



Siège de l'UNESCO  
Paris, 5 - 9 juillet 1993

UNESCO Headquarters  
Paris, 5 - 9 July 1993

# World Solar Summit Sommet solaire mondial

High-level Expert Meeting  
Réunion d'experts de haut niveau

SC.93/Conf.003/  
Paris, 30 June 1993  
Original : English

SOLAR ENERGY IN THE  
IBEROAMERICAN WORLD

ENERGIE SOLAIRE DANS LE  
MONDE IBEROAMERICAIN



ISES



CEE

Ademe



# **SOLAR ENERGY IN THE IBEROAMERICAN WORLD**

# **ENERGIE SOLAIRE DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**

**Coordination:**

**Albert Mitjà i Sarvisé  
Directeur  
Institut Català d'Energia  
Espagne**

**Auteurs:**

**Carles Torra  
Michel Labrousse**

**Equipe de Collaborateurs:**

**Flemming Grove  
Sonia Palou  
François Bouteille  
David Roditi**

*The authors are responsible for the choice and the presentation of the facts of this discussion paper submitted to the High-level Expert Meeting of the World Solar Summit, as well as for the opinions which are expressed therein. They do not bind the Organisers of the World Solar Summit. Les auteurs de ce document de discussion soumis à la réunion d'experts de haut niveau du Sommet solaire mondial sont responsables de choix et de la présentation des faits figurant dans leurs contributions, ainsi que des opinions qui y sont exprimées, lesquelles n'engagent pas les organisateurs du Sommet solaire mondial.*

## **INDEX**

- 1. INTRODUCTION**
- 2. RESSOURCES ET BILANS DES ENERGIES RENOUVELABLES**
- 3. PANORAMA DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**
- 4. LA POLITIQUE ENERGÉTIQUE DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**
  - 4.1. Plans et législation existante.
    - 4.1.1. Iberia
    - 4.1.2. L'Amérique Latine
  - 4.2. Réseaux de promotion
    - 4.2.1. Péninsule iberique
    - 4.2.2. L'Amérique Latine
- 5. LA COOPERATION INTERNATIONALE**
  - 5.1. La coopération de la Commission des Communautés Européennes
    - 5.1.1. Situation actuelle des sources d'énergie renouvelables dans le groupe Andin
    - 5.1.2. Projet énergétique de l'isthme de l'Amérique Centrale (PEICCE)
  - 5.2. Coopération Ibérique
    - 5.2.1. Le programme CYTED
    - 5.2.2. Projet d'électrification rurale sur l'Altiplano bolivien
- 6. ENJEUX STRATÉGIQUES**
  - 6.1. Situation actuelle des ER en Amérique latine
  - 6.2. Les barrières qui empêchent le développement
  - 6.3. Enjeux stratégiques
    - 6.3.1. Ressources
    - 6.3.2. Analyse stratégique "par filière"
    - 6.3.3. Promotion industrielle et commerciale.
    - 6.3.4. Politique et législation
    - 6.3.5. Projets
    - 6.3.6. Coopération

**RESUME**

**REFERENCES**

## **1. INTRODUCTION**

La base culturelle commune des pays qui constituent le Monde Ibéroaméricain cache de grandes disparités de structures économiques, sociales et technologiques. Les situations énergétiques de ces pays sont aussi fort différentes d'un pays à l'autre, les ressources fossiles sont en général limitées, les structures de production et de distribution, notamment d'électricité sont en revanche assez homogènes. Jusqu'à une date récente, le secteur énergétique était dans pratiquement tous les pays du Monde Ibéroaméricain contrôlé par des monopoles publics. L'Espagne a ouvert le secteur énergétique au secteur privé et appliqué une décentralisation des structures. La libéralisation du secteur énergétique est amorcée dans plusieurs pays d'Amérique Latine, notamment au Chili et en Argentine. Les énergies renouvelables tiennent une place importante dans l'approvisionnement énergétique mais seules sont comptabilisés les apports de l'électricité hydraulique dans les bilans énergétiques officiels ; les "énergies non commerciales", constituées par les différentes formes de biomasse et de déchets font l'objet d'estimations. Globalement, les énergies renouvelables représentent 22% de l'approvisionnement en énergies primaires.

Le rapport présente d'abord un aperçu des bilans et des ressources énergétiques des pays du Monde Ibéroaméricain; pour la clarté de la présentation ces pays sont regroupés en Régions, celles ci se définissant par une unité géographique ou économique:

- Le Mexique
- Les Pays du MERCOSUR (Brésil, Argentine,Paraguay, Uruguay)
- Les Pays Andins (Venezuela, Colombie, Equateur, Pérou, Bolivie, Chili)
- L'Amérique Centrale
- Les Caraïbes et les Guyanes
- La Péninsule Ibérique (Espagne et Portugal)

L'Espagne et le Portugal assurent le relais entre l'Europe et l'Amérique Latine, ils favorisent la coopération technologique et financière qui permet de rationaliser et développer la valorisation des énergies renouvelables.

Les différentes formes d'énergies renouvelables sont présentées par filière technologique, c'est l'objet de la deuxième partie qui dresse un panorama de ces différentes filières et les perspectives attendues à moyen terme, en citant les exemples de projets de coopération.

La politique énergétique est aussi abordée à partir de l'information en disponibilité sur plans et législation existant et sur les réseaux de promotion qui travaillent au secteur des énergies renouvelables. En ce sens, et comme on peut dans ce rapport, on doit souligner la manque d'information centralisée et actualisée sur les activités en énergies renouvelables de chaque pays et la pauvre information que dispose chaque Centre sur activités similaires qui sont en decours dans autres endroits.

La coopération internationale, bilatérale ou multilatérale a un rôle important dans le développement des énergies renouvelables à l'Amérique Latine. Quelques programmes réalisés ou en decours d'être réalisés méritent d'être exposés par son caractère exemplaire.

Des objectifs stratégiques sont enfin proposés pour orienter notamment la recherche de projets de coopération dans le domaine des énergies renouvelables en Amérique Latine.

Ces enjeux stratégiques ont été établis à partir de l'analyse de la situation actuelle (comme conclusions) considérant les barrières existantes et concrétisant une série de propositions spécifiques sur ressources, promotion, politique, législation, projets et considérations et recommandations globales sur coopération internationale.

## 2. RESSOURCES ET BILANS DES ENERGIES RENOUVELABLES

### Bilans énergétiques - Energies renouvelables et non renouvelables

Le tableau 1 présente les statistiques démographiques et économiques des pays du Monde Ibéroaméricain.

Statistiques démographiques et économiques

Pays et Region	Superficie (km <sup>2</sup> x 1000)	Population (millions d'hab)	Densité (Hab /km <sup>2</sup> )	Population Urbaine (%)	PI B (milliards de \$)
MEXIQUE	1967	87,8	44,6	73	260,5
MERCOSUR	11860	193,5	16,3	76	479,3
ARGENTINE	2766	32,7	11,8	86	78,5
BRÉSIL	8512	153,3	18	75	402,6
PARAGUAY	406	4,4	10,8	47	4,8
URUGUAY	176	3,1	17,6	85	7,9
PAYS ANDINS	5474	106,6	19,5	73	35,8
BOLIVIE	1098	7,6	6,9	51	6,1
CHILI	756	13,4	17,7	86	29,7
COLOMBIE	1139	32,6	28,6	70	44,2
EQUATEUR	284	10,8	38	56	11,8
PEROU	1285	22	17,1	70	25,1
VENEZUELA	912	20,2	22,1	90	63,5
AMERIQUE CENT	500	29,8	59,6	46	29,6
COSTA RICA	51	3,1	60,8	47	5,8
SALVADOR	21	5,4	257,1	44	5,8
GUATEMALA	109	9,5	87,2	39	9
HONDURAS	112	5,3	47,3	44	3
NICARAGUA	130	4	30,8	60	0,9
PANAMA	77	2,5	32,5	53	5,1
CARAÏBE dont	576	28,3	49,1	57	30,4
CUBA	110	10,7	97,3	75	16,4
JAMAÏQUE	11	2,5	227,3	52	4,1
REP. DOMINICAÏNE	49	7,3	149	60	5,8
PEN IBERIQUE	597	49,6	83,1	69	55,4
ESPAGNE	505	39	77,2	78	493,1
PORTUGAL	92	10,6	115,2	34	60,9
Monde IBEROAMERICAÏNE	20974	495,6	23,6	71	1389,6

Tableau 1

La population d'Amérique Latine est supérieure à 480 millions d'habitants, celle de la Péninsule Ibérique n'est que de 49,6 millions d'habitants mais le revenu par habitant en Espagne et au Portugal est 5,3 fois supérieur à celui de l'Amérique Latine.

La démographie d'Amérique Latine se caractérise par de fortes disparités par pays (le plus grand pays d'Amérique Latine, le Brésil, regroupe 1/3 de la population du continent) et une faible densité de population (à l'exception d'El Salvador et quelques Iles des Caraïbes). Mais la concentration urbaine est très importante dans pratiquement tous les pays : en Argentine, 86% de la population est urbanisée, au Brésil, 75%, au Mexique, 73%. Les problèmes liés à l'urbanisation incontrôlée sont considérables, caractérisés par l'entrave au développement social et économique et les atteintes à l'environnement. La rationalisation et le développement de l'utilisation des énergies renouvelables, sources d'énergies diffuses, peut contribuer à freiner le phénomène d'exode rural.

L'offre totale d'énergie primaire est indiquée dans le tableau 2, avec la *production d'énergie conventionnelle*. Il convient de définir alors les qualificatifs attachés aux différentes sources d'énergie :

- **Sources d'énergies primaires conventionnelles, comprenant**
  - Sources non renouvelables : combustibles minéraux solides (charbon sous ses différentes formes), hydrocarbures (produits pétroliers et gaz naturel), électricité d'origine nucléaire.
  - Sources renouvelables : hydroélectricité, et géothermie.
  
- **Sources d'énergie primaire non conventionnelles (énergie renouvelables)**
  - Biomasse et dérivés sous toute ses formes (bois, déchets de l'agriculture, déchets organiques, comme à sucre)
  - Rayonnement solaire
  - Energie éolienne
  - Autres (énergie marémotrice, gradient thermique des mers, énergie des vagues, etc.)

L'électricité produite par les mini- et micro- centrales hydrauliques est en général comptabilisées dans les sources d'énergies conventionnelles mais l'utilisation et le développement de cette forme de production d'énergie conduit généralement à la considérer comme une forme d'énergie non conventionnelle.

Dans les bilans énergétiques figurent les sources conventionnelles, y compris l'hydroélectricité et la géothermie (sources renouvelables) ainsi que les consommations de biomasse et de déchets (les consommations d'énergie solaire, éoliennes et autres sont en général trop limitées pour être comptabilisées). Les valeurs indiquées ci-dessous sont extraites des bilans du SIEE/OLADE (pays d'Amérique Latine (réf. : 6). Les valeurs relatives à l'Espagne et au Portugal (énergies conventionnelles) sont extraites du BP Statistical Review of World Energy (juin 1992).

**Offre totale d'énergies (MTEP)  
Monde Iberoaméricain, 1992**

Pays et Regior.	Non Renouvelable	Hydro et Geothermie (haut potentiel)	Totale d'énergie primaire conventionnelle	Renouvelable non conventionnelle	Totale d'énergie primaire
MEXIQUE	128,2	2,3	130,5	13,2	143,7
MERCOSUR	120,6	23,8	144,4	54,2	198,7
ARGENTINE	48,6	1,4	48,1	2	50,1
BRESIL	72,4	19	91,4	49,4	140,8
PARAGUAY	0,3	2,7	3	2,3	5,3
URUGUAY	1,3	0,7	1,9	0,6	2,5
PAYS ANDIENS	133,8	11,2	143	15	157,9
BOLIVIE	1,9	0,5	2,3	0,8	3,1
CHILI	10,4	1,3	11,7	3	14,7
COLOMBIE	22,9	1,9	24,8	5,8	30,5
EQUATEUR	6,5	0,5	7	1,3	8,2
PEROU	7,8	1,1	8,9	4,2	13
VENEZUELA	84,3	4	88,3	0	88,3
AMERIQUE CENT	5,2	1,6	6,8	8	14,6
COSTA RICA	0,6	0,4	1	0,7	1,7
EL SALVADOR	0,8	0,5	1,3	1,3	2,6
GUATEMALA	0,9	0,2	1,1	3	4,1
HONDURAS	0,4	0,3	0,7	1,5	2,2
NICARAGUA	0,7	0,1	0,8	1,1	1,9
PANAMA	1,8	0,2	2	0,4	2,5
CARAIBE dont	20,9	0,4	21,3	8,1	30,5
CUBA	5,9	0	5,9	5,6	11,5
JAMAIQUE	1,2	0	1,2	0,5	1,8
REP. DOMINICAINE	2,1	0,2	2,3	1	3,3
PEN. IBERIQUE	99,5	4,4	103,9	5,6	109,5
ESPAGNE	84,8	2,2	87	3,4	90,4
PORTUGAL	14,7	2,2	16,9	2,2	19,1
Monde IBEROAMERICAINE	508,2	41,7	549,9	105,1	655,1

Tableau 2.

Seulement 4 pays sont d'importants producteurs d'hydrocarbures et exportent une part notable de leur production : le Mexique, la Colombie, l'Equateur, le Venezuela (seule membre de l'OPEP, Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole). La Colombie est un nouvel exportateur, la Bolivie et le Pérou produisent peu mais équilibrent leurs besoins (la part des consommations renouvelables non conventionnelles y est aussi très importante) ainsi que l'Argentine où la part des énergies renouvelables non conventionnelles est faible. L'Espagne et le Portugal sont très déficitaires en énergie primaire.

Les énergies renouvelables sont pour l'essentiel produites et consommées dans un même pays, on relève toutefois quelques exportations d'électricité d'origine hydraulique entre pays limitrophes (MERCOSUR).

La consommation totale d'énergie primaire du Monde Ibéroaméricain, toutes énergies confondues, est de 651 Mtep, dont 104 Mtep d'énergie renouvelable non conventionnelle et 40 Mtep d'énergie renouvelable conventionnelle. Ainsi la part des énergies renouvelables est de 22 % de l'offre totale d'énergie primaire.

Le tableau 3 présente l'offre d'énergie par pays et par région. Globalement en Amérique Latine, la biomasse et les déchets constituent 18% de l'offre d'énergie primaire. En Amérique Centrale, près de la moitié de l'offre d'énergie primaire a la biomasse pour origine. Le taux élevé de la région du MERCOSUR (27%) est essentiellement dû à la part importante du Brésil et à sa consommation de bagasse et d'alcool carburant, alors que l'Argentine ne consomme pratiquement pas de biomasse.

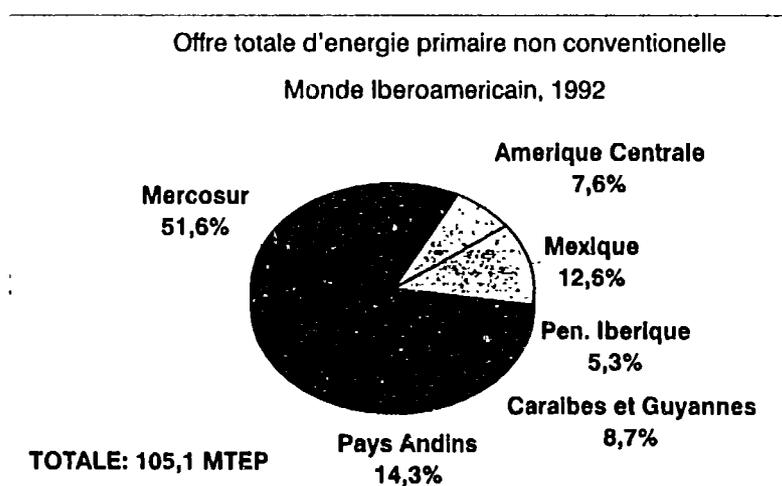
En Europe, on évalue les consommations de biomasse à 11% au Portugal, à seulement 2,5% en Espagne, ce sont des contributions importantes pour des économies industrielles.

Offre totale d'énergies (MTEP)  
Monde Iberoaméricain, 1992

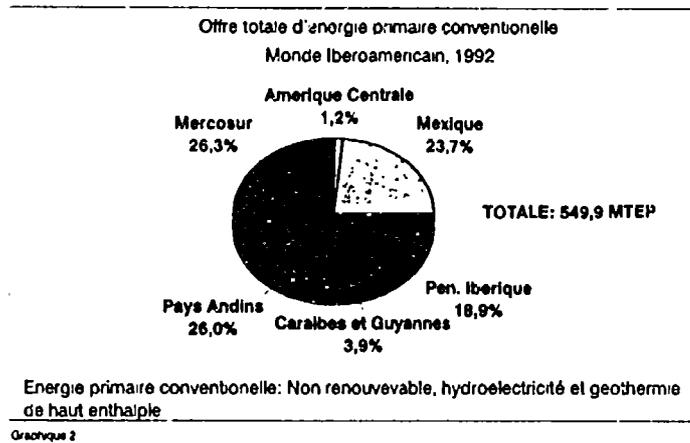
Région	Offre totale d'énergie primaire, Non Renouvelable	Offre totale d'énergie primaire, Hydro et Geothermie (haut enthal.)	Offre totale d'énergie primaire Conventiionelle	Offre totale d'énergie primaire, Renouvelable, non conventiionelle	Offre totale d'énergie primaire.	% Conventiionelle	% Non Conventiionelle
Mexique	128,2	2,3	130,5	13,2	143,7	91	9
Mercosur	120,6	23,8	144,4	54,2	198,7	73	27
Pays Andins	133,8	9,2	143	15	157,9	91	9
Amerique Centrale	5,2	1,6	6,8	8	14,8	46	54
Caralbes et Guyannes	20,9	0,4	21,3	9,1	30,5	70	30
Pen. Iberique	99,5	4,4	103,9	5,6	109,5	95	5
Total monde Iberoaméricain	508,2	41,7	549,9	105,1	655,1	84	16

Tableau 3.

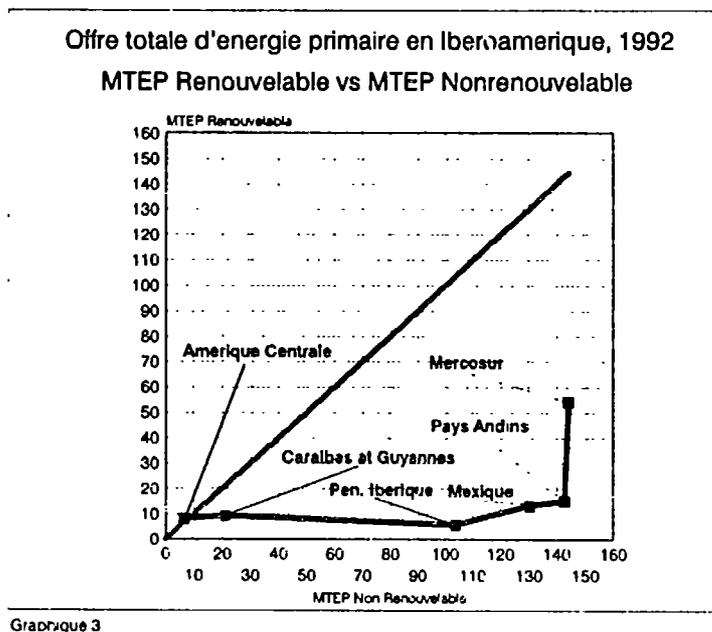
Deux graphiques visualisent la part de chacune des régions dans l'offre totale d'énergie primaire non conventionnelle d'une part, conventionnelle d'autre part.



Graphique 1



Pour illustrer la part respective des offres d'énergies renouvelables et non renouvelable on a tracé le graphique suivant par région.



On peut distinguer 4 zones, selon la consommation totale d'énergie, et estimer ainsi les enjeux des consommations d'énergies non renouvelables.

- Les pays du MERCOSUR consomment globalement près de 200 Mtep, les énergies renouvelables y ont une part considérable (37,5%).
- Le Mexique et les Pays Andins ont une consommation d'énergies non renouvelables du même ordre que le MERCOSUR, autour de 130 Mtep, mais le niveau des énergies renouvelables n'est que d'une vingtaine de Mtep, ce qui reste encore un enjeu considérable.
- L'Amérique Centrale et les Antilles - Caraïbes consomment environ 10 Mtep d'énergies renouvelables, en Amérique Centrale les énergies renouvelables représentent deux fois les énergies non renouvelables.
- La Péninsule Ibérique consomme près de 100 Mtep d'énergie non renouvelable et seulement 10 Mtep d'énergies renouvelables.

### Ressources d'Energies Renouvelables

Elles ont été estimées par l'OLADE (pour l'Amérique latine) et figurent dans le SIEE (Réf.:6). Ce sont les ressources techniquement et économiquement exploitables, cependant ces valeurs globales demandent à être très précisément évaluées selon les conditions technologiques, écologiques, économiques et sociologiques locales.

#### Hydroélectricité

On indique la puissance potentielle et le productibilité par pays.

Tableau 4.

Pays	Puissance (MW)	Production en GWh
ARGENTINE	44.500	194.910
BOLIVIE	18.000	78.840
BRESIL	258.000	1.130.040
COLOMBIE	93.000	407.340
COSTA RICA	25.450	111.471
CUBA	49	215
CHILI	26.046	114.081
EQUATEUR	21.520	94.258
EL SALVADOR	1.725	7.559
GUATEMALA	10.890	47.698
GUYANA	4.484	19.640
HAITI	90	394
HONDURAS	3.600	15.768
JAMAIQUE	24	105
MEXIQUE	53.530	234.461

NICARAGUA	1.700	7.446
PANAMA	6.644	29.105
PAPAGUAY	25.000	109.500
PEROU	62.530	273.881
REP. DOMINIQUE	2.010	8.840
SURINAM	2.420	10.600
URUGUAY	1.777	7.783
VENEZUELA	65.600	287.328
Total Amérique Latine	728.590	3.191.227

La production hydroélectrique était de 447.000 GWh en 1992 (Réf. : 6), la ressource potentielle est environ 7 fois plus importante.

ESPAGNE (réf. 56)	26.000 GWh
PORTUGAL (réf. 57)	3.500 GWh

### Géothermie

Les ressources géothermales sont très importantes dans plusieurs pays d'Amérique Latine, induites par les formations volcaniques récentes au Mexique et dans toute l'Amérique Centrale. La structure géologique de la côte Ouest des Andes est aussi propice à l'exploitation géothermale. La plupart de ces gisements sont encore peu exploités sauf en El Salvador et au Mexique.

**Tableau 5**

Pays	Puissance en MW	Production en GWh
BOLIVIE	350	1.533
COSTA RICA	400	1.752
CHILI (92)	30	131
EQUATEUR	489	2.142
EL SALVADOR	240	1.051
GUATEMALA	1.800	7.884
HONDURAS	120	526
MEXIQUE	2.385	10.446
NICARAGUA	655	2.869
PANAMA	360	1.577
Total Amérique Latine	6.829	29.911
ESPAGNE		2.300
PORTUGAL		1.700

Les productions géoélectriques sont actuellement d'environ 10.000 GWh/an.

## Biomasse et déchets

Ressources potentielle en 1990 en milliers de tonnes.

La colonne "Déchets" comprend les déchets agricoles, de l'industrie agro-alimentaire, d'élevage et urbains.

