



Energie et développement

Clara Kayser-Bril, SOFRECO

Introduction

Quel lien entre énergie et développement ?

- On commence par une question :

Un litre de pétrole, c'est combien
d'heures de travail ?

Introduction

Calcul sur un coin de table : l'exemple du colporteur

- Transport de marchandise à dos d'homme :
 - Un homme porte 30kg de marchandises,
 - Il marche 8-10h / jour, à environ 4 km/h
 - Parcourant ainsi 40km / jour→ 120kg.km/h
- Transport motorisé
 - Une camionnette transporte 1000kg de marchandises
 - Elle parcourt 100km avec 20 litres d'essence→ 5000kg.km/litre
- **donc 1 litre = 42 heures = une semaine de travail !**

Introduction

D'autres approches...

- Jean-Marc Jancovici
 - Apport alimentaire quotidien ~ 2000 kcal ($2,4$ kWh)
 - Donc la « puissance » d'un être humain est ~ 100 W
 - Consommation d'un occidental 47000 kWh/an
 - Soit le travail de ~ 100 personnes !

Source <http://www.manicorD.com/documentation/esclaves.html>

- Le travail quotidien d'un homme équivaut à 2 cuillérées de diesel
 - En considérant une puissance utile de 60 W sur 4 h

Source FAO 1991 <http://www.fao.org/docrep/u2246e/u2246eo2.htm>

Avertissement

Le « développement », une notion difficile à définir

- Un pays qui se développe :
 - Création de richesse, production agricole, industrialisation
 - Amélioration des conditions de vie : accès aux services de base (eau, énergie, santé, éducation, ...)
 - Sécurité, libertés individuelles, stabilité politique
 - Mise en place d'infrastructures pérennes : transport (routier, fluvial, aérien...) télécommunications, énergie
- Pour mesurer le développement :
 - Croissance économique : PIB par habitant
 - Indice de Développement Humain (PNUD) : espérance de vie, % alphabétisation, PIB PPA / habitant
- Mais aussi
 - Abandon des structures sociales traditionnelles,
 - Exode rural massif, apparition de bidonvilles,
 - Dégradation de l'environnement, surexploitation des ressources,
 - Renforcement des inégalités, appauvrissement des plus faibles...

A. L'énergie au quotidien

Encore une question

Quelle est la forme d'énergie la
plus utilisée dans les pays en
développement ?

A. L'énergie au quotidien

La cuisson

- La moitié de l'humanité n'a pas accès à une énergie « propre » pour la cuisson

Combustibles :

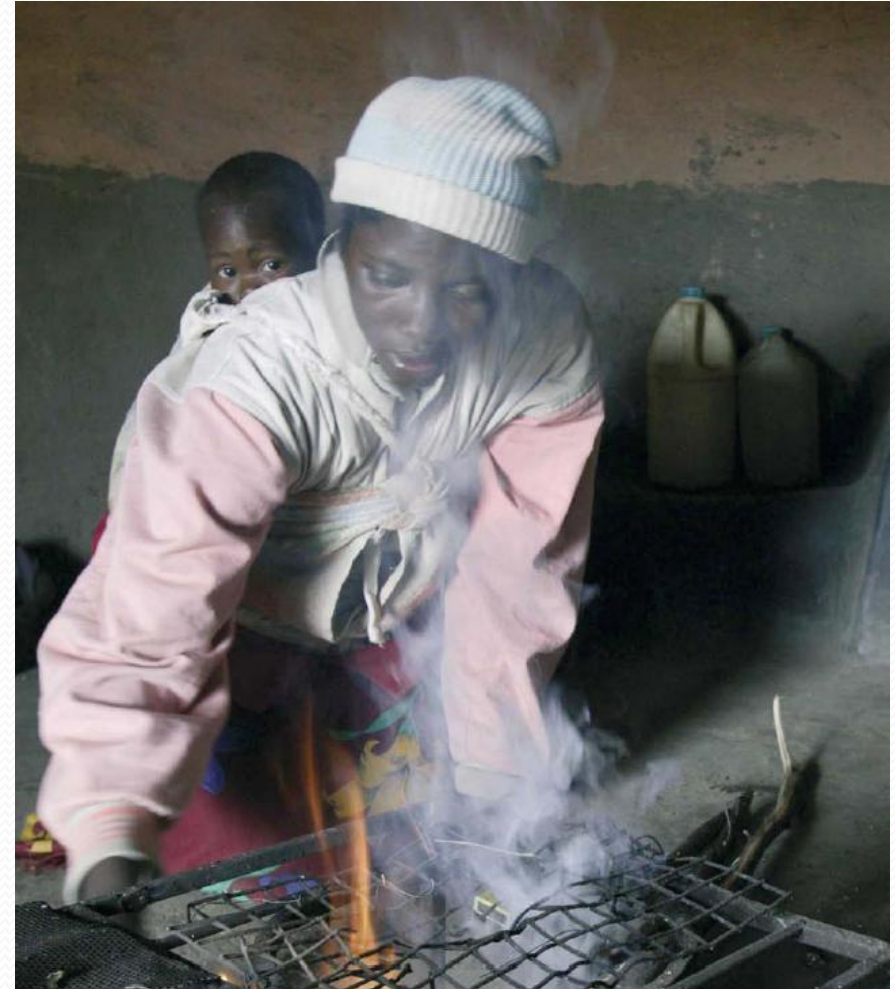
- Bois
- Résidus agricoles
- Déjections animales
- Charbon de bois



A. L'énergie au quotidien

Risques pour la santé et pour l'environnement

- Collecte du bois : jusqu'à plusieurs heures par jour
- Déboisement
 - Disparition de la ressource énergétique
 - Désertification
 - Glissements de terrain
- Graves risques pour la santé
 - Fumées et particules sont très nocives
 - Femmes et enfants sont les plus exposés
 - 1.5 millions de décès par an



Source OMS, *Energie et santé*, 2007

A. L'énergie au quotidien

Solutions : changer de combustible



- Fours solaires
 - Modèles simples à fabriquer sur place
 - Mais nécessite un changement des pratiques
- Combustibles plus « propres »
 - Kérosène
 - GPL (bombonne de gaz)
 - Electricité

