essence et de diesel et celle des immatriculations de voitures et de motos. Mais que la contrebande soit de 20 ou 30 % de toutes façons c'est problématique pour le pays, qui perd le revenu des taxes, et pour nous qui perdons des ventes.



Photo A. Gascuel

« Il y a eu quelques améliorations, par exemple les Thaïs ont supprimé la subvention au diesel, cela a aidé à réduire la contrebande dans le nord-ouest du Cambodge. Côté vietnamien il y a des clôtures de frontière et nous pouvons voir les volumes vendus de nos stations situées près de la frontière doubler ou tripler dans un délai très court !

« Que le gouvernement fasse des efforts contre la contrebande, attrape quelques responsables, c'est très bien, mais dans un mois ou deux il y en aura d' autres ... Tant qu'il y aura une incitation à la contrebande par une différence de prix suffisante pour couvrir les risques des passeurs, elle continuera (...) ».

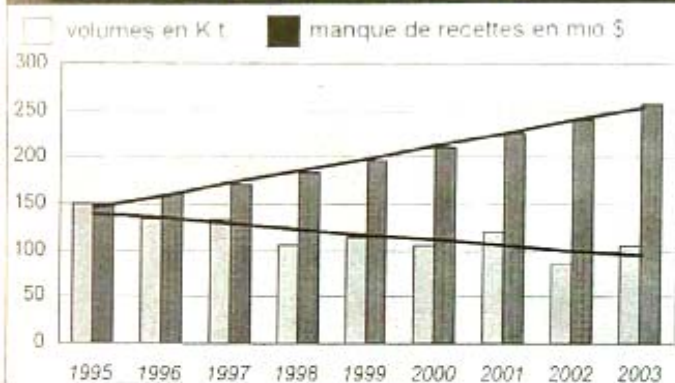
Stéphane Dion, directeur de Total Cambodge
« la contrebande, oui c'est un tracas »

« La contrebande, qui représente une part non négligeable de la consommation de produits pétroliers au Cambodge, constitue l'un de nos tracas. C'est à cause de la contrebande que nous n'avons pas de stations-service dans l'ouest du pays. Il est ardu pour Total de présenter un avantage qualité, quantités et services tout en vendant au même prix que nos concurrents, tout en respectant strictement les réglementations cambodgiennes (fiscales, loi du travail etc ...) alors que l'observation des standards de sécurité du groupe Total (supérieurs aux standards cambodgiens) génère des coûts supérieurs à ceux de nos concurrents. On peut constater que d'autres compagnies étrangères, Shell et Petronas ont choisi de se retirer.

« (...) Les droits de douane payés au gouvernement cambodgien sont fixes, c'est-à-dire un montant forfaitaire par type de produit (environ 300 dollars la tonne pour l'essence), indépendamment du niveau relatif du prix international, à la différence d'autres pays où les droits de douane sont proportionnels au prix de base. Il n'y a pas de subvention du gouvernement aux compagnies pétrolières qui aurait pour objectif de diminuer les hausses des prix à la pompe ». n° 288, 2010

Oct. 2015 : Total Cambodge n'a pas souhaité répondre à notre demande de mise à jour.

l' évasion fiscale, par produits, 2003
recettes de TVA et droits d'accise seulement

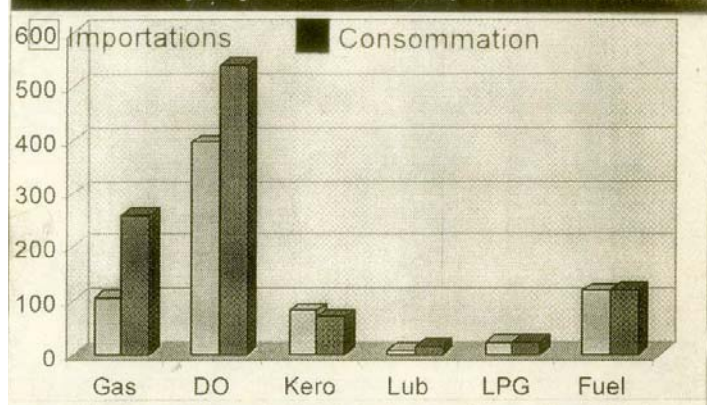


les taxes

- essence 343 \$ / t,
- diesel 140 \$/t
- lubrifiants 400 \$/t

- le total cumulé de 9 ans d'évasion fiscale atteint 233 millions de dollars;
- si le niveau des taxes était resté le même depuis 1995, le total cumulé des recettes aurait été de 50 millions de dollars supérieur.

Importations et consommation
par produits, en 2003, en K t



en volume, le diesel vient largement en tête. Mais la différence entre consommation et importations est plus forte pour l'essence.

Le charbon

Le recours à des centrales au charbon pour produire de l'électricité est devenu indispensable pour répondre à une consommation en augmentation très rapide et pour compenser le manque d'énergie hydraulique lorsque les barrages manquent d'eau.

Au Cambodge il existe en octobre 2015 deux centrales au charbon en activité:

- Sihanoukville 1 : 100 MW (2 x 50) « malaisienne »
- Sihanoukville 2 : 240 MW, « chinoise »



centrale au charbon Sihanoukville 1

Elles sont situées dans le nord de Sihanoukville, sur la côte, à quelques km de la petite ville de Stung Hav.

Le charbon vient d'Indonésie. Il n'est pas débarqué à Sihanoukville, ni au nouveau port de Stung Hav ni dans



centrale au charbon de Sihanoukville

la nouvelle Zone spéciale de développement mais à proximité immédiate des centrales.

L'emplacement a été choisi au nord de Sihanoukville, dans une zone non touristique, où les vents d'Ouest n'emporteront pas les fumées vers l'agglomération ni vers les plages, et au bord de la mer pour un débarquement facile du charbon.

Il n'y a pas de fumée sur les photos, elle ont été prises un jour de fermeture de congé.

Sihanoukville 3, 135 MW, doit entrer en service en 2017

Il est prévu au total une production de 700 MW en 4 phases d'ici 2017.

A quoi s'ajouteraient 450 MW d'énergie thermique en 2020 si le gaz n'était pas disponible.

De sorte que la part du charbon dans la consommation du Cambodge pourrait passer de zéro en 2010 à plus du tiers du total en 2020.



Les centrales au charbon de Sihanoukville Octobre 2015

photos Alain Gascuel

énergies de substitution, énergies vertes

Des énergies fossiles aux énergies renouvelables : une énorme mutation

Les énergies renouvelables, qui remplacent les produits pétroliers et le charbon, bon marché et ne polluant pas, suscitent un énorme mouvement de recherches et d'investissements dans le monde, en Chine, en Inde, en Europe, aux Etats-Unis, au Japon, ... dans le monde entier. On le voit à la COP 21, les projets d'énergie verte foisonnent partout. L'Allemagne veut atteindre dans son *mix énergétique* 30 % d'énergies renouvelables, le Danemark développe de vastes champs d'éoliennes pour devenir totalement autonome, la Suède veut être en 2030 le premier pays du monde à se passer d'énergies fossiles; on crée, surtout en Chine, d'immenses champs de panneaux photovoltaïques; le Maroc construit la plus grande centrale de solaire thermique du monde...

Un signe : l'énorme industrie pétrolière, dans son ensemble, perd des emplois tandis que les énergies renouvelables, l'éolien, le solaire, la biomasse, biogaz, biofuel ..., elles, créent des emplois à un rythme élevé: 1,2 million en 2014, soit + 16 % selon l'IRENA (*International Renewable Energy Agency*).

Dans l'ASEAN à six selon l'AIE, la capacité de production des énergies renouvelables devrait quintupler d'ici 2030 et le *mix énergétique* de l'ASEAN devrait comporter 10 % d'énergies renouvelables en 2030. La Thaï-

faiblesses des énergies renouvelables

Victor Jona, MIME, 2013

Pour les diverses «**énergies renouvelables**», solaire, biomasse, bio-carburants, mini-réseaux d'énergie hydro-électrique, ... elles doivent en principe revenir moins cher que le fuel et le diesel et que la batterie.

En fait leur rentabilité a été très surestimée. Ces procédés sont nouveaux, expérimentaux, ils n'existent que parce qu'ils sont subventionnés. On en parle beaucoup à cause de leur nouveauté, mais selon l'étude de l'IED « *les énergies renouvelables ne desserviront encore en 2030 que 5,2 % des villages et moins de 1 % des foyers* ».

Pourquoi les investisseurs éventuels dans des mini-réseaux sont ils hésitants ? Parce que le réseau les «rattrape» avant qu'ils n'aient amorti leur investissement. Parce que la rentabilité, lorsque les habitations sont éloignées les unes des autres, est très incertaine: le réseau est coûteux à installer, à entretenir, les consommations sont très faibles. « *Dans la campagne, pour 1 km de ligne on peut avoir 5 foyers qui consomment 5 kw par mois. Alors qu'à Phnom Penh on a 50 foyers qui consomment 50 kw par mois* » faisait déjà observer Ty Norin (cn 295).

D'autre part il faut pour chaque mini-réseau un responsable du fonctionnement et de l'entretien ...

En octobre 2015 on pourrait ajouter que la baisse du prix du fuel retarde encore la compétitivité des énergies de substitution.

lande investit 2,8 milliards de \$ pour faire passer la proportion de l'énergie renouvelable de 8 % actuellement à 20 %,

Les situations diffèrent beaucoup selon les pays, et elles sont en pleine évolution. Actuellement la biomasse est développée surtout en Thaïlande, en Malaisie, en Indonésie; le solaire en Malaisie et en Thaïlande, l'éolien au Vietnam et aux Philippines ...

Au Cambodge

La recherche d'énergies de substitution est d'autant plus nécessaire au Cambodge qu'il a jusqu'à très récemment dépendu presque uniquement des produits pétroliers importés. Cette recherche commencée en 1997 avec le protocole de Kyoto (ratifié par le Cambodge en 2002) rappelle le Dr Sat Samy, Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Energie, est active surtout depuis 2004.

« On y a consacré depuis 15 ans beaucoup d'études, d'efforts, d'argent, conçu beaucoup de projets, réalisé des expériences » rappelle le Dr Sat Samy ... Où en est-on ? Les articles publiés dans *Cambodge Nouveau* et les mises à jour réalisées jusqu'en novembre 2015 permettent de faire le point.

Plusieurs observations préalables :

- dans le domaine des énergies renouvelables le Cambodge est en retard sur ses voisins. C'est pour une bonne part qu'il compte sur son potentiel hydro-électrique. Le réseau d'EDC *Electricité du Cambodge*, avance rapidement. Beaucoup d'utilisateurs potentiels d'énergies renouvelables « attendent le réseau ».

- les énergies renouvelables comme le solaire, la biomasse, ne sont pas encore rentables par elles-mêmes, malgré les progrès techniques, elles ont encore besoin d'aide extérieure.

L'action du gouvernement peut être directe, par exemple : équipement en énergie solaire d'écoles, d'établissements publics; mais aussi: - rachat à des tarifs préférentiels de l'énergie électrique issue des énergies renouvelables, - exonérations fiscales, - simplifications administratives, - baisse des droits de douane ...

Au Cambodge on est dans une phase de transition. Après quelques années de moindre intérêt, de défiance (*voir l'encadré ci-contre*), on retrouve maintenant, en 2015, un certain élan en leur faveur.

C'est que les techniques nouvelles progressent beaucoup et diminuent les coûts, notamment dans le solaire: on arrive maintenant à moins de 5 \$ le kWh (*voir chapitre « solaire »*). Et c'est aussi que l'on attache de plus en plus d'importance à la lutte contre la pollution, contre le réchauffement climatique. Les bailleurs de fonds et l'opinion publique se rejoignent : il faut consommer moins de carburants fossiles (mais on a pourtant besoin de charbon importé), il faut protéger les forêts, et trouver de nouveaux moyens de produire de l'électricité bon marché.

L'objectif: officiel : les 13 764 villages électrifiés en 2020

Quelles énergies renouvelables ?

Il faut d'abord penser à la forêt que l'on oublie trop souvent comme une évidence. C'est de loin la plus utilisée des énergies renouvelables, servant dans le Cambodge entier sous forme de bois ou de charbon de bois, à faire la cuisine et à quantité d'activités domestiques et artisanales.