Tableau 6

Pays	Bois	Bagasse	Déchets
ARGENTINE	37.505	4.828	427.326
BARBADE	-	265	2.470
BOLIVIE	25.545	757	63.175
BRESIL	158.160	146.924	1.773.133
COLOMBIE	23.922	5.585	348.700
COSTA RICA	10.281	747	31.356
CUBA	971	33.486	146.250
CHILI	14.994	-	174.584
EQUATEUR	6.105	1.516	96.017
EL SALVADOR	-	866	47.282
GRENADE	1	5	798
GUATEMALA	4.947	1.488	518.407
GUYANE	5.024	1.366	7.305
HAITI	-	383	34.154
HONDURAS	2.246	1.034	40.975
JAMAÏQUE	225	840	17.282
MEXIQUE	47.468	14.394	933.023
NICARAGUA	3.763	1.293	34.926
PANAMA	4.155	363	24.767
PARAGUAY	9.721	611	37.298
PEROU	24.165	2.850	245.329
REP. DOMINIQUE	149	3.840	68.638
SURINAM	5.669	72	4.072
TRINIDAD & T	215	297	5.626
URUGUAY	2.298	145	53.085
VENEZUELA	10.467	1.742	238.744
Total Amérique Latine	397.991	225.699	5.374.723

La production d'énergie primaire ayant pour origine la biomasse est actuellement de 100 Mtep, soit environ dix fois moins que la ressource disponible.

Les ressources dans la Péninsule Ibérique sont également importantes:

#### ESPAGNE (Réf.:53) (Réf.:56)

- Energie thermique théoriquement disponible à partir des déchets existants:
- Déchets urbains = 15.000 GWh/an
- Déchets industriels = 1.162 GWh/an
- Déchets agricoles = 12.782 GWh/an
- Gaz de fermentation = 2.870 GWh/an.

#### PORTUGAL (Réf.:57)

- Déchets urbains en 1989 = 1.022.000 tonnes.
- Déchets industriels et agricoles : non chiffrés.

#### Energie solaire

Une étude succincte de l'ensoleillement en Amérique latine a été réalisée par l'OLADE en 1983 (Réf. 1). Il est possible d'apprécier l'importance des ressources, surtout au Mexique, dans les pays Andins, l'Amérique centrale et les Caraïbes, en regardant les cartes d'insolation globale en Annexe 1.

Plusieurs pays comme : l'Argentine, le Costa Rica et le Pérou aussi bien que l'Espagne et le Portugal ont établi des cartes d'ensoleillement détaillées.

#### Energie éolienne

Une étude préliminaire de l'énergie éolienne en Amérique latine a été réalisée par l'OLADE en 1983 (Réf. 2 : Voir les cartes éoliennes en Annexe). Il est clair que les ressources sont importantes entre les latitudes 42° et 52°S, de l'Atlantique aux Andes. Sur les côtes et sur les Iles des Caraïbes, les ressources éoliennes sont également appréciables.

Plusieurs pays ont établi des cartes des vents détaillées dont : le Chili, le Costa Rica, le Pérou, l'Uruguay, l'Espagne et le Portugal.

### **3. PANORAMA DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**

Pour décrire et étudier les enjeux des énergies renouvelables il est indispensable de replacer celles-ci dans le contexte technique et socio-économique que constitue la filière d'utilisation. La filière est caractérisée par la nature de l'énergie, par les usages qu'elle permet d'assurer, et par le secteur d'utilisation habituellement concerné. On présente ci-après les diverses filières qui impliquent les énergies renouvelables. On n'aborde pas les filières dont la faisabilité est encore incertaine et qui ne concerneront pas le Monde Ibéroaméricain avant de nombreuses années. On insiste au contraire sur les filières qui présentent un fort enjeu économique, ou écologique, ou social.

#### **Filière F1: BOIS-DECHETS-CHARBON DE BOIS CUISSON - CHAUFFAGE SECTEURS DOMESTIQUE ET ARTISANAT *UTILISATION DIFFUSE***

##### **Aperçu de la filière**

C'est l'usage traditionnel de la biomasse, en milieu rural mais aussi en milieu urbain marginal (réf. :12). Ce type d'utilisation de l'énergie constitue un héritage des pratiques ancestrales; cette filière est encore très importante en Amérique Latine malgré le développement économique et l'urbanisation.

C'est notamment le cas en Amérique Centrale (au Salvador, 90% des familles utilisent le bois pour la cuisine) et dans les Pays Andins (en Bolivie, 760.000 familles, soit 2,8 millions de personnes consomment du bois à raison de 3,6 tonnes par famille et par an (Réf. : 4). Ces deux régions, sont avec les Caraïbes et le Brésil, les plus concernées par les problèmes de déforestation. Ce qui caractérise ce type d'utilisation (pour la cuisson, le chauffage de l'eau ou de l'espace, l'éclairage pouvant alors constituer une fonction complémentaire, l'artisanat), c'est l'absence de développement technologique et l'utilisation de combustible non conditionné (rondins ou branches, déchets végétaux ou déjections animales), souvent qualifié de "non commercial". Le charbon de bois est un combustible "secondaire" mais son mode d'utilisation se rapproche des technologies archaïques de combustion du bois et il est donc partie intégrante de la filière.

L'utilisation de base de la filière est le foyer "trois pierres" pour la cuisine, dont le rendement est d'environ 15 %, celui d'un foyer amélioré atteint 25 à 30 % ( réf. 9). La filière comporte des utilisations moins rudimentaires que le simple foyer "trois pierres", notamment les poêles en usage en Europe et dans certains pays d'Amérique Latine, en milieu urbain en particulier, sont à ranger dans cette catégorie.

L'utilisation du bois de feu est très dépendante des conditions économiques. L'examen des données OLADE/SIEE montre par exemple une réduction régulière et importante de la consommation de bois du secteur résidentiel au Brésil : de 62 % en 1973 à 37 % en 1992 alors que la part du bois de chauffage et du charbon de bois dans la consommation finale du secteur résidentiel en Haïti était par contre très stable : 99,3 % en 1973 et 97,4 % en 1992.

Aussi, la part du bois de feu dans le bilan énergétique du secteur résidentiel est très variable selon les pays :

*Haïti* - Bois de chauffage : 80,9 % soit 794 ktep en 1992  
Charbon de bois : 16,9 % soit 130 ktep en 1992

*Costa-Rica* - Bois de chauffage : 73,2 % soit 498 ktep en 1992  
Charbon de bois : 1,2 % soit 8 ktep en 1992

*Mexique* - Bois de chauffage : 37,1 % soit 7.174 ktep en 1992

*Argentine* - Bois de chauffage : 3,8 % soit 300 ktep,  
Charbon de bois : 1,5 % soit 120 ktep

On évalue l'importance de ces consommations de biomasse pour l'ensemble de l'Amérique Latine à 45,6 % de la consommation d'énergie du secteur résidentiel (OLADE/SIEE - 1992):

- Bois de chauffage : 34,5 Mtep/an.
- Charbon de bois : 1,3 Mtep/an.

En Espagne, la consommation du bois est estimée à 2,2 Mtep, au Portugal à 1,2 Mtep, soit des parts importantes (en Espagne, approx. 57%) du bilan du secteur résidentiel (Réf.: 56).

Il s'agit dans tous les cas de valeurs estimées car il n'y a pas de comptabilité précise de l'énergie non commercialisée.

En fait, ce n'est pas tant l'utilisation moyenne par pays qui est significative que, pour un pays donné, la répartition entre zones rurales et urbaines. Les informations statistiques relatives à la consommation de bois de feu et de déchet sont peu fiables, la répartition entre zones rurale et urbaines le sont encore moins.

La consommation de bois et de charbon de bois est le plus souvent mentionnée pour son impact négatif sur l'environnement, ainsi que sur les conditions de vie des populations:

- Déforestation entraînant une modification locale, voire planétaire du climat.
- Déforestation entraînant la réduction des potentiels hydroélectriques et l'érosion des sols.
- Dégradation des conditions de vie des populations qui doivent aller chercher leur combustibles de plus en plus loin.
- Problèmes d'hygiène pour les familles dus à l'utilisation du bois ou de déchets pour la cuisine.
- Graves problèmes de pollution atmosphérique dans les zones urbaines.

L'impact de la cueillette de bois sur la déforestation ne se distingue pas nettement de la pratique probablement beaucoup plus grave de la culture sur brûlis.

L'enjeu majeur de la filière "biomasse dans le résidentiel diffus" est la recherche des moyens d'améliorer le rendement des foyers, voire de les substituer quand la protection de l'environnement ou le bien-être des populations l'exigent, substitution par des produits pétroliers (GPL ou kérosène), lorsque les conditions économiques et sociales l'autorisent ou éventuellement par des énergies renouvelables (biogaz).

### **Economie de la filière**

Un aspect souvent mentionné est le caractère gratuit de la cueillette de bois en milieu rural, le charbon de bois étant plutôt utilisé dans les villes et payant. Ce caractère gratuit rend a priori difficile la mise en oeuvre de solutions de remplacement, qu'elles soient renouvelables ou non, dans le cas de populations à faibles revenus.

La "compétitivité" économique de filières alternatives ne sera jamais possible si les lourds impacts négatifs de l'utilisation archaïque du bois ne sont pas pris en compte. Cette "externalisation" des impacts sur l'environnement, du temps passé à la collecte, est donc indispensable dans la définition de toute solution de remplacement.

## **Perspectives**

L'évolution de la combustion de bois et de charbon de bois est évidemment liée au développement économique, à l'urbanisation et à l'évolution du style de vie des populations. Dans les pays qui se développent, la tendance est évidemment à la baisse.

Dans les pays qui ne se développeraient pas, la consommation de bois et de charbon de bois par le secteur résidentiel pourrait baisser également du fait de l'épuisement des ressources ou, afin d'éviter cet épuisement, du fait d'une politique de substitution.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Le principal intervenant pour l'optimisation des foyers traditionnels est GTZ, notamment dans les pays andins (Ref 12).

Dans la zone métropolitaine de la capitale Curitiba de l'état de Parana, l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie a étudié une pratique ancestrale de culture associant cultures alimentaires (maïs, haricot) et énergétiques (mimosée scabrella). Cet arbre à cycle court et croissance rapide, coupé manuellement après 8 ans est commercialisé en bois de chauffe. Il se régénère spontanément à partir d'une culture sur brûlis. Chaque exploitant assure par la culture en parcelles de son exploitation son auto suffisance alimentaire et un revenu commercial en préservant la couverture végétale.

Au Pérou, un programme de formation à la reforestation, destiné à une population de 250 communautés qui utilisent le bois comme combustible, a été mis en place. Des cuisinières améliorées sont diffusées dans les régions de Cusco, Puno et Ancash (Réf.: 36)

En Bolivie, l'Agence Espagnole de Coopération envisage de compléter son action dans le domaine de l'électrification photovoltaïque de fermes de l'Altiplano par une action de reforestation diffuse: 15 à 20 arbres plantés par foyer (Réf.: 26).

**Filière F2: BOIS, AUTRES VEGETAUX ET DECHETS  
PRODUCTION DE CHALEUR  
SECTEUR RESIDENTIEL ET TERTIAIRE, PETITE INDUSTRIE  
UTILISATION DIFFUSE**

**Aperçu de la filière**

La biomasse constitue un combustible de qualité mais il est nécessaire de maîtriser la ressource et l'ensemble des technologies. La production de chaleur dans des chaudières de quelques centaines de kW, de technologie avancée permet de bénéficier pleinement des avantages de la filière par l'optimisation des rendements et la rationalisation de l'approvisionnement en combustible (bois en rondins mais aussi plaquettes ou déchets de bois et d'autres végétaux). Cette filière a pour but de fournir de la chaleur pour le chauffage des locaux et de l'eau chaude, ou pour les procédés industriels dans la petite industrie. Ces installations, par le contrôle de la combustion qu'elles permettent, sont peu polluantes lorsqu'elles les conditions d'utilisation sont optimales.

Des chaudières de faible ou moyenne puissance (jusqu'à 2 MW) sont disponibles et leur diffusion s'amorce, notamment en Espagne et au Portugal. Dans ce pays a été mené un programme européen de valorisation de énergies locales, VALOREN : environ 200 chaudières à bois humide, à coques d'amande ou à résidus de pressage d'olives ou de raisin ont été implantées notamment dans des chaufferies d'hôpitaux ou d'autres bâtiments collectifs.

**Economie de la filière**

Contrairement à l'utilisation traditionnelle du bois en milieu rural (filiale F1) pour laquelle le combustible est fréquemment le résultat d'opérations de cueillette, la filière envisagée ici suppose une structure et par conséquent un coût d'approvisionnement, lié notamment au transport. Au Chili, par exemple, le coût de transport est évalué à environ 4 cents de US dollar par tonne.km. La filière s'avère non rentable au delà de quelques centaines de km (Ref 29). La compétitivité de ce type de filière peut difficilement être évaluée en dehors du contexte économique, sociologique et écologique dans lequel elle s'inscrit car l'utilisation de la biomasse dans des installations performantes est avant tout un facteur de développement local.

## **Perspectives**

La modernisation des chaudières à biomasse est une condition de leur pénétration pour de telles applications. ces améliorations portent sur :

- Introduction automatique du combustible.
- Evacuation automatique des cendres.
- Contrôle de combustion (teneur en monoxyde de carbone en particulier).
- Fonctionnement en veilleuse.
- Sécurité.

Les chaudières doivent aussi s'adapter au type d'utilisation requis, pour cela des équipements bi-énergie sont parfois souhaitables, lorsqu'une énergie conventionnelle (fuel ou gaz) est disponible.

Cependant, le développement de cette filière se heurte aux trois barrières habituelles, tout particulièrement en Amérique latine . La première est l'importance de l'investissement initial, mais la disponibilité de la technologie est aussi un obstacle souvent insurmontable. Enfin, il faut que les structures puissent maîtriser l'ensemble de la filière, à partir de la ressource, en impliquant tous les acteurs locaux (utilisateurs, collectivités locales, propriétaires forestiers, constructeurs et exploitants, etc.).

Dans de nombreuses régions d'Amérique Latine ce type de filière devrait se développer en raison des besoins et des ressources rencontrés localement. Des programmes de coopération, comparables au programme VALOREN développé en Europe, seraient certainement souhaitables, notamment au Brésil, où la technologie forestière est très développée, au Chili, où une offre de chaudière à bois existe (réf. 29) et sans doute en Argentine pour des raisons climatiques et dans le secteur industriel Brésilien, le bois est déjà utilisé du fait de l'existence de quotas d'importation de pétrole qui eu souvent rendu l'approvisionnement incertain.

**Filière F3: DECHETS DE BIOMASSE ET CHARBON DE BOIS  
PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE  
SECTEURS INDUSTRIEL, RÉSIDENTIEL ET AGRICOLE  
*UTILISATION SEMI-CENTRALISEE***

**Aperçu de la filière**

Des ressources en combustible importantes sont fréquemment disponibles sous forme de déchets des industries de la biomasse : copeaux et sciure (scieries), bagasse (sucrieries), parche de café, paddy (rizeries), coques de noix de coco, ordures ménagères, etc. L'utilisation de ces déchets est déjà une réalité, en particulier dans les sucrieries, mais cette valorisation peut être largement rationalisée et développée. Les unités de production de chaleur sont alors de taille industrielle (puissance supérieure à 1 MW), susceptibles d'alimenter en chaleur et en électricité, l'usine dont elles dépendent mais aussi un réseau, existant ou à créer.

L'installation de base peut être une chaudière couplée à un générateur d'électricité. (puissance de l'ordre de 10 à 100 MW). L'approvisionnement en combustible peut être assuré par des plantations de forêts énergétiques (Réf.: 20). Ce peut être aussi un groupe électrogène à gazogène (puissance comprise entre 25 kW et 1 MW), dans le cas de scieries isolées notamment.

Pour des petites puissances (de l'ordre de 5kW), on n'utilise pas de groupe électrogène mais directement des moteurs thermiques alimentés par gazogène pour actionner des machines, comme c'est le cas pour le projet de GTZ en cours en Argentine.

La gazéification du bois ou du charbon de bois est une voie ancienne mais prometteuse. Le gaz pauvre (monoxyde de carbone et hydrogène) peut être utilisé dans un moteur à explosion. Le gaz peut être aussi produit à partir du bois ou d'autres déchets végétaux sans passer par l'étape du charbon de bois ce qui permet de produire 1 kWh électrique et 2 kWh thermiques à partir de 1.2 kg de bois sec (cf documentation technique du produit MARTEZO). La durée de vie des moteurs fonctionnant avec de tels gaz est même supérieure à ce que l'on obtient avec certains fuels contenant du soufre.

Le charbon de bois est utilisé comme substitut au coke dans la sidérurgie, notamment au Brésil, produit par des plantations d'essences à croissance rapide.

Cette filière est très présente en Amérique Latine, les principaux combustibles étant le bois, la bagasse et le charbon de bois. Le bois utilisé est en général constitué de déchets. La bagasse est également un déchet de biomasse (cane à sucre) D'après OLADE/SIEE, la consommation de ces trois produits représentait 25,8% de la consommation d'énergie finale de l'industrie en 1973, soit 17,3 Mtep. En 1992, la consommation totale d'énergie du secteur industriel atteignait 26,5 Mtep mais la proportion de la biomasse restait stable (24,3%). Le tableau ci-après rappelle les consommations de biomasse de l'industrie par zone géographique.

**Consommation de biomasse par le secteur industriel (Année 1992)**  
**(En Mtep et en % de la consommation totale du secteur industriel)**

<b>ZONE GEOGRAPHIQUE</b>	<b>BOIS</b>	<b>BAGASSE</b>	<b>Charbon de bois</b>
MEXIQUE	0	2,05 Mtep (10,5%)	0
AMERIQUE CENTRALE	0,44 Mtep (16,0%)	0,47 Mtep (17,3%)	0
CARAIBE	0,36 Mtep (3,2%)	4,69 Mtep (41,6%)	0
ZONE ANDINE	0,54 Mtep (2,2%)	1,34 Mtep (5,6%)	0
BRESIL	5,29 Mtep (14,4%)	4,58 Mtep (12,3%)	4,84 Mtep (13,1%)
CONE SUD	1,47 Mtep (9,9%)	0,46 Mtep (3,1%)	0,05 Mtep (0,4%)
AMERIQUE LATINE	8,11 Mtep (7,4%)	13,51 Mtep (12,4%)	4,90 Mtep (4,5%)

L'utilisation du bois (et dans une moindre mesure du charbon de bois) peut constituer dans certaines régions un réel problème, comparable à celui de la filière 1. En revanche, d'importantes ressources de déchets de biomasse ne sont pas utilisées ou pourraient l'être plus rationnellement, c'est notamment le cas de la bagasse.

## **Economie de la filière**

Les industriels qui utilisent les déchets de la biomasse sont des auto producteurs de chaleur et d'électricité, ils pourraient participer plus largement à l'alimentation des réseaux électriques moyennant des conditions réglementaires et tarifaires attractives. La cogénération chaleur-force, et notamment la possibilité donnée aux auto producteurs de vendre une partie de leur production au réseau évolue dans de nombreux pays. L'Espagne fait une large part à la cogénération ; il en sera de même au Mexique, au Chili, en Argentine et dans d'autres pays d'Amérique Latine. L'utilisation des déchets de la biomasse sera alors particulièrement favorable dans ces pays.

A l'économie de la filière participe ainsi l'économie d'investissements importants qu'il faudrait réaliser pour l'alimentation des réseaux, de mêmes que des investissements de transport et distribution que l'implantation rurale des installations de cogénération utilisant les déchets de la biomasse permet souvent d'éviter. De plus, des impacts positifs sur l'écologie (traitement de déchets, dont le coût devra être pris en compte) et sur les structures socio-économiques locales militent fréquemment en faveur de ce type de filière.

Naturellement, des solutions doivent être recherchées pour adapter le mieux possible le fonctionnement de l'installation aux exigences du réseau. C'est en particulier le cas de la bagasse, qui n'est disponible que trois à six mois par an car son stockage est délicat. Des solutions bi-combustibles bagasse-charbon ont ainsi été envisagées pour disposer de la puissance de production tout au long de l'année (une sucrerie fonctionne sur ce principe à la Réunion, département d'Outre-Mer français), une installation est envisagée au Mexique.

Concernant le gazogène, son coût d'exploitation est très inférieur à celui d'un générateur Diesel, mais l'investissement initial est trois à quatre fois plus important.

## **Perspectives**

L'augmentation de l'auto production à partir de la biomasse en Amérique Latine, passant entre 1973 et 1992 de 1 TWh à 3,4 TWh pour le bois, de 14,3 à 21,3 TWh pour la bagasse, devrait donc être nettement plus rapide dans les années à venir.

La valorisation des déchets disponibles en Amérique Latine pour l'approvisionnement de la filière devrait être développée et préférée à la plantation de biomasse sur des terres en friche en vue d'une production d'électricité mais cette dernière possibilité fait l'objet d'un projet, en coopération avec les Nations Unies au Brésil (Réf.: 20).

D'autres projets de coopération permettant de doter certains pays d'Amérique Latine de technologies et de structures adaptées au développement de la filière de valorisation des déchets de la biomasse pourraient être mis en place, à l'exemple de projets du même type menés dans d'autres régions, en particulier le projet COGEN en Asie du Sud Est.

### **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Gazogène : L'organisation allemande GTZ mène actuellement un tel programme de démonstration en Argentine (alimentation de petits moteurs thermiques dans des scieries).

Le programme GEF du PNUD développe des forêts énergétiques au Brésil (projet WBP).

### **Filière F4: BIOMASSE DISTILLATION, PRODUCTION DE BIOCARBURANTS SECTEURS INDUSTRIEL ET TRANSPORT *PRODUCTION CENTRALISEE***

#### **Aperçu de la filière**

La production d'alcool combustible par distillation du produit de la canne à sucre et pratiquée depuis les années 30, le procédé ne s'est révélé compétitif que lorsque le prix du pétrole a considérablement augmenté, en 1973. Deux pays d'Amérique Latine ont alors entrepris la production à grande échelle de biocarburant, le BRESIL et CUBA dont les productions en 1992 sont les suivants :

*Brésil* : 4,5 Mtep d'alcool combustible, à partir de 7,4 Mtep de canne.

*Cuba* : 0,06 Mtep d'alcool combustible, à partir de 0,12 Mtep de canne.

L'Argentine, pour sa part semble avoir renoncé à la production d'alcool combustible depuis 1989 (programme Alconafta).

En 1975, le programme PROALCOOL est lancé au Brésil pour utiliser l'alcool de canne comme carburant pour les véhicules. Par la suite, le programme PROOLED sera lancé pour substituer le Diesel par des huiles végétales (Réf.: 4). La production en 1989 était de 12.000 millions de litres d'éthanol ; 4 millions de véhicules fonctionnent avec de l'éthanol pur et environ 9 million utilisent un mélange d'alcool et d'essence. Les émissions de CO2 évitées représentent 18% des émissions totales de CO2 au Brésil (Réf. : 6). La dette intérieure liée au déficit public, l'inflation et la baisse des prix du pétrole sur le marché international ont provoqué une crise dans la production de l'alcool-carburant au Brésil.

D'autres pays ont entrepris une production d'éthanol au début des années 80 : le Costa-Rica, le Salvador et le Paraguay.

La production de produits chimiques comme l'éthanol à partir de biomasse ligneuse ou cellulosique ou à partir de betterave est également envisagée, ce qui fournirait des ressources plus réparties.

### **Economie de la filière**

La production de biocarburant apparaît, aux cours actuels du pétrole, comme un élément de politique agricole ou sociale visant à permettre la poursuite de l'exploitation de certaines terres.

