

# Banque de données énergétiques et économiques de l'AIEA

---

par Jean-Pierre Charpentier et John E. Russell

Pour se faire une juste idée du rôle que pourrait jouer l'énergie d'origine nucléaire dans les régions en développement du monde, l'AIEA a procédé par le passé à des études du marché de l'énergie d'origine nucléaire dans un certain nombre de pays en développement. En 1976, elle a créé une banque de données énergétiques et économiques informatisée, non seulement sur l'énergie d'origine nucléaire, mais encore sur d'autres formes d'énergie. La banque de données répond au souci de fournir d'une manière unifiée et systématique les données énergétiques et les données économiques connexes nécessaires pour l'établissement de plans énergétiques à long terme. L'Agence a maintenant rassemblé les données disponibles sur la production et la consommation d'énergie dans la plupart de ses Etats Membres ainsi qu'une documentation de base sur la situation énergétique mondiale et les paramètres économiques connexes.

Il est désormais possible d'obtenir rapidement et automatiquement les données nécessaires pour l'analyse du rôle de l'énergie d'origine nucléaire dans les Etats Membres, pour les rapports officiels de l'Agence et les enquêtes nationales, régionales ou mondiales. Un programme machine souple permet de produire toutes sortes de tableaux et de graphiques à jour. Maintenant, on peut aussi obtenir facilement et rapidement des résultats cumulés, régionaux ou mondiaux, qui auparavant exigeaient à chaque fois de longs calculs.

Trois raisons principales ont conduit à la création de la banque de données informatisée. La première est une augmentation considérable du volume de l'information rassemblée. Pendant des années, l'Agence a réuni et classé toute une série de données énergétiques et économiques dont le nombre sans cesse croissant constituait une base de plus en plus difficile à exploiter.

La deuxième raison, et probablement la plus importante, a été la nécessité de choisir et retrouver plus vite l'information de base. Avec la banque de données automatisée, il est maintenant possible de répondre plus rapidement à de nombreuses questions qui touchent à la production et à la consommation d'énergie, aux ressources énergétiques et à des problèmes économiques connexes.

En troisième lieu, on avait besoin de données pour établir des prévisions de la consommation et de la production d'énergie au moyen d'extrapolations de tendances, de comparaisons entre pays et de modèles plus perfectionnés. Il y a, néanmoins, lieu de préciser que la banque de données ne sera pas un nouveau modèle mathématique sur l'énergie mais un système facilement accessible de données énergétiques utilisable dans n'importe quel modèle ou à des fins plus générales.

## ORGANISATION DE LA BANQUE DE DONNEES

La création d'une banque de données informatisée exige:

1. Des données d'entrée;
2. Un ordinateur avec mémoire magnétique (support matériel);

---

M. Charpentier est ingénieur-économiste à la Section des études économiques de la Division de l'énergie d'origine nucléaire et des réacteurs. M. Russell est programmeur-analyste à la Section de l'ordinateur de la Division de la documentation scientifique et technique.

3. Un système informatique (logiciel) permettant d'organiser et de classer les données d'entrée brutes et d'extraire facilement les données de sortie de la mémoire magnétique;
4. Une série de sous-programmes machine complémentaires pour transformer les données de sortie brutes en tableaux, graphiques, analyses, statistiques, etc.

Les points 1 et 3, c'est-à-dire le rassemblement des données et l'adaptation d'un programme en vue de la classification et de la restitution des données d'entrée brutes ont été les points essentiels de la constitution de la base de données. L'Agence disposait déjà du matériel (une IBM 370/158) et la mise au point de sous-programmes adaptés à l'exploitation finale des données a été une tâche "relativement" facile.

**Rassemblement des données:** Comme le montre la figure 1, les données de la banque de données énergétiques de l'AIEA ont une double origine: les données sont envoyées à l'Agence directement sur bande magnétique par d'autres organisations internationales, ou bien l'Agence constitue ses propres fichiers.

Pour ce qui est des données reçues de l'extérieur, une collaboration fructueuse s'est établie, notamment en ce qui concerne les prêts de bandes de données mécanographiques et les procédures de mise à jour des données, avec le Bureau de statistique des Nations Unies à New York, la Division des statistiques de l'AIE/OCDE à Paris, la Banque mondiale à Washington D.C. et la Division des statistiques de l'énergie de la CCE à Luxembourg.

