

Viabilité Ecologique

► Indicateur 1 : Les émissions de CO₂ du secteur énergétique par habitant

L'inventaire des émissions de CO₂ d'origine énergétique est disponible sur le site *web* du Ministère de la Science et de la Technologie au Brésil (MCT). Les informations concernent la période de 1990 à 1994. Les combustibles fossiles sont composés de trois catégories : solides, liquides et gazeux. Les combustibles fossiles solides sont de quatre types. Les liquides sont constitués de treize combustibles et les gazeux de deux types de gaz naturel.

Les données sur les émissions de CO₂ en 1999 n'étant pas disponibles, nous avons fait des estimations à partir des données de l'inventaire et des bilans énergétiques. Des coefficients d'émissions ont été calculés pour l'année 1994. Les émissions de CO₂ en 1999 résultent de la multiplication des coefficients d'émissions en 1994 par la consommation domestique¹ de chaque énergie en 1999. Le tableau 4 présente ces informations.

Tableau 4 – Coefficients d'Emission (GgC/Tep) et Emissions de CO₂ (GgC)

Sources	Emissions de CO ₂ (1990)	Emissions de CO ₂ (1994)	Coefficients d'Emission	Emissions de CO ₂ (1999)
Pétrole brut	50406	52574	0,86268	68807
Essence	-1420	-1702	0,80359	305
Kérosène	-465	-239	0,92636	652
Diesel	279	1538	0,85922	3008
Fioul	-1595	113	0,89683	361
GPL	1000	1388	0,73168	2311
Autres fossiles	653	750	--	0
Non énergétiques	-5985	-4781	-0,94775	-2378
Charbon	10267	11030	1,08615	12751
Coke	-35	1256	1,30426	1191
Gaz naturel	1889	2266	0,45320	5375
Autres primaires	174	161	0,05426	204
Total	55168	64354		92585

Source : www.mct.gov.br.

Les émissions par habitant en 1990 et en 1999 ont été aisément calculées en divisant les émissions totales par la population (voir tableau 3). Nous avons trouvé les émissions *per capita* suivantes en 1990 et 1999:

$X(1990) = 383 \text{ kgC/capita}$ (les émissions de CO₂ par habitant en 1990);

$X(1999) = 557 \text{ kgC/capita}$ (les émissions de CO₂ par habitant en 1999);

Les valeurs des paramètres pour l'indicateur 1 sont :

¹ Production plus importation moins exportation moins consommation non énergétique.

$W = 1130 \text{ kgC/capita};$

$Y = 339 \text{ kgC/capita};$ et

$Z = 791 \text{ kgC/capita}.$

Les valeurs des vecteurs sont estimées à:

$$I(1990) = (383 - 339) / 791 = 0,055$$

$$I(1999) = (557 - 339) / 791 = 0,275$$

On observe par ces valeurs que le Brésil présente un niveau d'émission de CO₂ bien en dessous de la moyenne mondiale en 1990. Les valeurs des indicateurs sont très proches de zéro. Le degré élevé de durabilité en termes d'émission de CO₂ s'explique par le fait que le pays a adopté, pendant la période de crise du pétrole, le chemin de la substitution des sources fossiles importées par les sources nationales. Les sources fossiles ne sont pas abondantes au Brésil, comme nous avons déjà remarqué. C'est pourquoi le pays a valorisé des sources renouvelables telles que l'hydraulique et la biomasse (voir l'introduction de ce rapport).

Malgré les efforts pour inciter la pénétration des sources renouvelables pendant les années 70 et 80, on voit une augmentation des parts des énergies fossiles dans le bilan énergétique brésilien, notamment depuis la deuxième moitié des années 90. Cette tendance peut être observée par la comparaison entre les indicateurs I(1990) et I(1999).

Le potentiel des énergies renouvelables est encore important, mais le coût, y compris le risque, est très élevé. Dans une logique où les décisions sont entreprises selon les règles du marché, malgré les non négligeables externalités provoquées par les sources fossiles, il est peu probable que le capital privé s'intéresse par les sources renouvelables telles que l'hydraulique et la biomasse.

Ce qu'on observe en fait est l'augmentation des parts des énergies fossiles. Du côté de la demande d'énergie, l'essence remplace l'éthanol dans le transport routier et le coke remplace le charbon de bois dans la sidérurgie. Du côté de l'offre, le gaz naturel a été mis en avant pour la production d'électricité au détriment de l'hydraulique. Voilà pourquoi il faut changer dans le moyen terme cette tendance à prioriser les sources fossiles au Brésil.

►Indicateur 2 : Le polluant local

Les données sur la pollution locale sont très limitées au Brésil. Les informations ne se trouvent que dans quelques grandes villes. Nous avons choisi la ville la plus importante au Brésil, en termes de taille et de niveau d'industrialisation, pour calculer l'indicateur 2. La ville choisie s'appelle São Paulo. La population à São Paulo dépasse les 10 millions d'habitants et atteint les 15 millions d'habitants si on considère les environs de São Paulo.

La surveillance des émissions des polluants est faite par la CETESB, Compagnie de Contrôle Environnemental à São Paulo. Le rapport sur la qualité de l'air dans la région métropolitaine de São Paulo (RMSP) est disponible sur le site *web* de la CETESB (www.cetesb.br).

