

Viabilité Technologique

►Indicateur 7 : Intensité énergétique

Pour calculer l'intensité énergétique, on a besoin de connaître la consommation énergétique et le PIB. Le Guide propose deux façons de calculer l'intensité énergétique: soit on utilise la consommation d'énergie commerciale et le PIB en valeur convertie par le taux d'échange réel, soit on prend en compte les énergies commerciales et non-commerciales et on utilise le PIB à parité de pouvoir d'achat.

Nous présentons dans le tableau 9 la consommation énergétique, le PIB converti au taux d'échange réel et le PIB à parité de pouvoir d'achat (PPP). Les informations sur le PIB sont produites par l'IBGE. L'Institut de Recherches Appliquées en Economie (*IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas em Economia*) met également à disposition ces données sur son site web (www.ipeadata.gov.br). Les PIB ppp en 1999 et 1994 ont été obtenus sur le site web de la Banque mondiale¹⁰.

Tableau 9 – Données pour le Calcul de l'Intensité Energétique

	1994	1999
PIB (milliard de US\$ 1998)	700,3	781,6
PNB ppp	896,0	1148,0
Consommation d'énergie (TJ)	6690149	8441319
Intensité Energétique (MJ/US\$)	9,6	10,8
Intensité Energétique (MJ/\$ppp)	7,5	7,4

Sources : www.ipeadata.gov.br, www.woldbank.org et MME (2000).

Pour le calcul du vecteur, nous avons pris en compte la consommation énergétique, y compris la biomasse, et le PIB ppp. Selon le tableau ci-dessus, nous avons:

$$X(1994) = 7,5 \text{ MJ}/\$ppp$$

$$X(1999) = 7,4 \text{ MJ}/\$ppp$$

Les paramètres sont les suivants:

$$W = 10,64 \text{ MJ/US\$};$$

$$Y = 1,06 \text{ MJ/US\$}; \text{ et}$$

$$Z = 9,58 \text{ MJ/US\$}.$$

Le calcul du vecteur devient:

$$I(1994) = (7,5 - 1,06) / 9,58 = 0,672$$

$$I(1999) = (7,4 - 1,06) / 9,58 = 0,662$$

Malgré le fait de présenter une intensité énergétique relativement élevée, il faut se rappeler que la consommation d'électricité dans les ménages du Brésil est faible,

¹⁰ Voir "The World Bank Atlas" et "2001 World Development Indicators".

l'électricité étant responsable de 64% de la consommation du secteur résidentiel¹¹. Ce sont donc d'autres secteurs qui consomment de l'énergie.

En fait, l'industrie est le principal consommateur d'énergie au Brésil (86,3 Mtep), suivie des transports (47,5 Mtep). Le secteur résidentiel consomme 36,7 Mtep, les services 22,2 Mtep et l'agriculture 10,0 Mtep.

L'industrie au Brésil est devenue intensive en énergie depuis les années 1970 lorsque plusieurs entreprises se sont délocalisées des pays industrialisés à cause de l'augmentation du prix du pétrole. Il reste savoir quelle proportion de l'énergie consommée par l'industrie est ensuite transférée à l'étranger via l'exportation de produits intensifs en énergie, et quelle proportion reste dans le pays¹².

¹¹ Le GPL et le bois contribuent chacun avec 17% de la consommation du secteur

¹² C'est un des sujets de thèse de doctorat au PPE/COPPE/UFRJ.

► Indicateur 8 : Déploiement des énergies renouvelables

Le Brésil a une structure énergétique assez propre grâce à la stratégie lancée lors des années 70, pour substituer aux énergies fossiles importées des énergies renouvelables telles que l'hydraulique et la biomasse. On estime qu'environ 60% de l'énergie primaire consommée au Brésil est renouvelable.

Néanmoins, on observe une dégradation de la structure énergétique pendant les années 90. Les politiques de changement structurel peuvent être à l'origine de cette tendance, comme on l'a déjà remarqué. On peut prendre comme exemple le secteur électrique, où il y a une augmentation forte des parts de ressources fossiles ces dernières années.

Le capital privé est un peu sceptique quant à la rentabilité de l'hydraulique en raison du risque lié à la longue durée de construction des barrages et les incertitudes sur l'évolution de l'économie. En plus, la technologie en question présente des spécificités qui ne sont pas toujours maîtrisées par les investisseurs à l'étranger. C'est pourquoi le secteur privé met en priorité la filière du gaz naturel.

Le tableau 10 montre que la part des combustibles fossiles pour la production d'électricité augmente de 3,9% en 1990 à 7,2% en 1999. Même si la part des énergies renouvelables reste très élevée, il faut faire attention au taux de croissance de consommation des combustibles fossiles pour la production d'électricité qui se situe à 12% par an pendant les années 90.