Des contacts ont également été pris avec d'autres organismes nationaux et internationaux comme la Conférence mondiale de l'énergie, avec pour objet d'instituer une procédure similaire. Ces contacts extérieurs visent essentiellement au rassemblement d'information non nucléaire. En règle générale, l'Agence rassemble directement les données qui relèvent du domaine nucléaire; elle a pour ce faire recours à des organismes particuliers, à la lecture de documents de réunions, et à des fonctionnaires en mission.

La figure 2 montre l'économie de la banque de données. Les lignes grasses représentent les données jusqu'ici rassemblées et disponibles, les lignes fines indiquent le genre de données que l'on continue de rassembler.

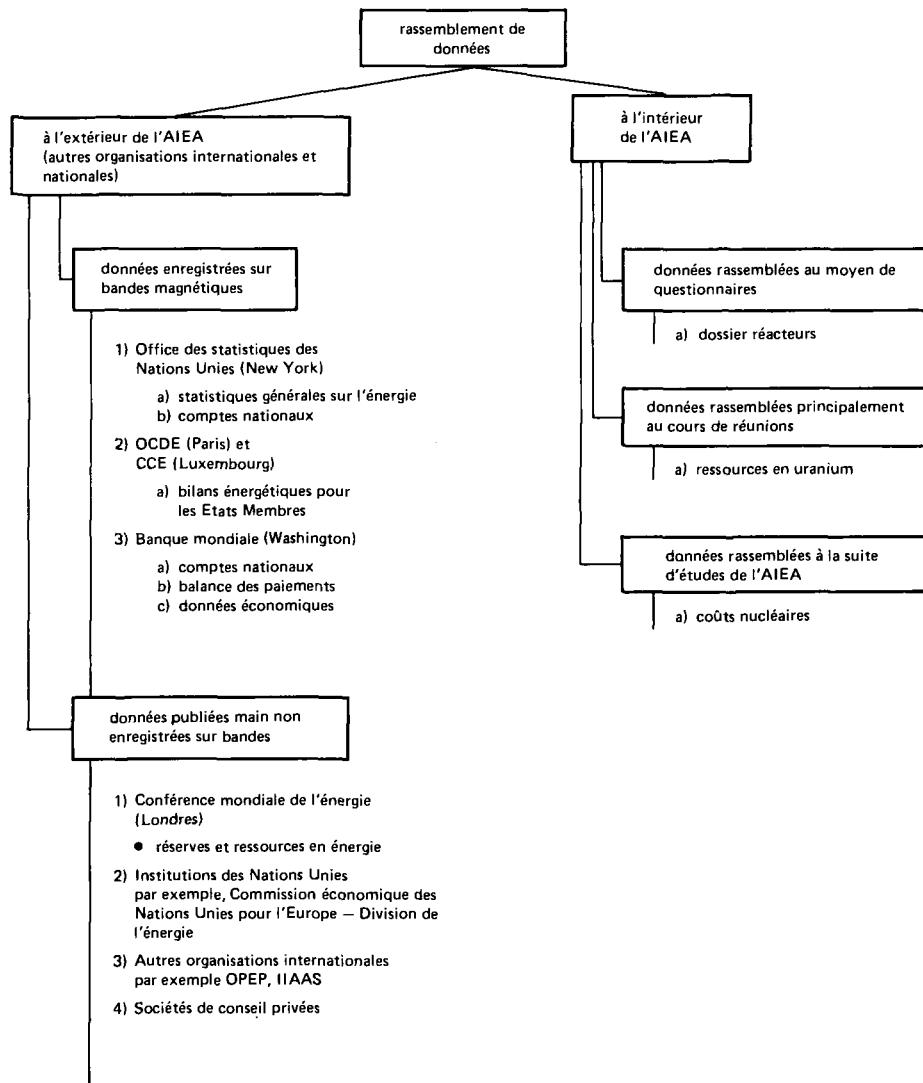
**Le système informatique:** Le nombre d'éléments d'information de base de la banque de données atteint à l'heure actuelle près de trois millions, dans lesquels ne sont pas comptées les données dérivées comme le taux de croissance ou la consommation par habitant, etc., dont le calcul relève de sous-programmes. Le traitement d'un tel volume de données, même automatisé, n'est pas chose facile. A l'origine, la banque de données utilisait un programme de bibliothèque mis au point par l'Agence (code LIPSY). Mais il est apparu que, même en le modifiant, il était très difficile de l'assouplir assez pour qu'il soit adapté au maniement d'une information essentiellement numérique.