Les premiers impératifs sont donc :

1. de préserver la forêt, et là le Cambodge est très mal placé. La déforestation est comme une plaie ouverte, notamment dans les provinces du Mondolkiri, du Rattanakiri, de Kratie, de Preah Vihear ... partout où reste de la forêt primaire. Le système REDD n'a pas obtenu de résultat (*voir ci-après*)
2. de diminuer la consommation de bois et charbon de bois : là il y a des succès (*voir ci-après*).

Pour les nouvelles énergies renouvelables le dernier rapport du MIME, septembre 2015, fait le point :

Le Cambodge peut compter sur son très important **potentiel hydro-électrique** qui atteint aux environs de 10 000 kWh, dont seulement 13 % sont actuellement utilisés (*voir le chapitre « énergie électrique »*).

Le solaire : l'ensoleillement est en moyenne de 6 à 9 heures par jour, 5 kWh / jour, il représente un gros potentiel. Le coût du solaire diminue, le secteur se développe, mais il est encore marginal (*voir chapitre « Solaire »*).

La biomasse : utiliser des produits combustibles comme les brisures de riz, certains arbres comme l'acacia, le lucenia ... (*voir chapitre « Biomasse »*)

Le biogaz : petites installations utilisant des déchets animaux, domestiques (*voir chapitre « Biogaz »*)

Le biofuel : produits végétaux que l'on mélange avec du diesel, notamment le manioc, le jatropha (*voir chapitres « Biofuel » et « Jatropha »*)



Photo A. Gascuel

La micro-hydro : 2 installations existent, 370 kw, depuis 2008, avec l'aide de la Jica (*voir ci-après*)

L'éolien : il y a du vent dans les régions montagneuses de l'Ouest, sur la côte au sud du Tonlé Sap, et sur la côte, Kep, Sihanoukville, Koh Kong ... vitesse moyenne 5m/s et plus. Potentiel incertain. Aucune installation importante jusqu'à présent.

La géothermie : en Islande, aux Philippines, en Indonésie, pas au Cambodge.

- **l'énergie marée-motrice, halieutique** : pas au Cambodge

- **l'hydrogène** : c'est probablement l'avenir. Pas encore en pratique (*voir chapitre Hydrogène p.*)

Protéger les forêts

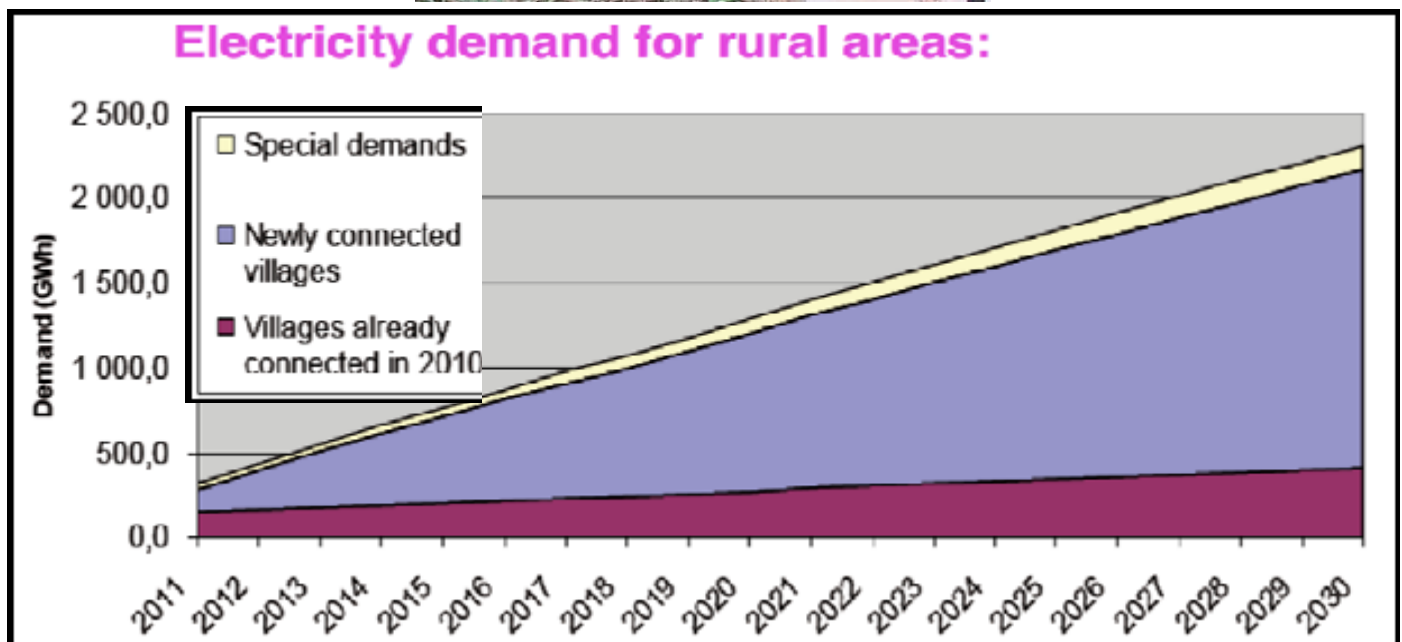
Bois et charbon de bois constituent ensemble 72 % de l'énergie consommée au Cambodge : on brûle le bois directement dans des foyers en argile (*cuisseurs*) pour faire la cuisine, ou bien on utilise le charbon de bois, plus cher mais d'un meilleur rendement.

La consommation de bois est énorme. Selon les études menées par le GERES pendant deux ans (*Charlotte Nivollet, sept. 2015*), la consommation annuelle est répartie ainsi :

- 1,340 000 t de bois par les foyers ruraux
- 440 000 tonnes achetées
- 3 millions de tonnes transformées en charbon de bois (6 kg de bois font 1 kg de charbon de bois)

- 800 000 t sont consommées par l'industrie : usines de confection, de briques, par des secteurs comme le tabac (séchage), l'hévéaculture, les raffineries de sel, les fabricants de glace, quantité de micro-entreprises et d'artisanat (fabricants d'alcools ...).

S'agissant d'utiliser les énergies renouvelables, une première idée est donc de protéger les forêts, source majeure d'énergie, et de réduire la consommation de bois.



Protéger les forêts par le système crédit-carbone REDD

Protéger les forêts, c'est préserver une ressource en énergie fondamentale pour les Cambodgiens, le bois et le charbon de bois, et préserver en même temps les innombrables usages que font les villageois de la forêt, sans compter la vie animale, et la diversité biologique.

Mais l'argument qui a décidé d'un système de protection des forêts à l'échelle mondiale, c'est que les forêts absorbent du CO² et ainsi contribuent grandement à dépolluer la planète.

Le système REDD (*Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation*), soutenu par l'ONU, a pour objectif de réduire les émissions

de CO² à l'échelle mondiale, expliquait déjà en 2009 Long Ratanakoma, directeur du bureau des communautés forestières à la Direction des Forêts du MAAF (cn 278).

Les industries qui émettent plus de CO² que les normes internationalement admises doivent acheter des « crédits-carbone » à des organismes, des communautés, qui, ailleurs dans le monde, protègent les forêts, les augmentent, ou qui diminuent la consommation de bois. Dans ce système, en principe, les nuisances des uns sont compensées par les vertus anti-nuisances des autres

« *Oui les émissions nuisibles sont contrôlées, notamment en Europe, celles notamment des gros pollueurs : environ 12 000 principalement dans les secteurs charbon, gaz, ciment, acier, verre, papier, ... il y a des quo-*

Les faiblesses du système REDD

Ce bon système a des inconvénients, observait M. Ratanakoma dès 2009:

- Il représente pour les villageois, avant même de fonctionner, des activités très réelles de surveillance, et quelques frais: véhicules pour faire des patrouilles, carburant, entretien des pistes, matériel contre le feu, des salaires ou indemnités même s'ils sont très faibles (1 dollar / jour). Cela suppose aussi une formation. Et cela pour une homologation encore incertaine. « *On ne peut rien faire sans quelques fonds pour faire démarrer le système* », observe M. Ratanakoma.

- les villageois de ces communautés forestières qui s'engagent à améliorer leurs forêts peuvent être tentés d'aller couper du bois ailleurs, dans une forêt qui ne relève pas du système crédit-carbone, par exemple pour faire du charbon de bois; les coupeurs illégaux peuvent aller couper ailleurs que dans ces forêts surveillées ...

- un autre risque: avec la hausse du prix des terrains, qui peut être très forte, passant de 10 \$ l'ha à 100, et de là à 1000 ou 2000, les villageois peuvent être tentés de vendre plutôt que de s'engager dans le système contraignant du crédit-carbone ...

- la procédure du système REDD est très compliquée et lente. « les communautés forestières le comprennent mal et sont peu attirées par le système ».

Le crédit-carbone a été traité dans plusieurs n° de Cambodge Nouveau, notamment n° 278 (« *Tout sur le crédit-carbone* », juillet 2009), et n° 302, 319, 321, 325.

Voir aussi le livre de Mark Poffenberger « *Cambodia's contested Forest Domain* », 2013 (cn 325).

tas d'émissions de CO², avec des pénalités, 100 euros par tonne émise ... » (Claire Dufour, Nexus, novembre 2015).

Il existe deux « marchés » où se rencontrent les demandeurs et les vendeurs de crédit-carbone : - un dit « obligatoire » selon le protocole de Kyoto qui engage les Etats signataires; - l'autre dit « volontaire » qui vient des entreprises qui en font la démarche.

Ainsi, au niveau mondial, grâce au système REDD, la pollution globale ne s'aggrave pas et on préserve ainsi cette énorme réserve d'énergie que constituent les forêts.

Le système REDD au Cambodge résultats nuls jusqu'à présent

Au Cambodge, le système a été bien accueilli et pris en charge par les ministères de l'Environnement et le département Forêts du ministère de l'Agriculture, et par plusieurs ONG comme le GERES.

La protection des forêts par le système « crédit-carbone » c'est l'affaire des communautés forestières qui décident de s'y engager, dit M. Ratanakoma, département des Forêts du MAAF.

« *Les villageois, les communautés forestières, comprennent très bien l'utilité de la protection de la forêt. Recevoir de l'argent pour protéger la forêt, ils sont d'accord. D'autant plus que les activités traditionnelles, l'exploitation normale de la forêt, restent tout à fait autorisées* » (cn 278, juillet 2009).

Contre quoi faut-il qu'ils luttent ? Les coupes illégales, le feu, les empiètements, ... Un organisme indépendant vient régulièrement reconnaître la bonne conservation et les progrès de la forêt concernée, mesure les gains de CO² obtenus, et chaque tonne de CO² ainsi gagnée, après contrôle, peut être vendue.

Un premier grand projet a été lancé par le département des Forêts du MAAF concernant 60 000 ha de forêts dans la province d'Otdar Meanchey: 6 182 familles, réparties en 52 villages, 8 communes, 3 districts. Au total les communautés forestières concernées comptent 16 464 membres.

« *La production pourrait être de 8 à 10 millions de tonnes sur 30 ans, ce qui ferait au prix actuel de 2 à 5 \$ la tonne* », nous disait M. Ratanakoma en juillet 2009, « *une recette de 16 \$ par ha et par an: c'est peu mais, avant la forêt ne rapportait rien* ». (cn 278)

En novembre 2011 il ressortait des exposés de M. Long Ratanakoma, département des Forêts, de Raphaelle Deau (Nexus) et de M. Uy Kamal, CCCO *Cambodian Climate Change Office* au ministère de l'Environnement qu'aucun projet de REDD n'avait encore abouti.



Rattanakiri photo A. Gascuel

En mai 2013 (n° 319) : le projet Otdar Meanchey restait «sur le point d'aboutir». Le ministre de l'Environnement Mok Mareth indiquait qu'une surface de 547 413 ha dans les forêts protégées (Phnom Aural, Phnom Samkos et autres) était retenue pour la vente de crédit-carbone. 8 projets de crédit-carbone avaient été concédés entre 2011 et 2013. Mais aucune vente de crédit-carbone n'avait encore été réalisée.

En 2014 un important acheteur s'est désisté.

En octobre 2015, 7 des 8 projets de crédit-carbone à l'étude, approuvés par le ministère de l'Environnement, sont officiellement supprimés « parce que les contractants ne répondent pas aux demandes du ministère ».

2015 : restent deux projets REDD

Il reste cependant deux « projets-pilote » de crédit-carbone, en dehors de celui d'Otdar Meanchey

- le **projet Preah Vihear**, dit PVPF concernant la forêt protégée de Preah Vihear et la forêt adjacente de Roka, au total 209 462 ha

- et le **projet Seima** : 180 513 ha. Dans le Mondolkiri. Il n'est pas encore « agréé » par l'audit indépendant.

