

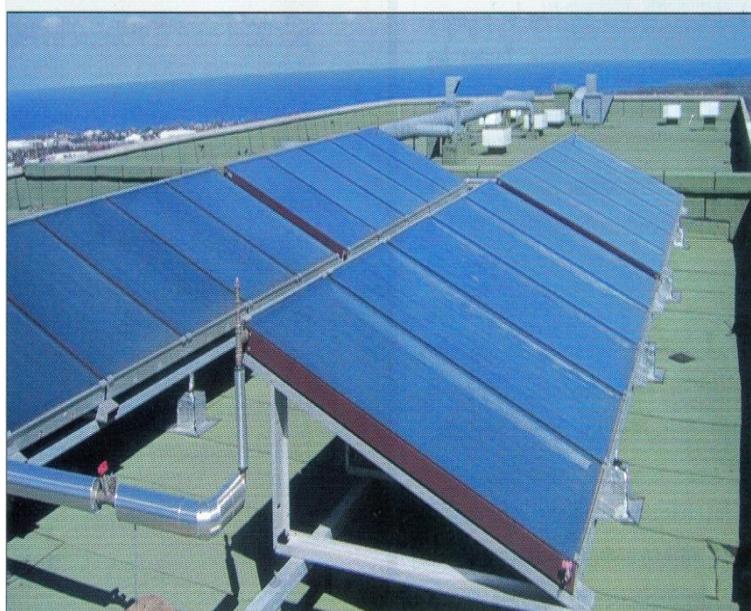
ALMEE



ADEME



Solar Thermal Market in Lebanon



By:

Tony Matar
Adel Mourtada
Nabil Zoghbi
Hassane Jaber
Said Chehab

Le Marché du Solaire au Liban

« Le plan solaire est la traduction concrète de l'Union pour la Méditerranée, il s'agit du plan le plus avancé de l'UPM » déclarait Henri Guaino, Conseiller spécial du Président de la république française et chef de la mission interministérielle UPM, lors du Forum de Marseille du 27 mai dernier, en présence du Docteur Ahmad Masa'Deh, secrétaire général de l'UPM. Et, Rachid Mohamed Rachid, ministre égyptien du commerce et de l'industrie, ajoutait : les dossiers avancent.

Au sein de l'UPM, le Liban peut prendre toute sa part dans la réalisation des objectifs du PSM.

Le Liban est géographiquement bien placé pour développer l'usage du solaire : 3000 h d'ensoleillement, un flux solaire moyen annuel de 2200 kWh/m², un ensoleillement global journalier de 4,8 kWh/m². Mais, malgré une croissance récente du marché des chauffe eau solaires de 15% par an, les EnR restent marginales dans son bilan énergétique : 1%, alors que le pays supporte une forte dépendance vis-à-vis des énergies fossiles importées.

Dans ce contexte, l'intérêt de cette étude sur le marché solaire au Liban est qu'elle permet de mesurer les enjeux tant en termes de pénétration du marché que de politiques publiques d'accompagnement, nécessaires dans la durée, pour installer et fiabiliser cette filière et pour atteindre les objectifs ambitieux fixés par le gouvernement libanais : 12% en 2020 part des EnR dans le bilan énergétique national.

Barrières techniques et sociales à franchir, normalisation, nouveau code thermique, l'étude indique de nouvelles pistes de progrès intéressantes à suivre et à développer. Telle par exemple la GRS (Garantie de Résultat Solaire) peu utilisée et qui mériterait une diffusion large après son introduction réussie dans le projet d'Efficacité Energétique dans la Construction au Liban avec le soutien du FFEM et 5 ans de suivi satisfaisant à Zouk.

Nouveaux usages aussi : Eau chaude solaire certes, mais aussi chauffage, mais aussi climatisation fortement consommatrice d'électricité pour le moment. Nouvelles pratiques aussi tel, compte tenu de la spécificité de l'urbanisme libanais, le développement des usages collectifs du solaire, mais, avec mise en place de comptage pour une répartition claire des charges entre les différents bénéficiaires.

Indépendamment de l'intérêt environnemental, se détachent d'autres éléments en faveur du développement du solaire au Liban : gains économiques autorisés par une maîtrise de la facture énergie dont l'impact sera positif sur la balance des paiements.

De plus, si les importations sont majoritaires aujourd'hui, la mise en œuvre de fabrication nationale, dans un contexte d'évolution rapide du marché, peut présenter un intérêt non négligeable en termes d'emplois induits.