Après avoir envisagé plusieurs possibilités, on a décidé d'utiliser le système général de gestion des données récemment fourni par la République fédérale d'Allemagne à l'Agence. Ce système de programmes machine — ADABAS — est spécialement conçu pour la gestion des données. Il dispose les données d'entrée de manière qu'elles puissent être facilement et rapidement retrouvées sans que l'utilisateur ait à connaître l'emplacement exact des données dans le fichier central. L'emploi d'un langage simple permet d'effectuer quelque commandes faciles et d'extraire les données de fichiers très copieux et très complexes.

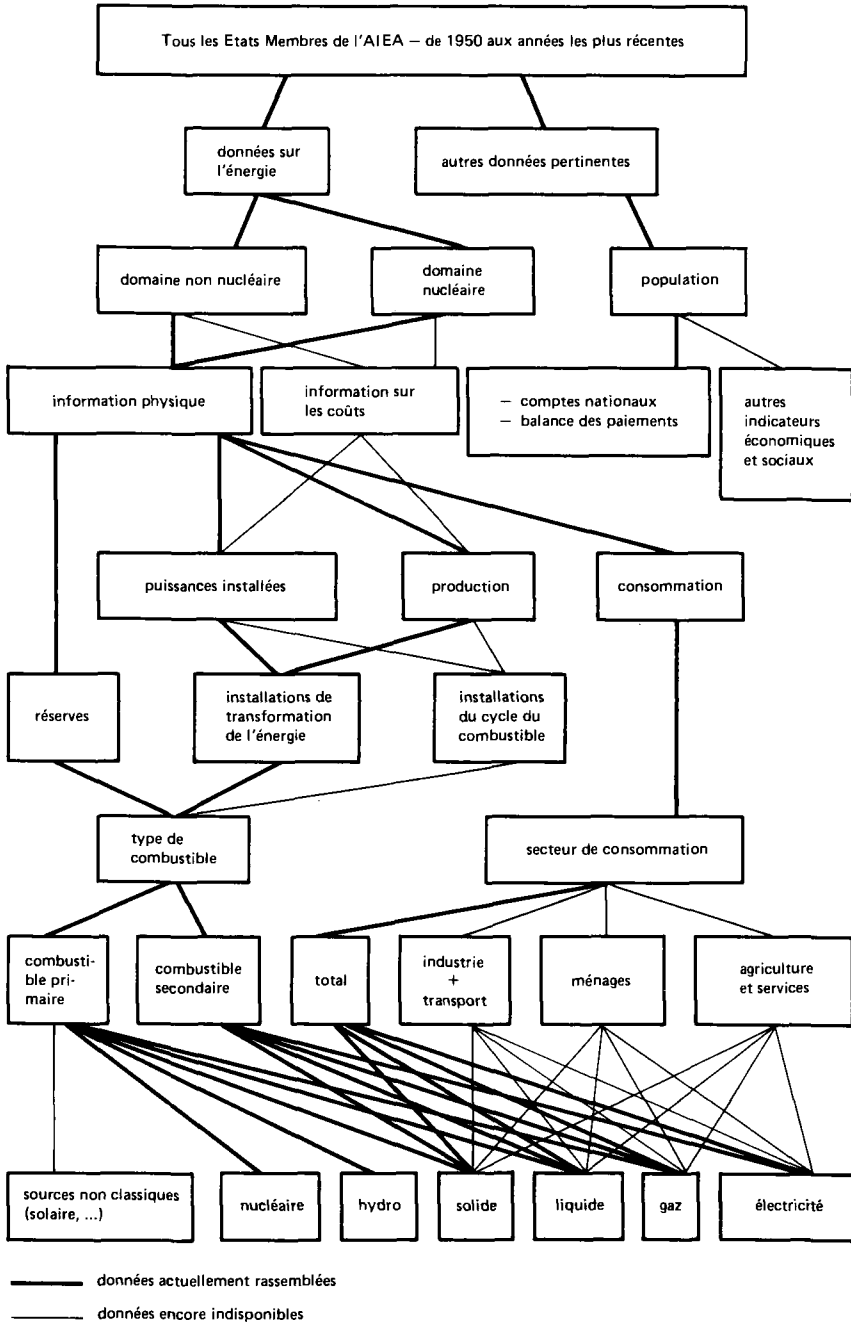
Les données sont groupées par sujets homogènes et mises en mémoire séparément sur un support magnétique appelé fichier. Il existe à l'heure actuelle six fichiers différents.