Au Brésil, le Plan Alcool est mis en cause et la société pétrolière d'état PETROBRAS vient d'abandonner son rôle dans le transport et la distribution de l'alcool dont le stockage et la commercialisation occasionnaient des pertes financières. Contrairement à la production et au raffinage d'hydrocarbures, qui sont au Brésil une activité centralisée et étatique, la production d'alcool carburant est une activité décentralisée et privée.

La production d'éthanol permet toutefois d'éviter certains coûts sociaux liés à l'exode rural et la protection de l'environnement devient le plus important support du Plan Alcool (Réf.: 21). Il y a ainsi 720.000 emplois générés au BRESIL, en milieu rural, par le plan Alcool.

Le rendement global de cette activité, exprimé en litres d'alcool produits par hectare, s'est amélioré de 4% par an depuis le lancement du plan Alcool.

Le fait que la demande d'alcool carburant ait continué de croître alors que, pour des raisons financières, son coût étant supérieur à celui des carburants pétroliers, l'offre stagne, a abouti à une crise d'approvisionnement en 1990.

### **Perspectives**

Les perspectives de développement de cette filière novatrice sont incertaines, au cours actuel du pétrole.

Ce sont surtout les problèmes de qualité de l'air dans les villes et celui de l'effet de serre qui donnent aux biocarburants un intérêt à court terme, mais même à cet égard ils sont en concurrence avec l'amélioration des combustibles et des moteurs et la rationalisation des transports urbains.

### **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Le CYTED mène des programmes sur la production d'éthanol à partir des matériaux ligneux ou cellulosiques.

### **Filière F5: DECHETS ORGANIQUES METHANISATION, PRODUCTION DE BIOGAZ SECTEURS RÉSIDENTIEL ET INDUSTRIEL *UTILISATION DIFFUSE OU SEMI-CENTRALISEE***

#### **Aperçu de la filière**

L'utilisation de digesteurs et la production de biogaz par méthanisation de déchets organiques recouvrent deux types de situations nettement distinctes :

- Dans de grosses installations de dépollution, dans l'industrie du café ou de la canne à sucre, par exemple.
- Dans des installations de petites dimensions, à l'échelle d'une ferme ou d'une petite scierie par exemple.

La motivation première est souvent la dépollution : le compostage des déchets organiques s'accompagne d'une production de biogaz. Ce combustible est alors utilisé pour les besoins domestiques ou industriels.

La rentabilisation des installations est surtout liée à la production de fertilisants (Ref 12).

L'utilisation de digesteurs est assez délicate, elle implique en particulier un approvisionnement continu en matière organique ; en raison des cycles agricoles cet approvisionnement peut être insuffisant. Pour cette raison et à cause de problèmes de maintenance, de nombreux échecs ont été enregistrés sur les petites installations. Les applications de la méthanisation sont assez nombreuses en Amérique Latine mais toujours sur une petite échelle, les principales opérations, toujours soutenues par des programmes de coopération, concernent la Colombie (27 digesteurs), le Nicaragua (grand digesteur dans une usine de traitement du café), le Mexique, l'Equateur, la Bolivie, le Pérou (36 digesteurs installés par la laiterie Gloria SA), le Paraguay (générateurs électriques fonctionnant au gaz de bois) et le Costa-Rica (dans une usine de production d'alcool). Au Brésil, de tels digesteurs ont été implantés dans les usines d'alcool carburant. Dans tous ces cas la dépollution des effluents et la production de fertilisants sont les motivations principales, les déversements d'effluents s'effectuant souvent dans les rivières d'alimentation en eau potable et les engrais étant souvent importés. La filière n'est pas parvenue à se développer de manière autonome, à l'exception de l'entreprise Gloria SA au PEROU, pour laquelle les temps de retour sont de l'ordre de l'année (Ref 12). Au Chili, la production de biogaz à partir des ordures ménagères s'est développée à partir de 1986 à Santiago.

En Espagne, il y a 21.000 m<sup>3</sup> de digesteurs installés en 1993, concernant les lisiers d'élevage (30%) et les déchets de l'industrie agro-alimentaire. Au Portugal, 60 digesteurs (conversion aérobie) produisent du biogaz utilisé pour le chauffage et la production d'électricité locale.

Les applications potentielles sont très nombreuses. A titre d'exemple, on dénombre 3.500 usines de café en Amérique Centrale, dans lesquelles on utilise entre 40 et 60 litres d'eau par kilogramme de café, chacune de ces usines pourrait être équipée de systèmes de dépollution (et de production d'énergie) à base de digesteurs.

## **Economie de la filière**

Si les conditions de son succès sont réunies, la filière méthanisation est sans aucun doute compétitive face aux combustibles conventionnels (produits pétroliers, gaz, etc.) mais la mise en oeuvre de cette filière exige beaucoup de soins. En milieu rural la filière doit surtout affronter le combustible "gratuit" que constitue le bois de chauffage, dans l'industrie le rendement en biogaz est souvent insuffisant pour être compétitif vis à vis des combustibles conventionnels (souvent subventionnés). En revanche, dès que s'imposent des impératifs de protection de l'environnement ou de production de fertilisants, l'économie de la filière est positive.

## **Perspectives**

C'est l'utilisation en système de dépollution industrielle qui très certainement induira le développement de la filière, en Europe tout d'abord puis en Amérique Latine lorsque les exigences en matière de protection de l'environnement seront plus strictes. Les technologies proposées sont encore relativement peu développées pour ces applications, les quelques cas rencontrés demandent à être évalués.

L'application de la méthanisation dans le secteur domestique en milieu rural peut constituer une intéressante alternative à l'utilisation du bois de feu (voir filière 1). La mise en oeuvre de cette technologie, qui ne semble pas avoir été amorcée en Amérique latine, exige des efforts considérables en matière de formation et de suivi, les échecs et les succès que l'implantation de cette filière a connu dans d'autres régions du monde doivent être étudiés avec soin. La coopération technique sera indispensable pour implanter ces technologies en Amérique Latine.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Pratiquement tous les projets de développement de biodigesteurs ont fait l'objet de programmes de coopération. L'OLADE a en particulier mené des recherches sur différents types d'équipements.

Le programme PEICCE (CCE) a développé l'utilisation de la méthanisation dans les pays d'Amérique Centrale.

La GTZ est intervenue en Colombie.

**Filière F6: SOLAIRE THERMIQUE ACTIF  
EAU CHAUDE ET CLIMATISATION  
SECTEURS TERTIAIRE, RÉSIDENTIEL ET INDUSTRIEL  
*UTILISATION DIFFUSE***

**Aperçu de la filière**

L'énergie solaire thermique peut être considérée comme une source d'énergie traditionnelle, tant les civilisations anciennes en Amérique Latine ont toujours su vivre en harmonie avec le soleil. Cette tradition a continué avec quelques unes des premières expériences de captage solaire moderne à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Une des premières grandes installations a été une usine de dessalement solaire construite en 1879. 4.760 m<sup>2</sup> de capteurs solaires distillant 18.900 litres d'eau pure par jour pour les travailleurs d'une mine de nitrate. Depuis 20 ans presque tous les pays ont vu naître une industrie "solaire", fabriquant des équipements pour chauffer de l'eau et pour le dessalement par distillation. En même temps, plusieurs pays ont entrepris des expériences les plus diverses mais toujours limitées.

La production de chaleur par le rayonnement solaire est une application majeure des énergies renouvelables. La filière considérée se rapporte aux applications diffuses, les applications centralisées font l'objet de la filière F 15. Dans le cas présent on ne retiendra que les applications à basse température (< 100 °c) dont le potentiel d'application est élevé. Les applications à température élevée ou moyenne (> 300 ° C) sont encore au stade du développement technologique, les applications sont uniquement industrielles et leur compétitivité très limitée. Il n'y a pas d'application de ce type en Amérique Latine.

Les capteurs solaires plans sont fabriqués dans presque tous les pays de l'Amérique Latine. En général, ces équipements rustiques répondent aux demandes d'un marché local pour l'équipement des maisons individuelles et pour des hôtels et quelques rares bâtiments publics. La confiabilité des produits est bonne et sous garantie, laquelle peut arriver à 15 années. Les potentialités d'enseulement sont loin d'être utilisées comme elles le pourraient, la diffusion des chauffe-eau solaires reste marginale, sauf dans certains pays Andins comme la Colombie et le Pérou, où ils font économiser une tranche de 10 MW (Ref 12). Le développement technologique et industriel reste limité et la concurrence des énergies conventionnelles (gaz et électricité) est trop forte ; seule l'implication des compagnies distributrices d'énergie dans la promotion du chauffe-eau-solaire amorcera le décollage de la filière en Amérique Latine.

En revanche le chauffe-eau solaire constitue une application plus répandue, en Espagne et au Portugal, et dont les potentiels d'application sont importants en Amérique Latine.

La surface de capteurs solaires en service est la suivante (réf: 5) (réf: 56) (réf:12)

- Espagne : 295.000 m<sup>2</sup>
- Portugal : 280.000 m<sup>2</sup>
- Amérique Latine :
  - Equateur : 20.000 à 40.000 m<sup>2</sup>
  - Colombie : 20 000 m<sup>2</sup>

Le développement des capteurs solaires devrait accompagner le développement économique et le développement des besoins des ménages. La technologie est en général bien maîtrisée mais l'investissement est élevé comparé à celui des systèmes conventionnels de préparation d'eau chaude (électricité et gaz).

La pénétration de ces équipements sera commandée par la politique de prix des énergies conventionnelles, les mesures en matière d'aide à la pénétration des énergies renouvelables et surtout l'évolution des structures des compagnies productrices et distributrices d'électricité et de gaz.

Dans le secteur tertiaire (hôpitaux, hôtellerie) les capteurs solaires thermiques trouvent leur place. Ils sont utilisés pour le chauffage de l'eau mais peuvent aussi contribuer à la climatisation de ces établissements.

### **Economie de la filière**

Les distorsions de prix dont bénéficient certaines énergies conventionnelles, surtout dans le secteur résidentiel, constituent souvent un frein à la diffusion des chauffe-eau solaires.

**Équateur:** Dans la table suivante on montre le prix des systèmes caractéristiques de chauffage de maison (1 ou 2 collecteurs de 2 m<sup>2</sup> et un réservoir de 30-60 gal), date de commencement de la production, ventes totales et l'année 1987, portion du marché de l'Équateur que la société estime d'approvisionner.

SOCIETE	PRIX SYSTEME (\$US)		COMMENCEMENT PRODUCTION (NUM. (année)	VENTES RESERVOIRS) TOTALES	MARCHE (%)
	1 COL	2 COL			
Energy-Sol	390	670	1985	500	180 -
Solaris	--	700	1982	8000	2400 35 %
Induciencia	--	800	1983	5500	2400 55 %

## Perspectives

L'assainissement des politiques énergétiques et les restructurations en cours dans plusieurs pays d'Amérique Latine devraient favoriser la pénétration de ces équipements, dans la mesure où les constructeurs locaux maîtriseront les technologies.

Il est nécessaire qu'il existe des crédits pour financer l'investissement que l'utilisateur a besoin de faire pour acheter cette technologie.

## Programmes de coopération en Amérique Latine

Le programme VALOREN a financé de nombreux projets en Espagne et au Portugal. De même le programme THERMIE de la CCE (SUNERGIE) doit permettre l'introduction du télé contrôle et une plus grande pénétration du solaire dans les installations collectives.

## Filière F7: SOLAIRE PASSIF (BIOCLIMATIQUE) CHAUFFAGE ET CLIMATISATION SECTEURS BATIMENTS *UTILISATION DIFFUSE*

### Aperçu de la filière

La conception bioclimatique des bâtiments implique l'adaptation de ceux-ci aux conditions climatiques du lieu afin de réduire les besoins d'apport énergétique pour le chauffage ou pour la climatisation, en améliorant le confort pour les occupants. L'enjeu est très important car dans la plupart des pays du Monde Ibéro-Américain les conditions climatiques se traduisent par des températures estivales élevées, parfois aussi des hivers rigoureux qui rendent obligatoire le chauffage des locaux.

Cette approche n'est pas développée systématiquement en Amérique Latine, alors qu'en Europe l'existence de norme appliquées à la conception des bâtiments (isolation et apports solaires minimaux) induit un apport bioclimatique minimal dans la conception de ceux-ci.

La conception bioclimatique implique une bonne formation des architectes et des techniciens du bâtiments. La barrière économique n'est pas absente mais elle reste secondaire face aux contraintes de caractère sociologique qui font que la conception bioclimatique est fréquemment refusée en raison de son caractère passéiste.

L'architecture bioclimatique ne se résume pas à la construction de quelques maisons solaires (de telles réalisations ont été réalisées en Amérique Latine), elle doit s'inscrire dans tous les projets de bâtiments, quelle que soit leur finalité.

### **Economie de la filière**

La compétitivité des solutions bioclimatiques est facilement accessible mais exige un calcul global, les économies d'exploitation (chauffage ou/et climatisation) compensant largement les éventuels surcoûts d'investissement. Des facilités publiques de financement peuvent favoriser la pénétration des technologies.

### **Perspectives**

La construction bioclimatique concerne les bâtiments nouveaux. Or certains pays d'Amérique Latine connaissent une très forte croissance qu'accompagne une forte demande de constructions nouvelles (habitations et services), l'enjeu de la construction bioclimatique est d'autant plus important : toute amélioration, même légère apportée à la conception d'un grand nombre de bâtiments permet de freiner la croissance de la demande d'énergie, notamment d'électricité, énergie très onéreuse, en particulier pour les finances publiques.

En ce qui concerne les zones de montagne, le chauffage domestique représente une quantité importante de la consommation de bois de chauffage. L'application de la climatisation passive pour profiter de la radiation solaire peut remplacer une grande partie de cette consommation, et si on l'utilise pour toute la maison elle permettrait une répartition plus confortable et hygiénique.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

En Argentine, coopération de l'AFME (France) pour la réalisation de l'architecture bioclimatique sur le site de Laguna Blanca (Catamarca). En Uruguay, construction de quelques maisons bioclimatiques dans le cadre d'un programme avec le financement de la DG-I de la CCE et la coordination d'ASTER (Italie) et ICAEN (Espagne) (Réf.: 24).

### **Filière F8: SOLAIRE PASSIF OU ACTIF SECHAGE ET DESSALEMENT SECTEURS AGRICOLE ET INDUSTRIEL UTILISATION DIFFUSE**

#### **Aperçu de la filière**

Le séchage traditionnel des fruits, légumes, poissons et viandes s'effectue en plein air, par épandage au sol ou par suspension. Depuis des millénaires, un grand nombre de produits de consommation courante sont séchés et conservés dans les différents pays d'Amérique Latine. Les Péruviens, par exemple, exposaient les pommes de terre au froid pendant la nuit et au soleil pendant la journée, au bout de quelques jours elles étaient totalement déshydratées. Cette nourriture, extrêmement légère et parfaitement conservée a permis aux armées des Incas de bâtir leur vaste empire.

Depuis les années 70, des expériences de séchage "solaire" ont été entreprises pour éliminer les inconvénients du séchage en plein air (poussières, insectes, humidité non contrôlée). Il y a deux techniques principales :

- Séchage des produits sous verre : augmentation de la température par effet de serre.
- Séchage par air pulsé à l'aide de capteurs solaires pour produire de l'air chaud soufflé à travers des produits pour extraire l'humidité.

Ces deux techniques réduisent le temps de séchage traditionnel, elles peuvent avoir des effets nocifs si les variations de température dues à l'ensoleillement ne sont pas contrôlées.

Les technologies sont en général simples et facilement adaptables aux conditions locales. De nombreuses techniques ont été étudiées, par les centres de recherche universitaires notamment.

La diffusion de ces technologies et leur utilisation sur une vaste échelle restent un problème important.

Le dessalement solaire est efficace et rentable dans toutes les régions bien ensoleillées. Plusieurs systèmes ont été expérimentés mais la technique de dessalement par distillation est la plus répandue. L'eau salée (ou impropre à la consommation) est introduite dans les bassins sous serre. L'eau est chauffée par le soleil, s'évapore et se condense sur la surface des vitrages. L'eau ainsi distillée coule sur la surface du verre jusqu'au récipient de stockage. Chaque m<sup>2</sup> de serre peut produire de l'ordre de 3 litres d'eau pure par jour.

Des installations de dessalement solaire existent en Argentine (centre de El Cebollar - La Rioja), au Mexique (25 usines), au Pérou et au Venezuela.

### **Economie de la filière**

Le séchage et le chauffage de serres ne sont pas envisageables avec des énergies conventionnelles, l'utilisation de bois est souvent peu souhaitable pour des raisons de protection de l'environnement. L'utilisation du solaire passif permet donc de développer sans atteinte à l'environnement une activité qui n'aurait pu être menée à bien sans intégration de la technologie correspondante.

Le dessalement solaire peut être très compétitif mais les réalisations sont encore très limitées en nombre.

### **Perspectives**

Les applications en séchage sont en général complexes dans la mesure où la "courbe de séchage" peut avoir une influence sur la qualité finale du produit. Le séchage solaire permet souvent d'améliorer la qualité du produit par rapport aux procédés traditionnels.

De plus le séchage solaire est un facteur de développement socio-économique ; la culture en serre, par exemple, qui demande en général beaucoup de main-d'œuvre, est intéressante. Il faut pour cela résoudre les problèmes techniques de la culture en serre et du séchage, une activité de transfert de technologie et de formation est donc indispensable.

Le dessalement solaire devrait se développer mais l'industrialisation des procédés reste un obstacle à la diffusion.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Le CYTED-D a envisagé de combiner les fonctions de séchoirs et de serre dans une même installation pour en améliorer la rentabilité (plus grande durée d'utilisation) et a développé par ailleurs des serres andines permettant de cultiver la tomate à 3000 m d'altitude.

Un prototype de séchoir a été développé au Paraguay avec l'aide de l'OEA et GTZ (Allemagne) est intervenu au Pérou sur un projet de séchage solaire du maïs.

Un programme de dessalement solaire, le "Pacte du Soleil" a été conclu entre l'Allemagne et le Mexique prévoyant un investissement de 16 millions de US \$ pour la création d'un premier village en 1982. En plus d'une usine de dessalement de l'eau de mer, il y avait des pompes eau solaires, des cellules photovoltaïques pour les systèmes de radio, télévision et téléphone, des séchoirs pour le poisson et une production de bio-gaz par fermentation.

### **Filière F9: SERRES CULTURE VEGETAL SECTEUR AGRICOLE UTILISATION DIFFUSE**

#### **Aperçu de la filière**

L'introduction de serres aux pays Andins a obtenu résultats très positifs à l'altiplano de Bolivie. Les conditions climatiques de la région sont difficiles pour l'agriculture à cause de l'altitude (4000 m.s.n.m.). La radiation solaire est forte et relativement constante toute l'année. On a constaté que les serres permettent de cultiver à l'altiplano, avec bons résultats, les légumes qu'on ne pouvait pas cultiver d'autre façon.

#### **Economie de la filière**

Le développement des cultures en serres à l'altiplano a été étudié par des nombreux centres de Bolivie. De cette façon, différentes organisations non gouvernementales ont développé des prototypes tendant à réduire coûts. Ces prototypes ont déjà passé la phase de démonstration et sont aujourd'hui à la phase de diffusion. Le point central de cette activité est l'appui financier afin de pouvoir acheter les matériaux et l'aide technique.

Le CIPCA a développé une serre à bon marché (\$200 pour 48 m<sup>2</sup>) et de structure simple.

## **Perspectives**

Une étude montre que jusqu'à 1990 on a installé presque 1050 serres aux régions d'Aroma et Ingavi.

Le principal problème qui existe en l'introduction de serres est la technique que les usagers ont besoin d'avoir afin d'obtenir de bons résultats et récoltes. Si on utilise la serre correctement, la production de la serre peut amortir l'investissement en 5-10 mois.

Conséquemment, la diffusion de serres et des techniques de culture peuvent apporter des résultats très positifs en ce qui concerne l'alimentation et les revenus.

## **Filière F10: SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE ECLAIRAGE ET AUTRES SERVICES DOMESTIQUES SECTEURS DOMESTIQUE ET AGRICOLE *UTILISATION DIFFUSE***

### **Aperçu de la filière**

Dans le procédé de conversion photovoltaïque, la radiation solaire est convertie directement et immédiatement en électricité par une cellule solaire. Le rendement des modules au silicium ont beaucoup progressé au cours des dernières années, ils atteignent 20% (silicium polycristallin). Le rendement des cellules au silicium amorphe est moindre mais les coûts ont progressivement baissé. Les coûts des autres composants (batterie, régulateur, etc.), susceptibles d'être fabriqués localement, sont aussi en baisse ; la compétitivité du photovoltaïque est donc réelle dans de nombreux pays qui ont su mettre en place une infrastructure de montage et de maintenance de ces installations.

Le photovoltaïque trouve ses applications principales dans l'électrification rurale, en permettant l'accès au "service électrique" de populations rurales éloignées des réseaux et dans les télécommunications. Les services de la maison (éclairage, réfrigérateur, télévision et télécommunication) mais aussi des services collectifs (pompage, éclairage public) sont satisfaits par le photovoltaïque.

En Espagne, les besoins d'électrification en site isolés sont limités en raison de l'étendue du réseau électrique, néanmoins en 1992 il y avait un total de 4MW crêt installés avec une productivité de 7.443 MWh (réf. 56); le pays compte deux fabricants de cellules (silicium mono et polycristallin, silicium amorphe). Au Portugal les applications photovoltaïques sont plus justifiées (le Programme THERMIE de la CCE, a permis en particulier de mener plusieurs opérations de démonstration), la capacité installée était de 140 kWc en 1991, le Plan Energétique Portugais prévoit une capacité de 7 MW en 2.000. En Amérique Latine, les applications sont multiples mais les obstacles financiers et sociologiques sont aussi importants. Des opérations de démonstration ont été réalisées dans de nombreux pays, en particulier :

- Argentine : projet GTZ (RFA) de pompage photovoltaïque.
- Pérou : projet GTZ (RFA) de systèmes solaires domestiques.
- Nicaragua : projets TERRASOL (USA) d'équipement d'écoles.
- Bolivie : projet de l'Agence Espagnole de coopération concernant un millier de systèmes solaires domestiques

Dans quatre pays d'Amérique Latine, ce nombre d'installations réalisées est déjà important:

- Colombie : 28.000 installations
- Mexique : 27.000 installations
- Brésil : 21.000 installations, les cellules sont fabriquées par Heliodinamica.
- Bolivie: 1.200 installations
- Le marché des cellules photovoltaïques en Amérique Latine et dans les Caraïbes représente 7% du marché mondial. La puissance installée en 1991 était de 3,9 MWc. Ce marché est largement dépendant de l'aide internationale qui vise à améliorer les conditions des habitants, en milieu rural notamment.

En ce qui concerne l'Argentine, l'investigation sur cellules photovoltaïques a été réalisée par l'Atomic Energy Commission et INTEC. Aujourd'hui, il y a une société privée qui fait des panneaux solaires avec cellules importées. Il y a 120 écoles, 10 centres d'aide et 9 centres de police fournis avec électricité photovoltaïque.

### Applications photovoltaïques jusqu'à 1990:

○	Communications	91,6 kWp
○	Panneaux de signalisation	15,3 kWp
○	Ecoles et centres d'aide	23,5 kWp
○	Pompage d'eau	7,1 kWp
○	Protection cathodique	5,2 kWp
○	Autres	92,4 kWp
	<b>TOTAL:</b>	<b>235,2 kWp</b>

Deux entreprises fabriquent des cellules photovoltaïques en Amérique Latine (Heliodynamica au Brésil, avec une capacité de production annuelle de 1 MWc, et Venergia au Venezuela) et de nombreuses entreprises fabriquent des modules et installent des systèmes à partir de cellules importées.