Enfin, au terme de cet éditorial, pour le succès de cette politique du développement de EnR décidée par le gouvernement libanais, je forme des vœux pour que se mette en œuvre un véritable travail collectif fructueux entre les divers acteurs des EnR existants au Liban, certains avec des compétences anciennes et dotés d'un solide bilan, d'autres venus plus récemment sur le sujet, mais très motivés.

Jean-Marie FRAYSSE
Conseiller
Direction de l'Action Internationale
ADEME

Introduction

Lebanon is a small Mediterranean country of 10452 Km² and four million people. The country has a narrow coastal strip 220 Km long accommodating 2/3 of the population and more than 75% of the economic activity. Lebanon is a country without fossil energy. Some prospecting revealed the existence of oil fields in western Beqa'a as well as offshore along the northern coast and some gas layer along the southern coast.

Lebanon is well situated to profit from solar energy, especially in its thermal form. The annual solar flow is about 2200kWh/m². The daily solar irradiation reaches 4.8kWh/m². Despite a noticeable growth of the solar water heater (15% annually), the part of REs in the energy balance sheet of the country is still marginal and does not go beyond 1% (3% if Hydro is included).

But the interest for the REs is growing as the prices of fossil fuels are climbing higher and higher. Here we must stress that the government of Lebanon in its ministerial declaration said that the part of renewable energies should reach 12% of the total energy in 2020.

This study was implemented by ALMEE in collaboration with the Order of Engineers and Architects – Beirut and the “Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie – France”. It is aimed at reviewing the solar thermal supply market status and evaluation, as well as to quantify the installed capacity and size of the Lebanese market.

The enquiry was not achievable due to the lack and contradiction of information provided by the companies. Not all the companies accepted to answer the questionnaire. The answers themselves are not fully reliable. It is important to note that this report reflects the responses of the companies as provided, but not necessarily reflect the actual market status.

Nevertheless this study is a valuable contribution in analyzing the needs and the barriers showing what have to be done to increase the part of renewables between the energy sources, because a lot of funds and support is on the way from EU, World Bank, GTZ,... and we must be prepared and ready, at least by knowing our own market.

Increasing awareness, green market trend, lack of electricity,... are the main market drivers, while the lack of incentives and strategies are still the main barriers.

Finally, all the stakeholders should collaborate in laying down a comprehensive plan to encourage the development of REs in Lebanon in all their forms as well as the development of the local manufacturing of the systems creating employment and some independence in the supply of equipment.

Rabih Khairallah
Head of Mechanical Section
Order of Engineers and Architects -Beirut

The survey examining the Solar Thermal Market in Lebanon covers the years 2007, 2008 and 2009. It complements earlier surveys taken beginning in 1994. Thirty five importers and/or manufacturers were identified as working in the local market; among them twenty-two answered the call (see the detailed list below). The data and figures quoted in this survey come from information provided by the surveyed businesses.

The survey helps identify the major characteristics and trends of the solar water heater market. Stakeholders from the public and private sectors can use this information to determine how best to operate in Lebanon. Important trends in the Solar Thermal Market include:

- Low temperature applications of solar thermal technology dominate the market. Medium and high temperatures applications are nonexistent in Lebanon.
- An appreciable expansion of this market with a growth rate of 15% over the three last years. Despite that, the country lags behind some of its neighboring states.
- The inversion of the ratio of importers to manufacturers with a large increase of the importers. The increase in imported solar water heaters (SWH) is detrimental to the manufacturers and the products manufactured or assembled in Lebanon. Note particularly the invasion of SWH's from China or Turkey, often offered at prices lower than prices of those manufactured locally. Fifty percent of the market was cornered, in 2009, by a sole importer and a sole manufacturer.
- The continuous development of the individual SWH to the detriment of the collective one. This has the potential to limit the market in the long run in highly urbanized Lebanon.
- The lack of certification, control and « Guarantee of Solar Result » often results in confusion and substandard performances.
- A new vacuum collector has been developed that makes better use of space and is more efficient overall, but also risks harmful overheating during the summer.
- Though a double-circuit forced SWH has been developed, an inexpensive, open-circuit thermo siphon SWH prone to tartar scaling, icing and lack of water dominates the market.
- The rate charged for power supplied by EDL has remained constant since

**ALMEE**

1994, while the informal sector offers a floating price for fuels and power. This makes profitability analysis for the solar thermal market difficult.