Avenir incertain du système REDD

Il faut des années de préparation avant qu'une communauté forestière obtienne le droit de proposer des crédits-carbone à la vente. Il faut donc un investisseur initial, souvent une ONG avec de l'argent public (en l'espèce pour Seima WCS), un chef de projet, du personnel, du matériel ...

Le système est-il rentable pour l'investisseur ? 1 tonne de CO² évitée égale 1 crédit carbone. Tout dépend donc du prix de vente du crédit carbone. « En ce moment les prix sont très déprimés, ils se sont effondrés », dit Claire Dufour, de Nexus, ONG qui apporte son assistance technique aux projets d'accès à l'énergie. « Nous vendons la tonne entre 1 et 20 euros, selon la quantité et divers autres facteurs, le plus souvent entre 2 et 12-15 euros la tonne. Il n'y a pas de volonté de fixer les prix à l'échelle mondiale. On va voir si la COP 21 décide quelque chose ».

En novembre 2015 aucune transaction réelle n'est encore en vue. Le bilan du système REDD de crédit-carbone, après plus de six ans, est donc très décevant.

Réduire la consommation de bois les cuiseurs améliorés du GERES

Charlotte Nivollet GERES octobre 2015

Une autre idée pour préserver cette source majeure d'énergie qu'est le bois, est de réduire sa consommation.

Pour cela le GERES (*Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités*) a une arme majeure : le cuiseur ou « foyer amélioré ». Le foyer traditionnel en argile qui sert partout aux Cambodgiens pour faire cuire leurs aliments a été modifié afin d'améliorer son efficacité énergétique :

1. La chambre de combustion en argile est entourée d'une enveloppe en aluminium pour lui assurer une vie plus longue, jusqu'à deux ans au lieu de 10-12 mois;

2. Un isolant composé de ciment et de cendres de balle de riz est introduit entre la chambre de combustion et l'enveloppe métallique afin de limiter les pertes de chaleur;

3. La forme et les dimensions de différentes parties du cuiseur (ouverture, chambre de combustion, grille et supports pot) sont optimisées pour réduire la consommation de combustible (bois ou bon) de 25 à 30% par rapport aux cuiseurs traditionnels.



les cuiseurs améliorés pendant 10 ans un très grand succès

Le GERES lui-même ne vend pas les cuiseurs, dit Charlotte Nivollet, directrice régionale du GERES en Asie du Sud-Est. Nous formons les artisans-potiers, producteurs de cuiseurs traditionnels, à ces nouveaux designs, contrôlons la qualité, et aidons à structurer la filière en renforçant les réseaux de distribution existants et les liens entre producteurs et distributeurs afin de stabiliser

les prix. La distribution se fait encore souvent par charrettes à bœufs ou moto-remorques.

Cette approche reposant sur le secteur privé local contribue à créer et maintenir des emplois en milieu rural et à lutter contre l'exode vers les grandes villes du royaume ou vers les pays limitrophes.

Afin de préparer l'avenir et de donner les clés du secteur à ses acteurs locaux le plus tôt possible, le GERES a créé en 2004 l'association IcoProDAC (*Improved Cookstove Producers & Distributors Association of Cambodia*) qui regroupe environ 100 producteurs et 200 distributeurs de cuiseurs améliorés. Cette association interprofessionnelle a pour vocation de favoriser le dialogue entre les différents acteurs du secteur et d'appuyer son développement. ICoProDAC fournit un certain nombre de services à ses membres et devrait, d'ici 2017, devenir entièrement autonome.

Dans le cadre des mécanismes de développement propre régis par la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC), le projet du GERES de diffusion nationale du NLS au Cambodge a été reconnu comme contribuant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et a été accrédité comme « projet carbone » pour une durée de 10 ans (2003-2013). Pendant cette période, le projet a été audité chaque année par un organisme indépendant vérifiant la qualité des cuiseurs, leur efficacité, le nombre de cuiseurs vendus, leur durée de vie et leur utilisation. A l'issue de chaque audit, un rapport stipulant le nombre de « crédits carbone » générés par le projet sur la période audité était publié, ce qui donnait le droit au GERES de commercialiser ces crédits sur le marché du carbone.

Le projet NLS a été le premier projet de cuiseurs améliorés.

liorés au monde à accéder à la finance carbone, et a connu un énorme succès; rien qu'en 2013, 360 000 NLS ont été vendus, et au total, environ 3 millions de cuiseurs améliorés ont été adoptés par les familles Cambodgiennes entre 2003 et 2013, permettant d'éviter l'émission d'environ 300 000 tCO₂eq par an, soit au total plus de 2 millions de tCO₂eq. 1,6 million de tonnes de bois de cuisson ont ainsi été économisées, et des centaines d'emplois ont été créés en milieu rural. Suite au succès du projet NLS au Cambodge, et fort de son expérience et des leçons apprises en 10 ans d'intervention, le GERES, avec le soutien financier de l'Union Européenne, a lancé en 2014 un projet de diffusion de cuiseurs améliorés au Myanmar, devant permettre la formation de 30 producteurs locaux et l'adoption de 300,000 cuiseurs efficaces répondant à un standard National.

« Depuis 2013, nous travaillons également sur un nouveau modèle de cuiseur amélioré pour le Cambodge appelé « KhRoS » (*Khmer Rocket Stove*), conçu pour une utilisation urbaine au charbon de bois, encore plus efficace que le NLS, et émettant moins de gaz polluants et de particules fines, nocifs pour la santé des utilisateurs. En effet, les problématiques de santé publique liées à la cuisson domestique au bois et charbon de bois

dans les pays en développement font l'objet d'un intérêt croissant parmi les bailleurs publiques et privés».

Le projet NLS ne génère plus de crédits carbone depuis mai 2013, mais le GERES dispose encore d'un stock de crédits à vendre.

Effondrement du marché du carbone La COP 21 au secours ?

Depuis, le marché du carbone, autrefois florissant, s'est effondré. Une saturation du marché et la crise économique en Europe, principal acheteur de carbone, expliquent en partie cet effondrement. « *Nous avons encore des crédits à vendre, mais les acheteurs se font rares et les prix ont chuté* » dit Charlotte Nivollet.

« A la veille de la 21^{ème} Conférence des Parties sur les Changements Climatiques (COP21), début décembre à Paris, la prise de conscience sur l'urgence d'arriver à un accord mondial sur le Climat pourrait redonner un nouveau souffle à ces mécanismes financiers, sensés fournir aux pays les plus pauvres et les plus vulnérables les moyens d'adopter des choix de développement limitant le recours aux énergies fossiles et les émissions de GES ».

Charlotte Nivollet, GERES, octobre 2015.

La biomasse

beaucoup d'espoirs; encore très marginale

La biomasse, c'est presque 80 % de la consommation d'énergie du Cambodge si l'on prend en compte le bois et le charbon de bois qui servent à faire la cuisine. En province tout le monde s'en sert. Il n'y a qu'à Phnom Penh que l'on se sert du gaz en bouteilles.

L'idée aujourd'hui est d'utiliser des produits végétaux que l'on brûle (canne à sucre, bois de luciana, d'acacia, cosses de noix de coco, de jatropha ...) pour faire de la vapeur et de l'électricité, ou que l'on broie et qu'on mélange avec du carburant (biofuels), ou que l'on entasse avec des déchets industriels, animaux et domestiques produisant du gaz (biogaz).

Utiliser la biomasse c'est une idée séduisante, elle peut être pratiquée à l'échelle des foyers comme à l'échelle industrielle, la matière première coûte très peu, elle contribue à l'autonomie énergétique du pays, et à la diminution de la pollution (le méthane est beaucoup plus polluant que le CO²).

En 2010 il existait déjà des installations utilisant la biomasse (70 %) associée au diesel : « *dans la province de Kompong Cham environ 350 familles sont alimentées par ce système. Près de Sambor Prey Kuk la fondation Asie pour le Monde produit plus de 40 kw et alimente une centaine de familles. Avec ce système on peut obtenir une énergie moins chère qu'avec des batteries. La renta-*

les briquettes de SGFE, Sustainable Green Fuel Enterprise : cette petite entreprise de Stung Meanchey fait à partir de débris de noix de coco et de brisures de maïs transformés en charbon, des briquettes extrudées de combustible à pouvoir calorifique bien meilleur et beaucoup plus durable que le charbon de bois. Avec de la coque de durian et de la tige de noix de coco, l'usine produit des briques de 2^{ème} qualité, moins chères (Ong PSE *cn 282, 2009*, et GERES *oct. 2015*).

bilité est obtenue en 7 à 15 ans; en moyenne, 10 ans».
(Dr Sat Samy janvier 2010, n° 283)

En 2015 : la biomasse s'est développée. On peut citer « la production à Kompong Speu de 20 MW à partir de plantations de canne à sucre, vendus à EDC à moins de 10 cents le kWh, c'est-à-dire un prix comparable à celui du kWh acheté au Vietnam. Mais ce prix augmente », fait observer Victor Jona, directeur général du MIME.

« A long terme, oui, la biomasse a un avenir, plus que le solaire. Mais on n'en est encore qu'aux commencements. En 2015 la biomasse ce n'est encore que 0,1 % du « mix-énergétique » du Cambodge selon les statistiques du MIME.

Avec la biomasse on peut produire de la chaleur et utiliser la vapeur pour faire tourner un générateur et produire de l'électricité. On peut aussi produire du gaz, et l'utiliser soit pour un usage industriel (production d'électricité), soit pour des usages domestiques.

Le biogaz

Il s'agit d'utiliser des produits biodégradables jusqu'à présent inutilisés pour en faire du gaz, explique Dy Kiden, directeur du *Solid Waste Management Department* au ministère de l'Environnement :

- produits végétaux comme les brisures de riz, noix de coco etc;

- produits provenant d'activités industrielles comme les eaux usées venant du traitement du manioc, morceaux de carton venant des emballages, chutes de tissus venant des usines de confection ...,

- et déchets domestiques divers, que ce soit dans les campagnes (déchets alimentaires, lisier, excréments des animaux comme les porcs, les boeufs, produits végétaux, ...), ou dans les villes (eaux polluées, rejets biodégradables de toutes sortes, produits qui vont dans les décharges) et qui fermentent, produisant du gaz.

Biogaz industriel : surtout les rizeries

C'est la **gazéification des brisures de riz** dans les usines de décorticage qui connaît jusqu'à présent le plus de succès.

Utiliser les brisures de riz, cela relève du bon sens. La production totale de riz au Cambodge a été en 2014 d'environ 9,3 millions de tonnes. Les brisures de riz sont environ 20 % du paddy, soit 2 millions de tonnes. Seulement 10 % de ces brisures sont utilisées par les foyers comme combustibles et pour fabriquer des briquettes. Les rizeries jettent donc le reste, ou bien le brûlent.

En 2006 le premier projet, *Angkor Rice Mill*, qui diminuait ainsi sa consommation de fuel et diminuait la production de méthane pour l'équivalent de 45 815 t / an.

Depuis cette technique s'est beaucoup développée.

En 2013, une enquête menée dans 7 provinces montrait que, sur 203 rizeries, 43 avaient un gazéificateur.

(David Van, Arpec, enquête SNV, n° 323 oct 2013).

En juin 2014 selon l'étude de la SNV 116 gazéificateurs étaient installés dans 12 provinces, la plupart à l'intérieur ou près d'une rizerie. Sur ce nombre 104 pour une rizerie, 4 pour des fabricants de glace, 1 pour une usine de confection, 1 pour une briqueterie.

Selon l'étude «HAL» réalisée en 2014 par l'Académie vietnamienne de sciences et technologies, la gazéification des brisures de riz produit plus de la moitié de la consommation d'électricité des rizeries, et permet à de nombreux villageois de disposer d'énergie très bon marché.

En principe, la gazéification est très justifiée, pour produire de l'électricité, les brisures de riz ont un bon rendement. Le kWh est produit à un prix de 0,1 à 0,25 \$ le kWh pendant 1.5 à 4 ans, c'est moins cher que le kW produit localement, et compétitif avec le prix du kW réseau, de 0.09\$ à 0.25\$ le kWh ... mais à condition que les brisures de riz soient gratuites, un déchet de la rizerie considéré comme sans valeur.