- Information générale sur l'énergie: production, consommation, commerce et puissances des centrales

**Figure 1: Sources des données de la banque de données énergétique de l'AIEA**



**Figure 2: Economie de la banque de données**



- Ressources énergétiques
- Réacteurs nucléaires et installations du cycle du combustible
- Information sur les coûts: investissements et gestion liés au secteur énergétique
- Comptes nationaux
- Prévisions

ADABAS possède, par sa structure interne, des caractéristiques qui permettent un couplage facile de fichiers contenant au moins un mot-clé commun. Par exemple, comme toutes les données de chaque fichier se réfèrent toujours au nom du pays, un nom de pays peut servir de mot-clé. De cette manière, il est également possible de coupler le fichier de l'énergie en général avec le fichier des comptes nationaux pour trouver la consommation d'énergie de tous les pays ayant, par habitant, un produit national brut (PNB) donné.

## SERVICES FOURNIS PAR LA BANQUE DE DONNEES

La banque de données a été conçue de manière à pouvoir fournir trois services principaux:

1. **Le service "d'usage courant"** qui consiste à répondre rapidement à toutes les questions concernant l'énergie: consommation, production, commerce, ressources et problèmes économiques connexes.

Prochainement, des terminaux vidéo en direct permettront aux usagers de la banque de données de poser eux-mêmes des questions simples et d'obtenir les réponses directement sur un écran.

*Exemple de question simple:* "Trouver tous les pays dont les centrales électriques avaient, en 1975, un facteur de charge moyen supérieur à 50%".

La question a été posée à l'ordinateur dans les termes suivants: "FIND ALL RECORDS IN WORLD-ENERGY STATISTICS WITH YEAR EQUAL 1975, IF ELEC-CAP NOT EQUAL 0 THEN COMPUTE  $\neq$  UTIL = ELEC-PROD \* 114/ELEC-CAP ELSE SET  $\neq$  UTIL = 0. END IF  $\neq$  UTIL LT 500 THEN REJECT RECORD END DISPLAY COUNTRY ELEC-PROD ELEC-CAPA  $\neq$  UTIL 10' LOAD/FACTOR/%". Soit:

"TROUVER TOUS DOCUMENTS EN STATISTIQUES ENERGIE MONDIALE AVEC ANNEE EG ALE 1975, SI CAP-ELEC DIFFERENTE DE 0 CALCULER  $\neq$  UTIL = PROD-ELEC \* 114/CAP-ELEC SINON REGLER  $\neq$  UTIL = 0. FIN SI  $\neq$  UTIL LT 500 REJETER DOC. INTERROMPRE AFFICHAGE ELEC PAYS-CAPA-ELEC  $\neq$  UTIL 10' FACTEUR D'UTIL/%".

Une liste de pays et de données de sortie est apparue sur l'écran et à partir de cette liste les pays ont été classés par ordre décroissant de production d'énergie électrique.

PAYS	PROD-ELEC GIGAWATT-HEURES	PUISSANCES-ELEC MEGAWATT	FACTEUR D'UTILI- SATION %
URSS	1 038 625	217 484	54,4
Canada	272 624	59 886	51,8
Pologne	97 168	20 057	55,2
République démocratique allemande	84 505	16 929	56,9
Norvège	77 564	17 090	51,7
Afrique du Sud	74 914	13 990	61,0
Roumanie	53 720	11 577	52,8
Yougoslavie	40 040	9 043	50,4
Venezuela	21 179	4 705	51,3
Hongrie	20 465	4 291	54,3