Source solarcooking.wikia.com

A. L'énergie au quotidien

Solutions : améliorer le rendement

- Foyers améliorés :
 - Importantes économies de combustible (jusqu'à 50-60%)
 - Réduction des pollutions (jusqu'à 80-90% de fumées en moins)



Source *Cookstoves and Markets*, GVEP International

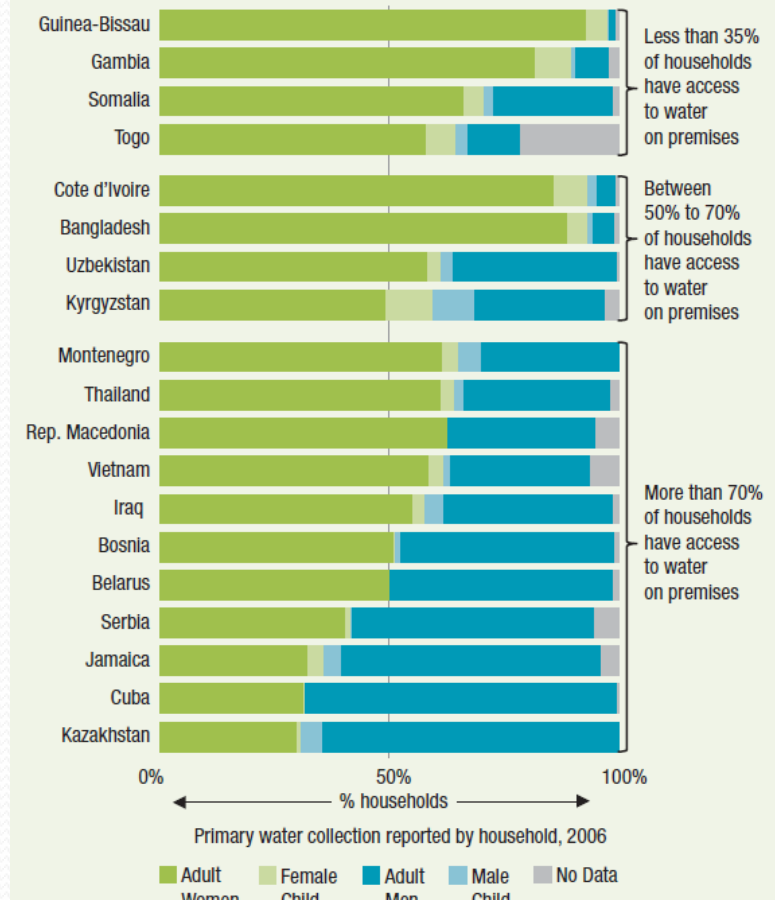


A. L'énergie au quotidien

L'eau

- Plusieurs heures par jour pour chercher de l'eau
- Une corvée le plus souvent dévolue aux femmes
- Lourdes charges (10-20kg) => risque pour la santé
- Problèmes de potabilité
- Solution = système de pompage (électrique, diesel, ... ou manuel)

Water collection is a task mainly undertaken by women. Women's responsibility for water collection tends to coincide with poor access to water, thus suggesting a high time burden on women.



Source UNIFEM, Rapport 2008-2009

A. L'énergie au quotidien

Accès à l'eau : utiliser le vent et le soleil



Source kgalagadi.info



A. L'énergie au quotidien

Quelques autres exemples...

- Réfrigérateur : meilleure conservation des aliments et des médicaments, baisse de la mortalité infantile
- Electrification rurale : quelques heures de lumière en plus pour étudier ou développer une activité artisanale
- Eclairage public : un instrument de lutte contre la violence urbaine
- ...

A. L'énergie au quotidien

Téléphones portables : un commerce original à Kinshasa



Photo www.congoblog.net

A. L'énergie au quotidien

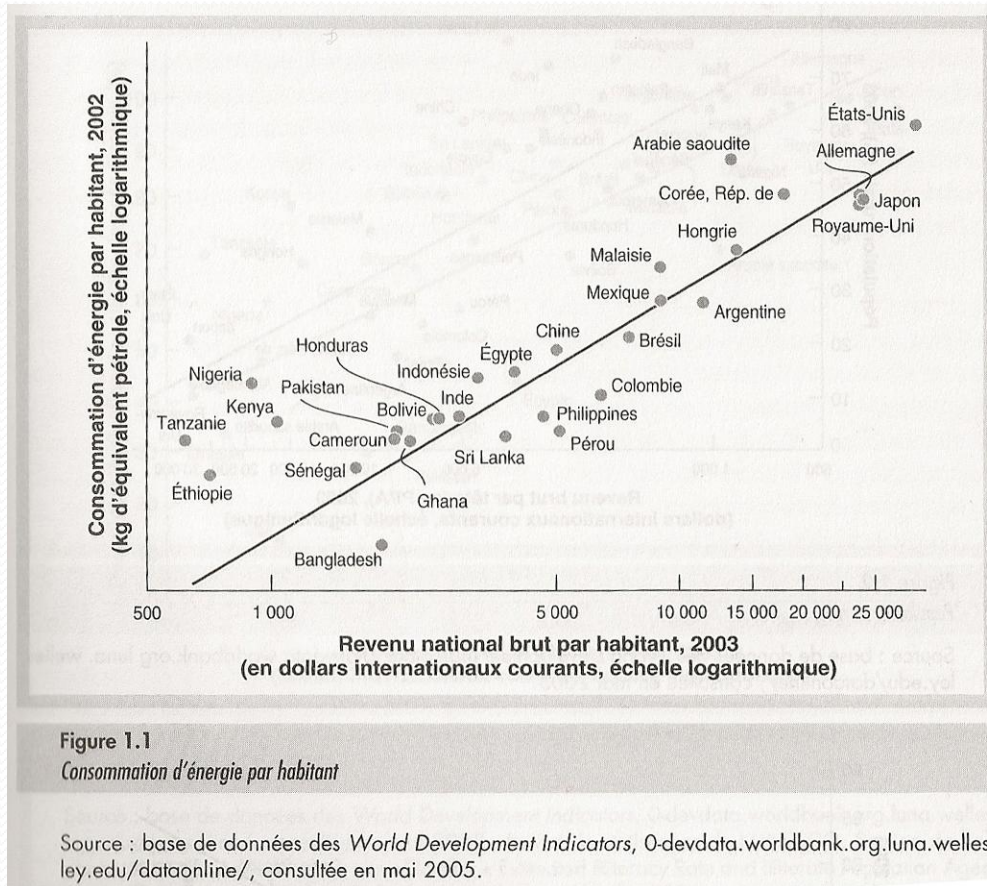
Conclusion

- L'énergie est au cœur des préoccupations quotidiennes
- L'utilisation traditionnelle de la biomasse est
 - Peu efficace
 - Dangereuse pour la santé
 - Mauvaise pour l'environnement
- Des changements d'habitudes peuvent améliorer les choses
- Mais c'est surtout l'accès aux formes modernes d'énergie qui permet un progrès significatif