### Economie de la filière

La compétitivité de la filière photovoltaïque peut s'évaluer soit par rapport au raccordement au réseau, soit par rapport à d'autres filières permettant une production locale. Les conditions physiques et économiques sont très variables d'un pays à l'autre ; sur l'Altiplano Bolivien, par exemple, le coût d'une installation photovoltaïque type de 45 W pour une maison isolée était d'environ 630 dollars (réf. 26) alors que le coût moyen de raccordement au réseau était évalué à 2.000 \$. Dans ce cas, la participation des structures communautaires traditionnelles a permis de mettre en place une coopérative propriétaire des installations, les paysans indiens ne payant qu'un droit d'entrée d'une centaine de dollars et 1\$/mois pour la maintenance.

**Colombie:** Dans la table suivante, on montre le prix des systèmes photovoltaïques d'éclairage domestique en Colombie, % national, ventes annuelles estimées de modules.

SOCIETE	PUISSANCE MODULE (W)	PRIX SYSTEME (\$US)	NATIONAL (%)	VENTES ANNUELLES (MODULES)	
				1986	1987
Enertech	40	900	30	1000-1500	1500-2000
Enerssin	42-50	950-1100	25	3000	1500-1600

La compétitivité du photovoltaïque s'évalue aussi par rapport aux autres équipements de fourniture de services domestiques (piles, kérosène, bougies, etc.), elle est très fréquemment très positive mais les investissements sont importants.).

Dans le cas du pompage, le diesel est plus compétitif pour l'irrigation (centaines de m<sup>3</sup> par jour) mais le photovoltaïque est compétitif pour l'alimentation en eau potable d'un hameau (dizaines de m<sup>3</sup> par jour), tandis que pour des débits plus faibles (quelques m<sup>3</sup> par jour), le pompage manuel est à recommander.

## **Perspectives**

Les besoins en solaire photovoltaïque ont été évalués à environ 500 kWc (crête) par an pour la seule Argentine-Sur l'Altiplano Bolivien, plus de 20.000 familles ont demandé à bénéficier de l'électrification solaire dans le cadre du programme réalisé en coopération avec l'Espagne, malgré un droit d'entrée de 100 dollars (pour un coût réel de 630 dollars) représentant environ 25% des revenus annuels d'une famille.

En ce qui concerne l'Argentine, quoique l'information soit imprécise, le marché potentiel est de plus de 500.000 maisons, 653 écoles rurales, 61 centres d'aide médical et 35 centres de police sans approvisionnement d'électricité.

Le solaire photovoltaïque est donc de toute évidence une filière qui va se développer dans les niches où elle est déjà compétitive.

Le développement hors de ces niches (sites isolés avec petites puissances et bon ensoleillement) n'est par contre pas à l'ordre du jour tant que le prix du kWh photovoltaïque n'aura pas très sensiblement baissé.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

De nombreux programmes d'aides bilatérales, en particulier pour favoriser l'implantation de capacités de fabrication de modules dans les pays bénéficiaires.

Les principaux intervenants au titre de la coopération sont Nord Américains (USDOE, USNRECA), Allemands (GTZ, FRAUNHOFER INSTITUT), Espagnol (AGENCE D'AIDE ESPAGNOLE), DGI (CCE).

## Filière F11: EOLIEN

### SERVICES DOMESTIQUES ET AGRICOLES SECTEURS DOMESTIQUE ET AGRICOLE *UTILISATION DIFFUSE*

#### Aperçu de la filière

Les éoliennes multipales de pompage ont un caractère traditionnel dans de nombreuses régions. Selon certaines estimations, il y aurait 500.000 éoliennes de pompage en Argentine, plusieurs milliers au Pérou où elles sont utilisées depuis plus de 60 ans, y compris pour l'aduction d'eau dans des quartiers d'habitation (Arequipa). (Réf. 38). Depuis une dizaine d'années, les moto-pompes "diesel" ont commencé à remplacer ces éoliennes.

Des éoliennes de technologie moderne, utilisées pour le pompage et la production d'électricité dans des gammes de puissance de quelques dizaines de kW, sont proposées devraient trouver des applications nombreuses en Amérique Latine au même titre que le solaire photovoltaïque. Les technologies sont toutefois délicates à mettre en oeuvre et la maintenance exige une infrastructure rigoureuse. Le nombre de fabricants est très limité en Amérique Latine. En Espagne il y a trois fabricants d'éoliennes de petite et de moyenne puissances (maxi 25 kW).

**Colombie:** Dans la table suivante on montre le diamètre du rotor, prix (avec rotor, tour, pompe et mécanisme de transmission), date de commencement de l'activité et moulins installés en Centres ou Sociétés de Colombie et Pérou.

CENTRE OU PAYS SOCIETE	DIAMETRE ROTOR (m)	PRIX (\$US)	COMMENCEMENT ACTIVITE	UNITES INSTALLEES
Gaviotas Colombie	2	600-700	1975	1500-2000
Jober Colombie	2-2.5	780-1050	1984	250
Indusierra Colombie	1.4-4.8	700-1600	1970	333300
Miramar Pérou	6	900-1000	1920	800-1200
Avinsa Pérou	3.5	1550	1976	200
Segovia Pérou	3-4.	700-1500	1965	1000-2000

## **Economie de la filière**

Les applications de petites éoliennes modernes semblent très limitées dans les pays du Monde Ibéro-Américain, la compétitivité n'est donc pas l'obstacle premier à la pénétration de cette filière. Le transfert de technologie et la formation sont les premiers éléments à favoriser.

## **Perspectives**

Les entreprises locales (en Argentine, au Brésil, au Pérou notamment) qui proposent des éoliennes devraient trouver auprès d'entreprises européennes le soutien technologique leur permettant de développer un marché potentiel important, en premier lieu de renouvellement des installations existantes. Le couplage avec les installations photovoltaïques (production d'électricité et pompage) devrait trouver de nombreuses applications en Amérique Latine.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

Plusieurs villages du Honduras ont été équipés d'éoliennes de pompage avec l'aide de l'USAID et d'organismes privés de développement. Le Nicaragua a mis en place un centre de développement (CITA-INRA) avec l'appui de la Belgique et de l'Allemagne.

## **Filière F12: EOLIEN**

### **PRODUCTION ELECTRIQUE EN RESEAU**

### **TOUS SECTEURS**

### ***PRODUCTION CENTRALISEE***

## **Aperçu de la filière**

Les éoliennes de forte puissance se développent dans certains pays occidentaux, c'est le cas en Espagne. Ces machines, isolées ou groupées en "fermes éoliennes" sont raccordées au réseau électrique et gérées au même titre que les unités de production conventionnelles. Ainsi en Espagne, la capacité des fermes éoliennes est de 45,7 MW, la productibilité de 103.160 MWh. Au Portugal, la capacité installée est de 2 MW. (Réf: 56).

En Amérique Latine les opérations de ce type sont limitées : au Brésil et en Argentine (opération de démonstration de 4 aérogénérateurs de 30 kW - Réf.16).

## **Economie de la filière**

La compétitivité de cette solution dépend évidemment du régime local des vents. Les études économiques sont limitées. Au Brésil, la Companhia Hidroelectrica do Sao Francisco (1992), en se fondant sur l'expérience des Etats-Unis, envisage un coût d'installation d'environ 1.000 dollars par kW (Réf.:19).

## **Perspectives**

Le développement de cette filière devrait être prometteur au sud du 40ème parallèle et sur la côte Pacifique mais les conditions économiques ne sont pas nécessairement favorables en raison de l'éloignement des centres de consommation et des investissements importants à consentir. Les compagnies d'électricité, privées, pourraient avoir recours à la production éolienne si la politique des gouvernements les y incite.

## **Programmes de coopération**

Dans le cadre du programme VALOREN de la CCE, construction d'une ferme éolienne de 10 MW en Espagne (Cadix).

Au Portugal (Açores et Madère) l'équipement de fermes éoliennes est réalisé en coopération avec l'Allemagne. Au Brésil et en Argentine, GTZ mine des projets de coopération.

En Uruguay, ICAEN et ASTER ont commencé un programme sur l'installation d'un système éolien-photovoltaïque dans un village non connecté au réseau (24).

## **Filière F13: MINI ET MICRO HYDRAULIQUE PRODUCTION ELECTRIQUE SECTEURS DOMESTIQUE, AGRICOLE ET ARTISANAL *PRODUCTION DECENTRALISEE***

## **Aperçu de la filière**

Les unités de moins de 2 MW sont rangées dans cette catégorie. Des mini-centrales sont exploitées en Amérique Latine depuis la fin du XIXème siècle.

Ainsi, il existe plus de 120 installations en Argentine, dont une cinquantaine sont en service. Tous les pays d'Amérique Latine compte au moins une dizaine de MW, le total de la puissance installée dépasse 400 MW.

Le développement des mini et micro-centrales, de l'ordre du MW comme puissance installée maximum, a été gêné dans de nombreux pays par l'interdiction de vendre de l'électricité. La tendance récente à la privatisation ou à la suppression du monopole d'Etat ne s'est pas encore traduite dans les statistiques, puisqu'en 1992, pour l'ensemble de l'Amérique Latine, les "autoproducteurs" ne représentaient que 5% environ de l'électricité produite et qu'il ne faisaient appel que de manière limitée à l'hydroélectricité (environ 7% des 5%).

En ce qui concerne les pays Andins, les technologies qui sont en train d'être développées pour l'emploi de turbines pour force motrice, éventuellement accouplée avec generation électrique, sont encore en phase de prototypes, mais on croit qu'elles auront de bons résultats.

### **Economie de la filière**

La comparaison des coûts de production entre grande et micro hydraulique est complexe. Les micro centrales sont conçues pour être implantées dans des régions isolées, elles permettent la création de réseaux locaux et à ce titre induisent un développement économique local.

Aux pays Andins, le coût du KW installé pour mini-centrales est d'entre \$500 et \$1250 (contre les \$5000-\$7000 des PCH importées).

### **Perspectives**

Du fait de la déforestation, les potentiels hydroélectriques ont souvent tendance à baisser en Amérique Centrale. Mais l'installation de réseaux, en induisant un développement socio-économique contribue à rationaliser l'utilisation traditionnelle du bois et à freiner le phénomène de déforestation.

C'est d'abord la levée des obstacles institutionnels puis celle des barrières financières qui permettra une relance de cette filière très ancienne.

## **Programmes de coopération en Amérique Latine**

La mise en place de mini ou micro-centrales hydrauliques est une des priorités du PEICCE (Proyecto Energético del Istmo Centroamericano - CCE).

### **Filière F14: GEOTHERMIE DE HAUTE ENTHALPIE PRODUCTION ELECTRIQUE TOUS SECTEURS *PRODUCTION SEMI - CENTRALISEE***

#### **Aperçu de la filière**

La géothermie de haute enthalpie est l'exploitation des ressources thermiques du sous-sol dont la température est supérieure à 150°C environ. L'exploitation fournit en premier lieu de l'énergie électrique et peut fournir en outre de la chaleur prélevée sur les effluents issus de cette première transformation, à des températures similaires à celles de la géothermie de basse enthalpie.

La ressource est renouvelable dans la mesure où l'eau, qui sert de vecteur à l'énergie géothermique, est renouvelée par des pluies, voire réinjectée.

Un petit nombre de pays à su exploiter de manière notable cette énergie, notamment le Mexique, le Salvador et le Costa-Rica.

D'autres projets ont donné lieu à des semi-échecs ou n'ont jamais abouti : El Tatio au Chili, Bouillante en Guadeloupe, Copahue en Argentine, Açores (Portugal).

Le total de la puissance disponible de la géothermie en Amérique Latine (haute et basse enthalpie) est de 835 MW, dont 700 MW au Mexique et 95 MW au Salvador.

#### **Economie de la filière**

La géothermie de haute enthalpie se caractérise par :

- La grande diversité et la haute technicité des métiers qui y contribuent;
- Un élément d'incertitude dans la prospection, comme pour toute ressource géologique;

- Des besoins particulièrement importants en maintenance, notamment après une dizaine d'années d'exploitation.

La mise en oeuvre est donc délicate et elle sera limitée à certains pays qui ont l'accès à la ressource et qui ont su créer une infrastructure technologique adaptée.

### **Perspectives**

Le développement de cette filière pourrait permettre de couvrir 2 ou 3% des besoins énergétiques en Amérique Latine, souvent dans des régions qui n'ont pas d'autres ressources facilement exploitables ou suffisamment stables. Les potentiels situés dans les Andes, en particulier pourraient être mieux valorisés.

L'importance des moyens techniques à mettre en oeuvre et le fait que de nombreux gisements sont situés dans des zones frontalières suppose une forte coopération entre états, dont la Colombie et l'Equateur sont à l'origine (Réf. :3).

### **Filière F15: GEOTHERMIE DE BASSE ENTHALPIE PRODUCTION DE CHALEUR SECTEURS DOMESTIQUE ET AGRICULTURE PRODUCTION SEMI - CENTRALISEE**

#### **Aperçu de la filière**

La géothermie de basse enthalpie bénéficie de gisements beaucoup plus répandus que la géothermie de haute enthalpie. Elle fait l'objet de quelques utilisations traditionnelles qui n'apparaissent guère dans les statistiques.

Certaines sources d'eau chaude sont utilisées en Argentine pour chauffer des serres avant d'irriguer les cultures (Bahia Blanca).

En Espagne, plusieurs projets destinés à la production de chaleur de chauffage ont vu le jour.

#### **Economie de la filière**

La compétitivité de la filière est difficile à assurer lorsque les prix des énergies conventionnelles sont bas, situation qui prévaut depuis le contre choc pétrolier. Des problèmes d'exploitation des installations géothermiques ont de plus en plus mis en difficulté l'équilibre économique des installations.

## **Perspectives**

L'expérience acquise en Europe est particulièrement riche d'enseignement et devrait être pleinement valorisée avant d'engager tout nouveau projet, notamment en Amérique Latine où des applications pourraient être trouvées (chauffage des locaux, chauffage des serres, climatisation).

## **Filière F16: SOLAIRE THERMIQUE HAUTE TEMPERATURE PRODUCTION D'ELECTRICITE TOUS SECTEURS *PRODUCTION CENTRALISEE***

### **Aperçu de la filière**

La filière est fondée sur l'utilisation de concentrateurs solaires pour l'obtention de hautes températures et la production de chaleur de procédé (miroirs paraboliques) ou la production d'électricité (centrales à tour).

Cette filière a fait l'objet de prototypes, aux Etats-Unis et en Europe notamment, mais ni l'Espagne ni le Portugal ne sont concernés et il n'est pas envisagée, en Amérique Latine, de développer cette filière.

### **Economie de la filière**

La filière n'est compétitive que dans les circonstances très particulières, coûts élevés des énergies conventionnelles ou aides publiques importantes.

## **Perspectives**

On peut craindre que les difficultés rencontrées par cette filière aux Etats-Unis n'aient pour effet d'en ralentir le développement dans le monde Ibéroaméricain, et notamment au Mexique pour lequel existait un projet de production d'électricité avec exportation vers les Sud des Etats-Unis.

**Filière F17: GRANDE HYDRAULIQUE**  
**PRODUCTION D'ELECTRICITE**  
**TOUS SECTEURS**  
***PRODUCTION CENTRALISEE***

**Aperçu de la filière**

L'énergie hydraulique est largement exploitée en Amérique Latine. Les centrales de grande puissance représentent 7,6% de la consommation d'énergie primaire, beaucoup plus que dans n'importe quelle région du monde. Au Brésil, la part de l'hydroélectricité est proche de 20%. D'autres pays ont une forte production hydroélectrique et souvent de grandes ressources: Uruguay, Chili, Colombie, Venezuela, Costa-Rica.

Dans la Péninsule Ibérique, la part de l'hydroélectricité n'est que de 2,5%. Pour l'essentiel, les ressources potentielles sont exploitées, surtout en Espagne.

**Economie de la filière**

Les coûts de production de l'électricité d'origine hydraulique sont en général bas mais les investissements sont considérables et la gestion des chantiers et des installations s'avèrent souvent très délicats. De plus, les capacités de production ainsi disponibles ne sont pas toujours adaptées aux besoins, c'est notamment le cas des barrages construits en coopération par le Brésil, l'Argentine, le Paraguay et l'Uruguay.

**Perspectives**

L'hydroélectricité est appelée à rester une ressource prioritaire d'énergie dans de nombreux pays d'Amérique Latine mais, globalement, les impacts des grandes installations ne sont pas aussi positifs que ce qui était espéré et les gains qu'assure l'effet d'échelle sont parfois compensés et au delà par les inconvénients sur les plans financier, sociologique et écologique.

Dans l'avenir, l'exploitation des ressources de la grande hydraulique ne sera pas aussi rapide que ce qui avait pu être espéré. Il est vraisemblable que les capacités d'investissement seront préférentiellement utilisées pour développer d'autres sources d'énergie, notamment la mini hydraulique, dans la mesure où les contraintes structurelles seront surmontées.

**Filière F18: PHOTOVOLTAIQUE**  
**PRODUCTION D'ELECTRICITE**  
**TOUS SECTEURS**  
***PRODUCTION CENTRALISEE***

**Aperçu de la filière**

La constitution de grandes centrales à partir de générateurs photovoltaïques est encore à l'état de prototypes. Aucun projet de ce type n'a été développé dans les pays du Monde Ibéroaméricain.

**Economie de la filière**

Au même titre que les centrales solaires thermiques, l'avenir de ces installations dépend beaucoup des prix des énergies conventionnelles.

**Perspectives**

Il est très difficile d'envisager un développement significatif de cette filière dans le Monde Ibéroaméricain à moyen terme.

**Filière F19: AUTRES FILIERES**  
**PRODUCTION D'ELECTRICITE**  
**TOUS SECTEURS**  
***PRODUCTION CENTRALISEE***

Les utilisations de l'énergie solaire sous différentes formes (Cheminée solaire, bassins solaires, énergie marémotrice, énergie des vagues, conversion thermique des mers, etc.) ont fait l'objet de nombreuses études mais les prototypes sont restés sans lendemain, qu'il s'agisse d'études sur l'énergie marémotrice en Argentine ou d'une installation de démonstration de cheminée solaire en Espagne. Ces filières ne peuvent être prises en compte dans les options stratégiques des énergies renouvelables.

#### **4. LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**

Dans les grandes lignes, les politiques et les plans énergétiques s'occupent en général des énergies conventionnelles, en consacrant un espace limité aux ER. Toutefois, du moins au niveau des déclarations de principe, il y a dans tous les pays une intention de promouvoir l'utilisation des ER afin de diversifier et de rationaliser l'offre d'énergie, ainsi que de donner un plus grand élan à l'électrification des zones rurales. Cependant, à l'exception de la péninsule ibérique, les secteurs s'occupant des ER au sein des ministères de l'énergie et des organismes consultatifs du gouvernement, sont extrêmement limités en ce qui concerne les ressources humaines. Par conséquent, on ne dispose guère de politiques claires, organiques et explicites dans le secteur spécifique des ER, et l'on manque de bases suffisantes pour proposer une législation pour la promotion des ER. Les fonds publics disponibles sont à peine suffisants, surtout si on les compare avec les ressources financières destinés chaque année au développement des sources énergétiques conventionnelles.

De nombreuses institutions publiques ont des activités dans le domaine des ER: parmi lesquelles on compte les compagnies d'électricité et les corporations régionales de développement. Toutefois, aucune de ces institutions n'est suffisamment spécialisée, les ER étant un champ d'activité tout à fait marginal. Par conséquent, on observe un grand nombre d'activités qui, pour la plupart, sont trop petites pour être efficaces.

Étant donné qu'il n'existe pas de directions politiques explicites ni des plans bien définis, chaque institution établit sa propre politique et ses propres plans. Il n'y a guère de coordination entre elles et on assiste fréquemment à une répétition tout à fait inutile d'efforts et même parfois, à une compétition entre des projets incompatibles exécutés dans la même zone.

Étant donné l'exiguïté des fonds nationaux disponibles, la coopération internationale remplit une fonction très importante pour le développement des ER: il y a très peu de projets de ER qui se réalisent en marge de la coopération technique ou financière bilatérale ou multilatérale. Sauf dans certains cas, cela conduit à une plus grande coordination inter-institutionnelle. Bien que l'on ne dispose pas d'une information exhaustive sur la politique énergétique de tous les pays latino-américains, il est important de signaler, en tant qu'exemples, les politiques et les plans, la législation existante et les réseaux d'information disponibles dans certains d'entre eux.

#### **4.1. Plans et législation existante.**

##### **4.1.1. Iberia**

Le cas de l'Espagne est spécial étant donné sa structure politique, en tant qu'État d'autonomies faisant partie de la Communauté européenne. Pour cette raison les politiques et les plans énergétiques ainsi que les réseaux d'information existent à différents niveaux, coordonnés entre eux.

Ainsi, la Loi de Conservación de la Energía del Ministerio de Industria y Energía a été promulguée en 1980 et elle est toujours en vigueur. Elle constitue la première initiative législative espagnole à avoir établi des directrices de base en relation avec les sources d'énergie renouvelable autant pour en accroître la capacité que pour développer des plans d'énergies renouvelables et des technologies énergétiques en général.

Au niveau de l'État, le Plan de Energía Renovable (PER-86) constitue le premier effort de planification spécifique réalisé dans le domaine des énergies renouvelables. Élaboré en 1986, il a été révisé en 1989, en tant que PER-89.

Plusieurs procédures ont été également effectuées afin de promouvoir les énergies renouvelables au niveau de la législation et de l'exécution, développées de forme parallèle pour plusieurs communautés autonomes.

Afin de matérialiser les objectifs de ces plans, on a prévu un investissement très important de fonds publics à l'aide d'appuis financiers institutionnels.

En vertu de cela, la législation de l'État aussi bien que celle des Autonomies, permet la subvention publique ayant un caractère de fonds perdus pour les installations qui tirent parti des ressources renouvelables.

En tant que membre de la Communauté économique européenne, l'implantation d'énergies renouvelables a été plus favorisée et en particulier grâce aux programmes Thermie et Valoren, on a effectué une quantité considérable de projets de démonstration.

Dans le cas du Portugal, la politique énergétique est définie par le Ministerio de Industria y Energía, et elle est exécutée par le Secrétariat d'État de l'Énergie.

Les activités de recherche et de développement sont subventionnées par la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología.

Depuis 1976, les programmes suivants ont été subventionnés:

- Pendant la période 1976-1984, 5 programmes ont été conçus. Ils sont intitulés: "Schémas pour un appui technique et financier aux consommateurs d'énergie", adressé au consommateurs de fuel-oil et destiné à la diversification.
- Le "Sistema de estímulos para la Utilización Racional de la Energía" SEURE, qui a surgi pendant la période 1986-88.
- En 1987, on a créé le programme communautaire VALOREN destiné à la promouvoir le développement énergétique des régions plus défavorisées de la CE grâce au financement de projets à des institutions publiques.
- Le SEURE a été remplacé en 1988 par un programme plus ample, le SIURE. "Sistema de incentivos para la Utilización Racional de la Energía", destiné à tous les types de consommateurs (excepté ceux du secteur domestique) et orienté vers l'économie et la conservation de l'énergie et le recours aux ressources endogènes.