Le rapport de la CETESB présente, premièrement, les principales sources de pollution dans la RMSP. On observe, par exemple, que les sources mobiles dans le secteur des transports sont les principales responsables de la pollution locale.

Deuxièmement, le rapport présente les paramètres utilisés dans les calculs sur les indices d'émissions, ainsi que la méthodologie de collecte de données. Enfin, divers indices de qualité de l'air sont calculés tels que les particules totales en suspension (PTS), la fumée, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, l'ozone et autres. Une série de données est présentée pour chaque indicateur, mais il faut signaler que certaines séries ne sont pas continues dans le temps. Les données ne sont pas présentées pour toutes les années.

Tableau 5 – Niveaux d'Émissions à São Paulo

	1990	1999	valeur de référence
PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100	80	80
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70	25	80
CO (ppm)	8	3,5	9
Fumée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70	45	60
Ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120	100	160
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100	70	100

Source : CETESB (2000).

Nous avons choisi dans un premier temps, pour ce rapport, les particules totales en suspension (PTS) et les émissions de SO₂ pour calculer l'indicateur 2 (pollution locale). Ces deux séries ne présentent pas beaucoup de discontinuités.

Lorsqu'on a plusieurs paramètres pour calculer l'indicateur 2, le "Guide pour les Observateurs-Reporters" d'HELIO International propose, pour le moment, qu'on calcule un indice pour chacun des paramètres. L'indicateur final est calculé par la moyenne de ces indicateurs intermédiaires.

La métrique de l'indicateur 2 est présentée dans le Guide de deux façons différentes. Soit le vecteur est calculé en fonction du niveau des émissions par habitant en 1990, dont l'objectif est le dixième de cette valeur, soit le vecteur est calculé en fonction des directives OMS. Dans ce dernier cas, la valeur du vecteur = 1 équivaut à 100% de la directive OMS et l'objectif (la valeur du vecteur = 0) correspond à 20% de la directive OMS.

Nous avons préféré cette deuxième méthodologie. Les paramètres choisis sont les PTS et les émissions de SO₂.

Les directives OMS pour les polluants locaux sont:

$$W(\text{PTS}) = 50 \mu\text{gr}/\text{m}^3;$$

$$W(\text{SO}_2) = 60 \mu\text{gr}/\text{m}^3.$$

Les objectifs à atteindre sont:

$$Y(\text{PTS}) = 20\% \times 50 = 10 \mu\text{gr}/\text{m}^3;$$

$$Y(\text{SO}_2) = 20\% \times 60 = 12 \mu\text{gr}/\text{m}^3.$$

Nous calculons, d'abord, les indicateurs intermédiaires PTS et SO_2 et ensuite l'indicateur composite.

a) Calcul de l'indicateur PTS

$$X(1990) = 100 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

$$X(1999) = 80 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

Les valeurs des paramètres :

$$W = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

$$Y = 10 \mu\text{g}/\text{m}^3; \text{ et}$$

$$Z = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Les valeurs des vecteurs sont estimées à:

$$I(1990) = (100 - 10) / 40 = 2,250$$

$$I(1999) = (80 - 10) / 40 = 1,750$$

b) Calcul de l'indicateur SO_2

$$X(1990) = 70 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

$$X(1999) = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

Les valeurs des paramètres :

$$W = 60 \mu\text{g}/\text{m}^3;$$

$$Y = 12 \mu\text{g}/\text{m}^3; \text{ et}$$

$$Z = 48 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Les valeurs des vecteurs sont estimées à:

$$I(1990) = (70 - 12) / 48 = 1,208$$

$$I(1999) = (25 - 12) / 48 = 0,271$$

c) Calcul de l'indicateur composite (PTS + SO_2)

En accordant un poids égal à chacun des polluants, la valeur du vecteur composite devient:

$$I(1990) = (2,250 + 1,208) / 2 = 1,729.$$

$$I(1999) = (1,750 + 0,271) / 2 = 1,010.$$

Il est intéressant de noter que les émissions de PTS et de SO₂ en 1999 sont en dessous des valeurs de référence obtenues dans le rapport de la CETESB (voir tableau 5). Lorsqu'on calcule les vecteurs en fonction des directives OMS, on vérifie que les PTS en 1990 et 1999 et les émissions de SO₂ en 1990 sont au-dessus de la directive OMS. Mais si on avait employé l'autre méthodologie proposée dans le Guide, c'est-à-dire en prenant les émissions en 1990 comme référence, les valeurs de vecteurs se trouveraient entre 0 et 1.

Le calcul du vecteur composite par la moyenne des vecteurs intermédiaires peut poser un problème quand les écarts parmi les indicateurs sont importants. Dans le cas de São Paulo, on voit que les PTS sont bien au-dessus de l'objectif, tandis que les émissions de SO₂ s'approchent de l'objectif. Le calcul de l'indicateur composé est d'une certaine façon biaisé par cet écart entre les valeurs des indicateurs intermédiaires.

Il serait important de définir les valeurs des objectifs pour chacun des ces indicateurs pour une comparaison internationale. Ainsi, les Observateurs-Reporters devraient choisir les indicateurs les plus importants pour leurs pays ou région, si les données sont disponibles. Enfin, ils devraient indiquer un poids pour chaque indicateur, s'ils trouvent que les paramètres choisis sont plus ou moins importants dans son pays ou région.