B. Energie et développement

Approche statistique par le PIB

- La corrélation entre création de richesse et consommation d'énergie est mise en évidence par de nombreuses études



Economie du Développement, D.H. Perkins, De Boeck

B. Energie et développement

Les formes modernes d'énergie

- Energies traditionnelles (en général non commercialisées et mal comptabilisées)
 - Bois-énergie
 - Charbon de bois
 - Déchets agricoles
 - Bouses de vache
- Formes modernes d'énergie
 - Electricité
 - Pétrole
 - Charbon
 - Gaz (d'abord GPL)

B. Energie et développement

Energies traditionnelles vs. Énergies modernes

- Corrélation entre croissance économique et abandon de la biomasse traditionnelle

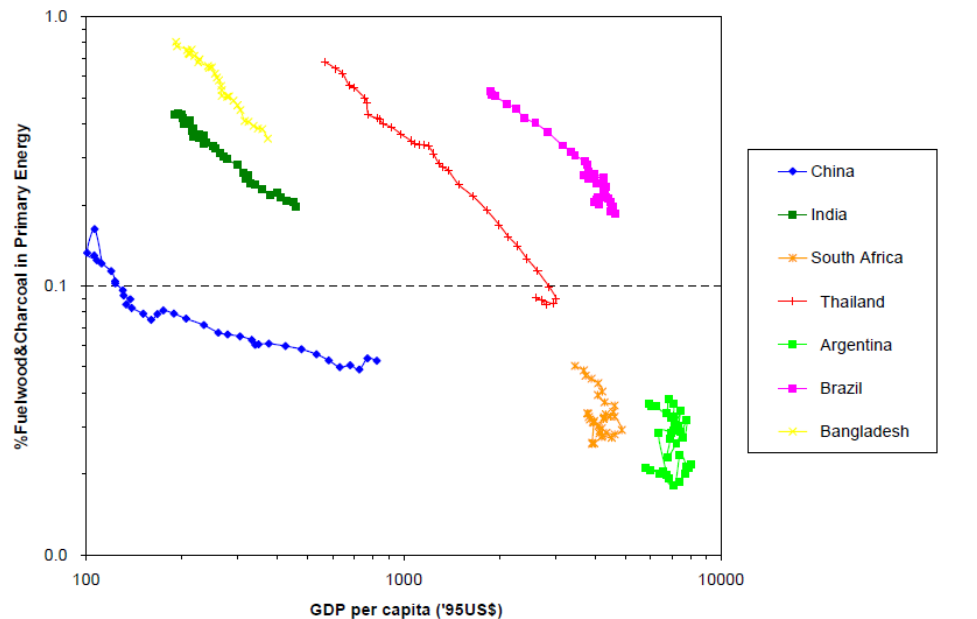


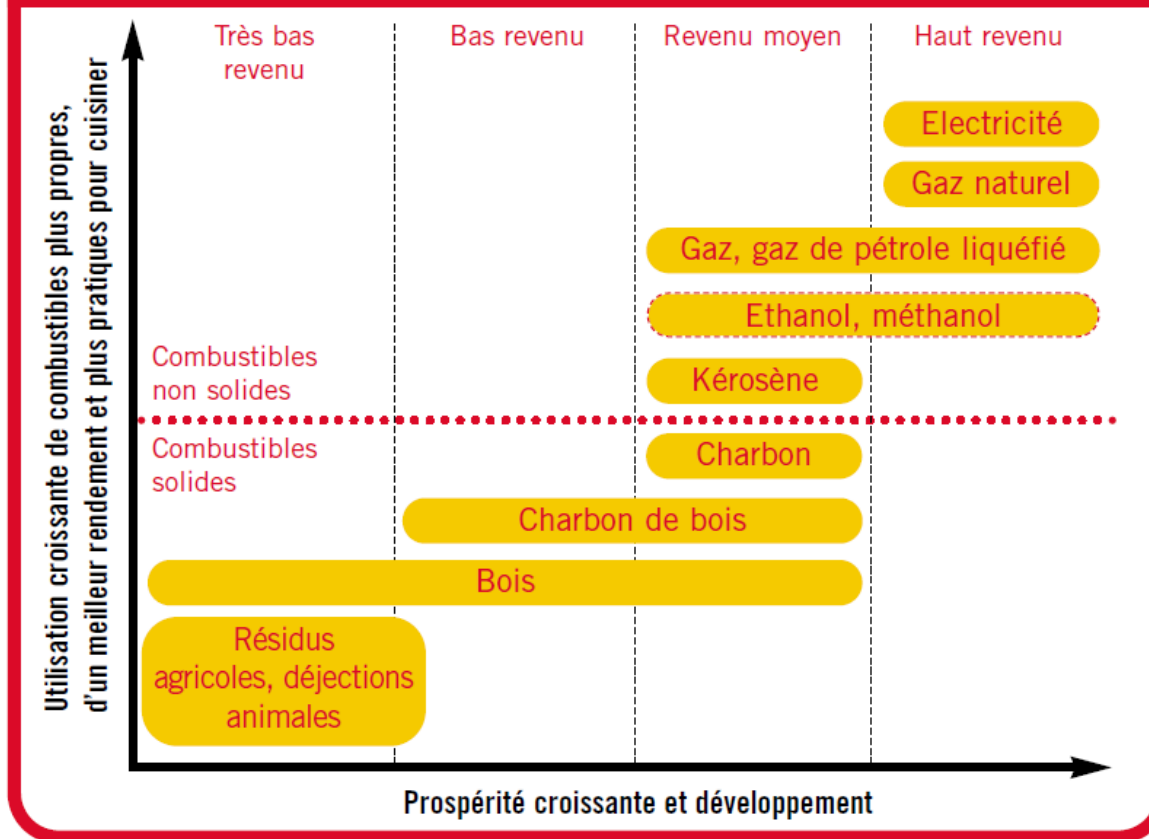
Figure 8. Share of traditional biomass in primary energy consumption versus GDP per capita, 1961-2000. Source: FAO (2002), WB (2002), BP (2002).