Finally, We would like to thank the Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME-France) as well as the Order of Architects and Engineers of Beirut-Mechanical Section, without whom this survey could not be achieved.



Solar Energy

so-lar en-er-gy

Energy from the sun which is converted into thermal or electrical energy

Society Name	Contact	Address	Phone	Fax	Email
Adaco	Adel Abou Habib	Jedeideh	01 890500	01 804485	adaco@cyberia.net.lb
Aquatherma	Charbel El Hachem	zalka	01 901293	01 901295	info@Aquathermaeng.com
axiome	Marc Flaman	Sodeco	01 200929	01 200929	marc@axiome-sarl.com
Dawtech	Wissam Daw	Furn elchebbak	01 288688	01 288688	dawtech@dawtech.com
Ets.Adib Bahnam	Bahnam Bahnam	DORA	01 268100	01 260006	bahnam@cyberia.com.lb
Fakih	Bassim Fakih	Nabatieh	07 760391	07 530856	
Falcon Win Trading	Assaad Slaiby	Zahleh	08 910521	08 911000	f-w-t@hotmail.com
Ghaddar trade& industry	Sahar Ghaddar	Ghazieh	07 221956	07 220512	redaghad@inco.com.lb
Georges khoury & co	Joseph Elias	Bouchrieh	01 900100	01 900200	josephe@gkhoury.com
GMG Tabbouch sarl	Mikael Yazbek	Tripoli	06 442789	06 442789	mikaelyzbek@hotmail.com
Mawared&Construction co sarl	Hanna Akar	Beirut-Dora	01 255755	01 255400	info@kyprossolar.com
Fares Molaeb Company	Fares Molaeb	Beisour	05 570420		
Red Tops	Abdo Hajj	Brummana	04 961879	04 960476	redtops@inco.com.lb
Sader Est.	Georges Sader	Fanar	03 899884	01 890883	georgesader@gmail.com
Sawan Solar Systems	Elie Sawan	Zgharta	06 626402	01 681421	sawan_est@hotmail.com
Sky Energies	Gilbert Zabbal	Baabda	05 456566	05 457968	gilbert@skyenergies.com
Soltech	Kamel Shirkawi	Bir Hassan	01 838012	01 854093	soltechlebanon@live.com
Solarnet sarl	Jean Paul Sfeir	Mansourieh	04 532927	04 532937	info@solarnet-online.com
Sun island	Khattar Daou	Dmit	05 720473	05 720473	info@sunisland-lb.com
Tfeily solar energy	Sami Tfeily	Nabatieh	70 720129	07 720129	sunshine_solar@hotmail.com
Webco sarl	Maher EL Baba	Bir Hassan	01 850068	01 853711	webco@cyberia.net.lb
Zreik Technical Center	Walid Zreik	Tripoli	06 202566	06 202566	zreikw@inco.com.lb

Table of Contents

1. Analysis of the Actual Energy Situation

- 1.1. National Energy Policy
- 1.2. Figures and Trends Related to Energy Consumption

2. Solar Thermal Market in Lebanon

- 2.1 Geographical Environment and Solar Vein
- 2.2 Consumption Sectors
- 2.3 Key Figures of the Solar Thermal Market
- 2.4 The Prices
- 2.5 The SWH Stock
- 2.6 Energy and Environment Balance sheet
- 2.7 The Barriers
- 2.8 Research and Development
- 2.9 Certification and Standardization
- 2.10 The Products
- 2.11 Distribution, Sales and After-Sale
- 2.12 The Potential of the Square Meter of Solar Collector

Annex 1: Study of the installation of solar water heater.

Annex 2: Investigation Form

Annex 3: Photovoltaic market in Lebanon

Annex 4: National plan for Solar Thermal Development

Annex 5: Technical records of RESSOL, RAMSES and REACT projects

1. Analysis of the Actual Energy Situation

- 1.1 National Energy Policy



Lebanon is a country largely devoid of fossil energy. Exploration has revealed the existence of oilfields in the Bekaa West plain as well as offshore along the North coast. A bill to open this market to the private sector in the form of DBOO or DBOT is currently in development.

Lebanon has some waterways and suitable sites that have allowed the exploitation, at different levels, of several hydroelectric power plants (about fifteen with a nominal power of 280 MW). The country also benefits from neighboring oil producing countries and keeping privileged relationships with them. It is linked to some of them by pipelines (Iraq and Saudi Arabia) running into two oil refineries (Tripoli in the North and Zahrani in the South on the Mediterranean Sea, actually not in operation). In the same context, one must notice that Lebanon is a country almost totally electrified and that the electrification rate is one of the highest in the Region (> 98%).