Ce n'est plus le cas, les producteurs d'électricité à partir de ce gaz doivent maintenant acheter les brisures aux rizeries, les prix montent, 3 à 5 \$ la tonne et l'opération est pour eux de moins en moins rentable.

C'est aussi que le secteur des rizeries se concentre, les plus petites disparaissent, le nombre des installations de gazéification aussi.

Selon l'étude de SNV, 43 producteurs d'électricité par gazéification des brisures de riz ont fermé en 2014. Et 28 rizeries se sont connectées au réseau.

Selon les auteurs de l'étude HAL, il est plus justifié d'utiliser les brisures autrement : pour produire de la vapeur qui font tourner des turbines, pour les mélanger à d'autres combustibles et en faire des briquettes ...

En dehors des rizeries les installations de production d'énergie par gazéification à l'échelle industrielle sont encore très rares au Cambodge (cn 323).

Il y a eu dès 2007 un projet de générateur au gaz récupérant le méthane provenant d'une porcherie (*Samrong Thom Animal Husbandry* (cn 278 juil. 2009).

On peut rappeler le projet de *TTY Corporation en 2009* : il prévoyait une usine de biogaz utilisant l'eau issue du traitement du manioc, un investissement de 5,8 millions de dollars. La production de 3 MW devait permettre de diminuer de 50 à 60 % le volume et le coût des carburants utilisés pour le séchage de la farine de ma-

nioc. Le projet devait bénéficier du système du crédit-carbone. Construit à 50 % il n'a pas abouti pour des raisons financières. (cn 278 juil 2009)

Dans les foyers ruraux : les digesters

Ce gaz utilisant le lisier, les excréments bovins pour produire du méthane, gaz qui peut alimenter un réchaud, est un combustible gratuit. Très utilisé en Inde, très peu au Cambodge. En 2008 il existait environ 20 000 installations, mais à très petite échelle domestique, dit le Dr Sat Samy (cn 269).

Le biogaz domestique se répand maintenant avec l'aide gouvernementale et celle d'ONG. Le programme NBD, commencé par l'ONG SNV, est géré depuis 2008 par le ministère de l'Agriculture des Forêts et de la Pêche. Il consiste à aider à l'installation de *biodigesters* dans les foyers.

Ce sont des cuves étanches que l'on enterre à proximité de la maison, d'un volume allant de 4 m3 à 15 m3 (5 modèles). On y verse les produits bio-dégradables, excréments, déchets alimentaires, éléments végétaux (et environ 2 500 foyers y branchent leurs toilettes). En fait la production de ces *digesters* est principalement, pour 90 %, du compost, apprécié parce qu'il diminue les achats d'engrais; elle n'est que pour environ 10 % du méthane, que l'on peut faire brûler pour économiser le charbon de bois ou encore utiliser pour l'éclairage.

Les coûts : de 400 à 950 dollars par installation selon le volume, y compris une aide gouvernementale de 150 dollars par *digester*, quel que soit le modèle.

Fin 2014 il avait été installé 22 119 digesters, bénéficiant à 120 668 personnes. « *On n'en est encore qu'à 6% des équipements potentiel* » dit le ministère.

Au Vietnam 145 000 digesters ont été installés depuis 6 ans (*Claire Dufour, Nexus*).

Les résultats sont donc encore modestes : « *des ONG s'efforcent d'utiliser les déchets domestiques pour produire du gaz, jusqu'à présent ça ne marche pas beaucoup* », dit Dy Diken, du ministère de l'Environnement. « *En faire du compost, ça marche un peu mieux, mais cela reste peu de chose* ».

Juillet 2015 objectif 1,5 MW: les *digesters* viennent cependant d'obtenir le soutien de l'UNIDO, *Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel* avec un projet lancé en juillet 2015, soutenu par plus d' 1,5 million de dollars du *Global Environment Facility*. Il est géré conjointement par l'ONUDI, le ministère de l'Environnement et le ministère de l'Agriculture.

Il s'agit de créer des installations de biogaz en particulier dans les porcheries pour produire de l'électricité. On attend des investisseurs privés. Objectif : au moins 1,5 MW d'énergie cumulée, diminuant la production de CO² directement de 1,3 millions de tonnes, et indirectement de 3,3 MtCO²e en 15 ans.

Autres projets de gazification : *Fondem France*, 30 kw district de Sambour, province Kompong Thom; UNDP province de Battambang, 7kw + 20 kw; UNDP avec DE-DE Thaïlande province ce Kompong Cham (20kw).

source *Enrich Institute*

dans les villes le Biogaz industriel ?

L'idée d'utiliser les ordures ménagères pour produire du gaz et de là de l'électricité, comme dans bien des grandes villes dans le monde, a déjà été tentée à Phnom Penh il y a une dizaine d'années, sans aboutir.

La cause, alors comme aujourd'hui : la collecte des déchets par les services municipaux est imparfaite, variable selon les quartiers, les rues, et surtout il n'y a pas de tri préalable. Telle quelle est ramassée, la masse des ordures ménagères comporte beaucoup d'éléments non biodégradables, elle n'est pas utilisable, et le coût d'un tri industriel dissuade les investisseurs –du moins jusqu'à présent-, dit Dy Kiden directeur du département « déchets solides » au ministère de l'Environnement.

Il existe un tri, réalisé à la main, quotidiennement, sur les décharges elles-mêmes, petits métiers qui disparaîtraient en cas de tri industriel. Est-ce que ce triage manuel, organisé par un organisme professionnel, pourrait alimenter une centrale électrique ? Pour l'instant aucun investisseur ne s'y risque.

Même raisonnement pour les villes de province : on peut imaginer un système de ramassage et de traitement groupant plusieurs villes qui permettrait la rentabilité d'une centrale électrique commune. Il faudrait pour cela faire effort sur quatre points, expose Dy Kiden :

- appliquer la législation, le prakas actuellement mis au point, le faire connaître,
- changer les comportements des gens, leur expliquer leur responsabilités vis-à-vis des déchets
- créer un système de collecte et de tri des déchets, c'est à quoi nous travaillons. A partir de ces déchets on pourra faire aussi du compost qui contribuerait aux recettes.
- rechercher des partenariats avec le secteur privé

Il est difficile de faire changer le comportement des gens vis-à-vis des déchets, on jette n'importe où, dans la rue, sur les bas-côtés des routes, remarque Dy Kiden. Mais on voit pourtant des progrès locaux, certaines villes sont

Swan Fauveaud, GERES (n° 251, 2007)

Pour les bio-carburants, il faut prendre en compte trois produits :

L'huile végétale pure, venant du palmier à huile, du colza, du tournesol, du sésame, du ricin, du jatropha ... que l'on mélange avec le diesel dans une proportion de 20 / 80 %, ou de 50 / 50 %. On peut même l'utiliser telle quelle dans les moteurs diesel (il faut un préchauffage pour obtenir une bonne fluidité).

Le biodiesel, obtenu à partir de l'huile végétale par un processus chimique complexe dit trans-estérification. Le processus huile végétale + méthanol avec de la soude donne du biodiesel et de la glycérine (qui peut servir à faire par exemple du savon). Ce biodiesel peut être utilisé directement dans les moteurs existants (attention toutefois il attaque le caoutchouc; et il peut encrasser la pompe à injection). Il s'agit là d'opérations qui ne peuvent être rentables qu'avec de gros volumes.

L'éthanol, obtenu à partir de la canne à sucre, du tapioca, de la betterave, du maïs, du manioc ...

Dans ce domaine le Brésil est pionnier depuis 10 ans: 3,5 millions de voitures équipées de moteurs « flexfuel » roulent uniquement à l'éthanol. En Thaïlande on mélange couramment 5 % d'éthanol à l'essence, 3 % au diesel.

bien tenues (Kep, Siem Reap le WatBo, et bien d'autres). On voit des marchés locaux envahis par les détritiques, les eaux sales, les caniveaux obstrués, comblés par les rejets, mais on en voit d'autres très bien tenus. Il y a de plus en plus de gens conscients.

En octobre 2015 : quatre sociétés ont des licences dans le domaine du traitement des déchets, dit Dy Kiden: à Phnom Penh, à Kompong Chhnang, à Sihanoukville, à Bavet (en construction).

En matière de biogaz il y a donc des efforts, des progrès, mais le Cambodge est dans ce domaine très en retard sur la Thaïlande et le Vietnam.

Plus généralement, on en est encore au stade des expérimentations: quel est l'avenir de la biomasse ? Vaut-il mieux utiliser la biomasse directement en la brûlant ? Ou par gazéification ? Ou les deux, selon les besoins et selon des techniques qui restent à élaborer et appliquer ?

Les bio-carburants

très motivants, encore en devenir

Dr Sat Samy, MIME (n° 283 janvier 2010)

Les biocarburants, ce terme suscite de grands espoirs, de grands projets, beaucoup d'études, ... et quelques investissements bien concrets.

L'idée est simple: mélanger aux carburants qui alimentent les moteurs (essence, diesel) un produit moins cher, de façon à diminuer le coût final de ces carburants. C'est un système déjà très utilisé, par exemple au Brésil.

Plusieurs arguments rendent cette idée séduisante :

- les produits végétaux capables de fournir des bio-carburants sont nombreux, la plupart très courants : manioc, maïs, colza, tournesol, canne à sucre, résidus de noix de palme, jatropha ...
- le Cambodge a de grandes surfaces encore non cultivées, ou à très faibles rendements.
- la culture de végétaux entrant dans la fabrication de biocarburants contribue évidemment à créer des emplois dans les campagnes, à diminuer la pauvreté et l'exode rural.

Biocarburants : les inconvénients

Des connaissances et expériences existantes on peut tirer plusieurs observations:

- les biocarburants sont plutôt un appoint aux carburants existants, dans la proportion de 5, 10, 20 % ...;
- le choix des végétaux de base est très différent selon les pays, selon les sols, le climat, selon qu'il y a concurrence ou non entre ces végétaux et les cultures vivrières, manioc, maïs, ...
- la fabrication des biocarburants peut être un processus compliqué qui demande un investissement important, donc valable seulement pour de grandes quantités;
- la culture des végétaux pour biocarburants est très consommatrice de surfaces : pour remplacer complètement les carburants il faudrait plusieurs fois les surfaces cultivables de la planète;
- les investissements dans les végétaux destinés à la production de biocarburants entraînent de la déforestation et des conflits fonciers; cela d'autant plus que la législation correspondante n'existe pas encore.

Produire et utiliser des biocarburants est d'autant plus sensé que la demande locale de carburants moins chers est très forte au niveau des villages et des agglomérations : électricité pour l'éclairage domestique là où le réseau d'EDC ne vient pas ...

- l'utilisation de biocarburants diminue la consommation d'énergies fossiles donc le coût des importations, et diminue les émissions de GES.

On se trouve ainsi, au Cambodge comme ailleurs dans une situation très motivante: une forte demande de biocarburants face à une production potentielle également forte, avec des enjeux financiers et sociaux potentiels importants. (Dr Sat Samy n° 283, janvier 2010)

Exemples concrets :

- l'usine coréenne de production d'éthanol *MH Bioenergy* bien visible sur la RN5, au km 6, qui produit, à partir de 100 000 t de manioc collecté dans de petites exploitations rurales dispersées 36 000 t d'éthanol / an. (cn 250, 278).

- Il existe un projet à Kratie, à partir de la canne à sucre.

L'huile de *jatropha*

moins juteuse qu'espéré

Le *jatropha* –*jatropha curcas*– originaire de l'Amérique du Sud, et répandu aussi en Afrique et en Asie, a soulevé beaucoup d'engouement d'études et d'expériences sur le terrain dans les années 2005 à 2010.