#### **4.1.2. L'Amérique Latine**

##### **■ Argentine**

Le Secrétariat de la science et de la technologie (SECYT) est l'agence officielle au niveau national. Il est responsable des actions de planification et de coordination de l'investigation technologique et du développement des nouvelles sources renouvelables d'énergie. Le programme national de recherche de l'énergie non conventionnelle est en marche depuis 1978.

La direction nationale de nouvelles sources d'énergie dépendant du secrétariat de l'énergie (SE), était depuis l'année 1991 l'agence nationale officielle chargée de la planification et de la coordination pour l'utilisation rationnelle de l'énergie dans tous les secteurs, ainsi que de la promotion de l'utilisation de nouvelles sources d'énergie.

Les recherches, développements et applications sont réalisées par les universités, les institutions officielles et les provinces ayant la capacité technologique et administrative d'effectuer cette tâche. SECYT et SE contribuent à la fois avec des fonds à presque tous les programmes (16a).

##### **■ Uruguay**

Les institutions chargées de la promotion des ER sont les suivantes:

- La Dirección Nacional de Energía.

- La Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland.
- La Administración de Usinas y Transmisiones Eléctricas.
- Il n'y a aucune loi qui contrôle, encourage ou subventionne l'installation d'énergies renouvelables (Réf. 25).

#### ■ Chili

L'institution publique responsable de l'énergie est la Comisión Nacional de Energía (CNE), ayant une catégorie ministérielle. L'organisme chargé du contrôle est la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

La recherche s'effectue surtout dans les universités.

Il n'y a pas de législation qui encourage et/ou contrôle les énergies renouvelables. Les seules exceptions sont l'hydro-électricité, soumise à des concessions, et un projet de loi, actuellement en cours de législation, sur l'énergie géo-thermique, qui établit que celle-ci sera soumise à une concession indéfinie, protégée constitutionnellement par le droit de propriété.

On prévoit une future législation sur l'utilisation efficace de l'énergie (réf. 29).

#### ■ Bolivie

En Bolivie, les ER dépendent de la Dirección de Planificación Energética del MIN. de Energía e Hidrocarburos qui a constitué une corporation pour l'encouragement de l'énergie rurale (COFER). L'activité de COFER est actuellement très limitée par le manque de fonds et de ressources humaines. Le Ministerio de Planeamiento y Coordinación (Dirección de Ciencia y Tecnología) sont en train de réaliser l'analyse de la demande et des possibles applications des ER, avec l'appui de la JUNAC. Dans les organismes consultatifs, l'Academia Nacional de Ciencias a créé un Instituto de Energía dont les activités sont encore à l'étape de la programmation. Parmi les organes du gouvernement local, les corporations de La Paz, (CORDEPAZ), Chiquisaca (CORDECH) et de Santa Cruz (CORDECRUZ) sont les plus actives dans le domaine de la planification régionale et l'exécution de projets de ER.

#### ■ Colombie

En Colombie, le ministre des mines et de l'énergie a une División de Electricidad y de Energías no Convencionales qui consacre à celles-ci une petite partie de ses activités. COLCIENCIAS réalise un travail considérable dans le domaine de la définition des politiques

scientifiques et technologiques concernant les ER (bilan énergétique rural de la Colombie, Programme national de science et technologie de ressources énergétiques, situation actuelle de l'investigation et du développement des ER en Colombie) ainsi que le financement des investigations.

#### ■ Equateur

L'Equateur est le seul pays où il y a un Institut de l'Énergie (INE) qui consacre une partie considérable de ses efforts au développement des ER. Pour cette raison, il y a une meilleure coordination institutionnelle. Dans le cadre de l'INE, on a établi des Unités d'énergie solaire active et passive, des micro-centrales, de la géo-thermie et de la biomasse. Dans le domaine de la planification, l'INE a réalisé entre 1985 et 1987 (coopération OEA et CAF) une étude de la géographie énergétique de l'Équateur (régionalisation nationale) et par la suite le diagnostic énergétique et la planification régionale au sud de l'Équateur (Prov. de El Oro, Loja et Zamora-Chin-Chipe); actuellement on est en train d'élaborer la même étude dans le nord (Prov. de Esmeraldas, Cachi et Imbabura). (Réf. 12).

#### ■ Pérou

Au Pérou, les politiques concernant les ER dépendent du Consejo Nacional de Energía (CONER), un organisme consultatif du ministère de l'énergie et des mines. L'Instituto Nacional de Planificación (INP), en tant que coordinateur de la coopération internationale (qui réalise une grande partie des activités concernant les ER), a une participation importante dans l'orientation des projets concernant les ER, ainsi que le Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) qui, lui, s'occupe de l'investigation. Il est important de signaler la récente participation de la corporation financière de développement (COFIDE) qui a adopté une ferme politique de soutien au financement d'équipements commerciaux pour les ER et à l'étude des conditions et des critères de faisabilité pour les technologies mûres sur le territoire national. (Réf. 12).

#### ■ Vénézuéla

Au Vénézuéla, le Ministerio de Energía y Minas, dans le cadre de la Dirección de Electricidad, Carbón y otras Energías, est bien structuré en ce qui concerne les ER. Une Division des nouvelles énergies a été créée avec des aires de bio-énergie, hydro-électricité, énergie solaire, énergie éolienne et géo-thermie permettant une meilleure information,

planification et coordination des activités. Dans le domaine de l'investigation, les plans et la promotion dépendent de la Dirección de Promoción Científica du CONICIT.

De ces cinq pays qui forment le Groupe andin, seulement l'Équateur possède une loi pour l'encouragement des énergies non-conventionnelles (Loi N.86 du 24 mars 1982 et Règlement N. 1641 du 30 mars 1983). La loi envisage surtout les avantages fiscaux suivants:

- Exonération des tarifs douaniers sur l'importation des matériaux et des équipements non produits dans le pays, nécessaires pour l'investigation, la production, la fabrication et l'installation de systèmes destinés à l'utilisation des ER.
- La valeur de l'acquisition de systèmes d'utilisation de ER est considéré comme valeur déductible de l'impôt sur le revenu.
- Les bénéfices de la loi de promotion industrielle et de la liste des investissements dirigés, accordés aux entreprises nationales fabriquant des équipements de ER.
- Des lignes de crédit établis dans les banques de développement pour l'industrialisation et l'acquisition d'équipement pour les ER.

Bien que cette loi soit sans doute un peu limitée, surtout à cause de sa faible incidence sur le secteur rural et les maigres revenus des habitants (ne payant pas d'impôts, et dont les petites activités ont rarement accès à l'importation ou au crédit), elle constitue toutefois un premier pas important: l'expérience qui résulte de son application fournira sans doute des indications importantes pour que la législation soit de plus en plus efficace.

## **4.2 Réseaux de promotion**

### **4.2.1. Péninsule iberique**

Dans le cas de l'Espagne, la plupart des Communautés autonomes et la propre administration centrale ont créé des Instituts où l'une des principales priorités est la promotion des énergies renouvelables.

Ces Instituts réalisent des actions concrètes, comme l'information, l'assistance, des études pour évaluer les ressources renouvelables, la participation à des projets importants et finalement, le développement d'un cadre financier.

L'Espagne comme le Portugal, états membres de la CEE, ont des organismes essentiellement publics qui font partie du réseau des OPET. Ces organismes sont, notamment

en Espagne, EVE (Ente Vasco de la Energía), ICAEN (Institut Català d'Energia), à Madrid, l'IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía), l'IVEN (Institut Valencià d'Energia) et au Portugal CEEETA (Centro de Estudos em Economia da Energia dos Transportes e do Ambiente) et CEE (Centro de Conservação da Energia).

Les OPET (Organisation for the Promotion of Energy Technologies) forment un réseau d'organisations à l'échelle communautaire qui travaille dans le cadre du programme THERMIE pour la promotion des technologies énergétiques européennes au nom de la Commission des Communautés européennes. Chaque organisation au sein des OPET a une expérience particulière dans le domaine de la technologie de l'énergie. Le type d'organisation et le travail qui se réalise sont très variées. Des compagnies privées et publiques y sont représentées; certaines sont conseillères dans le domaine de l'énergie tandis que d'autres ont une expérience directe de travail avec des programmes d'énergie dans leur propre pays.

Les OPET ont un rôle stratégique important à jouer pour assurer le succès des initiatives énergétiques de la Communauté pour deux raisons:

- Afin d'assurer une utilisation effective des technologies énergétiques qui sont disponibles sur le marché;
- Pour fournir un cadre par l'intermédiaire duquel elle peuvent organiser des activités de promotion comme des séminaires, des ateliers de travail, vidéos, publications et visites "in situ" afin de toucher une large audience dans la Communauté ainsi que dans des pays tiers.

Actuellement, le réseau OPET comprend 43 organisations dans le cadre de la Communauté, avec plus de 2 000 experts dans le domaine de l'énergie et dans d'autres domaines connexes.

#### **4.2.2. L'Amérique Latine**

Olade est en train de développer un Sistema de Información Energética Integral pour l'Amérique Latine qui a, entre d'autres, les ER comme sous-secteur.

CYTED-D, dans le sous-programme de Nuevas Fuentes y Conservación de la Energía, a organisé la Red Iberoamericana para el Uso Racional de la Energía en el Medio Rural, coordonné par l'Universidad Nacional de Salta (Argentine), laquelle publie un bulletin.

La compilation d'information entre les Ministères de l'Energie de chaque pays est encore insuffisant, est l'information en disposition est encore approximative.

Dans certaines occasions, on est en train de faire des bons systèmes d'information limités à certaines régions ou technologies, comme par exemple le PESENCA pour la Coste Atlantique de Colombie, ou le Centro de Documentación e Información Geotérmica organisé par la Universidad Central de Venezuela (Dpt. de Géologie) avec financement du CONICIT.

L'échange d'information technique-scientifique se fait à partir de quelques rencontres à niveau national. Aucune magazine scientifique spécialisée a obtenu une bonne continuité.

Il y a certains réseaux Latine-Américains d'échange d'information qui ont l'aide d'OLADE et autres centres, comme la Red de Bio-gas de la FAO. Tant qu'il existe un échange d'information si pauvre, la communication entre les secteurs est pratiquement nulle, avec le résultat que les investigateurs ne peuvent pas connaître le problèmes de développement technologique de l'industrie.

En ce qui concerne la formation, certaines universités font un cours de spécialisation. L'Universidad de los Andes (Bogotá) est en train d'organiser un cours annuel sur gestion des systèmes énergétiques (18-20 participants latine-américains chaque année). L'Université du Sud (Colombie) est en train de préparer une spécialisation d'ingénierie orientée aux ER pour secteurs decentralisés. La UNI (Perú) organise aussi un cours sur énergie solaire.

## **5. LA COOPERATION INTERNATIONALE**

La coopération internationale avec les pays d'Amérique latine comprend une série d'activités et d'actions coordonnées telles que le transfert technologique, le financement et l'assistance technique, sur la planification régionale (assistance, études énergétiques, campagnes d'information); infrastructure (matériaux et méthodes, assistance au niveau de l'organisation) et programmes de formation.

Ces actions se réalisent dans le cadre des programmes de coopération bilatérale et multilatérale et d'actions coordonnées par des institutions communitaires ou autres, de caractère international et local.

Dans le cadre de la coopération bilatérale, l'activité de la GTZ (RFA) est remarquable dans le domaine des ER, grâce à son Programme Spécial d'Énergies Renouvelables (PEER), commencé en 1979 dans 10 pays (parmi lesquels la Colombie et le Pérou) et qui s'est étendu successivement à d'autres régions.

La coopération italienne a une très forte présence dans le domaine de l'évaluation des ressources géo-thermiques et des études relatives à la "faisabilité" dans plusieurs pays de la région andine; elle est également très active dans le secteur des Petites Centrales Hydroélectriques.

La coopération française est en grande partie coordonnée par l'ADEME (ex AFME) qui a financé des projets en Argentine (La Matancilla, Laguna Blanca), le Chili, l'Équateur, le Brésil et les pays de l'Amérique centrale. La plupart de ces projets concernent l'électrification rurale de zones isolées mais il convient de mettre en relief le projet de biomasse développé dans l'État de Pernambuco (Brésil) et le projet pilote réalisé dans le même État et comprenant plusieurs ER (Table 7).

**Table 7: Source: Ademe Midi Pyrénées**

Date et Lieu	Financement	Partenaire	Concept	Gestion
La Matancilla (Argentina)1985	ADEME, EPEN, Ente Provincial de Energía	EPEN et Ente Provincial de Energía	Electrification photovoltaïque école et mini centre de santé	Photowhat
Laguna Blanca (Catamarca-Argentina)	ADEME, CFCF, Secrétariat de l'Energie Argentine, Secretaría de Ciencias y Técnicas de la province de Catamarca		Eclairage photovoltaïque Chauffe eau solaire Serre solaire Habitat bioclimatique	GRET
Chili	ADEME		Mis en place de 2 pompes photovoltaïques	Solar Force/Photowhat
Equateur (1985)	ADEME	INE, Instituto Ecuatoriano de la Energía	Electrification photovoltaïque d'un dispensaire	Photowhat
Brésil (1979-86) Etat du Pernambouc	ADEME	ADEME, Etat du Pernambouc et Banque Nationale de l'Habitat Social	Eolien Chauffe solaires pour habitat social individuel Biodigesteurs alimentés par jacinthe d'eau Alcool carburant Eclairage public photovoltaïque	

En Espagne, les programmes de coopération sont canalisés par l'intermédiaire de l'Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). La structure organique de base de l'AECI comprend, en tant que centres directifs ayant le catégorie de direction générale, trois instituts chargés de la gestion de la coopération en trois grandes unités géographiques; l'un d'eux étant l'Instituto de Cooperación Iberoamericano (ICI) qui canalise la coopération vers l'Amérique latine.

La coopération américaine s'effectue par différents circuits (notamment, le US Department of Energy) et des programmes tels que: USAID (Programme d'aide américaine); US National Rural Electrification Cooperative Association (NRECA) en Bolivie; Renewable Energy Cooperation Program (PROCER) au Mexique, etc..

De nombreux pays, surtout en Europe, participent progressivement à des programmes multilatéraux avec l'Organisation Mondiale de la Santé, l'Organisation Panaméricaine de la Santé, le Programme des Nations Unies pour le Développement, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel, l'UNESCO, l'OCE et l'Organisation Internationale du Travail, entre autres organismes multilatéraux notoires, et l'on étudie également des formules de co-financement avec la Banque mondiale, l'Association Internationale de Développement (AID) et les banques régionales de développement.

L'activité des ONGs est également importante pour ce qui concerne la réalisation de projets de développement avec des pays de l'Amérique du Sud. Les secteurs prioritaires sur lesquels se concentrent les applications développées sont la santé, l'éducation et le développement rural.

Pour donner un exemple, nous décrivons par la suite la coopération de la CEE et la coopération Ibérique, en l'illustrant à l'aide de quelques programmes concrets.

#### **5.1. La coopération de la Commission des Communautés européennes**

La coopération énergétique communautaire, commencée en 1979 comme une partie de la coopération économique de la CEE avec les pays de la région, a les objectifs suivants: (1) augmenter la capacité de planification des institutions locales; (2) promouvoir les sources renouvelables d'énergie et l'utilisation rationnelle des ressources énergétiques; (3) promouvoir le développement économique; (4) promouvoir l'intégration économique du continent, moyennant l'appui des organismes régionaux comme OLADE; (5) promouvoir l'échange technologique entre la Communauté européenne et l'Amérique latine; et (6), protéger l'environnement.

À la fin de l'année 1991, Il y avait 17 projets de coopération énergétique en exécution en Amérique latine, avec une contribution totale de la Communauté européenne d'environ 15 M ECU. En outre, cinq nouveaux projets furent approuvés en 1991 avec un financement communautaire de 3,65 M ECU, ce qui élève l'engagement financier total de la Communauté européenne à presque 19 M ECU. Au total 22 projets, dont 9 ont un caractère régional ou sous-régional, tandis que les restants sont des projets bilatéraux.

En ce qui concerne la thématique, ces projets se divisent en trois grandes aires: (1) la gestion du secteur électrique (5 projets); (2), le maniement de l'énergie au niveau de la transformation/utilisation (9 projets); et (3), le développement énergétique ayant des ressources locales dans des zones éloignées (5 projets).

Les programmes communautaires qui s'exposent ci-dessus concernent un étude d'évaluation réalisé pour la région des pays Andins et le projet énergétique qui se fait en Amérique Centrale.

### **5.1.1. Situation actuelle des sources d'énergie renouvelables dans le groupe andin.**

L'Assemblée de Cartagena (Junta de Acuerdo de Cartagena) (JUNAC) par l'intermédiaire de son département de technologie, avait commencé en 1984, en coordination avec les pays membres, un projet intitulé "Analyse et Planification énergétique" qui est en train d'être exécuté avec les ressources techniques et financières, aussi bien internes, de la JUNAC, qu'externes, de la CEE, en vertu de l'accord NA/82/04 JUNAC/CEE.

Le principal objectif du projet est de déterminer la demande et les applications des énergies nouvelles et renouvelables dans les différents secteurs de production afin d'être en mesure d'identifier les possibilités et les besoins d'investissement, d'investigation, d'industrialisation, les services et les ressources humaines.

Dans le cadre de ce projet, on a déterminé le besoin de faire un étude sur la situation actuelle des énergies renouvelables aux pays Andins.

Le recueil de l'information a été obtenu à l'aide d'entrevues directes dans les cinq pays, dans 129 centres de différents secteurs et institutions (publiques, universités, entreprises, etc) et le recueil des documents a été fourni par ces mêmes organismes. Cette information a été codifiée au moment opportun et systématisée de sorte qu'elle constitue le premier composant du centre andin d'information technologique en ER. S'il est vrai que le travail était centré en grande partie sur les aspects concernant le développement technologique, on a obtenu également des informations se rapportant à d'autres aspects de grande importance pour l'exploitation du ER, comme les politiques, les plans, la législation, les systèmes d'information, la coopération technique, la distribution des ressources énergétiques, etc.

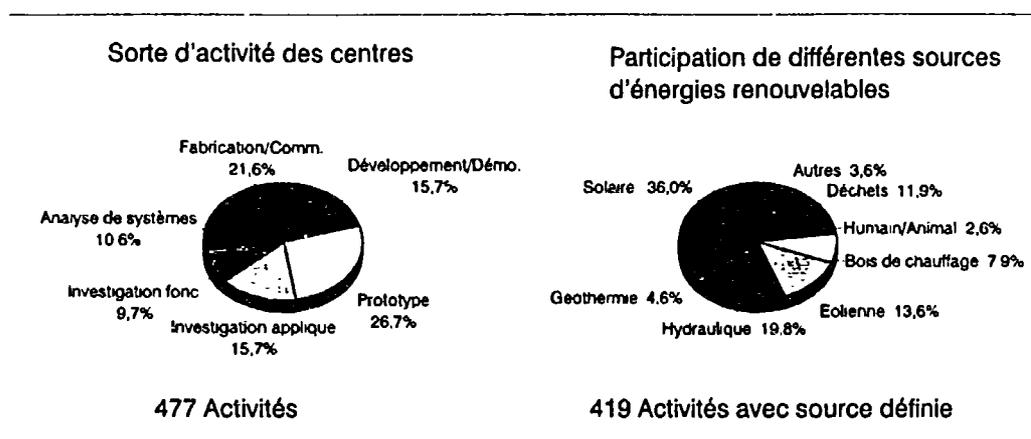
Le document publié (12) contient les aspects suivants:

La description générale des activités identifiées et des centres visités. On considère certains aspects, comme la division des activités par sources d'énergie, par applications et par étape technologique atteinte, la diffusion et le niveau technologique obtenu par différents systèmes et les processus de conversion des ER, tout en mettant en évidence les analogies et les différences entre les cinq pays.

La description détaillée de la situation actuelle de chaque système de conversion du ER (petites centrales hydro-électriques, bio-digesteurs, collecteurs solaires, systèmes photo-voltaiques, etc). Certains aspects, comme que le degré de progrès technologique acquis, la

diffusion obtenue, la viabilité technico-économique et les perspectives de pénétration mises en relief ainsi que les éventuelles, sont pris en considération; on signale également les principaux aspects qui empêchent une plus grande diffusion de chaque système.

Des informations sur certains aspects importants du contexte dans lequel sont en train de se développer les ER, à savoir, les politiques et les plans des organismes compétents du gouvernement, la législation existante, les systèmes d'information disponibles, l'apport de la coopération internationale et finalement, l'investigation sur la distribution et l'importance des sources d'énergie dans la région andine.



Grafique 4

Les conclusions générales sur la situation actuelle et les perspectives des ER ainsi que les conclusions spécifiques en relation avec chaque système de conversion différent, ainsi que les recommandations qui se dégagent de ces conclusions, en soulignant celles qui paraissent plus intéressantes dans le cadre de l'activité et des programmes de la JUNAC, et où l'on pourrait tirer meilleur parti de la coopération européenne.

### 5.1.2. Projet énergétique de l'isthme de l'Amérique centrale (PEICCE)

Le Projet PEICCE se trouve actuellement dans sa seconde phase et il dispose d'un apport communautaire de l'1 MECU.

Le PEICCE n'est pas seulement un projet énergétique, c'est également un projet pour la protection de l'environnement, ayant des actions concrètes de terrain afin de réduire la pollution des eaux par les affluents agro-industriels et protéger les bassins hydrologiques.

Parmi les objectifs généraux du Projet PEICCE, il convient de souligner l'appui donné à l'intégration régionale, à la génération électrique privée et à la réalisation de projets spécifiques.

**a) Intégration régionale.**

Parmi ses objectifs, le PEICCE, en tant que projet régional, doit favoriser l'échange et la coordination entre les pays de l'Amérique centrale à l'égard des thèmes les concernant.

Bien que modeste, sa participation à l'intégration régionale est effective.

Sa contribution plus directe est l'appui à la création, de sa propre initiative, du Foro Regional Energético de América Central (FREAC) par les ministres chargés de la politique énergétique de leurs pays respectifs.

Au mois de novembre 1991, les ministres de l'énergie de 8 pays d'Amérique centrale ont formé conjointement le comité directeur du PEICCE, avec les co-sponsors du projet, CADESCA et la CCE.

Au cours de la deuxième réunion, Belice s'est incorporé avec les autres pays au FREAC qui rassemble à présent tous les pays de l'isthme de l'Amérique centrale.

Ce comité se réunit tous les six mois dans le cadre du sommet des ministres de l'énergie, le FREAC, avec les modalités suivantes: une réunion annuelle en Amérique centrale, financée par le PEICCE et une réunion annuelle au niveau de l'Amérique centrale, préalable à la traditionnelle réunion de ministres de l'énergie de l'Amérique latine, sponsorisée par l'Organización Lationamericana de Energía (OLADE).

**b) Génération électrique privée.**

Dans les six pays de l'isthme de l'Amérique centrale, les interlocuteurs du PEICCE, les gouvernements, les compagnies d'électricité nationales, les fédérations privées, se sont montrés intéressés par l'ouverture du secteur électrique à l'investissement privé. Le PEICCE offre à brève échéance son appui à la matérialisation de cette ouverture à l'aide des actions suivantes:

- L'organisation de plusieurs actes qui rassemblent les compagnies d'électricité et les investisseurs privés ainsi que la réalisation de travaux concernant les aspects légaux et contractuels.
- L'information sur la coexistence, à peine connue en Amérique centrale, des compagnies d'électricité et des générateurs privés en Europe: les aspects constructuels et légaux, les études de cas particuliers de génération ou de cogénération.
- L'assistance à la création d'un "Fond de Coopération énergétique" destiné au financement de projets privés de génération électrique.