Source *Macro Patterns in the Use of Traditional Biomass Fuels*, Nadejda M. Victor and David G. Victor, 2002

B. Energie et développement

Energies traditionnelles vs. Énergies modernes

Figure 2 : L'échelle énergétique : énergie domestique et développement sont indissociables



Source OMS,
*Energie et
santé*, 2007

B. Energie et développement

Energie et développement : le double défi

- Quantitatif : l'énergie est nécessaire au développement économique
 - Un Congolais consomme 12 fois moins d'énergie qu'un Français
- Qualitatif : favoriser l'accès du plus grand nombre aux formes modernes d'énergie
 - 1/3 de l'humanité n'a pas accès à l'électricité

Source AIE

Source Banque Mondiale

C. Systèmes électriques

Production, transport, distribution, commercialisation

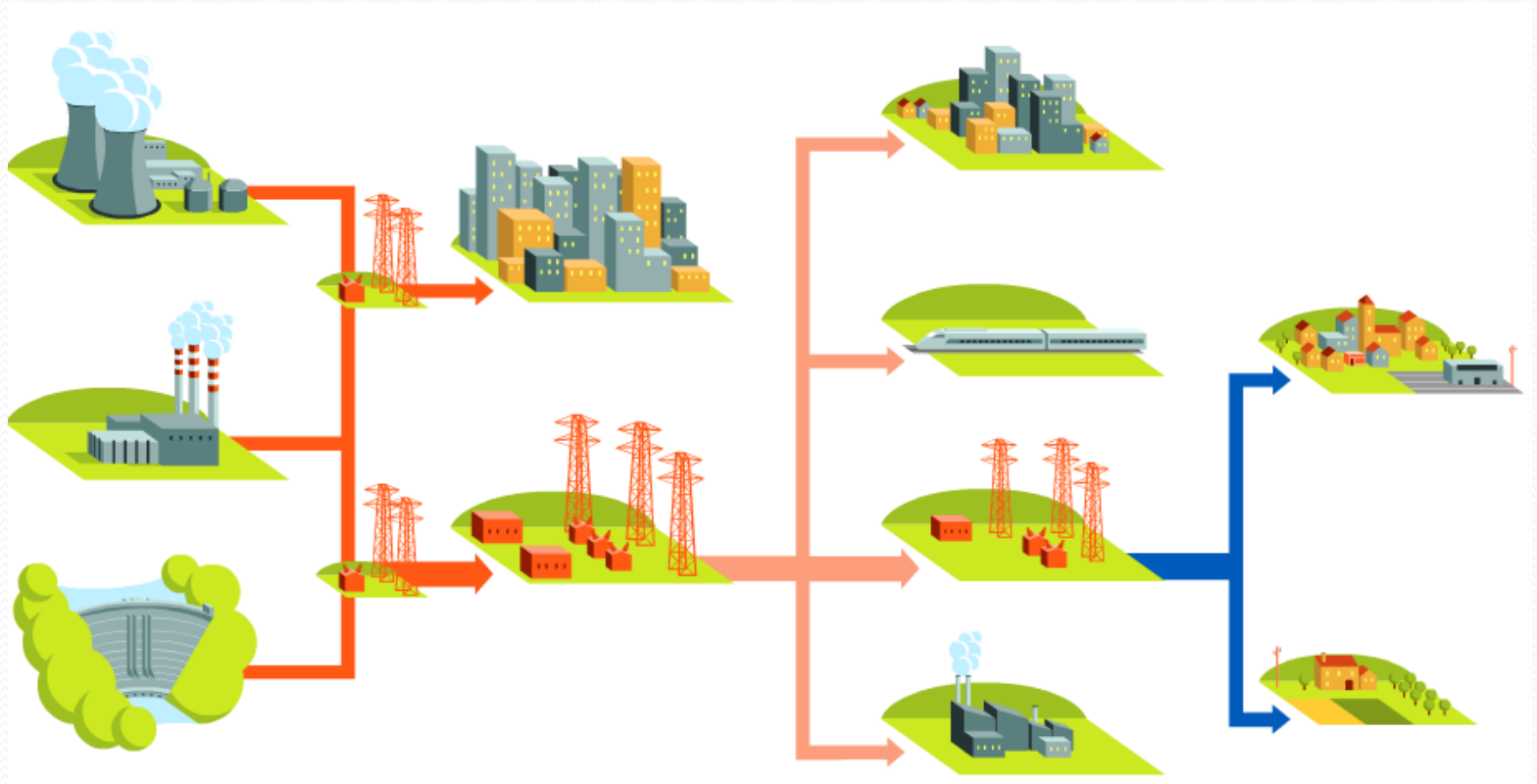
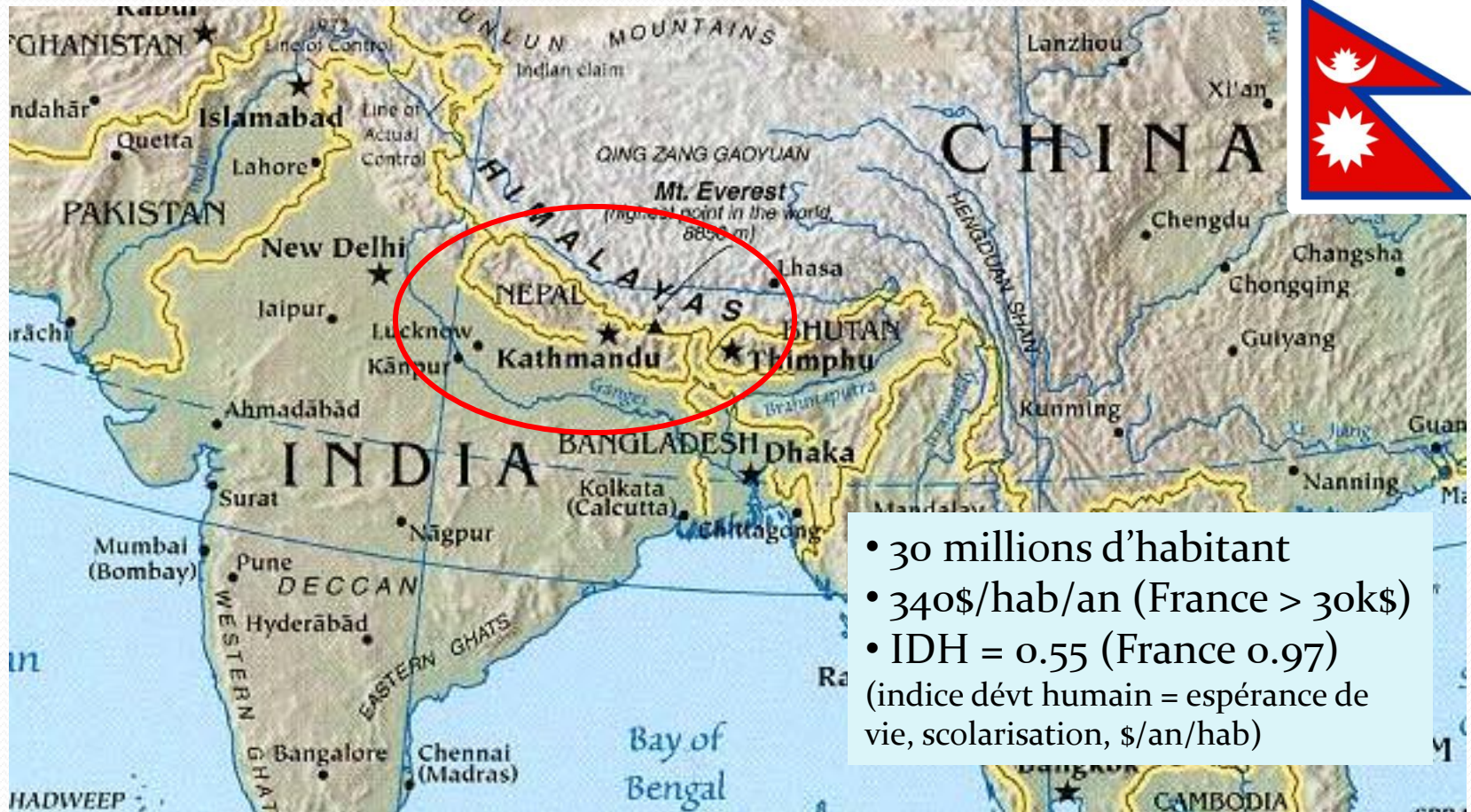
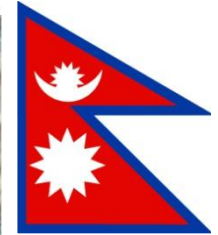