Tableau 10 – Production d'Electricité (GWh)

	1990		1999	
Hydraulique	206708	92,8%	292883	88,1%
Nucléaire	2237	1,0%	3977	1,2%
Combustibles Fossiles	8612	3,9%	23926	7,2%
Biomasse	3359	1,5%	7787	2,3%
Autres (thermiques)	1904	0,9%	3733	1,1%
Total	222820	100,0%	332306	100,0%

Sources : MME (2000).

Le bilan énergétique brésilien (MME, 2000) ne présente pas d'information précise sur les énergies nouvelles renouvelables (ENR). En fait, le système énergétique brésilien ne compte pas beaucoup sur ces sources.

Des études sur les ENR sont élaborées par le CEPEL, le centre de recherches de l'Eletrobras. Les principales sources étudiées sont la biomasse, les petites centrales hydrauliques (PCH), le solaire et l'éolien.

Les études sur le progrès technique vont au-delà des activités du CEPEL. Au sein même d'Eletrobras, le département d'efficacité énergétique (PROCEL) s'occupe des estimations sur la réduction de la consommation d'électricité due aux projets d'efficacité énergétique.

Le tableau 11 présente les informations de l'Eletrobras sur les ENR et sur l'efficacité énergétique. Ces informations ne sont pas compatibles avec celles du bilan énergétique (voir tableau 10): soit elles ne sont pas présentées (solaire), soit elles sont sous-estimées (éolien) dans les bilans.

Tableau 11 – Production d'Électricité Propre en 1999

	Puissance (MW)	Energie (GWh)
Efficacité énergétique ^a	440	1909
PCH	1462	6404
Solaire	3,8	7
Eolien	20	9
Total	1926	16115

^a *Données relatives à 1998.*

Sources : www.eletrobras.gov.br/procel (Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica : 1998/1999), www.cepel.br et www.cerpch.efei.br.

La comparaison des résultats des tableaux 10 et 11 montre que les ENR et l'efficacité énergétique ne représentent que 5% de la production de l'électricité. Pour le calcul de l'indicateur 8, nous avons pris les données du bilan énergétique sur la consommation d'énergie primaire. Les valeurs en Tep sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12 – Consommation d'Énergie Primaire (kTep)

	1990		1999	
Pétrole	59264	32,7%	79759	33,6%
Gaz Naturel	4230	2,3%	11860	5,0%
Charbon	9533	5,3%	11739	4,9%
Nucléaire	0	0,0%	192	0,1%
Hydraulique	59945	33,1%	84936	35,8%
Biomasse	46117	25,5%	45223	19,0%
Autres	2104	1,2%	3755	1,6%
Total	181193	100,0%	237464	100,0%

Sources : *MME (2000).*

Le calcul de l'indicateur 8 est fait à partir des informations du tableau 12. Nous avons considéré l'hydraulique, la biomasse les autres sources primaires¹³ comme étant renouvelables. Il faut noter qu'une partie de la biomasse n'est pas renouvelable. Mais si on suppose que cette partie était plus importante en 1990 qu'en 1999, la prise en compte de ce biais dans le calcul améliorerait l'évolution de l'indicateur 8.

A partir des données du tableau 12, on vérifie la forte pénétration du gaz naturel dans la structure énergétique brésilienne. Le taux moyen de croissance est de 12% par an. En sens contraire, on observe une chute de la consommation de biomasse, notamment du bois de feu qui présente une chute de 25% de la consommation en Tep entre 1990 et 1999.

Les valeurs utilisées dans le calcul de l'indicateur 8, c'est-à-dire le rapport entre la consommation d'énergie renouvelable et la consommation totale d'énergie primaire, sont les suivantes:

$$X(1990) = 59,7\%$$

¹³ La plupart de cette valeur correspond à des sources renouvelables telle que le "black liquor".

$$X(1999) = 56,4\%$$

Les paramètres pour le calcul sont:

$$W = 8,64\%$$

$$Y = 95\%; \text{ et}$$

$$Z = 8,64\% - 95\% = -0,8636.$$

Les valeurs des vecteurs sont:

$$I(1990) = (0,597 - 0,95) / -0,8636 = 0,447$$

$$I(1999) = (0,564 - 0,95) / -0,8636 = 0,409$$

Malgré le fait que la structure énergétique au Brésil est assez propre, on observe une réduction importante du déploiement des énergies renouvelables. Encore une fois, il faut faire attention aux distorsions du marché énergétique de façon à éviter que des sources renouvelables soient défavorisées dans un marché compétitif, où les critères d'efficacité économique s'imposent.