### **c) Réalisation de projets spécifiques.**

La principale action du PEICCE est d'appuyer la réalisation en Amérique latine de projets spécifiques de génération électrique, à l'aide de petites centrales hydro-électriques ou géothermiques. Il n'identifie pas de nouveaux projets déjà identifiés lorsqu'ils arrivent au niveau de la pré-faisabilité, et son intervention peut être décrite dans ces termes:

- Assistance technique pour la constitution d'une entreprise électrique privée, appui légal et juridique afin d'obtenir l'autorisation de générer et de vendre de l'énergie électrique.
- Appui financier aux études de génie civil et supervision des travaux, jusqu'à la mise en marche des installations.

La constitution de l'entreprise électrique constitue le premier pas, et il est fondamental pour le développement d'un projet. Le PEICCE offre à ses frais une assistance technique pour la création d'entreprises électriques de droit privé, dans la mesure du possible, de forme participative, en associant au capital des investisseurs privés locaux, des coopératives, des municipalités, les villes les plus proches, et, éventuellement, l'entreprise électrique nationale de forme minoritaire, en favorisant la gestion et l'opération dans un contexte strictement privé.

Dans tous les pays de l'Amérique centrale (sauf le Nicaragua où il faut d'abord résoudre les aspects légaux), le PEICCE apporte actuellement son aide à la préparation de plusieurs projets hydro-électriques qui se réaliseront dans un cadre privé ou mixte.

## **5.2. Coopération ibérique.**

La coopération ibérique joue un rôle important. Elle a une fonction de pont qui sert à favoriser la coopération scientifique et technologique entre les pays de l'Amérique latine et la Communauté européenne, non seulement à l'aide de programmes dont l'initiative est latino-américaine mais aussi par des programmes dont l'initiative est européenne. Le programme CYTED est important dans ce sens, et il sera exposé par la suite. De même, l'Instituto de Cooperación Iberoamericano (ICI) est en train de développer un projet d'électrification rurale sur le Altiplano de la Bolivie. Celui-ci, à cause de ses caractéristiques spécifiques, et parce qu'il s'agit d'un programme de coopération bilatérale (1<sup>o</sup> phase) qui est devenu, dans sa deuxième phase, une coopération multilatérale, mérite aussi d'être exposé par la suite.

### **5.2.1. Le programme CYTED.**

Cyted est un programme international et multilatéral créé en 1984 par un accord cadre inter-institutionnel entre les 21 pays ibéro-américains et 3 organismes internationaux: CEPAL, OEA et UNESCO.

Un instrument qui facilite le développement technologique et l'innovation à l'aide de la coordination des ressources existantes et la coopération entre les universités, les centres de recherche et de développement ainsi que les entreprises innovatrices de l'Amérique latine.

Un moyen de favoriser la modernisation productive et l'amélioration de la qualité de vie des pays de la région.

Ses objectifs sont les suivants:

L'encouragement à la coopération dans le domaine de la recherche appliquée et le développement technologique permettant d'obtenir des résultats scientifiques et technologiques transférables aux systèmes de production et aux politiques sociales des pays latino-américains.

Les modalités de la coopération sont les suivantes:

- Réseaux thématiques: elles facilitent l'interaction, la coopération et le transfert de connaissances et de technologies entre les groupes qui travaillent à des projets semblables.
- Des projets de recherche pré-compétitive: ils favorisent l'exécution de projets grâce à la collaboration et à la coopération entre les groupes des différents pays qui constituent une équipe internationale.
- Des projets d'innovation IBEROEKA: ils facilitent la coopération entre les entreprises de différents pays à l'aide de projets conjoints.

Le programme a une grande flexibilité en ce qui concerne le plan des activités et l'organisation interne des réseaux et des projets.

Les pays mettent en commun leurs ressources grâce au financement des groupes de recherche nationaux qui participent aux réseaux et aux projets. Le programme obtient un effet de synergie et accroît les possibilités des ressources de la région.

Le programme apporte un financement supplémentaire qui provient de la Comisión Interministerial de la Ciencia y la Tecnología de l'Espagne, de l'Agencia Española de Cooperación Internacional et, jusqu'à 1993, de la Comisión Nacional del Quinto Centenario afin de financer les activités de gestion et de coopération qui rendent ce programme possible: réunions de coordination, ateliers, expériences en commun, échanges, mobilité, etc.

Le comité international pour l'évaluation du programme, dans son rapport de 1992, signale que le programme CYTED est l'un des programmes de coopération internationale présentant le meilleur équilibre coût/bénéfice.

Au cours des huit années de développement du programme, 29 réseaux thématiques ont été mis en marche, ainsi que 26 projets d'investigation pré-compétitive. Il y a un dossier qui contient environ 40 projets d'innovation IBEROEKA.

Près de 4000 chercheurs et techniciens latino-américains participent aux activités du programme.

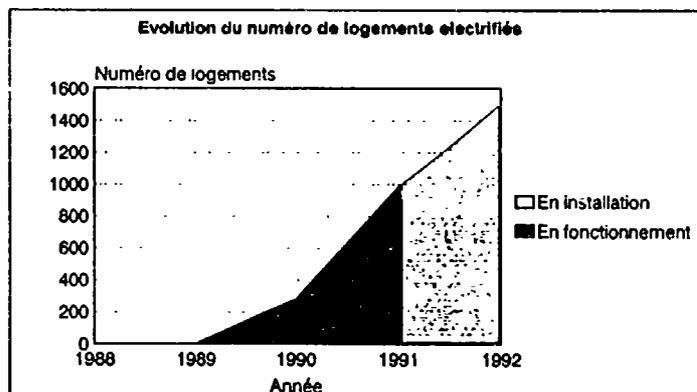
Le programme mobilise actuellement environ 50 millions de dollars et le budget de 1993 pour la gestion et la coopération s'élève à près de 4 millions de dollars.

Les sous-programmes du programme CYTED en relation avec les ER sont les suivants:

- Le sous-programme "nouvelles sources et conservation de l'énergie": séchage solaire, serres andines, macro-accumulateurs thermiques et potabilisation de l'eau.
- Le sous-programme "biomasse" en tant que source de produits chimiques et d'énergie.
- Le sous-programme "technologies" pour la création de logements.

### 5.2.2. Projet d'électrification rurale sur l'Altiplano bolivien.

Le programme s'articule autour de trois idées essentielles: l'électrification domestique par des petits systèmes individuels; la production locale d'équipements; et la participation des consommateurs. La figure représente l'évolution du nombre de logements électrifiés jusqu'à cette date. Le chiffre total, près de 1 500, démontre bien l'ampleur et la maturité atteints par ce programme d'électrification.



Grafique 5

Dans ce programme, il faut discerner deux étapes comme le montre le tableau 8. La première, entre 1988 et 1980, a été conçue par l'Instituto de Energía Solar (IES) de l'Universidad Politécnica de Madrid (ICI), et elle s'est achevée avec l'électrification des 280 premiers logements. Elle a permis d'établir les bases sur lesquelles reposera n'importe quelle action postérieure: la définition d'une installation standard qui permettra d'électrifier des logements à un coût très inférieur à celui de l'extension du réseau électrique conventionnel: la structure de la participation des usagers autour de l'association d'électrification solaire (ADES) et à des frais d'investissements et de manutention de 80 \$ et 1/\$ respectivement, que paye chaque famille électrifiée; ainsi que la construction d'une première "fabrique" d'équipements, d'où provient 50% du ballast utilisé au cours de cette première phase.

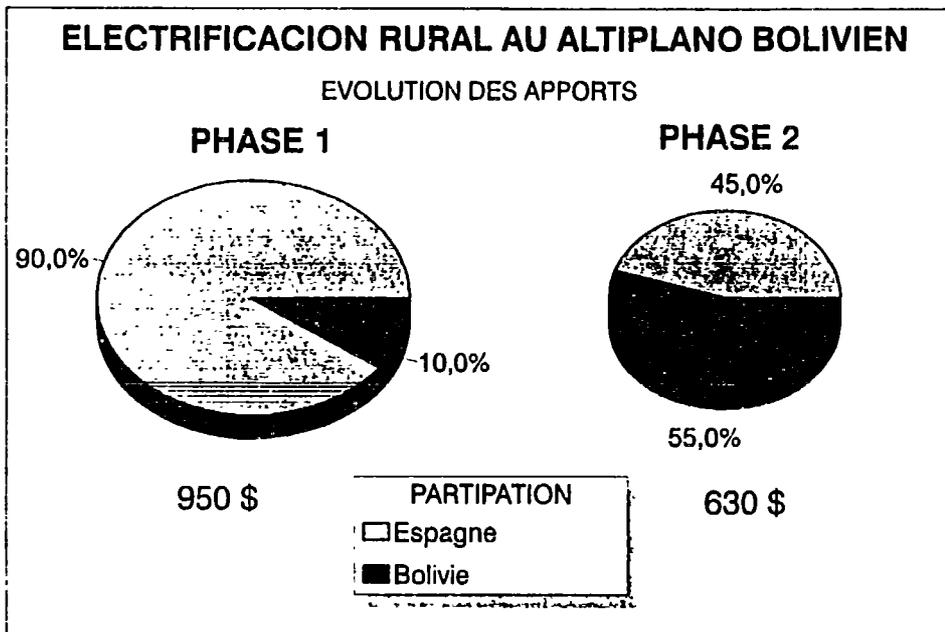
La seconde phase, entre 1990 et 1992, a été financée par l'ICI; la Communauté économique européenne (CEE) et l'Institut para el Apoyo y la Promoción al Desarrollo (IPADE), et sa caractéristique est un accroissement considérable du rythme d'installation, ce qui exige un accroissement de la capacité des infrastructures de fabrication et d'administration. Actuellement, le programme compte 7 employés à temps complet, tous aymaras, qui se chargent de la fabrication, de l'installation et de la manutention des équipements. (Voir Graphique 6).

D'autre part, les apports des consommateurs ont dépassé le chiffre de 100 000 \$.

	Première phase	Deuxième phase
<b>Conception et Coordination</b>	IES	IES
<b>Financement</b>	ICI (100%)	Espagne:ICI 34 % ONGs 32 % CCEE: ONGs 34 %
<b>Appui Institutionnel</b>		ICI
<b>Réalisation</b>	IES/ICI	IES/ICI/IPADE
<b>Succès</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Electrification de 280 logements (950\$/log).</li> <li>-Electrification de Choquenaira.</li> <li>- Fabrication locale d'équipements (balasts).</li> <li>- Participation d'usagers:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure d'ADES.</li> <li>- Investissement 80\$/log.</li> <li>- Tarif de maintenance 12\$/log/année.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrification de 1200 logements.</li> <li>- Electrification de 2 hopitaux.</li> <li>- Fabrication locale d'équipements.</li> <li>- Participation d'usagers:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrastructure d'ADES (informatique).</li> <li>- Actualisation des tarifs.</li> <li>-Remise à neuf des tarifs.</li> </ul> </li> </ul>

Le programme s'est étendu géographiquement, quelques installations sont à une distance de 250 km du centre des opérations situé à Choquenaira, et en même temps, la population rurale del Altiplano a de plus en plus d'espoir d'être électrifiée.

Bien que les conditions de participation sont vraiment dures (si l'on compare les 80% de frais d'investissement avec les près de 400 \$ de revenus annuels par famille, caractéristiques de cette région), le nombre de familles qui ont demandé par écrit leur adhésion au programme dépasse 20 000, ce qui est vraiment très encourageant.



Grafique 6

C'est pour cette raison qu'une nouvelle action a été proposée, qui devra être développée pendant la période 93-95, et qui maintiendra les idées fondamentales du programme, en introduisant quelques modifications, comme celle d'étendre, d'une part, ses applications à des activités productives (fermes, pompages, etc), et d'autre part, celle d'incorporer un élément de relation avec l'environnement en introduisant parmi les obligations des usagers celles de planter quelques arbres (environ 15 par famille électrifiée) et de surveiller leur croissance, ce qui contribuera au reboisement del Altiplano et à la production de bois pour la cuisine.

## 6. ENJEUX STRATÉGIQUES

Le développement des énergies renouvelables dans les pays du Monde Ibéroaméricain se heurte, comme dans d'autres régions du Globe, à des contraintes de caractère structurel, économique et technologique, en dépit des ressources et des impacts fréquemment positifs qui accompagnent l'utilisation de ces énergies. Les enjeux stratégiques qui ont été proposés pour orienter notamment les programmes publiés de coopération avec les pays latino-américains ont été établis à partir de l'analyse de la situation actuelle (comme conclusions) considérant les barrières existantes et concrétisant une série de propositions spécifiques sur ressources, promotion, politique, législation, projets et considérations et recommandations globales sur coopération internationale.

### 6.1. Situation actuelle des ER en Amérique latine

Actuellement, la contribution énergétique des énergies non conventionnelles est marginale dans l'approvisionnement énergétique nationale des pays latino-américains. La faible priorité de ce problème chez les gouvernements, ainsi que le développement naissant de la technologie, les coûts élevés nécessaires pour l'implanter et l'ignorance des possibilités sont les facteurs qui ont créé cette situation.

Sans doute, pour les pays en développement, ce problème est particulièrement grave, car le développement, surtout dans les zones rurales, demande plus d'énergie et qu'elle soit utilisée plus efficacement.

En Amérique latine, particulièrement dans les zones rurales, l'offre d'énergie est très médiocre, ce qui limite le développement socio-économique des pays.

C'est pour ces raisons que l'intérêt suscité par le développement des énergies non conventionnelles se fonde sur deux motifs principaux: (30)

- a) Ces technologies permettent le développement de zones et de régions déprimées en utilisant des ressources énergétiques supplémentaires s'ajoutant aux conventionnelles, qui contribuent, en même temps, à diversifier la base énergétique nationale.
- b) Dans de nombreux cas, elles réduisent l'impact sur l'environnement par rapport aux technologies conventionnelles de production énergétique.

Devant cette situation, on voit un besoin d'utiliser rationnellement l'énergie et de diversifier l'offre énergétique; pour cela, les énergies nouvelles et renouvelables peuvent contribuer d'une manière importante à la solution de ce problème, spécialement dans les zones rurales où elles présentent des avantages par rapport aux énergies conventionnelles qui, à cause de leur coût élevé ne peuvent guère y arriver. Les ER peuvent fournir de l'énergie à des

processus de production ainsi que satisfaire les besoins de loisir, de récréation et de communication.

D'autre part, il faut avoir une influence sur la relation entre l'énergie et l'environnement. Ainsi, l'utilisation de ER avec celle, efficace, des énergies conventionnelles, constitue une alternative indiscutable pour diminuer l'usure de l'environnement, et la forme d'encourager son utilisation est de mettre les dérivés du pétrole à leur vrai prix sans subsides, pour que les ER soient plus compétitives.

De cette façon, les sujets de conservation et d'efficacité dans l'utilisation de l'énergie, qui prennent de l'essor dans les secteurs économiques, bien que ils n'aient pas été abordés en relation avec le secteur de consommation rurale, contribueront de même que les ER à la conservation de l'environnement.

Tout le monde reconnaît que le cadre institutionnel permettant de réaliser des projets concernant les ER dans les milieux ruraux, et urbains-ruraux a été insuffisant, avec des résultats ayant un effet social limité et parfois même des échecs. Les universités, les centres d'investigation privés et l'État, les organismes non gouvernementaux, les entreprises et les ministères n'ont pas constitué des réseaux institutionnels suffisants pour pouvoir aborder tous les aspects en relation avec le développement de l'énergie rurale urbaine et rurale. Des questions comme la dotation d'énergie pour la transformation des produits agricoles ou pour des centrales communales de télécommunications sont rarement considérées dans la planification rurale à cause de l'insuffisance du cadre institutionnel qui devrait considérer l'intervention des organisations sociales en même temps que les institutions promotrices, financières et productrices.

Il faut souligner que l'un des premiers points observés dans les pays d'Amérique latine est l'absence évidente d'information centralisée et mise à jour sur les activités de ER de chaque pays, trop d'interlocuteurs n'ayant guère de coordination dans cette matière.

D'autre part, il y a des grandes différences entre un pays et l'autre, au niveau du développement technologique et de pénétration obtenus par des systèmes de conversion déterminés concernant ER. Il y a un besoin d'information appropriée sur les technologies, les sources et les applications satisfaisantes et possibles des ER.

Les sources d'énergie sur lesquelles se centre l'attention dans les pays latino-américains sont l'énergie solaire, ensuite l'hydraulique, l'éolienne, les déchets et le bois. La principale application des FYNR est la génération d'électricité à petite échelle, suivie par la production de bio-gas, le pompage, le chauffage de l'eau, la production d'aliments, le séchage et la

cuisson. Les applications sont clairement orientées vers le milieu rural: pouvoir chauffer de l'eau est d'une grande importance dans les milieux ruraux. (12)

Toutefois, les deux principales sources actuelles de ravitaillement d'énergie rurale, comme le bois et l'énergie musculaire (humaine et animale) reçoivent peu d'attention.

Les centres qui réalisent des activités concernant les ER dans les pays latino-américains se divisent en parties semblables, en trois groupes: le secteur public, le secteur privé, et le troisième groupe comprend les universités, les organismes et les programmes internationaux. La participation des entreprises privées indique la maturité technologique atteinte par plusieurs équipes de conversion des ER qui sont fabriqués et commercialisés en grande quantité, avec une certaine rentabilité et un marché qui s'accroît de jour en jour.

Les travaux réalisés se limitent pour la plupart à la construction et à l'étude de prototypes d'appareils, d'équipements ou de machines pour tirer parti des ER. Il y a peu de projets consacrés à la diffusion de ces technologies (sauf les séchoirs solaires, les biodigesteurs, les moulins à vent, et les petits systèmes photo-voltaiques) et il n'y a presque pas de transfert de technologie des universités au secteur productif.

Il y a un manque de personnel spécialisé, autant au niveau universitaire que technique dans l'investigation, le développement, l'administration et l'emploi, non seulement des ER mais aussi de l'énergie en général.

Il y a un déficit qualitatif et quantitatif dans la création des programmes d'enseignement, de formation et d'investigation par rapport à la demande déjà mentionnée. Ces programmes doivent être structurés de façon à ce que se renforcent les liens entre les groupes universitaires et le secteur public et commercial de ER.

Dans l'ensemble de toutes les ER, les pays latino-américains ont une structure semblable dans leur respectif développement technologique global qui se caractérise par une activité majoritaire, mais en diminution. dans les domaines de la recherche, du développement et de la démonstration, accompagnée d'une activité bien établie de production et de commercialisation en croissance rapide. Toutefois, en observant la situation de chaque système de conversion, on observe des différences considérables entre un pays et un autre. Des technologies sont mûres dans certains pays, on en trouve encore à une étape de développement naissant, ou il n'y en a pas du tout, dans d'autres. Dans certains cas, cette situation a des explications liées à des conditions locales particulières; toutefois, dans la plupart des cas, on voit qu'il y a peu de possibilités d'échanges entre ces pays.

De nombreux résultats déjà établis dans certaines régions ou pays pourraient être transférés d'une façon relativement facile à d'autres qui présentent des problèmes semblables, à l'aide

de la diffusion technologique. Ainsi, le domaine des petites centrales hydrauliques (PCH) est un des plus complexes. Il y a un secteur de micro-centrales (jusqu'à 100-200 KW) qui se trouve en pleine évolution technologique et qui, dans certains cas, est près de la maturité. Le marché se trouve freiné par des insuffisances institutionnelles dans les programmes, le manque de ressources économiques, difficultés techniques et logistiques dans l'exécution, rentabilité douteuse dans des régions particulièrement déprimées et avec peu de possibilités productives. Leur développement à grande échelle dépend du transfert du "know-how" et de la technologie pour pouvoir obtenir la participation des consultants locaux et la fabrication des pièces de rechange, et afin de réduire substantiellement les coûts. Cela dépend également de la disponibilité des ressources économiques et probablement de la création d'entreprises sous-régionales qui couvrent le marché des pays.

Le domaine des bio-digesteurs est en plein essor, bien qu'il existe des exemples de rentabilité économique et de faisabilité démontrées. La technologie de conversion est bien connue en Amérique latine et sa viabilité dépend principalement de la meilleure utilisation du bio-engrais qui est indispensable pour la rentabilité de la plante et doit être déterminée pour chaque zone, en termes de culture et de modalités d'application. Autres aspects importants concernent la formation du consommateur et l'assistance technique. (Réf. 12).

Le collecteur solaire est le système qui a fait le plus de progrès. Il y a des entreprises qui se sont établies pour les fabriquer dans la plupart des pays latino-américains, mais il a différentes qualités et différents volumes de production. En ville, il fait la concurrence aux sources conventionnelles et sa diffusion en Équateur et en Colombie représente déjà une économie considérable d'électricité. Si l'on pouvait disposer de lignes de crédit pour financer l'utilisateur, il pourrait rapidement occuper une place importante dans les bilans énergétiques nationaux (12).

Les systèmes photovoltaïques pour l'illumination des maisons rurales se trouvent aussi à une étape de diffusion massive dans quelques pays de l'Amérique latine. Il faut importer les modules jusqu'à ce que les perspectives du marché mondial s'améliorent et les cellules photovoltaïques aient un prix plus stable et que leur coût diminue. Ce sont encore des modules importés, et l'actuelle intégration des pièces nationales dans les systèmes d'illumination domestiques atteint 50-60%, ce qui représente un pourcentage assez satisfaisant. Malgré le grand volume de ventes, la technologie de fabrication du composant national est encore imparfaite. La capacité de pénétration du système dans la campagne est démontrée, et le prix de US\$500-600 est acceptable, même pour les secteurs ayant des revenus très bas, si l'on dispose d'un financement adéquat: jusqu'à cinq ans, ce qui correspond à peu près à la période d'amortissement de l'équipement, avec les économies de bougies, de kérosène et de piles (12).

Les moulins à vents pour le pompage de l'eau se fabriquent dans différentes entreprises de l'Amérique latine et leur technologie est bien consolidée et adaptée à des situations locales de marché, le vent et les besoins de pompage, et l'on obtient des prix très inférieurs à ceux qui sont importés. Étant donné que le rayon d'action des fabricants est limité en ce qui concerne l'installation et la manutention, l'accroissement du secteur dépend de la dispersion des petites et moyennes entreprises. Toutefois, pour faire la concurrence sur un pied d'égalité avec la pompe à moteur conventionnelle, il faut des lignes de financement appropriées, des compensations au subside accordé aux combustibles et de la promotion.

D'autres technologies ayant une présence moindre mais beaucoup de perspectives et pouvant être accélérées avec des mesures adéquates sont les suivantes: a) Les serres solaires pour la culture des légumes dans les zones du Altiplano ; b) la climatisation passive des logements ruraux, c) les fourneaux ou cuisines à bois améliorées; et d), les séchoirs solaires pour les produits traditionnels. (12)

## **6.2. Les barrières qui empêchent le développement**

Les facteurs qui empêchent une plus grande utilisation des ER sont les suivantes:

- La faible ou nulle priorité donnée par les gouvernements dans le cadre politique, économique et social dans lequel se trouve le problème. On observe de fortes déficiences dans le domaine des ressources humaines et des fonds, dans les secteurs du gouvernement chargés de formuler les politiques, les plans et la législation concernant les ER.
- Il y a un manque de politiques claires, organiques et explicites dans le secteur spécifique des ER, ainsi que de bases suffisantes pour proposer une législation pour la promotion de ces sources.
- La disponibilité de fonds publics et privés qui actuellement sont presque insignifiants, surtout si on les compare avec les ressources économiques destinées chaque année au développement des sources énergétiques conventionnelles.
- La forme dans laquelle s'est développée la technologie et sa disponibilité. On manque d'information centralisée et mise à jour sur la technologie et les activités concernant les ER de chaque pays.
- Les rares et contradictoires méthodologies de sélection et de conception des projets de ER.
- À la mauvaise situation et disponibilité des ressources, il faut ajouter l'ignorance des caractéristiques de la demande.
- À l'ignorance généralisée des applications de ER ayant du succès. On a observé des

grandes différences entre un pays et un autre aux niveaux du développement technologique et de la pénétration atteints par des systèmes de conversions déterminés concernant les ER.