Image EdF

C. Systèmes électriques

Le Népal



- 30 millions d'habitant
- 340\$/hab/an (France > 30k\$)
- IDH = 0.55 (France 0.97)
(indice dévt humain = espérance de vie, scolarisation, \$/an/hab)

C. Systèmes électriques

Namasté !



Le soir à Katmandou , février 2009

Dans le quartier le plus touristique de la capitale népalaise :

Pas de lumière aux fenêtres

Pas d'éclairage public

16h de coupure d'électricité par jour

Parenthèse : le délestage 1/2

Qu'est-ce que le délestage ?

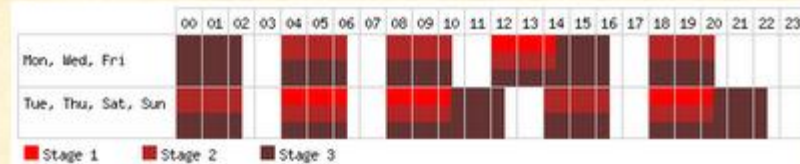
- Pourquoi le délestage ?
 - Quand la demande dépasse la production
 - Déconnexion d'une partie de la charge (souvent quartier par quartier)
 - Pour éviter l'effondrement du réseau
- En théorie, répartition égale des délestages, quartier par quartier, en épargnant les hôpitaux etc
- Mais dans la pratique : souvent inégalitaire (les puissants sont épargnés, les quartiers pauvres trinquent...)

Parenthèse : le délestage 2/2

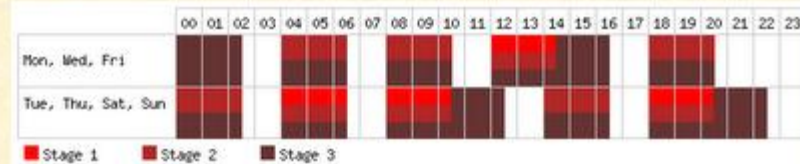
Les délestages au jour le jour

- Le délestage tournant ou « load shedding » fait partie du quotidien de millions d'hommes et de femmes... (ex. Afrique du Sud)

Paulshof:



Lonehill:



- Perturbe l'activité économique, l'artisanat, l'industrie
- Conduit à la multiplication des petits groupes diesel : coût élevé, pollution incontrôlée (panneaux solaires encore rare en raison du prix !)

C. Systèmes électriques

Le système électrique népalais : Production et transport

- Capacité totale installée ~680 MW (dont 92% d'hydro)
- Surtout du « fil de l'eau » à 78% (sans réservoir) ⁽¹⁾
→ la production dépend directement de la pluviométrie
- Saison sèche: le niveau des rivières est bas jusqu'en avril-mai → capacité réduite à 200 MW ! ⁽¹⁾
- Capacité d'importation depuis l'Inde réduite (lignes mal entretenues, glissements de terrain)
- Réseau de transport en mauvais état, pertes 23% ⁽²⁾

Sources

(1) Task Force 2065 – Ten Years Devt Plan (mars 2009)

(2) Asian Development Bank, 2004

C. Systèmes électriques

Le système électrique népalais : La consommation

- Population ~ 30 millions dont environ 1.5 dans la métropole de Katmandou
- L'électricité représente 2% du bilan énergétique (principale ressource: biomasse traditionnelle) ⁽³⁾
- Accès global à l'électricité : 30% (mais ~90 % en ville contre ~ 5% en zone rurale) ⁽³⁾
- Demande en forte croissance, ~8% par an (doublement en 10 ans) ⁽²⁾, estimée à 700MW l'été, 900MW l'hiver en 2008 ⁽¹⁾