Les arguments sont très convaincants :

- il pousse sur des sols pauvres et alcalins, ou sableux, très abondants et inutilisés au Cambodge. Il ne fait donc pas de concurrence avec les cultures vivrières
- il résiste très bien à la sécheresse
- peut vivre une cinquantaine d'années
- il produit dès la première année et trois mois par an des graines contenues dans des « noix physiques », riches en huile (de 33 % et jusqu'à plus de 40 % pour les meilleures variétés) avec une capacité énergétique similaire à celle du diesel. C'est un « carburant vert » local, bon marché et non polluant
- on peut planter 3000 pieds de *jatropha* par ha. La récolte est de 3 à 8 tonnes de graines par ha (moyenne 5t), qui donnent 1,75 t d'huile à partir de la troisième année. 1000 ha produisent 1 750 t d'huile.
- cette huile très proche du diesel peut servir de carburant pour les moteurs (quelque peu modifiés) pour un coût en principe bien moindre. Le marché est considérable, estimé à 1200 000 t de diesel par an, dont environ 40 % pour l'industrie et 60 % pour les transports, ...
- les cosses des fruits, 35 %, peuvent être utilisées comme fertilisant : le tourteau est recyclable en compost,
- ou comme bio-masse pour produire de l'électricité. 1 kg de cosses produit 1 KWH selon les experts. De sorte que 100 ha de *jatropha* alimentant un *biomass gazifier* (on brûle les cosses pour produire du gaz et de là de l'électricité) produisent 175 000 kg de biomasse par an, qui peuvent alimenter 100 maisons consommant 200 W - équipées chacune de 3 lampes et d'une TV. (cn 256, sept. 2007)

La société thaïlandaise *Panpee* avait déjà deux surfaces de *jatropha* en 2006, prévoyait 5 à 10 000 ha et 20 000 plus tard, recherchait des fermiers volontaires pour des exploitations familiales (cn 251).

En 2007 sur 14 projets de culture de biofuels, 8 étaient des projets de *jatropha*, parmi lesquels l'ONG *Biodiesel Cambodia* de David Granger à Prey Veng, l'ONG *DATe (Development Appropriate Technologies)*, *MVU (Moyanishi Vedic University)* à Prey Veng, *Buddhism for Development dans la province de Banteay Meanchey*, *Biwako Biolaboratory (Japon)* ... Les autres projets de biofuel : huile de ricin, de canne à sucre, de manioc, de tournesol (cn 251 avril 2007).

En 2007 un séminaire organisé par le MIME et GTZ montrait le potentiel et les avantages du *jatropha*; le groupe *TESA (Toprank E.S. Agriculture)* calculait la rentabilité théorique d'une exploitation familiale (cn 256).

En 2008 la compagnie malaisienne *Top Rank E.S.* avec la cie Cambodgienne *Four ES Investment Group* et des Chinois, après sa pépinière de 50 ha proche du col de Pich Nil qui servait d'expérience locale et d'apprentissage (plants, irrigation, pesticides, récolte ...), prévoyait une culture à plus grande échelle de 200 ha. L'idée était alors que tous les villages se mettent à planter le *jatropha*. (cn 258).

Nombreuses interrogations

« Si l'on doit cultiver le *jatropha* à grande échelle, il faut commencer par sélectionner les meilleures variétés, pour ensuite les cloner, expliquait déjà en 2007 R. Henning, spécialiste incontesté. On connaît encore très mal le *jatropha*, par exemple on ne sait pas quels insectes le fertilisent. On pourrait peut-être utiliser aussi l'huile de *kapok*, d'hévée, le *coprah* ... ».

Il existe d'importantes différences entre les espèces de *jatrophas*:

- le plus courant présent au Cambodge est le « petit *jatropha* ». Un nouveau venu est le grand *jatropha*, un arbre qui peut atteindre plus de 10 mètres. Il existe au Laos, où il avait été introduit jadis par des Français, on le redécouvre, dit Madame Supatthra Klaharn-Roux. Ce « grand *jatropha* », on le laisse pousser, et il atteint plus de 10 m en quelques années. On intervient cependant en coupant le tronc plusieurs fois au cours de la pousse, de façon à créer des branches, ce qui augmente la production de fruits.

Quels sont les avantages de cette culture-là ?

- il y a d'abord beaucoup moins de soins à apporter à la plantation: on irrigue un peu en cas de sécheresse prononcée; on n'apporte de l'engrais que si le sol est très pauvre; on protège les fleurs en août; et le ramassage est très simplifié: les fruits tombent d'eux-mêmes en décembre et début janvier.

- nombre de « pieds » à l'ha 380 pour le grand *jatropha*, 3000 pour le petit *jatropha*; - production: 50 kg par arbre pour le grand *jatropha*, soit 19 t / ha., et 4 750 litres d'huile; - la proportion d'huile 25 % pour le grand *jatropha* et de 37 jusqu'à 45 % pour le petit *jatropha*; - Les rendements du grand *jatropha* sont bien meilleurs: jusqu'à 300 kg par arbre et par an à partir de la 6ème année (200 kg dans le cas d'un *jatropha* sauvage), et environ 380 arbres à l'ha. Soit 114 t / ha - beaucoup plus que le petit *jatropha*. Le grand *jatropha* produit 200 kg dès la 3ème année. Il faut 4 kg pour produire 1 litre

d'huile à 25 % ... (cn 263).

Il faut apprendre par l'expérience quels sont les meilleurs sols, le meilleur degré d'humidité (faut-il drainer, irriguer ou non ?), et les meilleures «façons culturales»: tailler beaucoup ? A quelle hauteur ?

« Peut-on augmenter les rendements avec des produits qui traitent les racines ? Des produits très nouveaux qui retiennent l'eau en saison des pluies et la relâchent en saison sèche ? On pourrait alors planter de très vastes surfaces inutilisées » dit F. Van Wichelen, consultant pour Terracotem.

« Il faut tenir compte des machines qui permettent de décortiquer les fruits, qui sont très durs, observe Mme Suppathra-Claharn-Roux; ensuite broyer les graines (3 graines par fruit) pour obtenir de l'huile, et filtrer cette huile. Les machines existent: (« technologie allemande, fabrication chinoise »). Une décortiqueuse capable de traiter 160 tonnes/jour coûte moins de 5000 \$. Il existe une broyeuse et filtreuse capable de traiter 200 kg / heure. Une machine qui réalise le mélange avec 20 % d'éthanol et produit le carburant prêt à être utilisé: 14 à 15 000 \$. Il existe des machines pour petites quantités, et de grandes pour les productions industrielles ...» (cn 263).

Faut-il des plantations sur de vastes surfaces, ou des plantations villageoises ? interroge le GERES. Ou les deux, comme pour les plantations d'hévéas ? Faudrait-il aider les villageois en leur distribuant des graines, en organisant des formations, en achetant leur production d'avance ?

Faut-il vraiment construire une grande raffinerie et passer par le processus dit de «trans estérification» ? Ou plutôt rechercher l'usage le plus simple, l'utilisation directe dans les moteurs diesel existants ? Puisqu'il faut chauffer l'huile brute pour qu'elle atteigne la viscosité souhaitable- vaut-il mieux modifier les moteurs (coût 50 \$ selon l'ingénieur A. Noak) et que disent les industriels ? Ou bien vaut-il mieux mélanger huile brute et diesel ? Faut-il imaginer des moteurs avec deux réservoirs ?

Comment les moteurs existants réagissent-ils à une utilisation prolongée de l'huile de jatropha ?

Photo ci-contre : Mme Yasmina Yong, Top Rank E.S.



m o n t r e qu'un brin de jatropha brûle sans aucun traitement préalable à cause de sa forte teneur en huile qui peut atteindre de 31 % à plus de 40 % selon les variétés. (cn 258 nov. 2007).

Et encore des interrogations :

l'huile de jatropha fera-t-elle la fortune de quelques très grands exploitants, ou bien aidera-t-elle une

multitude de villageois à produire une électricité bon marché, pour leur éclairage, leur télévision, leur moulin à riz, les petites industries locales comme les fabriques de glace, un carburant bon marché pour les moteurs des pirogues, des bacs, des motoculteurs, des pompes d'irrigation ?



La noix physique du jatropha

Dans la réalité on voit en 2015 que le jatropha n'a pas connu le développement spectaculaire attendu. Les raisons : le coût du traitement, l'irrégularité des récoltes, la concurrence d'énergies moins chères, le manque d'investisseurs dans de grandes surfaces.

« En 2015 au Cambodge il n'y a pas plus de 10 sociétés impliquées dans la culture du jatropha, pour des surfaces d'environ 1000 ha. Il n'existe pas encore de très grandes surfaces »

(Pheakdey Heng Enrich Institute octobre 2015)

sources : cn 251 (avril 2007), 255 (2007), 256, 258 (nov. 2007), 263 (2008) : Dr Sat Samy MIME, Swan Fauveaud GERES, Yasmina Yong plantation Top Rank (Four ES), Saumura Tioulong députée à l'Assemblée nationale, Supathra-Claharn-Roux, Pheakdey Heng directeur Enrich Institute.

Ci-dessous moteur diesel alimenté au jatropha présenté en fonctionnement en 2007 lors d'une visite de la plantation expérimentale de Om Try, à Rokar Ksoch, près de Prey Veng organisée par Saumura Tioulong. Plusieurs variétés de jatropha de 5 provenances dans le monde ont été expérimentées dans cette plantation (cn 255).



Moteur alimenté au jatropha

L'énergie solaire au Cambodge

L'énergie solaire génère une certaine effervescence dans le monde entier. Les raisons sont multiples :

- c'est une énergie non polluante, on voit à l'occasion de la COP 21 la force de cet argument. Le monde entier se mobilise contre la pollution, l'énergie solaire est en principe une solution idéale
- l'énergie solaire contribue à préserver les forêts;
- après amortissement, elle est gratuite
- elle évite les importations coûteuses de fuel et de charbon
- elle contribue à l'indépendance énergétique
- et voici que le coût de l'électricité solaire diminue fortement. Elle est en passe de devenir compétitive avec les autres sources d'énergie, avec le fuel et l'hydraulique.

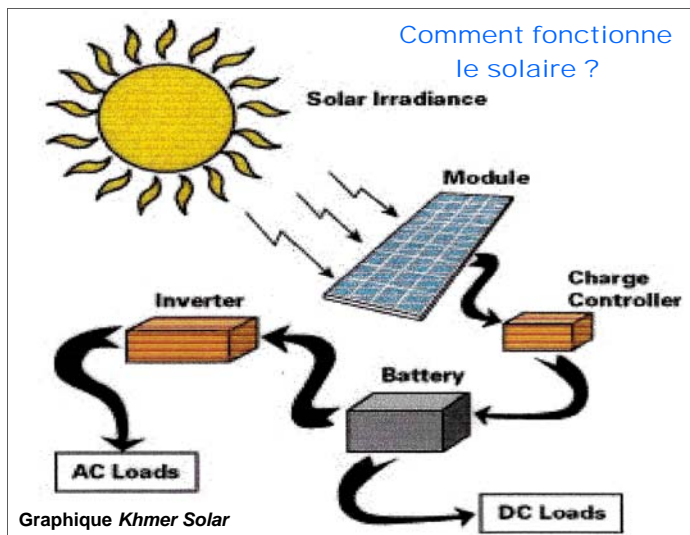
Il y a donc un « rush sur le solaire ». En Allemagne, en Espagne, en Californie, en Inde qui s'équipe à grande allure, veut atteindre une production de 20 000 MW en 2022, et envisage 100 000 MW; la proportion du solaire dans son mix énergétique devrait passer de 13 % actuellement à 40 % en 2030; et particulièrement en Chine qui investit des sommes énormes dans le solaire, existent de vastes « champs » de panneaux photo-voltaïques.

Partout, en Israël, en Afrique du Sud ... on explore le solaire. Le Maroc construit avec 500 000 miroirs de 12 m de haut la plus grande station solaire thermique du monde, qui produira 580 MW en 2017, un investissement de 9 milliards de \$...

Le solaire au Cambodge

Utiliser l'énergie solaire au Cambodge, cela relève du bon sens : comme le réseau d'EDC ne peut pas atteindre sans grands frais toutes les habitations éloignées, comme le prix de l'électricité du réseau est très élevé, comme il y a abondance de soleil une très grande partie de l'année, il faut évidemment équiper de panneaux solaires les habitations rurales que n'atteint pas le réseau.

L'énergie solaire est chère à installer ? Elle l'est de moins en moins, grâce à la diminution du coût des panneaux (production en masse, diminution du coût des ma-



Pourquoi si peu de solaire ?
Le solaire pour
quelles utilisations ?
Nécessité des subventions
Un domaine en plein
développement

tières premières, progrès de la technologie), d'une certaine détaxation. L'énergie solaire devient peu à peu compétitive comparée à une alimentation par le réseau.

En principe donc, « vive le solaire ! »,

Mais dans la réalité l'énergie solaire est au total très peu utilisée. Elle n'entre pas encore dans les statistiques.

Il n'y a pas encore de politique à l'échelle nationale. « S'agissant d'énergie, au MIME, on pense surtout à l'hydro-électricité » nous dit un professionnel indépendant, ils ne pensent pas au solaire ».