Plusieurs de ces facteurs peuvent être contrôlés à l'aide de politiques énergétiques claires qui fassent la promotion des ER; d'autres sont, jusqu'à un certain point, imprévisibles, comme les prix des combustibles et de l'électricité avec lesquels ils doivent entrer en compétition.

### **6.3. Enjeux stratégiques**

Il faut établir un ensemble de programmes d'appui et d'assistance technique et économiques pour ceux qui peuvent offrir et pour ceux qui ont besoin de demande, pour l'utilisation d'énergie renouvelable pour le bénéfice du développement national. Les programmes doivent expliquer les possibilités de concertation, en créant des mécanismes appropriés qui assurent la diminution des impacts nocifs sur les aspects économiques, sociaux et de l'environnement. Il faudra assurer un processus d'interaction dynamique entre les ressources naturelles, économiques et technologiques pour l'utilisation finale de l'énergie et fournir activement le lien entre ceux qui offrent et/ou ceux qui demandent des processus technologiques qui appuient le développement national de l'énergie.

#### **6.3.1. Ressources**

Le recueil des données sur les ressources concernant ER et l'évaluation de sa capacité respective se trouvent actuellement distribués entre un grand nombre d'institutions, sans qu'il y ait d'homogénéité. On recommande la création d'une banque de données pour les ressources concernant les ER, ayant les fonctions suivantes:

- Identifier les institutions qui réalisent des travaux de recueil et d'élaboration de données et maintenir un contact permanent avec elles.
- Recueillir l'information sur les ressources, la mettre à jour et l'homogénéiser, en créant des méthodologies appropriées.
- Préparer des cartes de la distribution des ressources concernant ER.
- Publier périodiquement l'information mise à jour concernant la capacité des ER (12).

### 6.3.2. Analyse stratégique "par filière"

Dans le chapitre 3 on a réalisé une caractérisation des différentes filières en fonction du type d'énergie, utilisation et secteur d'application. A partir de cette caractérisation, on a établi une typologie des différentes filières présentées et une stratégie propre à chacune de ces familles.

On considère donc quatre groupes de filières d'énergies renouvelables.

Le **premier groupe** c'est l'utilisation archaïque de la biomasse. L'action est prioritaire, elle a pour objet de rationaliser cet usage. Les barrières sont avant tout culturelles et financières, elles résultent du sous-développement qui perpétue cette filière, la pression démographique aggrave la situation.

Le **deuxième groupe**, les filières structurantes, peut induire un développement économique durable qui permettra aussi de trouver des solutions à l'utilisation archaïque de la biomasse.

Le **troisième groupe** est celui des filières ou technologies économiquement compétitives (solaire thermique en particulier).

Enfin, les filières qui permettent des productions centralisées constituent le **quatrième groupe**.

#### a) Premier groupe: Utilisation archaïque de la biomasse

La priorité fondamentale est la rationalisation de l'utilisation traditionnelle de la biomasse et des déchets, dont les impacts sur l'environnement sont désastreux (Filière F1). On a vu que dans de nombreux pays du Monde Ibéroaméricain, en Amérique Latine mais aussi en Europe, l'utilisation non maîtrisée du bois est à l'origine d'une dégradation irréversible du milieu; de plus la poursuite de pratiques archaïques constitue bien souvent un frein au développement économique et social. Les solutions "technologiques" (amélioration des rendements d'utilisation, création de ressources supplémentaires, substitution par des énergies conventionnelles, etc.) sont indispensables mais leur mise en oeuvre implique en général une évolution globale de la situation économique et sociale.

Les différentes filières utilisant des énergies renouvelables constituent des alternatives rationnelles à l'utilisation inconsidérée de la biomasse. A ce titre, le développement des filières d'utilisation diffuse, par leur caractère structurant, devraient constituer l'essentiel de l'effort en matière de diffusion des énergies renouvelables.

## **b) Deuxième groupe: Filières structurants**

Ces filières sont toutes celles dont la mise en oeuvre n'est pas dictée par de simples conditions de marché. Leur justification passe par la prise en compte des impacts de caractère social et environnemental qui les accompagnent. Elles concernent l'utilisation rationnelle de la biomasse, au niveau domestique (F2), voire à plus grande échelle (F3), mais toujours en restant au niveau local. Cette filière "industrielle" de production de chaleur et d'électricité par la valorisation des déchets de l'agriculture et de industries rurales constitue un enjeu majeur pour les pays d'Amérique Latine. Les obstacles à sa mise en oeuvre sont avant tout de caractère structurel, les projets devant trouver leur place dans des structures industrielles et énergétiques immuables qui évoluent lentement.

D'autres filières de ce type doivent être développées: la méthanisation (F5), malgré de réelles difficultés de mise en oeuvre, l'énergie éolienne décentralisée (F11), le solaire photovoltaïque (F10), filière privilégiée et en fort développement, la mini et la micro hydraulique (F12), que exige des structures adaptées pour assurer le financement des projets et l'exploitation des installations.

Toutes ces filières font l'objet de programmes de coopération. C'est certainement la voie qu'il faut privilégier dans l'avenir pour surmonter les barrières technologiques et financières qui entravent encore leur développement. La coopération ne peut en revanche être efficace que si les obstacles de type structurel qui entravent la mise en place et le développement de ces filières sont effacés. C'est un indispensable préalable à la mise en place de tout programme de coopération.

## **c) Troisième groupe: Filières de technologies compétitives**

Parmi les filières d'utilisation diffuse, certaines ont atteint ou devraient rapidement atteindre un niveau de compétitivité économique satisfaisant leur permettant de se développer selon les lois du marché. Les filières solaire thermique (F6, F7, F8) n'ont pas la croissance qu'elles devraient avoir en Amérique Latine et dans l'ensemble du Monde Ibéroaméricain. Dans cette catégorie peut aussi rentrer la filière éolienne (F11). Ces filières pourraient relayer les réseaux de distribution des énergies conventionnelles. A la différence des filières du groupe précédent elles trouvent pour l'essentiel leur application dans le monde urbain, pour la satisfaction de services en forte croissance. Des obstacles économiques et structurels, en particulier par la distorsion des prix des énergies concurrentes, parfois des barrières technologiques et l'absence de règles de construction et d'aménagement, freinent le développement de ces filières.

En Europe, leur succès mitigé n'est pas véritablement stimulant pour promouvoir leur application en Amérique Latine mais les situations sont fort différentes et une analyse économique objective montre souvent l'intérêt que certains pays pourraient retirer du développement des filières "solaire thermique" en particulier.

La coopération internationale, dans ce domaine, devrait s'orienter vers le terrain industriel, pour structurer une offre technologique indispensable.

#### **d) Quatrième groupe: Filières centralisées**

Les filières "centralisées", qu'il s'agisse de production d'alcool ou d'électricité, relèvent d'une logique nationale que maîtrisent les grandes compagnies publiques et privées. L'application des énergies renouvelables dans ces domaines relèvent de grandes options de politique économiques, en particulier des modes de production et de distribution d'énergies dont souhaite se doter la nation.

On a souligné les impacts parfois négatifs de l'utilisation massive de l'hydroélectricité, un bilan rigoureux des impacts associés à toutes les filières de production centralisée des énergies renouvelables (F12 et F14 à F19) doit être réalisé avant tout projet. Les contraintes technologiques et financières que ces filières impliquent font perdre aux énergies renouvelables leur caractère attractif d'énergie "nationale" ou "locale".

En conséquence, les programmes de coopération qui pourraient englober les modes de valorisation centralisée des énergies renouvelables sont dictés par des critères différents de ceux qui justifient la promotion des filières diffuses.

### **6.3.3. Promotion industrielle et commerciale.**

Un grand nombre de technologies développées dans le but de tirer parti des ER sont arrivées à une étape de maturité pendant les dernières 10-15 années, et elles se trouvent actuellement à une première étape de fabrication et de commercialisation massive. La capacité installée et les ouvertures de marché obtenues jusqu'à présent avec peu ou aucune aide externe, peuvent s'accroître considérablement si l'on prend des mesures qu'il faut pour leur appui et leur promotion, par exemple:

- Effectuer des diagnostics des problèmes technologiques industriels et commerciaux des ER dans les pays où l'on ne les réalise pas en profondeur, et où il faut les mettre

à jour.

- Créer, éventuellement avec l'appui de la coopération internationale, des fonds pour le financement des ventes des différents équipements de conversion de ER pour compenser l'actuel désavantage par rapport aux alternatives conventionnelles de faible inversion initiale.
- Faciliter la désagrégation technologique des équipements importés et l'accroissement des composants de fabrication nationale, à l'aide de programmes de coopération internationale orientés vers l'acquisition des "Know how" respectifs et à leur transfert aux entreprises nationales.
- Appuyer la promotion commerciale par l'élaboration de matériel de divulgation et la réalisation de campagnes de promotion de produits spécifiques à des moments critiques de leur croissance, par l'intermédiaire des médias.
- Identifier les possibilités et favoriser les contrats d'agrégation technologique entre les entreprises latino-américaines pour l'élaboration de produits destinés au marché mondial.

#### **6.3.4. Politique et législation**

On observe des déficiences graves au niveau des ressources humaines et des fonds dans les secteurs du gouvernement chargés de formuler les politiques, les plans et la législation concernant ER (12). Pour cela, il est nécessaire de:

- Renforcer les infrastructures et les ressources humaines des organes du gouvernement qui développent des politiques et des plans concernant ER.

Ainsi:

- En ce qui concerne le système scientifique, on suggère une série de politiques qui essaient d'appuyer, de promouvoir et de coordonner l'investigation de base, et appliquée en connexion avec les ER, en essayant d'éviter des surpositions ou des lagunes dans cette matière. La coopération et l'échange entre les pays des régions d'application semblable par sources d'énergies sont fondamentales.
- Quant au système technologique, on recommande de promouvoir l'établissement d'un solide système de développement technologique et "d'entreprises de technologie" qui assurent le plus rapide transfert des connaissances acquis dans la région ou à l'extérieur, à l'activité productive.
- Le système d'éducation devra incorporer le sujet des ER le plus rapidement possible à tous les niveaux: primaire, secondaire et universitaire. À chaque niveau, on devra adapter l'information disponible afin d'atteindre les effets recherchés; diffusion,

connaissance et formation des ressources humaines pour la recherche, construction et opération d'éléments concernant les ER.

- Proposer et soutenir la création d'institutions publiques et privées spécialisées dans le domaine des ER; à cet effet, on envisage de:
  - Recueillir des information sur la législation mondiale pour la promotion des ER et proposer des modèles adaptés aux nécessités et aux caractéristiques latino-américaines.
  - Identifier et proposer la homogenisation, la comptabilité et l'intégration des politiques, plans et législation entre les pays, en soulignant les effets synergiques qui peuvent être obtenus.
- Dans le système économique, il faut envisager de nouveau les divers mécanismes de financement et les systèmes de crédit en rapport avec le développement énergétique afin de les adapter aux caractéristiques des ER.
- Redistribuer les fonds publics disponibles pour le développement énergétique, en tenant compte de la participation possible des ER dans le ravitaillement énergétique total (12).

#### **6.3.5. Projets**

Les activités concernant ER montrent une structure peu rationnelle et peu cohérente avec les nécessités prioritaires des secteurs des possibles consommateurs (12). Il est donc recommandé de concevoir et de mettre en marche un programme de développement technologique de ER pour promouvoir ces questions qui, ayant une importance prioritaire, reçoivent une attention insuffisante. Ce Programme devra comprendre les activités suivantes:

- Préparation de bilans énergétiques ruraux qui comprennent toutes les énergies non commerciales importantes et permettent d'identifier les nécessités prioritaires et les champs où l'on peut obtenir des résultats plus importants avec le moins d'efforts.
- Proposer et soutenir, avec l'appui de la coopération internationale, l'exécution de projets qui rentrent dans le cadre du Programme de développement technologique de ER, en particulier, des projets qui ne reçoivent pas assez d'attention, en comparaison avec leur priorité.
- Dans le cadre de l'exécution des projets, élaborer des méthodologies qui prévoient un division exacte des fonctions entre les institutions participantes.

D'une forme spécifique, il faudra organiser les actions suivantes en relations avec les champs suivants:

- **Petites Centrales hydro-électriques**
  - Diffusion de méthodologies et promotion des activités d'évaluation des ressources locales, étude et création de micro-centrales.
  - Appui au secteur public et aux entreprises privées pour la constitution d'institutions spécialisées en électrification avec des micro-centrales.
  - Transfert des technologies pour la fabrication de régulateurs électroniques et alternateurs.
  - Fond rotatif pour le financement de programmes d'électrification rurale avec des micro-centrales.
  
- **Bio-digesteurs.**
  - Projets démonstratifs qui évaluent l'emploi du bio-engrais pour les cultures traditionnelles de différents endroits et déduisent la rentabilité économique du bio-digesteur.
  - Diffuser au niveau sous-régional les résultats techniques et économiques obtenus dans quelques pays (Pérou, Colombie).
  
- **Collecteurs solaires.**
  - Campagnes de promotion dans les régions urbaines ayant les conditions nécessaires d'installation et besoin d'eau chaude. (La Paz, etc).
  - Fond rotatif pour le financement du système domestique au consommateur dans les zones urbaines et rurales.
  - Diffusion de la technologie parmi les pays de sous-région (De la Colombie et l'Équateur vers la Bolivie) et l'élaboration de normes techniques.
  - Législation pour la promotion.
  
- **Systèmes photovoltaïques.**
  - Transfert de la technologie en relation avec le composant local des systèmes d'illumination domestique rurale (régulateurs, lampes, batteries, appareils avec le courant continu, etc).
  - Fond rotatif pour le financement du système d'illumination au consommateur dans les zones rurales.
  - Révision et homogénéisation des tarifs douaniers pour l'importation des modules photovoltaïques.
  - Campagnes de démonstration et de promotion dans les zones rurales ayant un marché potentiel important.

- **Moulins à vent**
  - Développement et démonstration de l'utilisation de systèmes éoliens de pompage pour les application d'eau potable, l'élevage d'animaux et des petites irrigations.
  - Fonds de financements pour l'utilisateur, en particulier pour les systèmes collectifs d'eau potable.
  - Etude des avantages fiscaux compensatoires des subventions appliquées aux combustibles liquides.
  
- **Bois.**
  - Elaborer et exécuter des programmes de diffusion par régions, de cuisines à bois améliorée (fourneaux)
  
- **Serres.**
  - Diffuser la technologie des serres développée en Bolivie.

### **6.3.6. Coopération**

Les possibilités de financement international pour les projets d'énergies non conventionnelles dépendent de la formulation de projets cohérents et bien conçus et de la capacité de réponse des organismes, entreprises qui forment la contrepartie nationale, la plupart peu consolidées et très dispersées; parmi d'autres facteurs, des résultats de la planification énergétique au niveau national, et par conséquent, de leur capacité de faire la concurrence, non seulement avec des projets conventionnels, mais aussi avec des projets non conventionnels alternatifs à ceux qui sont proposés. (80)

L'opportunité d'explorer les possibilités que montrent les ER est assez évidente, selon ce qui vient d'être expliqué, toutefois, pour obtenir des niveaux de coopération internationale encore plus élevés, il est nécessaire de définir les politiques permettant de surmonter les barrières qui actuellement empêchent le développement complet des possibilités des ER, comme nous l'avons expliqué dans le paragraphe antérieur. Les politiques sont des signaux qui orientent et permettent de créer des conditions de compétitivité d'alternatives déterminées, en accord avec les intérêts de chaque pays.

Dans les secteurs énergétiques et de l'environnement, l'intégration dans les différentes régions du monde latino-américain se fait grâce à la création d'institutions appropriées et le développement d'importants programmes régionaux avec l'appui d'institutions comme la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), l'Organización Lationamericana de Energía (OLADE), la Banque mondiale, la Communauté européenne, le FREAC, le Mercosur, etc.

Chacune de ces régions se caractérise par ses origines communes, les mêmes aspirations et des niveaux de développement semblables, en devant chercher des solutions qui satisfassent ces conditions, c'est-à-dire, des projets en commun, en utilisant leurs propres ressources. Tout cela se traduit par un appui très ferme au développement de nouvelles sources renouvelables d'énergies qui respectent l'intégration de l'énergie et de l'environnement.

Dans ce sens, il faut que les gouvernements de la Communauté économique européenne et autres, aient un espace dans le secteur énergétique latino-américain, notamment pour appuyer économiquement l'énergétisation rurale de ces pays ayant une mentalité productive, de façon à ce que l'énergie puisse être un instrument permettant d'avoir accès aux opportunités qui permettent le développement intégral des pays.

Les actions à entreprendre doivent envisager les échanges entre les régions, entre les pays d'une même région ainsi que l'intégration régionale.

Parmi les recommandations à effectuer pour l'implantation des programmes de coopération, on peut considérer les suivantes:

- Coordonner la coopération internationale afin d'éviter la dispersion des initiatives et un double effort. Dans ce sens, les groupes de pays d'une même zone géographique avec des problèmes en commun (par exemple, JUJAC; MERCOSUR, FREAC, etc) permet d'établir des priorités et de minimiser les différences, en développant des actions communes.
- La coopération internationale doit identifier les nécessités réelles des pays bénéficiaires et assurer la continuité de ses interventions.
- Il est important de développer des projets participatifs en associant les investisseurs du secteur privé et en impliquant les organisations pour l'environnement implantées dans chaque région.

La coopération horizontale semble être la meilleure formule, si elle signifie l'intégration des ressources dans des projets plurinationaux de développement localisé. En d'autres termes, concevoir des programmes d'actions structurées, ayant un caractère multinational correspondant à un mécanisme de coopération, le multisecteuriel qui considère autant les administrations publiques que les secteurs de production et services, et finalement, le multisocial, dans lequel se conjuguent la présence et le comportement et, éventuellement, les intérêts, la gestion, le financement et l'utilisation (3).

## **RESUME**

### **L'ENERGIE SOLAIRE DANS LE MONDE IBEROAMERICAIN**

#### **INTRODUCTION**

Le rapport dresse la situation d'utilisation des ER dans l'ensemble du Monde Ibéroaméricain, à savoir les pays de la Péninsule Ibérique et ceux d'Amérique Latine hispanophones et lusitophones. Il présente aussi les potentiels d'utilisation de ces énergies et passe en revue les enjeux économiques et socio-économiques des différentes filières qui font appel aux ER. Le rapport propose enfin des stratégies d'action qui permettraient de développer l'utilisation des ER.

La base culturelle commune des pays qui constituent le Monde Ibéroaméricain cache des grandes différences de structures économiques, sociales et technologiques. Les situations énergétiques sont aussi fort différentes d'un pays à l'autre, les ressources fossiles sont en général limitées, les structures de production et de distribution, notamment d'électricité, sont en revanche assez homogènes. Jusqu'à une date récente, le secteur énergétique était dans pratiquement tous les pays du Monde Ibéroaméricain contrôlé par des monopoles publics. L'Espagne a fondé son système énergétique sur la production privée et décentralisée et la libéralisation du secteur énergétique est amorcée dans plusieurs pays d'Amérique Latine, notamment au Chili et en Argentine.

Les pays sont regroupés en Régions, caractérisées par une unité géographique ou qui font partie d'une même entité économique et présentent une problématique commune. Sont ainsi considérées: la Péninsule Ibérique (Espagne et Portugal), le Mexique, l'Amérique Centrale (Marché Commun Centraméricain), les Caraïbes, les Pays Andins (Pacte Andin plus le Chili), et les quatre pays qui constituent le MERCOSUR (Argentine, Brésil, Paraguay et Uruguay).

L'Espagne et le Portugal assurent le relais entre l'Europe et l'Amérique Latine, en favorisant la coopération technologique et financière qui permet de rationaliser et de développer l'utilisation des ER.

Les projets de coopération impliquent souvent plusieurs pays, regroupant des intervenants publics et privés. Les projets recouvrent l'identification et la réalisation de programmes de développement et la mise en place de mécanismes de financement adaptés aux conditions locales. La protection de l'environnement et les transferts de technologie sont des thèmes prioritaires de ces programmes.

## **RESSOURCES ET BILANS**

Les ER sont représentées dans le bilans énergétiques par la production hydroélectrique qui en Amérique Latine constitue 7,6% (\*) de la consommation d'énergie primaire. Ce taux élevé masque des disparités importantes par pays.

Les réserves hydrauliques sont très élevées dans certains pays et les taux d'équipement sont en général faibles (seuls le Mexique et le Brésil ont un taux d'équipement hydraulique supérieur à 30%). Dans la Péninsule Ibérique la part de l'hydroélectricité n'est que de 2,2% dans la consommation d'énergie primaire.

Fréquemment qualifiée "d'énergie non commerciale" ou "énergie non conventionnelle", la biomasse et les déchets représentent 20% de l'approvisionnement énergétique de l'Amérique Latine, soit 100 Mtep. Le seul secteur résidentiel consomme 34 Mtep, bois et charbon de bois représentant 45% de la consommation d'énergie de ce secteur. En Espagne et au Portugal la biomasse est aussi utilisée par le secteur domestique, la consommation est de l'ordre de 2,5 Mtep. Il convient de souligner l'utilisation de la biomasse pour la production d'alcoolcarburant, très importante au Brésil.

Dans l'ensemble du Monde Ibéroaméricain, les potentialités d'usage de la biomasse (bois et déchets agricoles) sont considérables mais les impacts sur l'environnement sont souvent inacceptables et la rationalisation de cet usage est un impératif absolu. Les autres utilisations des ER (solaire thermique, énergie éolienne, géothermie et même micro-hydraulique) restent présentement limitées, surtout en Amérique latine. En Espagne et au Portugal de nombreuses opérations ont été lancées, bénéficiant des programmes de développement organisés par la Communauté Européenne, le programme THERMIE notamment.

## **FILIERES ET ENJEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES**

Les filières à l'origine desquelles se trouve une source d'ER sont très diverses. Ces filières sont décrites et on analyse leurs enjeux et leurs impacts.

La typologie des filières est présentée ci-après et décrite de manière approfondie dans le rapport.

(\*) Dans l'ensemble du rapport l'équivalence électrique est définie par l'équivalence calorifique.

**Bois-déchets-charbon de bois/ cuisson-éclairage-chauffage/ secteurs domestique et artisanat. *Utilisation diffuse.***

C'est l'usage traditionnel de la biomasse, en milieu rural principalement. La démographie et les besoins croissants ont entraîné une surexploitation de la ressource induisant une cohorte de problèmes écologiques et économiques dans de nombreux pays d'Amérique Latine. En Europe, certaines utilisations archaïques de la biomasse persistent.

**Bois et autres végétaux/ combustion et production de chaleur/ secteur résidentiel et petite industrie. *Utilisation diffuse.***

Mise en œuvre d'équipements modernes et exploitation rationnelle de la ressource, la filière est largement utilisée en Europe mais très peu développée en Amérique Latine.