Sources

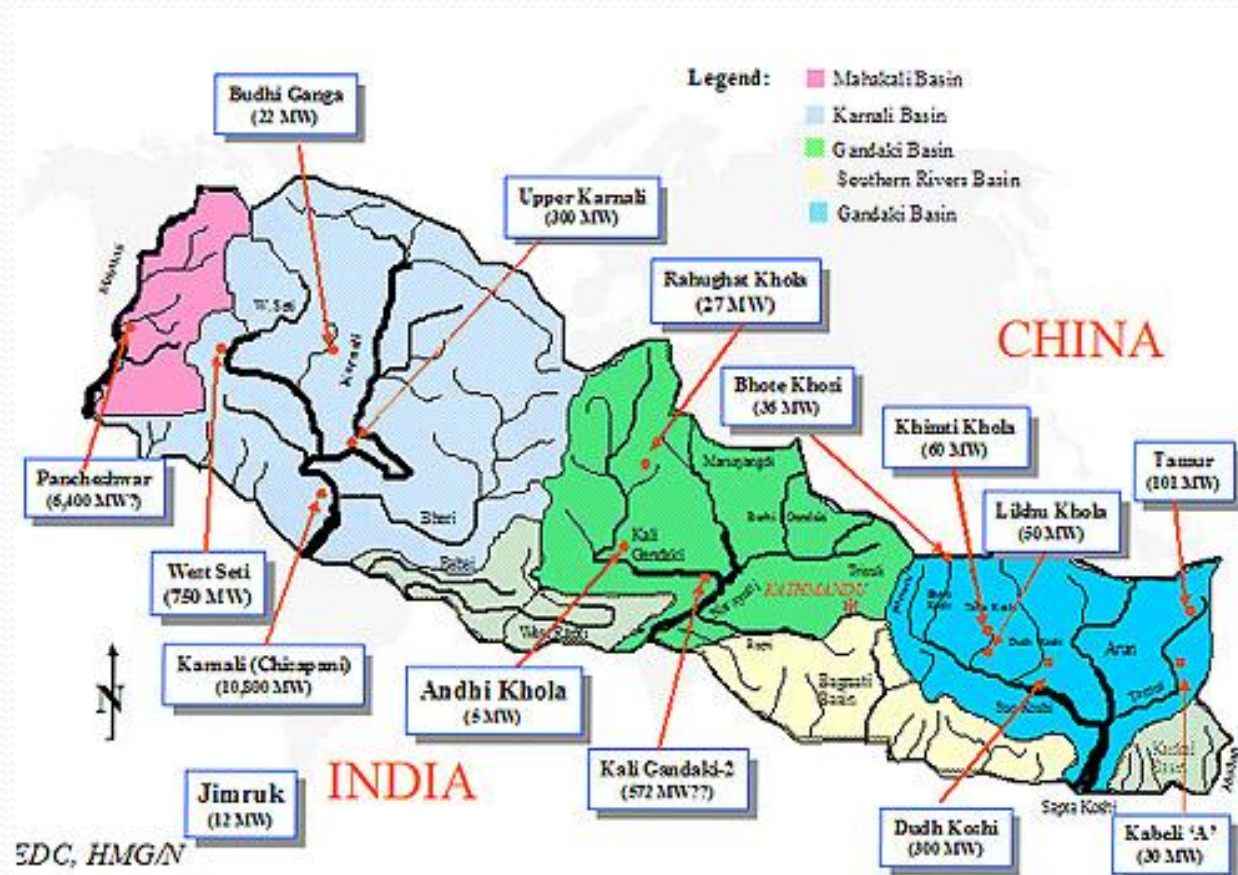
(1) Task Force 2065 – Ten Years Devt Plan (mars 2009)

(2) Asian Development Bank, 2004

(3) USAID, www.sari-energy.org

C. Systèmes électriques

Et pourtant... un potentiel > 40 GW !



Source <http://www.nicci.org/index.php?nav=hydropowers>

C. Systèmes électriques

Conclusion : pourquoi une telle situation ?

- Un potentiel énorme mais très peu développé
 - Instabilité politique
 - Mauvaise planification
 - Manque d'investissements de la part du gouvernement
 - Incapacité à attirer les investisseurs privés
- Un système mal entretenu
- Un niveau de pertes élevé
- Une demande en croissance incontrôlée
- Mais aussi, la corruption, le népotisme / clientélisme, l'incompétence...

D. Les pertes

Les pertes du système électrique

- Pertes techniques = différence entre énergie produite et énergie consommée
 - Pertes par effet joule et pertes fer :
 - lignes de transport, réseau de distribution
 - autoconsommation
 - postes de transformation
- Pertes non techniques = différence entre énergie consommée et énergie payée
 - Comptage inexistant ou imprécis
 - Factures impayées
 - Corruption des agents
 - Branchements pirates

D. Les pertes

L'Inde : 40-50% de pertes globales

- Un bidonville à Mumbai (Bombay)



Photo : annacunningham.files.wordpress.com

D. Les pertes

Branchements pirates dans les bidonvilles

- Sans connexion légale, les habitants des bidonvilles ont recours au vol pour s'alimenter en électricité
- Apparition de réseaux de commercialisation illégaux à partir d'un branchement pirate : l'électricité volée est revendue
- Risques importants pour les usagers : câbles sous-dimensionnés, mal isolés, pas de protection par disjoncteur, pas de mise à la terre => beaucoup d'accidents, parfois mortels
- En définitive, le coût pour les usagers est élevé, mais cet argent ne rentre pas dans les caisses de la société d'électricité !

D. Les pertes

Solutions pour limiter les pertes non techniques

- La punition:
 - Amende
 - Déconnexion
- ... Pas toujours efficace – et souvent injuste !
- D'autres solutions existent:
 - Limiteurs de puissance empêchant d'accumuler les branchements sur un même départ
 - Tarifs sociaux subventionnés pour inciter les plus pauvres à légaliser leur connexion
 - Compteurs à prépaiement

D. Les pertes

Les compteurs à prépaiement : principe

- Principe similaire à celui d'une « mobicarte » pour téléphone portable



Le courant ne passe que s'il y a suffisamment de crédit

Fonction comptage « classique »

Le clavier peut être séparé du comptage pour éviter les fraudes (« shuntage » du compteur)

Clavier pour le rechargement

Surcoût de 20-30% à l'achat du compteur

Modèle Actaris ACE9000 Taurus ISP

D. Les pertes

Les compteurs à prépaiement : avantages

- Pour le distributeur d'électricité, le prépaiement permet:
 - D'améliorer la trésorerie, puisque les clients payent avant d'utiliser l'électricité,
 - De limiter les défauts de recouvrement puisque le client ne reçoit pas d'électricité s'il n'a pas payé par avance,
 - De diminuer les frais de relevé de compteur,
 - De diminuer les fraudes avec des installations appropriées.
- Pour le client, le prépaiement permet :
 - D'anticiper sa consommation,
 - De payer au fur et à mesure de ses capacités financières,
 - D'ajuster sa consommation à ses ressources financières,
 - Evite la mauvaise surprise de fin de mois quand une facture inattendue 'tombe'.