De même dans le secteur privé : à Phnom Penh on voit proliférer les tours fortement exposées au soleil, et qu'il faut donc climatiser à grands frais : on dépense beaucoup d'argent pour lutter contre le rayonnement solaire, on ne l'utilise pas. Et dans les provinces s'il n'y avait pas l'assistance de nombreuses ONG, de crédits bonifiés, le solaire progresserait très peu.

Selon les statistiques du MIME, l'énergie solaire ne représenterait en 2030 que 1,3 % de la consommation des villages, et 2,6 % en association avec le diesel. Le solaire serait de loin dépassé par la biomasse (étude IED).

Pourquoi si peu ? Kunthap Hing, Khmer Solar

La proportion actuelle de l'énergie solaire dans le mix énergétique du Cambodge est mal connue : « les installateurs ne nous informent pas de leur activité, ni les ONG, ni les sociétés qui s'équipent en solaire, de sorte que l'on n'a pas de chiffres à l'échelle nationale » nous dit Toch Sovanna, MIME, en septembre 2015. mais elle reste très marginale.

A l'examen, les raisons sont assez simples, nous dit l'installateur *Khmer Solar* :

- même avec la diminution des prix les panneaux coûtent cher, l'amortissement est long, l'équipement est hors de portée des foyers les plus modestes; le solaire ne peut être installé dans les foyers ruraux qu'avec l'aide de subventions ou de prêts bonifiés;

- les utilisateurs potentiels n'ont pas confiance. Il y a eu des panneaux de médiocre qualité, leur durée et celle de la batterie étaient plus courtes que prévu et une nouvelle batterie coûte cher. La forte diminution des prix en cours, avec un contrôle de la qualité, ne sont pas encore connus, la défiance est encore là.

- le solaire n'assure qu'une assez faible puissance énergétique; pas question d'avoir à la fois dans un même foyer l'éclairage, la télévision, la recharge des téléphones, d'ajouter un ventilateur, un fer à repasser, un sèche-cheveu, un frigidaire, encore moins la climatisation (il faudrait 14 panneaux par appareil, 9 800 \$ à 5 \$ le watt) ... ni d'alimenter une usine, des machines, il faudrait de trop grandes surfaces de panneaux.

- s'il n'y a pas de soleil pendant plusieurs jours, il faut diminuer la consommation;

- les petits panneaux sont volables.

- pour l'installateur, l'entretien dans les zones éloignées revient cher, une seule visite d'entretien peut annuler la



marge de profit; (d'où l'idée de l'AFD d'aider les installateurs, voir encadré);

- les investisseurs dans des batteries solaires, qui se remboursent en vendant de l'électricité aux foyers, craignent d'être rejoints par le réseau avant que leur investissement n'ait été amorti (d'où les compensations prévues par EDC).

Le solaire : quelles utilisations ?

Selon les entretiens que nous avons eus avec des spécialistes et des praticiens de l'énergie solaire, voici quelques résultats concrets :

l'éclairage: le solaire n'est pas approprié, n'est pas rentable, sauf en cas de très faibles consommations, maisons villageoises isolées (quelques lampes led et TV voir ci-après), consommateur individuel, communautés gérées par des ONG, ou encore pour éclairer un pont, une section de route...

les pompes à eau solaires

C'est là que le rendement est le meilleur. On installe la pompe en sous-sol dans la nappe d'eau, on fait monter l'eau jusqu'à 100 m et plus, on la stocke dans de grands

Quelles aides au solaire ?

Les pouvoirs publics : il existait en 2008 avec l'appui du Premier ministre 269 installations solaires, édifices publics, écoles, centres de santé, pagodes, éclairage de ponts; 545 en 2010 (Dr Sat Samy, MIME 2010).

Depuis, l'intervention conjuguée du MIME et de EDC est devenue régulière : « selon nos possibilités financières, nous équipons environ 4000 systèmes solaires par an; objectif : 20 000 systèmes » Nous avons au MIME de grands objectifs atteignant 3 MW. (Toch Sovanna, MIME, septembre 2015).

Aides d'organismes internationaux : la Banque mondiale, l'ADB aident à l'équipement des foyers en solaire depuis 2009.

L'Union européenne prévoit en septembre 2015 de consacrer 2 millions de dollars au secteur solaire.

L'Agence Française de Développement consacre 2 millions d'euros sur 4 ans à aider à l'équipement en électricité solaire de 25 000 foyers ruraux pour fin 2018 : - aide à 4 vendeurs-installateurs de panneaux (Entrepreneurs du Monde, LES, NRG, Camworks), - création d'un label de qualité pour les panneaux, - prêts de micro-finance « bonifiés » (3 IMF cambodgiennes), - et une formation pour les vendeurs/installateurs. Assistance technique : SNV. (source : Glenn André, AFD).

Le Japon a deux projets dans le domaine du solaire (pompes), et la Corée 3 projets.

réservoirs, qui alimente par gravité, comme un château d'eau, beaucoup de maisons et d'installations. C'est une formule très adaptée par exemple à une exploitation agricole assez importante, ou à une collectivité. Ces pompes peuvent être utilisées avec batterie, ou –meilleure formule- sans. (Richard Vaillant, Comin Khmère. 2010)

Le Cambodge est dans ce domaine très en retard sur, par exemple, la Thaïlande.

Exemples d'installations: le nouvel hôtel sur le plateau du Bokor; des bungalows à Kampot; alimentation en eau sur le Tonle Sap (à la saison des pluies l'eau du lac est sale et inutilisable). C'est du matériel d'origine allemande, fabriqué en Chine. L'installation à une durée de vie de 20 à 30 ans. On a ainsi les deux avantages: qualité du produit, identique à ce qu'elle est en Allemagne et coût bien moins élevé à cause des bas salaires pratiqués en Chine.

Le coût de l'installation: pour la pompe (Lorentz) de 600—800 à 3 500 dollars (environ 1 800 \$ en moyenne) et environ autant pour les panneaux. «La difficulté est de convaincre les usagers, parce que l'investissement est élevé, dit R. Vaillant, de Comin Khmère; mais au total le marché est énorme. «Nous avons déjà installé plusieurs de ces pompes, via des ONG, et nous allons équiper en éclairage et en pompes solaires six centres de soins dans la province de Kandal ». (id°)

Stations de batteries solaires Pour que l'énergie solaire soit rentable au niveau des villages, on peut créer des stations de batteries solaires, il faut que les usagers soient groupés en communautés d'usagers. Il en existe déjà, par exemple une Community Electricity Hun Sen 317 pour des militaires invalides, à une centaine de km au nord de Phnom Penh. Avec l'aide de la Banque mondiale et de l'ADB, 20 millions de dollars de dons et prêts, on prévoit 12 000 systèmes solaires qui pourront alimenter 50 000 foyers. Ce que l'on attend, c'est que des investisseurs privés créent eux-mêmes des stations de batteries solaires.

Les centrales solaires pour recharger les batteries ? Ce n'est pas un bon système nous dit un spécialiste, pour une raison de timing : les clients viennent recharger le soir, quand il n'y a pas de soleil.

Mini-réseau hybride solaire/diesel

A l'expérience c'est une bonne formule. Et lorsque le réseau national arrive, il peut utiliser ce mini-réseau.

Victor Jona, MIME, nov. 2013

Il existe maintenant de nombreuses installations solaires dans des foyers individuels, portées par quantité de bailleurs de fonds et d'ONG qui aident financièrement les utilisateurs avec des organismes de micro-crédit. L'IED par exemple doit installer 12 000 systèmes solaires dans 7 provinces (cn 305).

On fait des expériences de couplage du solaire avec le diesel (nouveaux générateurs de meilleur rendement). On étudie aussi des « stations solaires » villageoises, BCS, couplées avec le diesel : les foyers qui utilisent une batterie de voiture la rechargent en principe à un coût bien moindre dans une « centrale solaire » villageoise.

Solaire individuel ? solaire villageois ? Il est trop tôt pour faire le bilan.

En attendant le prix des panneaux photo-voltaïques diminue. Des exemples concrets :

- en novembre 2013 un panneau 50 watts qui alimente 4 lampes, la télévision, la recharge des téléphones : 225 dollars si l'on paie cash (avec deux lampes et un an d'entretien gratuit) et 243 dollars en leasing, sur 4 ans (cn 319). (Victor Jona n° 323 nov 2013)

- **septembre 2015** un panneau de 40 watts coûte 150 \$. On est là à un peu moins de 4\$ le watt

Kunthap Hing

Khmer Solar, sept 2015

« Nous sommes la plus ancienne société dans le secteur de l'énergie solaire, fondée en 1997-98 ».

« L'expérience montre que la meilleure utilisation de l'énergie solaire c'est tirer de l'eau du sol, avec une pompe solaire, et la faire monter jusqu'à un stockage en hauteur.

« L'énergie solaire peut servir aussi à alimenter quelques lampes pour l'éclairage, un poste de télévision, un ordinateur, un frigidaire (pour des produits pharmaceutiques) ... Nous proposons un large gamme de panneaux.

- des panneaux japonais (*Kyocera*), plus chers : 1,7 \$/watt;

- et des chinois (*Yim Lee* devenu *Gain*) 1\$ par watt (et 0,9 \$ / watt pour 1000 watts et au-delà).

Les produits japonais sont plus chers mais excellents. Les produits chinois sont moins sûrs. En fait les fabricants chinois savent faire de très bons produits mais ils réservent la meilleure qualité pour l'exportation vers l'Occident. Et avec le très grand nombre d'entreprises chinoises, on n'est pas sûr de tomber sur les meilleures.

(Khmer Solar Cn 324 nov 2013, et sept 2015)

Un exemple best seller: un panneau de 40 watts qui alimente 3 ou 4 lampes led, une TV couleurs, recharge des téléphones. Durée : 3-4 heures/jour. Dimensions : 105 x 66 cm. Coût 150 \$.

100 watts : environ 300 \$.

« Nos clients sont principalement des ONG qui équipent des cliniques rurales pour conserver les vaccins à la bonne température, ... les plus importants clients des panneaux solaires sont les relais téléphoniques utilisés pour les téléphones portables. On installe des panneaux solaires en hauteur, sur les pylônes déjà existants.

L'armée américaine projette d'équiper des centres de santé et des écoles (pompage de l'eau, eau chaude) dans 5 provinces.



pompe solaire, 18 panneaux, et stockage à 90 m de hauteur. doc. Comin Khmère

On utilise souvent un système hybride solaire / diesel. Nous avons aussi une « lanterne solaire », durée 12 heures alimentée par un petit panneau de 25 cm de côté (25\$). *Kunthap Hing, Khmer Solar, sept. 2015*

Les prix diminuent

On commence à voir en province des maisons équipées de panneaux solaires. Un exemple pratique : cette famille qui tient une échoppe sur la route près de Sandan s'est équipée en 2013 d'un panneau solaire fixé sur le toit. Plusieurs familles voisines ont fait de même.

Puissance 50 watts. Il alimente 4 lampes led, la télévision, et on peut recharger les téléphones. Il existe d'autres puissances : 30 watts, 100 watts, ... Le coût : 225 dollars le panneau si on paie cash. Dans ce cas, on a deux lampes gratuites et l'entretien gratuit pendant un an.

Cette famille a choisi un achat en leasing: elle paie 40 500 riels tous les deux mois, pendant 4 ans. C'est-à-dire que le panneau lui revient 243 dollars.

[on voit ici l'importante baisse des prix : 225 \$ cash pour 50 watts, c'est 4,5 \$ le watt; et 4,8 \$ le watt si le panneau est acheté en leasing. Actuellement un panneau

EDC / solaire : une concurrence injuste !

Le réseau fait une concurrence injuste au solaire nous dit un usager : EDC apporte gratuitement l'électricité jusqu'à proximité de l'utilisateur, qui ne paie qu'un court branchement. Et le coût du Kwh est très faible parce que les énormes investissements dans les barrages hydro-électriques et le transport de l'électricité sont pris en charge par le gouvernement. Tandis que la famille qui équipe sa maison en solaire paie tout, elle n'est aidée par personne. Et les matériaux, les panneaux par exemple, même diminués de 35 à 7 %, paient des droits de douane.

« On réfléchit à des subventions au « solaire » nous dit-on au MIME.

Il existe des aides au micro-crédit dans le domaine du solaire (voir p.)