**Biomasse-déchets/ combustion pour production de chaleur et/ou d'électricité/ tous secteurs. *Utilisation semi centralisée.***

Filière encore peu développée. Ses impacts sont en général très positifs, les enjeux sont importants.

**Déchets organiques/ méthanisation/ biogaz/ secteurs résidentiel et industriel. *Utilisation diffuse ou semi-centralisée.***

La filière est encore peu développée en Amérique Latine mais des projets de coopération sont en cours, en Amérique Centrale notamment. Des opérations pilotes sont réalisées en Espagne et au Portugal.

**Biomasse/ distillation/ secteur industriel. *Production centralisée.***

Production d'alcool ou autre composé chimique à usage de carburant, principalement destiné aux transports. L'expérience brésilienne est unique au monde par son ampleur.

**Solaire thermique actif/ eaux chaude ou climatisation/ secteurs résidentiel/ tertiaire et industriel. *Utilisation diffuse.***

Faible pénétration en Amérique Latine malgré la prometteuse ressource solaire. A la Péninsule Ibérique il y a une bonne connaissance, où on a déjà introduit dans quelques installations collectives la conception de garantie de résultats; cependant, la pénétration au marché est encore lente.

**Solaire bioclimatique/ chauffage des locaux/ bâtiments. *Utilisation diffuse.***

En Amérique Latine la conception des bâtiments modernes est peu soucieuse des conditions climatiques locales. A la Péninsule Ibérique, on a promu intensément l'architecture bioclimatique, mais le degré de réalisation est encore faible à cause d'obstacles divers.

**Solaire actif ou passif/ séchage et autres procédés/ secteurs agricole et industriel. *Utilisation diffuse.***

Les utilisations restent traditionnelles, les technologies n'ont pas évolué de manière significative malgré les programmes de recherche en cours.

**Serres/ culture végétal/ secteur agricole/ *Utilisation diffuse.***

Le développement des cultures en serres à l'Altiplano a été étudié par des nombreux centres de Bolive. La diffusion de serres et des techniques de culture peuvent apporter des résultats très positifs en ce qui concerne l'alimentation et les revenus.

**Solaire photovoltaïque/ services domestiques (éclairage, électroménager, pompage: "électrification rurale")/ secteurs domestique et agricole. *Utilisation diffuse.***

Les applications sont nombreuses en Espagne et au Portugal. Malgré le fait que les expériences sont isolées en Amérique Latine, il y a des programmes d'électrification rurale qui sont actuellement en progression.

**Eolien/ services domestiques et agricoles (production électrique et pompage)/ secteurs domestique et agricole. *Utilisation diffuse.***

Nombreux usages traditionnels des éoliennes multiples. Lente pénétration d'éoliennes de technologie nouvelle.

**Eolien/ production électrique en réseau/ tous secteurs. *Production centralisée.***

La Péninsule Ibérique expérimente des fermes éoliennes et des machines de forte puissance.

**Grande hydraulique/ production d'électricité (et frigation éventuelle)/ tous secteurs. *Production centralisée.***

Le développement sera ralenti en raison des coûts d'investissement et d'impacts négatifs sur l'environnement.

**Micro-hydraulique/ production électrique/ secteur domestique/ agricole et industriel. *Production décentralisée.***

Le potentiel est important en Amérique Latine.

**Géothermie haute enthalpie/ production de chaleur et/ou d'électricité/ tous secteurs. *Production semi-centralisée.***

En général, les unités sont de faible capacité. Le Mexique est le plus gros utilisateur (700 MW électriques installés).

**Géothermie basse enthalpie/ production de chaleur basse température/ chauffage domestique et agriculture. *Utilisation semi centralisée.***

Les applications potentielles sont limitées.

**Solaire thermique haute température/ centrale électrique de puissance/ tous secteurs. *Production centralisée.***

Seule l'Espagne a expérimenté cette technologie, encore au stade du développement.

**Photo-voltaïque/ centrale électrique de puissance/ tous secteurs. *Production centralisée.***

Technologie très particulière sans application dans les pays Iberoaméricains. Seul le Mexique, par sa proximité avec les Etat-Unis (et l'accord de libre échange qui les associe) pourrait être concerné à long terme.

La compétitivité économique des ER s'est souvent montrée décevante dans les pays d'Amérique Latine en raison notamment du niveau de tarifications des énergies conventionnelles, particulièrement l'électricité, très inférieur aux coûts de production. La situation évolue depuis quelques années.

Plus que pour toute autre forme d'énergie, l'usage des ER doit être situé dans son contexte global. Les impacts sont souvent positifs, par la limitation des émissions de polluants dans l'atmosphère (notamment de CO<sub>2</sub>) et en contribuant au développement socio-économique de zones défavorisées.

## **OBJECTIFS STRATEGIQUES**

Les besoins croissants qu'induit le développement socio-économique incitent à chercher auprès des ER des solutions qui permettront de tirer profit des immenses ressources que recèlent les pays du Monde Ibéroaméricain.

Deux pôles d'intervention bien distincts sont nécessaires:

1. **Priorité donnée à l'amélioration des applications traditionnelles des ER, dont les impacts sur l'environnement sont désastreux.**
2. **Développement des technologies, en favorisant les applications dont les enjeux sont importants à court terme et en tirant profit des développements technologiques que peut induire la coopération technique et industrielle.**

Dès lors que les ressources sont assurées, les barrières qui ralentissent le développement des ER sont de trois ordres: de caractère structurel, technologies et financières. Les solutions apportées à chacun de ces trois types de problème commandent la compétitivité économique des ER.

La coopération internationale peut aider à la pénétration des ER en Amérique Latine. Les programmes concernent actuellement les applications rurales (applications traditionnelles de la biomasse et électrification rurale). Dans l'avenir la coopération devrait se renforcer dans le domaine des technologies nouvelles au service des filières non traditionnelles. Pour cela les programmes de coopération doivent proposer des projets structurants, permettant de surmonter les barrières technologiques et financières, en prenant appui sur les structures d'intégration économique en cours de formation.

## **SOLAR ENERGY IN THE IBERO AMERICAN WORLD**

### **INTRODUCTION**

The report describes the state of renewable energy use throughout the "Ibero-American" world, which covers the Iberian peninsula countries as well as the countries in Latin America where Spanish and Portuguese are spoken. It also presents the potential use of these energy sources and reviews the economic and socio-economic benefits that are at stake, in the different branches of activity that use renewable energy. Finally, the report proposes strategies that will help to develop renewable energy use in these countries.

The cultural heritage that is shared by the Ibero-American world, hides large national differences in the economic, social and technological structures. The energy situation is also very different from one country to another, fossil fuels are generally limited, however, the production and distribution methods, notably of electricity, are similar. Until recently, the energy sector of nearly all the Ibero-American countries was controlled by public monopolies. Spain has based its energy supply system on decentralized private enterprise and the liberation of the energy sector has been started in Latin America, notably by Chile and Argentina.

The countries are gathered into regional groups, either with geographical unity or because of their appartenance to the same economic organization. These groups are as follows: The Iberian Peninsula (Spain and Portugal), Mexico, Central America (Centrameric common market), the Caribbean, the Andean countries (Andean treaty + Chile) and the four countries that compose the MERCOSUR (Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay).

Spain and Portugal ensure the link between Europe and Latin America, by encouraging technical and financial co-operation that makes it possible to rationalize and develop renewable energy use.

Co-operation projects often involve several countries, associating both the public and private sectors. The projects cover the identification and the realization of development programmes as well as setting up financial methods adapted to local conditions. The priority themes of these programmes are environmental protection and technological transfer.

## **POTENTIAL AND PRESENT SITUATION**

Renewable energy is represented in energy supply figures by hydroelectricity, which accounts for 7,6% (\*) of the primary energy consumption in Latin America. This high percentage hides large differences from one country to another.

Hydraulic reserves are very important in certain countries but the exploited part is generally low (Mexico and Brazil are the only countries that exploit more than 30% of their reserves). Hydro-electricity, in the Iberian peninsula, covers only 2,2% of the primary energy consumption.

Biomass and waste matter are frequently qualified as "non-commercial energy" or "non conventional energy", they represent 20% of the energy supply in Latin America, that is to say 100 Mtoe. The residential sector alone consumes 34 Mtoe, with wood and charcoal covering 45% of the total energy consumption. In Spain and Portugal, the biomass is also used in the domestic sector, the consumption is about 2,5 Mtoe. It should also be noted that biomass is used to produce alcohol-fuel and this is very important in Brazil.

The potential use of biomass throughout the Ibero-American world is considerable, but the impact on the environment is often unacceptable and it must be used in a rational way. Other uses of renewable energy (thermal solar, wind energy, geothermal and even small scale hydraulic energy) is still limited in Latin America. Spain and Portugal have launched numerous projects that take advantage of European Community development programmes and particularly the THERMIE programme.

## **RENEWABLE ENERGY USE AND BENEFITS AT STAKE**

Renewable energy sources are used in many ways. These different branches of activity are described, the benefits at stake and the impact of their use are analysed.

The typology of the different fields of activity are shown below, they are described more extensively in the report.

(\*) Throughout the report the electrical equivalency is defined by thermal equivalence.

**Wood - waste matter - charcoal/ cooking - lighting - heating/ domestic and manual craft sectors. *Diffused use.***

This is the traditional use of biomass, principally in rural areas. The demography and increasing needs have caused a sur-exploitation of the supply and this has induced a number of ecological and economic problems in many Latin American countries. Certain archaic uses of biomass also persist in Europe.

**Wood and other plants/ combustion and heat supply/ residential sector and light industry. *Diffused use.***

Installation of modern equipment and rational management of the supply. This branch is widely used in Europe but is little developed in Latin America.

**Biomass - waste matter/ combustion for heat supply and/or electricity, all sectors. *Semi-centralized use.***

This branch is still undeveloped. The impact is generally positive, large gains are at stake.

**Organic waste/ methanization - biogas/ residential and industrial sectors. *Diffused or semi-centralized use.***

This branch is still undeveloped in Latin America but co-operation projects are in hand, notably in Central America. Pilot schemes have been built in Spain and Portugal.

**Biomass/ distillation/ industrial sector. *Centralized production.***

Production of alcohol or other chemical components for use as fuel, principally intended for transportation. The importance of the Brazilian experience is unique in the world.

**Thermal active solar/ heating water or air conditioning/ residential sectors/ tertiary and industrial. *Diffused use.***

Slight penetration in Latin America in spite of a high solar energy potential. There exists a good know-how in the Iberian Peninsula, where the concept of guaranteed

solar results has been introduced in several collective installations. However, market penetration is still slow.

**Passive solar/ space heating/ building. *Diffused use.***

In the Iberian Peninsula, bioclimatic architecture has been intensively promoted, but the degree of implementation is still low due to different barriers. The design of modern buildings in Latin America, rarely takes the climate into consideration.

**Active or passive solar/ drying and other processes/ agricultural and industrial sectors. *Diffused use.***

The techniques remain traditional and have not evolved significantly inspite of the research programmes.

**Greenhouses/ vegetal farming/ agricultural sector. *Diffused use.***

The development of cultivation in greenhouses has been studied by numerous centres in Bolivia. The diffusion of greenhouses and of cultivation techniques can bring very positive results.

**Photovoltaic solar/ domestic services (lighting, household equipment, pumping: "rural electrification")/ domestic and agricultural sectors. *Diffused use.***

These applications are numerous in Spain and Portugal. Although the experiences are isolated in Latin America, some rural electrification programmes are presently in progress.

**Wind energy/ domestic and agricultural services (electricity supply and pumping water)/ domestic and agricultural sectors. *Diffused use.***

Multi-blade windmills are used for several traditional purposes. Slow penetration of wind generators with new technology.

**Wind energy/ electricity grid supply/ all sectors. *Centralized production.***

Wind farms and powerful wind generators have been experimented on the Iberian peninsula.

**Large hydraulic plants/ electricity supply (and irrigation eventually)/ all sectors. *Centralized production.***

The development of this branch will slow down owing to high investment costs and a negative impact on the environment.

**Small hydraulic plants/ electricity supply; domestic, agricultural and industrial sectors. *Decentralized production.***

There are large potential resources for this branch in Latin America.

**High enthalpy geothermal/ heat supply and/or electricity, all sectors. *Semi-centralized production.***

Generally the installations have a low capacity. Mexico is the largest consumer (700 MW electric power installed).

**Low enthalpy geothermal/ low temperature heat supply/ domestic and agricultural heating. *Semi-centralized use.***

The potential applications are limited.

**High temperature solar energy/ electricity supply, all sectors. *Centralized production.***

Only Spain has experimented this technology, still in the development phase.

**Photovoltaic/ electric power station, all sectors. *Centralized production.***

Special technology without applications in the Ibero-American countries. Only Mexico, due to its proximity to the United States (and their free market agreement) could be concerned in a long term.

The economic competitiveness of renewable energy sources has often been deceiving in Latin American countries. This is due to the conventional energy tariffs, particularly electricity, that are well below production costs. The situation has been improving over the last few years.

More than any other energy form, renewable energy sources need to be placed in a global context. The impact is often positive due to a reduction of emissions that pollute the atmosphere (notably CO<sub>2</sub>) and the contribution in socio-economic development of defavorized areas.

## **STRATEGIC OBJECTIVES**

The increasing needs brought about by socio-economic development encourage renewable energy research so as to find the means of exploiting the immense reserves that can be found in the Ibero-American world.

Two distinct poles of action are required:

1. A priority should be given to improving traditional renewable energy applications, in which the environmental impact is disastrous.
2. Developing techniques by encouraging applications in which the short term benefits are important and by taking advantage of advanced technology that can induce technological and industrial co-operation.

When the energy resource is available, the barriers that slow down renewable energy development are of three kinds: structural, technological and industrial. The solution found for each of these three problems determines the economic competitiveness of the renewable energy source.

International co-operation can help renewable energy penetration in Latin America. At present, the programmes concern rural applications (traditional use of biomass and rural electrification). In the future, programmes of co-operation should increase the use of new technologies in non traditional branches. In order to do this, the programmes should propose structural projects that will make it possible to overcome the technical and financial barriers, by taking advantage of the support available from the integrated economic structures that are being formed.

## REFERENCES

1. **Solarimetría y evaluación energética solar. OLADE 1983**  
  
Vol. I Métodos solarimétricos  
Vol. II Solarmetria y efectos heliotermicos
2. **Atlas eólico preliminar de América Latina y el Caribe. OLADE 1983**  
  
Vol. I México  
Vol. II America Central Y el Caribe  
Vol. III Norte y Noroeste de America del Sur  
Vol. IV Peru y Bolivie  
Vol. V Brasil  
Vol. VI Cono Sur de América del Sur
3. **El mercado de exportación y los programas de cooperación en el sector fotovoltaico: la perspectiva europea. Institut Català d'Energia. Carles Torra i Vinyals. Barcelona 1993.**
- 3bis **Estado actual de la Geotermia en América Latina: síntesis por países y trabajos técnicos. Seminario latinoamericano sobre exploración geotérmica. OLADE. 1983.**
4. **Etude mondiale du marché des équipements en énergies renouvelables. Centre Français du Commerce Ext\_rieur, Paris 1983.**
5. **Estudio de recursos de energía; Comité des ressources en énergies renouvelable. Conseil Mondial de l'Energie, 1992.**
6. **Banque de donnés de l'Organización Latino-Americana de Energía (OLADE). Sistema de Información Económica-Energética (SIEE). 1993.**
7. **Energía Geotérmica. Abel M. Pesce. 1991**
8. **A Guide to Project Planning. Economic issues of renewable energy systems. G. Oelert, F. Auer, K. Pertz. Sonderpublikation der GTZ, N° 185. 1988.**
9. **Solar Cookers in the Third World. Klaus Khunke, Marianne Reuber, Detlef Schwefel. 1990.**

10. **Manual on induction motors used as generators et Manual on pumps used as turbines.** J. M. Chapallaz et Al.. 1992
11. **Gazéification du bois pour produire de l'électricité.** BP
12. **Estado actual de las fuentes de energía nuevas y renovables en el Grupo Andino.** Junta del Acuerdo de Cartagena. CCE. Lima 1989.
13. **Noticias del CYTED: "Evaluación del programa CYTED" y "Programa CYTED: Instrumento para la cooperación científica y tecnológica en Iberoamérica".** Secretaría General del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Madrid. N° 1 Abril 93.
14. **Política Científica.** Números 33 y 34 (septiembre y noviembre 1992). Comisión interministerial de ciencia y tecnología. Madrid.

### **MEXIQUE**

15. **Exploitations géothermique de Cerro Prieto et Los Azufres.** (Réf. : 3)

### **ARGENTINA**

16. **Workshop on materials science and physics of non-conventional energy sources.** Sept. 28 - Oct. 3 1992. Buenos Aires, Argentina.
  - 16a. **New and renewable sources of energy : Argentina status.** Jaime A. Moragues.
  - 16b. **Critical assessment of the photovoltaic programme in Argentina.** Alfredo Boselli, Julio C. Duran, Jaime A. Moragues. Departamento Fuentes Renovables y Uso Racional de la Energía, Comisión Nacional de Energía Atómica. Argentina.
17. **International programme for field testing of photovoltaic water pumps.** GTZ.

## **BRESIL**

18. ***Estudo e aproveitamento da energia solar para produção de electricidade no Nordeste. Companhia hidro electrica de Sao Francisco - CHESF. 1992.***
19. ***Estudo e aproveitamento da energia eolica para geração de electricidade no Nordeste. Companhia hidro electrica de Sao Francisco - CHESF. 1992.***
20. ***Biomassa florestal. Companhia hidro electrica de Sao Francisco - CHESF.***
21. ***L'Apport des Carburants Verts à un Développement durable. Le Pari du Plan Alcool Brésilien. Emilio Lebre de la Rovère. Liaison Energie - Francophonie. N° 19 - 1993.***
22. ***International programme for field testing of photovoltaic water pumps. GTZ.***

## **URUGUAY**

23. ***Modelo Energético Nacional 1984***
24. ***Programa para la utilización de la energía solar y eólica como fuentes de energía del sector residencial en el medio rural de Uruguay. Misión de identificación y concreción del programa de acciones. ASTER. ICAEN. 1993.***
25. ***Recursos, utilización, coste y mercado de las energías renovables en el Uruguay. José Bozzo, D.N.E. (Uruguay). 1993.***

## **BOLIVIE**

26. ***Proyecto de Electrificación con Energía Solar en el Altiplano Boliviano. E. Lorenzo. J. Aguilera. Agencia española de cooperación internacional. Enero 1993.***
27. ***Informe proyecto de electrificación rural en el altiplano boliviano mediante energía solar fotovoltaica. Javier Huici. A.E.C.I. - I.C.I.***
28. ***Proyecto de electrificación rural en el altiplano boliviano mediante energía solar fotovoltaica. Francisco Javier Casas Álvarez. A.E.C.I. - I.C.I.***

## **CHILI**

29. ***Las energías renovables en Chile. Preparado por el Programa de Investigaciones en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile. Santiago, Chile 1993.***
30. ***Comité asesor para el desarrollo energético de zonas rurales. Sr. Jaime Parada Ibáñez. Comisión Nacional de Energía. 1993.***
31. ***Diversificación energética y energías alternativas. Desafío para un trabajo nacional integrado. Carlos Naveas H., CEAM, UPLACED; Rolando Tiemann A., CEAM UPLACED, Luis Parra y René Flores, CETAL.***

## **COLOMBIE**

32. ***Coopération Italo-Colombienne en géothermie. (Réf.: 3).***
33. ***Prospection géothermique d'une zone frontalière (Chiles / Cerron Negro / Tufino). Accord du 26 mars 1982. (Réf. : 3)***

## **COSTA RICA**

34. ***Estudio de casos. La ley 7200 de Costa Rica de Generación Eléctrica Autónoma. Una legislación que fomenta la generación eléctrica autónoma. PEICCE.***
35. ***Diagnostico del sector energia 1965-1989. Ministerio de Recursos Naturales, Energia y Minas. República de Costa Rica. Octubre 1990.***

## **PERU**

36. ***Propuesta para un plan nacional de desarrollo de las fuentes de energia nuevas y renovables. Ing. Econ. Emilio L\_bre La Rovere, Ing. Leopoldo Eurico Gançalves Bastos, Ing. Luiz Augusto. Horta Nogueira, Ing. Miguel Hiroo Hirata. Lima 1988.***

37. ***Programas de energías renovables y no-convencionales en Universidades Peruanas.***Lima 1990.
38. ***Special Energy Program. SEP-Documentation. Rural Energy Supply Options in the Altiplano Area of Peru. Gabriele Heber et Al.*** 1986

### **VENEZUELA**

39. ***Bilan énergie solaire. Ambassade de France au Venezuela.*** 1987.
40. ***Venezuela : un actif énergétique pour l'avenir. Z. Yamai de Carmona, A. Matas Axpe. CME 15 ème Congrès.***  
COSTA RICA

### **EL SALVADOR**

41. ***Débuts de la géothermie de haute enthalpie au Salvador en 1953. Assistance du PNUD. (Réf. : 3)***
42. ***Descripción genérica de lo que es el equipo de técnicos en el area solar, los proyectos ya ejecutados, los proyectos en ejecución actual y perspectivas de desarrollo. Sr. Ernesto Sigüenza Ramírez. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.*** 1993.

### **GUATEMALA**

43. ***Programme de coopération avec le Japon de 1973 à 1977, géothermie à Zunil. (Réf.:3)***

### **HONDURAS**

44. ***Prospección geotérmica par GEONOMICS Inc. et GEOTHERMEX Inc. (USA) avec l'aide des Nations Unies. (Réf. : 3).***

## **NICARAGUA**

45. *Roger Lippman (TERRASOL). Communication personnelle. Mars 1993.*
46. *Estudio de casos. Planta de biogas "La Hammonia". Producción de energía y descontaminación de las aguas mieles del café. PEICCE.*

## **GUADELOUPE & MARTINIQUE**

47. *La situation énergétique dans les Antilles Francophones : Cas de la Guadeloupe et de la Martinique. Frager M. et Dieraert O.; Liaison Energie Francophone N° 13 - 1991.*
48. *Michel Bénard (EDF). Communication personnelle. Juin 1993.*

## **HAITI**

49. *Interventions de l'OLADE (BRGM) dans le domaine de la géothermie. (Réf.:3)*

## **CUBA**

50. *L'Energie à Cuba. Ambassade de France. 1985*

## **GRENADE**

51. *Rapport de mission pour la définition d'un programme de coopération dans le domaine de la maîtrise de l'énergie. Bernard Lucien-Brun. 1985.*

## **JAMAIQUE**

52. *Marché des chauffe-eau solaires. Lettre de l'Ambassade de France à TECSOL. Juillet 1987.*

## **ESPAGNE**

53. *The European renewable energy study : Country report from Spain. Institut Catala d'Energia. 1993.*
54. *Les énergies renouvelables du point de vue de la compagnie d'électricité. A. Heras Luengo, E. Medina Valcarcel. CME - 15 ème Congrès.*
55. *Dos décadas de energías renovables. Albert Mitjà i Sarvisé. El Instalador. Madrid 1992.*
56. *Estadística de las Energías Renovables en España en 1992. Secretaría General de la energía y recursos minerales. IDAE. Madrid 1993.*

## **PORTUGAL**

57. *As Energias Renovaveis em Portugal. P. Marques, A.C. Oliveira, P. Paes, P. Passarinho e J. Saraivo*
58. *CYTED-D Boletin - Red Iberoamericana para el uso racional de la energia en el medio rural (RIURE)*
59. *CCE. Bilans et consommation de bois. Communication particulière. 1993.*