Source RIAED

D. Les pertes

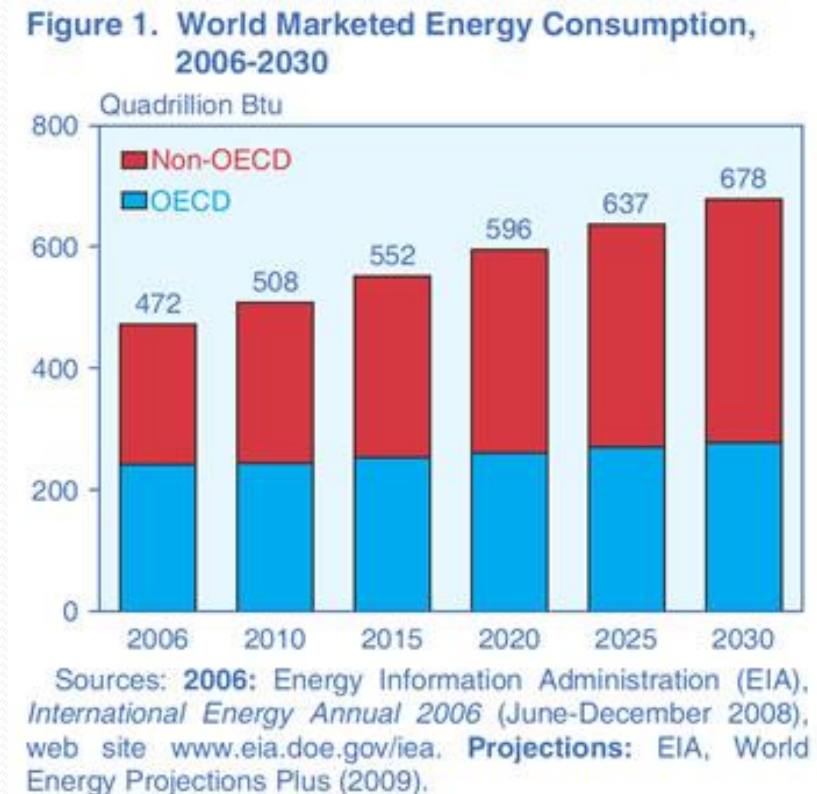
Conclusion

- Les pertes techniques peuvent être limitées grâce à une maintenance régulière
- Niveau de pertes techniques acceptable : $\sim 10\%$ (production – transport - distribution)
- Mais il faut aussi s'attaquer aux pertes non techniques : des solutions efficaces existent !
- Les mauvaises pratiques (corruption, piratage, détournements) ont des effets souvent plus importants que les problèmes purement techniques

E. Maîtrise de la demande

Croissance de la demande énergétique

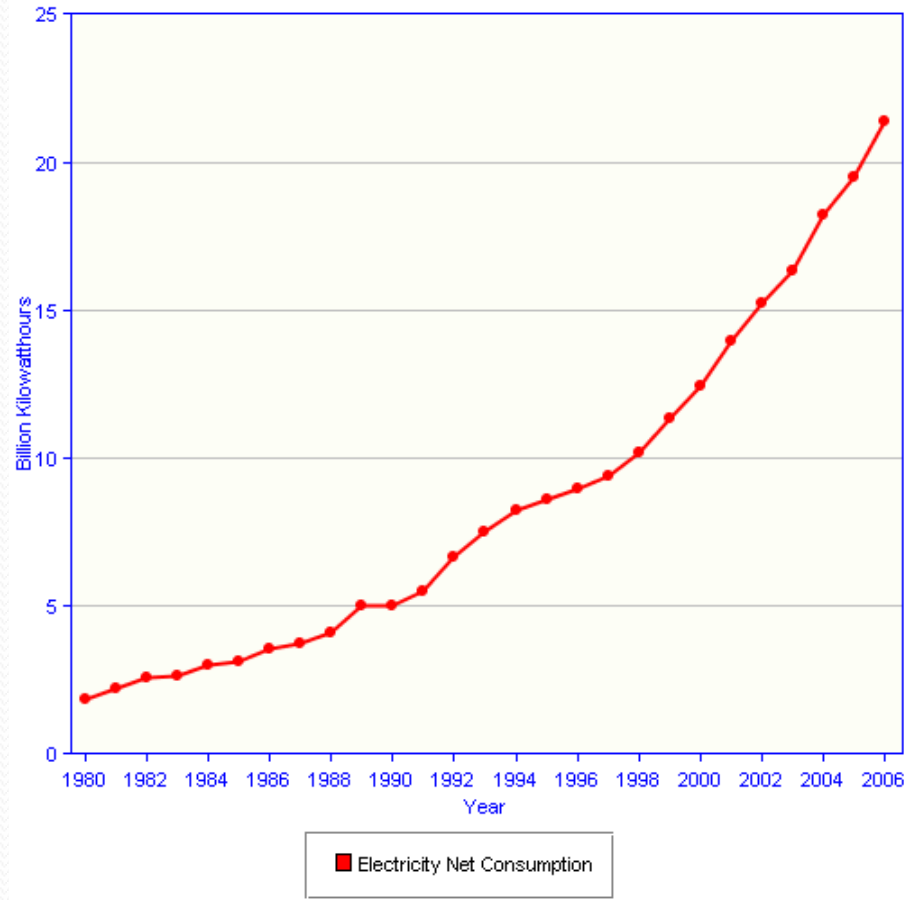
- L'essentiel de la croissance mondiale viendra des pays non OCDE