The institutional entity in charge of the energy sector is the Ministry of Energy and Water (MEW). It issues carbohydrates import licenses to private companies (22 companies at present), establishes fuel specifications, fixes their prices and controls their quality and their stoking and distribution security.

For some years now, MEW has been importing the fuel allotted to "Electrcité du Liban" (EDL) of which it is the oversight authority. EDL is an autonomous office which has the monopoly of the electric power generation, transportation and distribution. Since the end of hostilities in 1990, the successive governments' main priority has been the rehabilitation of the energy sector which suffered greatly during twenty years of war. Later, there was more focus on the sector's growth to satisfy the increasing demand for energy and to insure a secure and stable supply, a necessary condition for the economic development of the country.

On the other hand, the policy of fixing energy rates based on relatively low prices, so-called "social prices," has inhibited the development of energy efficiency and encouraged waste.

In this context, one must note that EDL suffers chronic losses in its financial year that, for the sole year 2009, came to more than one and half billion in U.S. \$. This was due to the cumulative effect of the huge non-technical losses estimated at 40%, of payments arrears, and of a price policy which does not reflect the real generation cost: Electric power billing is done by parts of

100 kWh; the first three parts are billed at prices still lower than the marginal cost of electric power generation (table 1) .

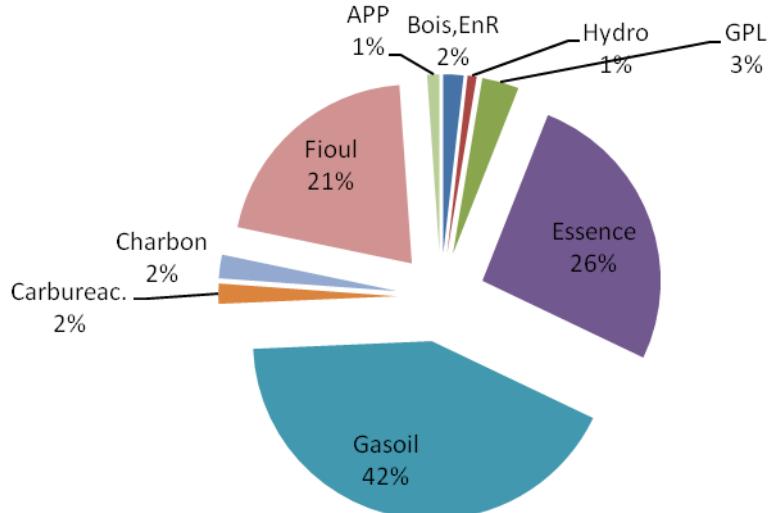
Tarifs de l'électricité BT		
Consommation kWh/mois	Tarif LL / kWh	Tarif € / kWh
<100	35	0.026
101-300	55	0.041
301-400	80	0.060
401-500	120	0.090
>500	200	0.150
Petite industrie	115	0.086
Agriculture	115	0.086
Public	140	0.105
Tarifs de l'électricité MT		
Industrie	320	pointe
Hotellerie	112	normal
	80	nuit
		0.240
		0.084
		0.060

Table 1: Electricity Tariffs in Lebanon (2010)

1.2 Figures and Trends Related to Energy Consumption

The energy sector structure did not change in 2009; almost 98 % of our primary energy needs were imported. These imports are mainly based on oil by-products (figure 1).

Repartition de l'Energie Primaire 2009

**Figure 1: Repartition of primary energy in Lebanon (2009)**

In 2009 the total supply in primary energy reached 6,735 kTOE, an increase of 3.5 % yearly since 2000 (figure 2). Gas represented 26%, gas-oil 42% and fuel oil 20%, i.e. almost 88% of the total for only these three products

Renewable energies (solar, wind, biomass, micro and Pico hydro-plants), despite a geographical and socio-economic context favorable to their development, remain marginal (almost 1 %) in the energy balance sheet of our country (figures 3 &4).

The primary energy consumption per capita (1,700 kOE/cap.year) remains lower than the world average (1,900 kOE/cap.year) and represents 1/3 of that of the EU and 1/5 of that of US or Canada (figure 5).