Un solaire encore modeste photo A. Gascuel

de 40 watts coûte 150 \$ soit un peu moins de 4 \$ le watt ndlr nov. 2015]

Deux lampes sont fournies gratuitement, Les deux autres ont coûté 25 000 riels, c'est-à-dire 6,25 dollars chacune.

La batterie chargée par le panneau peut alimenter le système pendant deux jours en cas de manque de soleil. Un signal avertit de la diminution de la réserve; on peut alors économiser en ne gardant allumées que deux lampes par exemple. Si l'on a trois jours sans soleil, le système s'arrête. Le remplacement d'une lampe (chaque année), est à la charge de l'acheteur. (cn 319, mai 2013)

Foyers ruraux

D. Pacheco, *Yeeg Solar Technologies*

« Notre société est spécialisée dans l'éclairage dans les zones rurales. C'est une société indépendante, c'est-à-dire qui ne dépend d'aucune subvention, mais qui ne vise pas le profit: tout bénéfice sert à subventionner des produits ou les projets de petites communautés. Nous travaillons avec des ONG importantes comme *World Vision, Cambodian Children Funds, PSE, Vision Funds, ...* Le matériel vient de la société australienne *Barefoot Power*, qui fait le design et la production.

Nous proposons un matériel bien adapté aux besoins ruraux en éclairage, c'est-à-dire, pour une maison, pour une famille: quelques lampes allumées quelques heures par jour. L'installation, les fils et les connexions, tout est très simple, ne demande aucun installateur spécialisé. Le coût est faible, et ensuite il n'y a plus de dépenses d'électricité. On arrive là à un matériel qui peut effectivement intéresser les nombreuses maisons qui s'éclairent actuellement avec une batterie de voiture, ou plus encore des communautés (hôpitaux, orphelinats ...) que des ONG équipent à leurs frais.

Grosses installations solaires

Brecht Vanderlaan, *Comin Khmère*

Notre spécialité, nous dit Brecht Vanderlaan, chef de projet à *Comin Khmère*, c'est celui d'installations importantes, écoles, usines, ... Nous avons par exemple instal-

Vendre de l'électricité solaire au réseau ? C'est pour 2016

Il s'agit d'autoriser les producteurs importants d'énergie solaire à vendre au réseau EDC l'électricité qu'ils produisent en trop, par exemple l'électricité produite pendant le week-end. Cela se fait couramment en Australie, en Europe.

Les producteurs d'énergie solaire pourraient de cette façon diminuer le coût de l'énergie qu'ils consomment, voire le réduire à rien, et même faire des bénéfices ! Cela changerait beaucoup l'efficacité de tout le système.

La loi ne l'autorise pas encore, mais on aura mis au point le système en décembre prochain, nous dit Toch Sovanna, au MIME et il devrait entrer en pratique vers le milieu de l'année 2016.

A quels tarifs ? Il faut négocier le prix avec EDC. L'électricité venant du Vietnam, du Laos, dit Bun Narith, EAC, est à moins de 10 cents à la frontière. Avec le coût du transport le Kwh revient de 10 à 13 cents. On achète de 6 à 7 cents, jusqu'à 10 cents par Kwh (*n° 325 déc. 2013*).

lé un système de 150 kW, c'est l'équivalent de 1 500 maisons individuelles. Un tel projet demande une vingtaine d'ingénieurs, et des gens sur place.

Le coût, à environ 2 500 à 3 000 dollars par kWh, est d'environ 400 à 500 000 dollars. Notre atout, c'est notre expérience. Nous avons déjà équipé une usine, une ONG, une école à Siem Reap, des hôtels (pour l'eau chaude). D'ici la fin de l'année nous aurons réalisé 2 autres opérations de grande capacité.

Le marché des grands équipements solaires se développe rapidement. Nous n'avons besoin de faire aucune prospection, pas de marketing, les demandes nous arrivent toutes seules, et nous en avons plus que nous ne pouvons traiter.

L'éclairage par le pico-solaire

Il s'agit d'un système d'éclairage nouveau dit «pico-solaire» provenant de la société thaïlandaise *Fosera*. Il est destiné aux foyers qui sont loin du réseau ou d'un système local, ou qui n'ont pas les moyens de payer un branchement, et des kw chers.

Ce système utilise des batteries au lithium, adaptées aux climats chauds, beaucoup plus performantes (elles stockent près de 3 fois plus d'énergie que les batteries au plomb) et moins est aussi

Le rendement, avec des lampes *led* à forte luminosité (100 lumens par wat) est de très loin supérieur à l'ancien système. «*Nous en avons testé un modèle auprès de tisseuses dans l'île de la Soie et la réaction est très favorable*».

Il faut ajouter que l'installation est très facile. Le panneau solaire récepteur mesure 18 cm sur 15; le tout est beaucoup plus léger que l'ancienne installation. On peut brancher sur les 4 «sorties» du boîtier une forte lampe, un chargeur de téléphone, alimenter une radio, un ventilateur ... ou 4 lampes.

Alimenter un poste de TV en couleurs ? C'est en cours de recherches en Allemagne ...

Un autre avantage c'est que si les besoins augmentent on peut très facilement coupler le premier boîtier avec un second, et ainsi ajouter des lampes ou des appareils, alors qu'avec le système précédent les utilisations devaient être décidées au départ et ne pouvaient plus augmenter sans inconvénients. Il y a donc nettes améliorations.

Attention: le boîtier n'alimente que des appareils, lampes, radio etc ... livrés par Fosera.

Hôtellerie : l'eau chaude solaire

Panneaux thermiques Ces panneaux ne produisent pas d'électricité (donc pas de batterie, de contrôleur de charge ni d'onduleur) ils créent un thermosiphon et ils chauffent directement l'eau que l'on utilise par exemple dans les salles de bains des chambres d'hôtel. Il en existe des exemples concrets, l'installation conçue et réalisée pour l'ambassade d'Allemagne comporte de gros réservoirs qui peuvent conserver l'eau à 60 ° pendant 3 jours sans soleil, dit R. Vaillant. (Il existe des formules plus simples et moins coûteuses).

Un autre exemple : A. de Suremain, gérant d'hôtels, a développé et installé des panneaux thermiques pour alimenter les salles de bains en eau chaude qui donnent satisfaction.



Installation de panneaux thermiques photo Comin Khmère

Ces panneaux thermiques sont des éléments de 15 cm d'épaisseur qui contiennent des serpentins, petits tubes de cuivre de type courant. Entre de gros réservoirs situés en hauteur, sur le toit, et les panneaux, il se crée un thermosiphon, la circulation et le chauffage de l'eau se font tout seuls. Il a mis lui-même le dispositif au point. Le plus long a été de trouver le bon angle de courbure des serpentins. Le coût ? Environ 300 dollars par salle de bains, tout compris. C'est plus cher que l'équipement électrique, mais une fois posé le système ne coûte plus rien.

Un avantage non négligeable de ces installations solaires c'est qu'elles attirent l'attention, l'intérêt des visiteurs, des entreprises, des journalistes, ... et des clients qui sont contents de participer aux efforts d'économie d'énergie tellement dans l'air du temps. Les salles de bains de l'hôtel «*La Plantation* », 72 chambres, sont évidemment «*solaires* ».

solaire thermique et pompes à chaleur

Richard Vaillant, Olivier Brécourt

Comin Khmère

« Pour une même surface, le collecteur thermique produit 5 à 6 fois plus d'énergie que le panneau solaire photovoltaïque. Les économies réalisées sont par conséquent importantes et les temps de retour sur l'investissement très intéressants compte tenu du prix du fuel et de l'électricité au Cambodge (de 3 à 7 ans selon la quantité d'eau chaude requise). »

L'eau chaude produite par les capteurs pendant les heures ensoleillées est stockée pour pouvoir être utilisée à n'importe quelle heure de la journée et les applications possibles sont nombreuses : hôtels, restaurants, spas, ambassades, bureaux, industries, particuliers... Plus les besoins en chaude sont grands, plus le solaire thermique devient intéressant ! « *Par rapport à d'autres technologies, le chauffe-eau solaire présente par ailleurs plusieurs avantages : une longue durée de vie, des coûts d'opération nuls et une faible maintenance.* ».

Les pompes à chaleur

Suivant le principe inverse d'un réfrigérateur, une pompe à chaleur récupère les calories présentes dans l'air ambiant, et transfère cette chaleur à l'eau froide sanitaire par l'intermédiaire d'un compresseur avec fluide réfrigérant.

« Il faut de l'électricité afin de faire fonctionner une pompe à chaleur, mais là où un chauffage électrique pro-

duit 1 kilowatt de chaleur pour 1 kilowatt d'électricité, la pompe à chaleur en retourne plus de 4 ! Cette efficacité est un critère que l'on nomme COP (coefficient de performance), l'une des caractéristiques les plus importantes d'une pompe à chaleur. Plus la température et l'humidité ambiante sont élevées, meilleur sera le rendement de la pompe à chaleur. » Au Cambodge, on atteint un COP de 4 à 5. Conséquence : votre investissement est rentabilisé en moins de 2 ans, voire en moins d'un an pour une solution sans stockage !

Inconvénients : en comparaison avec le solaire thermique, les pompes à chaleur nécessitent plus de maintenance, elles ne sont pas aussi écologiques puisqu'il y a toujours une consommation

d'électricité. Et à cause de leur aspect il est plus difficile pour leur propriétaire de communiquer sur son équipement ...

l'eau chaude par le système hybride panneaux et pompe à chaleur

A la forte demande pour les chauffe-eau coïncide un progrès technique important: le système dit «hybride». Il consiste à combiner l'électricité produite par les panneaux solaires avec une pompe à chaleur, qui réalise un échange thermique entre la chaleur ambiante et l'eau froide. Le rendement est excellent : le système produit 20 à 25 kwh, et en consomme 5. L'électricité produite est quatre fois moins chère que l'électricité du réseau !

Et naturellement, tout cela répond au souhait très général de ne pas consommer de carburants, et de ne pas polluer.

Dans le système «solaire pur», lorsqu'il n'y a pas de soleil, le relai est pris par des batteries. Dans ce système hybride il est pris par la pompe à chaleur. C'est beaucoup plus simple et beaucoup plus économique que le solaire pur. Pour une même surface de capteurs solaires, on produit plus de chaleur et d'électricité, et cela de façon continue, même les jours sans soleil.

C'est un système qui convient bien aux consommateurs importants d'eau à 60 °, les hôtels par exemple, les centres sportifs (nous venons d'en équiper deux), mais moins bien aux petits utilisateurs, qui consomment moins d'eau chaude, qui manquent de moyens pour investir et pour l'entretien, qui ne rentabiliseraient leur investissement que sur une durée beaucoup trop longue.

L'installation complète d'un système hybride peut coûter de 5 à 20 000 dollars. Ce qui coûte le plus cher, ce n'est pas le système lui-même, c'est le stockage de l'eau. Il faut par exemple deux ballons de 7000 litres. Nous travaillons actuellement sur une guesthouse de 25 chambres. Une solution 100% pompe à chaleur bon marché reviendrait à peu près à 7500 USD. Pour du 100% solaire (apport en électricité nul ou quasi nul), il faut compter au moins le double pour du matériel de qualité.

Ces gros systèmes hybrides existent déjà en Thaïlande et ailleurs dans le monde, mais au Cambodge c'est tout à fait nouveau, nous sommes les seuls à les proposer. Nous démarrons cette année, et nous espérons bien que la demande va se manifester. Pour l'instant nous avons 3 projets en cours de préparation ou négociation.

Le solaire : un bel avenir

On ne sait pas assez que le solaire évolue vite : le prix des panneaux diminue, on tend vers 4 \$ le watt, et moins.

C'est que les nouveaux modèles de panneaux photovoltaïques (de *Kyocera* par exemple) ont des rendements très améliorés; que la durée des batteries augmente; que les lampes « led » consomment beaucoup moins que les tubes néon ...

On recherche et on trouve de nouvelles formules Une société britannique produit des « modules » de batteries solaires de 30 MW, et prévoit 80 MW pour mars 2016.

Diversification du solaire

On constate et on peut prévoir une diversification des « formules solaires ». Au nombre des techniques nouvelles :

- un « gel » inclus dans le panneau solaire, permettant d'utiliser tout le spectre de la lumière permettra de doubler son rendement.

- les recherches progressent pour créer de l'hydrogène à partir du rayonnement solaire, et pour stocker l'énergie : ce système favoriserait dans une très grande mesure les installations individuelles aux dépens du réseau lui-même (*voir chapitre Electricité*).