Figure 3: Information énergétique et économique de base pour le VENEZUELA

COMMODITY	1950	1960	1970	1973	1974	1975	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE	
							1950	1973
							TO	TO
							1970	1975
ENERGY CONSUMPTION - TOTAL	7.88	17.83	33.39	40.66	38.94	45.21	7.49	5.46
- SOLID FUELS	0.00	0.43	1.49	3.05	2.81	2.44	39.69	-10.51
- LIQUID FUELS	6.19	10.77	17.85	19.69	17.60	25.01	5.44	12.69
- GAS	1.63	6.60	12.73	15.94	16.19	15.07	10.83	-2.77
- PRIMARY ELEC.	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
PRIMARY ENERGY PRODUCTION - TOTAL	104.51	204.57	272.89	254.36	228.46	183.17	4.92	-15.14
- SOLID FUELS	0.00	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	20.25	9.54
- LIQUID FUEL	102.82	197.91	258.80	236.40	209.87	165.35	4.72	-16.37
- GAS	1.63	6.60	12.73	15.94	16.19	15.07	10.83	-2.77
- URANIUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- HYDRO + GEO	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
ENERGY BALANCE (EXP-IMP) - TOTAL	96.62	183.45	235.08	208.71	186.03	135.89	4.55	-19.31
- PRIM. SOLID	-0.00	0.0	-0.03	-0.01	-0.00	-0.00	0.0	0.0
LIQUID	85.09	138.11	168.40	146.40	122.03	101.27	3.47	-16.83
GAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- SEC. SOLID	0.0	-0.40	-1.42	-2.99	-2.75	-2.39	0.0	0.0
LIQUID	11.54	45.75	68.13	65.32	66.75	37.01	9.28	-24.72
GAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ELEC.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ELECTRICITY PRODUCTION - TOTAL	0.39	1.49	4.07	5.14	5.89	6.78	12.43	14.78
- THERMAL	0.33	1.46	2.75	3.17	3.55	4.08	11.11	13.45
- HYDRO-ELECTRIC	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
- NUCLEAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- GEOTHERMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPACITIES OF ELEC. PLANTS - TOTAL	350.00	1353.00	3172.00	3357.00	4391.00	4705.00	11.65	18.39
- THERMAL	315.00	1220.00	2264.00	2390.00	3043.00	3137.00	10.36	14.57
- HYDRO	35.00	133.00	908.00	967.00	1348.00	1568.00	17.68	27.34
- NUCLEAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- GEOTHERMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL ENERGY CONSUMPTION PER CAPITA	1.48	2.30	3.21	3.60	3.35	3.77	3.96	2.28
TOTAL ELEC. CONSUMPTION PER CAPITA	0.07	0.19	0.39	0.46	0.51	0.57	8.74	11.31
REFINERY CAPACITIES	12990.00	46310.00	67720.00	68015.00	62450.00	44950.00	8.61	-18.71

ALL ENERGY VALUES IN MILLION KILOWATT-YEAR THERMAL  
 ALL PER CAPITA VALUES IN KILOWATT-YEAR THERMAL PER HEAD  
 ELECTRICAL CAPACITIES IN MEGAWATTS

REFINERY CAPACITY IN MEGATONNES  
 ALL GROWTH RATES IN PER CENT

0.0 INDICATES VALUE NOT AVAILABLE  
 0.00 INDICATES VALUE LESS THAN 0.005

Figure 4: VENEZUELA – Information complémentaire sur l'énergie

```

*****
*
*
* LATEST AVAILABLE ESTIMATED FOSSIL ENERGY RESERVES
*
* MILLION KILOWATT-YEAR THERMAL
*
*****
* SOLID * LIQUID * GAS * URANIUM * TOTAL *
* * * * *
* 10.53 * 8854.55 * 1504.80 * 0.0 * 10369.88 *
* * * * *
*****

```

```

*****
*
*
* LATEST AVAILABLE ESTIMATED HYDRO-ELECTRIC RESERVES
*
* MEGAWATTS
*
*****
* UNDER CNSTR * PLANNED * POSS. SITES * TOTAL *
* * * * *
* 2620.0 * 13565.0 * 0.0 * 16185.0 *
* * * * *
*****

```

```

*****
*
*
* ENERGY RATIOS
*
*****
* * 1950 * 1960 * 1970 * 1975 *
* * * * *
* RESERVES/CURRENT CONSUMPTION * 1316.5 * 581.6 * 310.6 * 229.3 *
* * * * *
* ENERGY DENSITY KW-YR/SQ KM * 8.6 * 19.6 * 36.6 * 49.6 *
* * * * *
*****

```

**2. La publication régulière de bulletins et brochures statistiques** résumant sous forme de tableaux et de graphiques normalisés la situation énergétique actuelle et future dans les différents Etats Membres de l'AIEA. Quatre pages normalisées de données énergétiques et économiques sur le Venezuela sont reproduites dans les figures 3, 4, 5, et 6.

La figure 3 montre la production d'énergie, la consommation, le commerce de l'énergie et les puissances électriques des centrales. Tous les éléments d'information sont exprimés dans une même unité – le kilowatt-année thermique. En outre, la figure indique deux taux de croissance et deux rapports: le taux de croissance de l'énergie et de l'électricité à long terme, c'est-à-dire le taux de croissance calculé depuis 1950 et le nouveau taux de croissance depuis la crise de l'énergie survenue fin 1973; les deux rapports indiqués sont la consommation d'énergie et la consommation d'électricité par habitant.