Source
www.eia.doe.gov

E. Maîtrise de la demande

Croissance de la demande : l'exemple du Bangladesh



Croissance exponentielle **+10%** par an depuis 1980

- Croissance démographique
- Augmentation du niveau de vie
- Industrialisation

Source
www.eia.dod.gov

E. Maîtrise de la demande

Une demande mal connue

- Statistiques insuffisantes, non consolidées au niveau national
- La consommation va augmenter par paliers au fur et à mesure de la mise en service de nouvelles unités de production
- La croissance est aussi liée au rythme de raccordement des nouveaux consommateurs au réseau
- Demande non-servie => électrification « privée » (groupes diesel individuels)

Demande $\neq$ Consommation

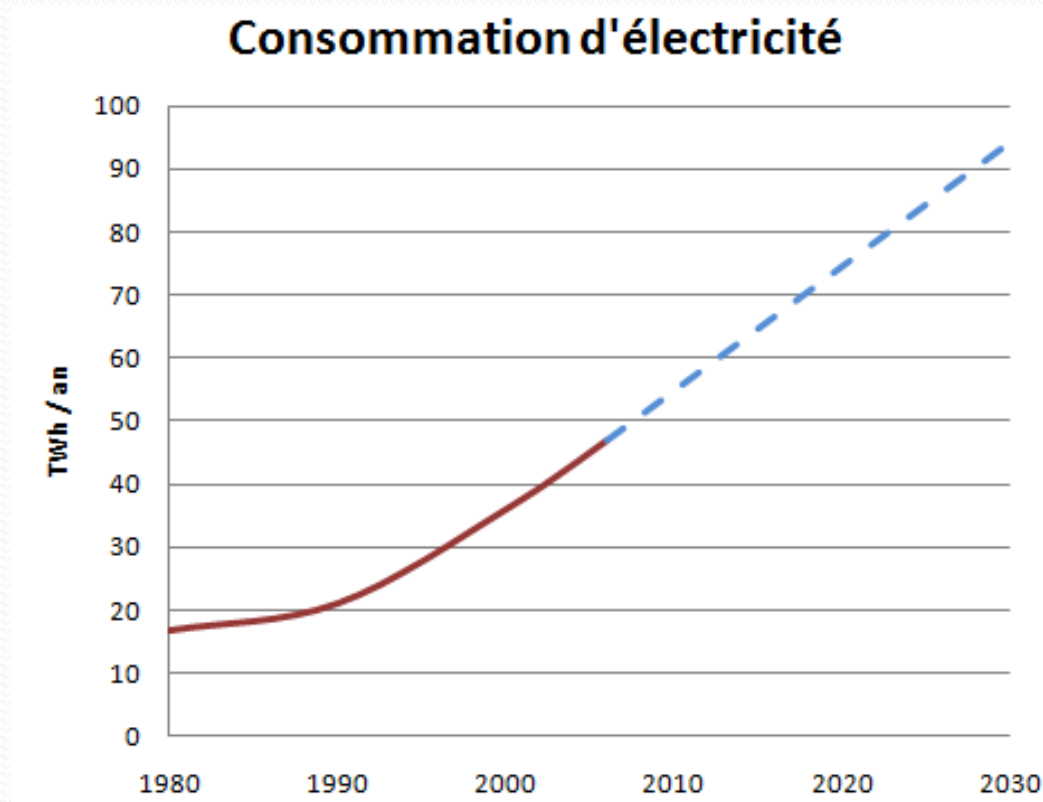
E. Maîtrise de la demande

Lampes basse consommation aux Philippines



E. Maîtrise de la demande

Lampes basse consommation aux Philippines



Sources www.eia.dod.gov, www.adb.org

- Consommation en forte croissance
- Electricité vendue à perte
- Eclairage = 50% de la pointe en zones rurales

E. Maîtrise de la demande

Lampes basse consommation aux Philippines

- Initiative de la Banque Asiatique de Développement, lancée en 2008
- Distribution gratuite de 13 millions de lampes basse consommation
- Bénéfices attendus :
 - Pour les ménages, économie de 9\$/ampoule/an
 - Pour le pays, économie de 100 millions de \$ / an (combustible) + 450 millions de \$ (investissement nouvelles capacité de production)
 - 300 000 tCO₂ / an évitées, à valoriser sur les marchés carbone

Source ADB www.adb.org

E. Maîtrise de la demande

Une nécessité encore mal prise en compte

- Croissance anarchique et mal connue de la demande
- Dans de nombreux pays, la prise de conscience démarre tout juste
- Multiplication d'appareils électro-ménagers « gourmands » en énergie (climatisation, chauffage, etc)
- Absence de normes pour la construction
- Industrie : équipements mal entretenus, mal adaptés, induisant une surconsommation

Conclusion

Mobiliser des financements, une question cruciale

- Les solutions techniques existent pour
 - produire
 - ...transporter, distribuer, commercialiser
 - ... et économiser l'énergie
- La difficulté majeure est de mobiliser les financements:
 - Investissements risqués
 - Incapacité à emprunter
 - Coûts d'investissements vs. Coûts opérationnels
- Opération et maintenance : là encore une question financière
 - La pérennité du système dépend de la capacité à l'entretenir
 - Les recettes doivent couvrir les coûts

Conclusion

Une problématique complexe !

- Des questions de justice sociale
 - La pauvreté énergétique a des répercussions sur la santé
 - Les plus démunis sont les plus exposés aux délestages et pannes
 - Faut-il priver d'électricité ceux qui ne paient pas leur facture ?
 - Les tarifs peuvent être différenciés en fonction des catégories de consommateurs
- Des jeux de pouvoir
 - L'accès à l'énergie est une « arme » politique
 - Le relèvement des tarifs peut soulever des émeutes
 - La corruption est souvent présente
- Des problèmes de souveraineté
 - L'exportation d'énergie (ex Nam Theun 2) : exploitation des richesses d'un pays par un autre pays ?
 - Les bailleurs internationaux imposent leur modèle
 - La privatisation systématique est-elle une solution ?

Pour aller plus loin

Sur le Net

- Sites des organisations internationales : Banque Mondiale, PNUD, AIE, FAO, OMS...
- www.riaed.net Réseau international d'accès aux énergies durables
- www.esmap.org Energy Sector Management Assistance Program
- <http://www.leonardo-energy.org/> La communauté des professionnels des énergies durables
- www.sofreco.com
- clara_kb@yahoo.com