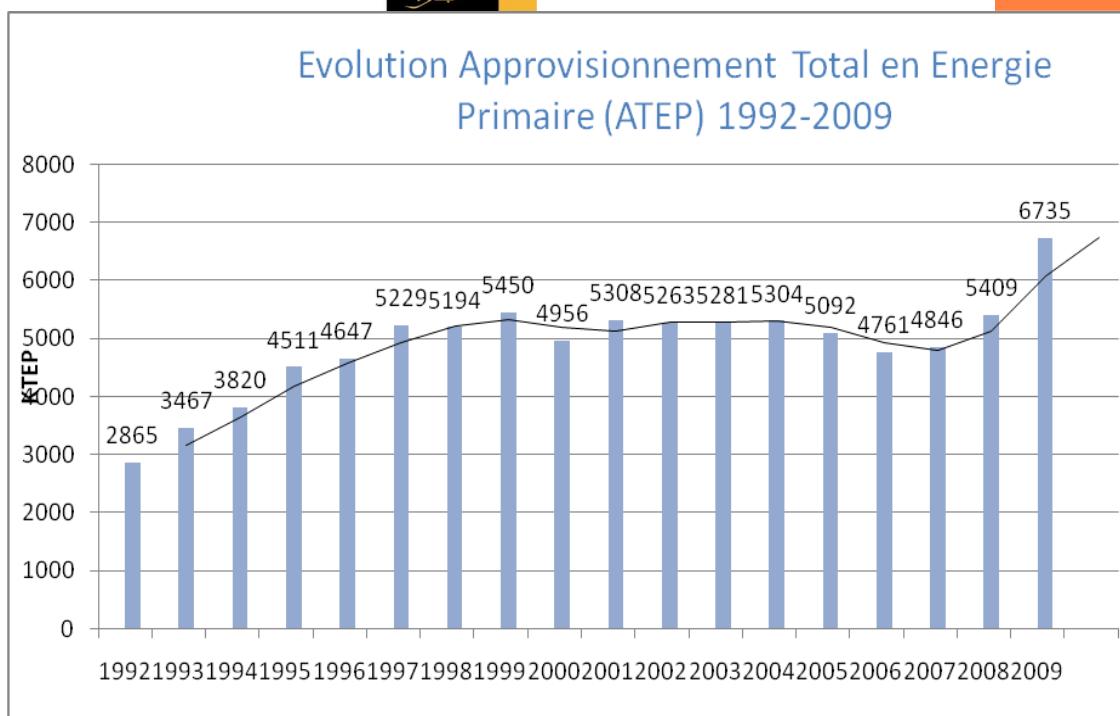


Figure 2: Evolution of primary Energy total supply (1992-2009)