La figure 4 montre les réserves d'énergie du pays, exprimées également dans la même unité d'énergie normalisée. La figure 5 concerne la population, son évolution historique et sa répartition par âge et par région géographique. La figure 6 est consacrée à la situation macro-économique du pays: produit national brut (PNB) et ventilation par secteur économique.

**3. Le support de prévisions sur l'énergie.** Plusieurs modèles mathématiques ont été mis au point et des prévisions systématiques en série ont été établies au moyen d'une liaison informatique entre les données et le modèle. La figure 7 est un exemple d'extrapolation basée sur les données du Japon. Pour cet exemple, on a affecté une fonction logistique (encore appelée fonction de saturation) aux données relatives à la production d'électricité par habitant depuis 1950 et on a extrapolé jusqu'à l'an 2000.

Rappelons qu'une fonction logistique est représentée par la formule mathématique suivante:

$$y = \frac{L}{1 + \exp - (at + b)}$$

où y représente la consommation d'électricité par habitant

L est une limite asymptotique fixe qui, dans cet exemple, est de 15 000 kWh par habitant

t est le temps

a & b sont des constantes calculées par régression. Le coefficient de régression pour le Japon est très bon: 0,99. Les résultats sont donnés avec un intervalle de confiance de 95%.

Pour le Japon, les prévisions obtenues ont été les suivantes:

ANNEES	ELECTRICITE PAR HABITANT (kWh)
1985	entre 7875 et 9198
1990	entre 9756 et 10 974
2000	entre 12 600 et 13 350

## CONCLUSION

Il existe maintenant une banque mondiale de données énergétiques. Les services qu'elle offre aideront, on l'espère, les Etats et les organisations internationales à établir les plans de futurs systèmes énergétiques. Il reste, cependant, beaucoup à faire. Il va, en effet, sans dire qu'une banque de données énergétiques est une entreprise de longue haleine qu'il faut constamment compléter et améliorer.



Figure 5: VENEZUELA – Information sur la population

	1950	1960	1970	1975	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE 1970 - 1975
POPULATION IN MILLIONS	5.3	7.7	10.4	12.0	2.9
POPULATION DENSITY PER SQ KM	5.8	8.5	11.4	13.1	-----
PRESENT POPULATION GROWTH RATE					3.4
SURFACE AREA IN 1000 SQ KM					912.0

POPULATION STRUCTURE IN 1970							
BY AGE			BY LIVING AREA		BY EDUCATION		
0-14	15-64	65+	TOTAL	% URBAN	URB GROWTH	SEC ENROL	LITERACY
47.0	50.5	2.5	100.0	76.0	5.0	33.0	77.0

Figure 6: VENEZUELA - Information économique

COMMODITY	1950	1960	1970	1973	1974	1975	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE	
							1960 TO 1970	1973 TO 1975
GNP IN BILLIONS OF 1975 \$	3.95	8.89	16.28	18.53	19.74	21.25	6.23	7.08
GNP PER CAPITA IN 1975 \$	796.48	1213.11	1584.44	1642.83	1697.37	1771.49	2.71	3.84
BREAKDOWN OF GNP IN %								
SUPPLIED BY :								
- INDUSTRY	39.43	23.11	42.08	47.27	57.81	0.0	12.80	0.0
- AGRICULTURE	6.81	6.47	7.42	6.55	5.33	0.0	7.69	0.0
- TRANSPORT	0.0	0.0	10.62	10.57	8.26	0.0	0.0	0.0
- OTHERS	59.94	77.83	45.16	40.73	30.86	0.0	0.61	0.0
CONSUMED BY :								
- INVESTMENT	30.87	22.10	29.39	30.80	22.27	27.66	9.30	1.48
- PRIVATE EXPEND.	56.58	56.50	56.24	49.28	41.34	50.85	6.19	8.76
- GOVRNMT EXPEND.	14.66	14.94	14.05	14.02	11.79	13.10	5.58	3.52
- TRADE BAL. (EXP - IMP)	10.21	13.86	5.60	11.02	26.86	9.31	-2.97	-1.55
EXPORTS IN BILLIONS OF 1975 \$	1.34	3.05	4.18	5.79	9.13	7.35	3.20	12.65
IMPORTS IN BILLIONS OF 1975 \$	0.94	1.82	3.27	3.75	3.83	5.38	6.04	19.68