- on étudie des « films solaires » posés sur les vitres, ils filtrent les rayons, des « vitrages solaires » (séparés de la façade), et même des « routes solaires » avec un bitume capable de capter le rayonnement solaire ...

Le solaire a-t-il un bon avenir au Cambodge ? C'est discuté. Il progresse certainement, sans que les progrès soient précisément chiffrables, mais selon les statistiques du MIME il devrait rester très marginal, comparé au réseau EDC. Et il est destiné à reculer à mesure que le réseau EDC progressera; à terme il serait largement dépassé par la biomasse.

Au contraire, nous dit un spécialiste, à long terme, l'énergie solaire sera compétitive avec l'hydraulique : il faut considérer le coût énorme des grands barrages et des réseaux de transmission, et les coûts entraînés par le déménagement des gens, les dégâts causés à l'environnement ...

En attendant, l'extension du solaire est favorisée par quantité d'ONG, et bientôt par l'Union Européenne et l'AFD, l'Agence Française de Développement, qui consacrent respectivement 2 millions de dollars et 2 millions d'euros à aider financièrement les installateurs de systèmes solaires ruraux.

Un élément qui devrait favoriser l'investisse-



Connexion solaire / éolien,
Koh Pich - Septembre 2015

ment dans le solaire : vendre de l'électricité solaire « privée » au réseau EDC, une mesure attendue depuis longtemps, Cela va se faire, vers juin 2016 nous dit en octobre 2015 Toch Sovanna, du MIME (*voir en cadré*).

Star 8 Solar

arrivée des tuk-tuk solaires des bus solaires, des tours solaires ...

Le solaire va réaliser, peut-être avant la fin de l'année, une avancée spectaculaire au Cambodge.

Si les projets de *Star 8 Solar* se concrétisent on va voir dans les rues de Phnom Penh des tuk-tuk solaires et des bus solaires. Lancée en mars 2014 par Jacob Maimon, l'Australien qui l'a inventé, la fabrication du tuk tuk solaire est arrivée au stade de la réalisation.

Un premier modèle de tuk tuk solaire existe bel et bien, il ne sert pas au transport de voyageurs; géré par l'ONG *Aziza's Place* près du marché russe, c'est une petite boutique de café. Concret aussi : *Star 8 Solar* a ouvert tout récemment un *showroom* près de l'aéroport international.

Le tuk tuk solaire arrive donc. *Star 8 Solar* explique : des panneaux solaires alimentent un moteur électrique, avec deux batteries qui sont actives à tour de rôle. Pour



capter le soleil, il y a un toit double, un toit glissant, un toit double «avec des bras »...

Ce tuk-tuk existe en plusieurs modèles : 4 designs, et différentes puissances, 800 watts, 1 kw ... Performances : jusqu'à 120 km de distance parcourue, et une vitesse pouvant atteindre 50 kmh. Prix : de 2500 à

4000 dollars selon le modèle. Ce qui devrait assurer sa rentabilité en 2 à 3 ans.

Comme c'est évidemment un prix d'achat trop élevé pour un chauffeur de tuk tuk, des micro-crédits se mettent en place.

Même inventeur : **le bus solaire**. Il existe, 14 places, presque 100 km d'autonomie. Il en est prévu 50 à Siem Reap et dans le parc archéologique avant la fin de l'année. A Phnom Penh, deux bus vont être mis à l'essai sur la ligne pont japonais—Chbar Ampov (au-delà du pont Monivong) prévoit le porte-parole de la municipalité Long Dimanche.

Naturellement, l'expérience dira si ces formules carrement innovantes sont rentables.



Et c'est la même société *Star 8 Solar* qui a inventé et propose des **matériaux solaires pour le bâtiment**, des tuiles et des vitrages qui produisent de l'électricité (10 m² produisent 1 kwh dit le constructeur), permettant d'économiser les frais de climatisation. Et bien d'autres produits.

Source *Star 8 Solar*

Articles concernant l'énergie

**Parus dans Cambodge Nouveau de 1994 à 2014
classés par ordre chronologique de parution**

Electricité, énergie solaire et autres

EDC : nouvelle agence clientèle, cn 158, p. 10 / Le barrage de Kirirom, cn 176, médias p. 8. / AFD : appui à EDC, cn 178, p. 2-3. / L'électricité du Vietnam, cn 204, médias p. 10. / Barrage sur la Se San ? Electricité du Vietnam, cn 210, médias p. 12. / Pourquoi l'électricité est chère, cn 212, p. 10. / Electricité, situation et perspectives, interview Ty Norin, cn 213, pp. 3-4-5. / Barrages et transmissions, projets à long terme, cartes, cn 214, pp. 8-9. / Nouvelle centrale à Phnom Penh, cn 215, p. 5. / Kamchay et projets de barrages, cn 215, pp. 8-9-10. / Projets de barrages sur le Mékong, cn 220, médias p. 12. / Electrification rurale, cn 224, médias p. 12. / Deux nouvelles centrales pour Phnom Penh: cn 231, pp. 5-6. / Barrage de Kamchay, société chinoise, cn 231, A-P., p. 2. / Programme de connexions et barrages, cn 240, médias p. 16 / Bun Narith: Projets de barrages hydro-électriques, cn 241, pp. 8-9. / Centrales construites par Comin Khmère, cn 242, pp. 4-5. / Projets de carburant bio: cn 244, A-P p. 3 / Electricité du Cambodge: consommation, production, prix, projets: entretien avec Yim Nolson, cn 249, pp. 10-11. / Electricité: les générateurs et l'EDC, John Wilson, cn 249, p. 9 / Projets de centrales hydroélectriques dans les Cardamomes, cn 250, p. 4. / Electricité par des bio-énergies ? Sat Samy Mime et S. Fauveaud Geres; Jatropha; projets en cours, cn 251, pp. 6-7-8-9 / Bun Narith, Mime: Projets de barrages dans les Cardamomes, barrages de Sen Monorom, cn 251, p. 11, carte. / Mondolkiri: deux barrages pour Sen Monorom, cn 251 / Electricité moins chère pour les provinces, projets de lignes nouvelles, Banque mondiale, cn 254, p. 14 / Le point sur les énergies de substitution et bio-carburants, cn 251 / Économies d'énergie le « foyer amélioré », cn 251 / Objectif: 13 764 villages électrifiés en 2020, cn 251 / Yim Nolson, EDC: Face à un demande rapidement croissante les réponses à court, moyen et long terme, cn 255, pp. 4-5 / Seng Bunra, CI: les projets de barrages dans les Cardamomes et le Rattanakiri, menaces pour l'environnement, cartes, cn 255, p. 6 / Bio-énergies, le jatropha, cn 255, pp. 10,11,12,13 / Encore le jatropha, cn 256, p. 13 / Pétrole et médias, cn 257 / Electricité: projets d'approvisionnement à court, moyen et long terme, cn 258, p. 5 / Comin Khmère nouveau siège social, activités au Vietnam, au Cambodge, carte, cn 258, pp. 5-6 / Le barrage en construction de Kamchay, cn 261, pp. 12-13 // Quel secours attendre des énergies renouvelables ? cn 269 / Electricité la course entre la production et la demande, cn 272 / Barrages, lacs, irrigation, centrales hydro-électriques, cn 275 / Comin Khmère, cn 277 / le projet TTY d'usine de biogaz, cn 278 / le crédit-carbone une bonne formule pour le Cambodge, cn 278 / Electricité: changement de tarifs, cn 284 / Barrer le Mékong ? cn 287 / L'électricité ou la pêche ? cn 288 / Energie solaire, cn 291 / Réseau, électrification rurale, prix, cn 295 / Electrification rurale, cn 305 / L'Energie électrique au Cambodge situation, perspectives jusqu'en 2020, cn 323 / Tout sur le barrage de Don Sahong cn 324 / Energie électrique le système des licences, cn 325 / L'hydro-électricité au Laos, cn 327.

Pétrole

"Shell au Cambodge", cn 4, p. 4. / "L'affaire Total", cn 8, p. 7. / "Affaire Total suite", cn 9, A-P, p. 2-5. / "Total : implantation ?", cn 15, A-P, pp; 2-3. / "Le point sur la recherche pétrolière", cn 39, p. 7. / "L'exploration pétrolière", cn 52, pp. 6-7. / "La distribution des carburants", cn 58, pp. 3-4. / "Le point sur l'exploration pétrolière", cn 60, nov. 1996, p. 5; / "Nouveau point sur l'exploration pétrolière", cn 65, février 1997, p. 5. / «Reprise de l'exploration», cn 83, déc. 97, p. 7. / "Exploration pétrolière : le point", cn 90, pp. 6-7. / "Exploration : Idemitsu s'en va, ..." cn 104, A-P, pp. 3-4. / "Nouveau terminal pétrolier à Sihanoukville", cn 117, p. 6. / Contrebande, cn 121, p. 8. / "L'exploration pétrolière", cn 127, p. 7. / "Total au Cambodge, situation, projets, les prix, ..." cn 130, p. 6. / "Pétrole : lourde facture", cn 130, A-P, p. 3. / Hausse des prix, taxe, contrebande, cn 131, A-P. p. 2. / A. Kislanski : "Pourquoi la flambée des prix ? Quelles conséquences ?", cn 140, pp. 6-7. / Pétrole en contrebande, cn 163, Médias, p. 8. / Exploration : Men Den: "Pas encore de pétrole, mais ...", carte, cn 165, p. 6. / Nouveaux forage dans le golfe de Thaïlande, entretien Men Den, carte, cn 181, p. 5. / Carburants en contrebande, cn 181, A-P, p; 3. / A. Kislanski: "Pétrole et fiscalité", cn 196, p. 3. / Commentaire du Min. des Finances, cn 198, p. 3. / Essence trop chère, cn 200, médias p. 10 / Essence, diesel, fuel, coût, taxes et fraude, cn 212, p. 10. / Spécial Pétrole, A. Kislanski: "Pourquoi le pétrole est cher", cn 215, pp. 6-7. / Essence en contrebande, cn 216, médias p. 12. / Men Den: "Du pétrole au Cambodge ? Non, pas encore; le point sur l'exploration", cartes, cn 227, pp. 8-9. / La Chine, le pétrole et le G7, cn 228, medias p. 16. / exploration du bloc B, cn 233 p. 16 / Pétrole et contrebande, John Wilson, cn 234, p. 2. / Contrebande de carburants, cn 236, medias p. 16. / Thaïlande: gasohol, cn 236, médias p. 16. / Pétrole ? Gaz ? Cn 238, médias p; 16. / Pétrole et gaz: estimations, cn 239, médias p. 16. / On fore, cn 244, A-P, p. 2. / Thaïlande-Cambodge: les discussions sur la zone contestée, cn 245, A-P p. 2 / Et le bloc B ? Cn 245, A-P, p. 3 / Nouveau terminal pétrolier, cn 247, p. 6. / Total Cambodge rachète des activités de Shell Cambodge, la concurrence avec EDC, la contrebande ... entretien avec John Wilson, cn 249, pp. 8-9. / En attendant l'or noir: pas d'exploitation avant 2013 dans la meilleure hypothèse, cn 249, p. 11. / Hypothèses de recettes selon l'UNDP; que faire du pétrole et du gaz ? Cn 252, p. 5 / L'UNDP, cn 252 / Recherches dans les Cardamomes cn 253, A-P, p. 3 / Premier ministre: pétrole et gaz sont encore un rêve, cn 254, p. 14 / Pétrole: on s'interroge, cn 257, p. 11. / Le point sur le pétrole, cn 272 / Un gros potentiel: les ressources minières, cn 274 / Recherche pétrolière: deux contrats pour Total Exploration et Production, cn 279 / Le pétrole un monde très compétitif, cn 288 / Total Cambodge, cn 303 / Du pétrole, du gaz ? Cn 317 2013.

Rappelons que la collection sur papier des 262 premiers numéros de Cambodge Nouveau , 6 volumes, a été tirée à 10 exemplaires, grâce au programme VALEASE Valorisation de l'Ecrit dans l'Asie du Sud-Est. Ces exemplaires ont été donnés aux principales bibliothèques du Cambodge, notamment : Bibliothèque nationale, Institut Bouddhique, Bibliothèque Hun Sen, Bibliothèque du Sénat, Centre des Etudes Khmères à Siem Reap, etc ...