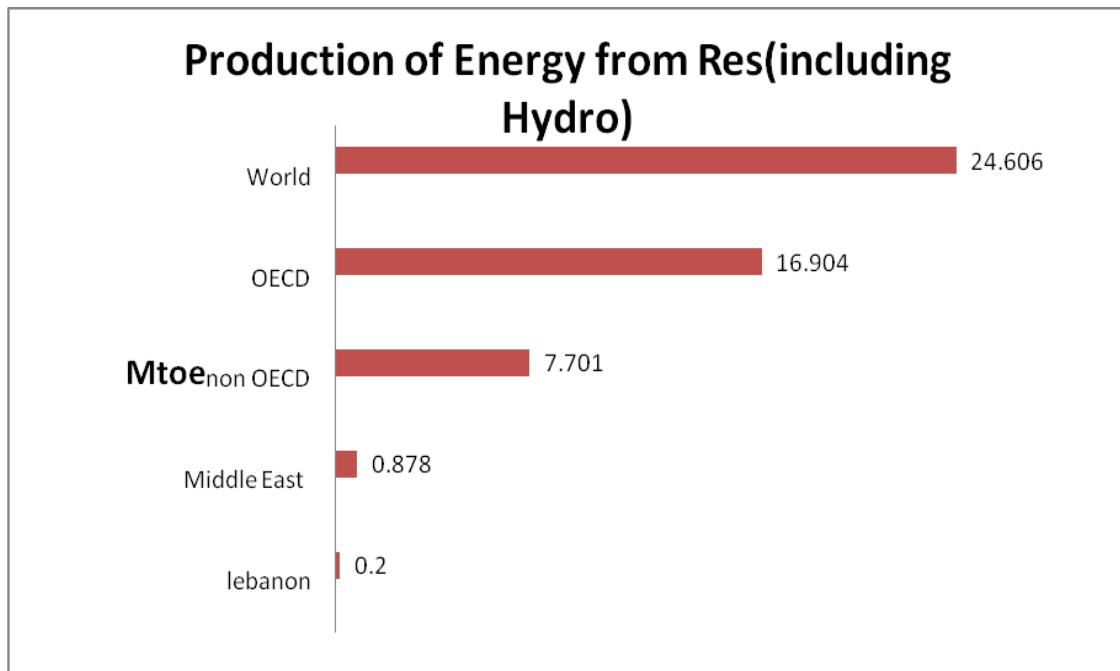


Figure 3: Energy generation from RE sources

Production of hydro energy

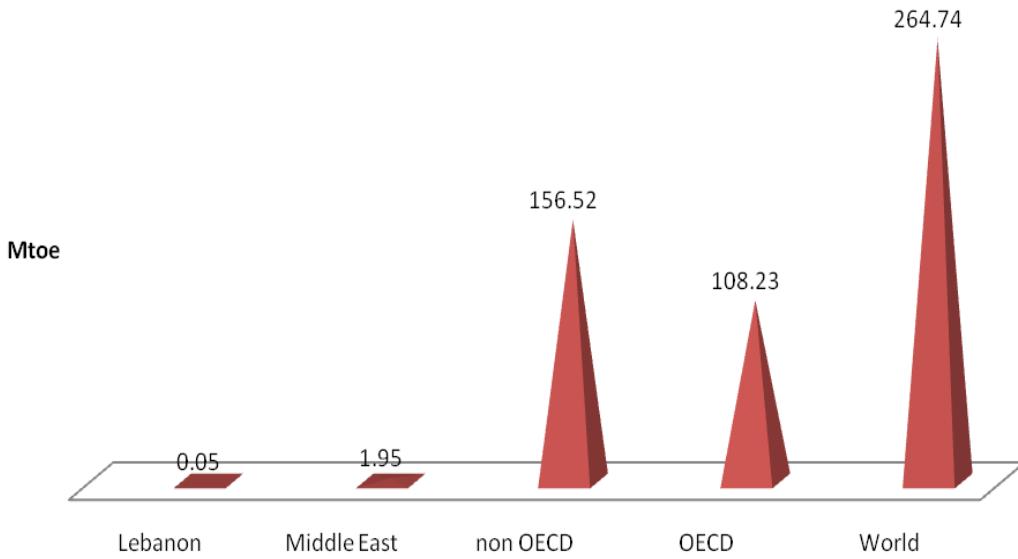


Figure 4: Hydro-energy generation

TPES/population (toe/c) (tep/h)

ATEP/H

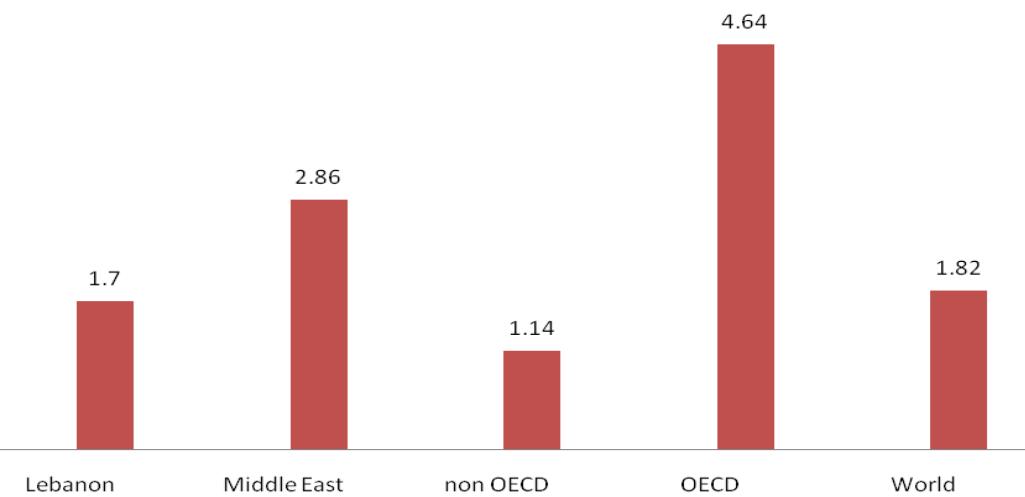


Figure 5: Primary energy consumption per capita

In 2009, the national energy bill reached \$3,134 million, which represents more than 12 % of the GDP. It has multiplied by three since 2000 (figure 6).

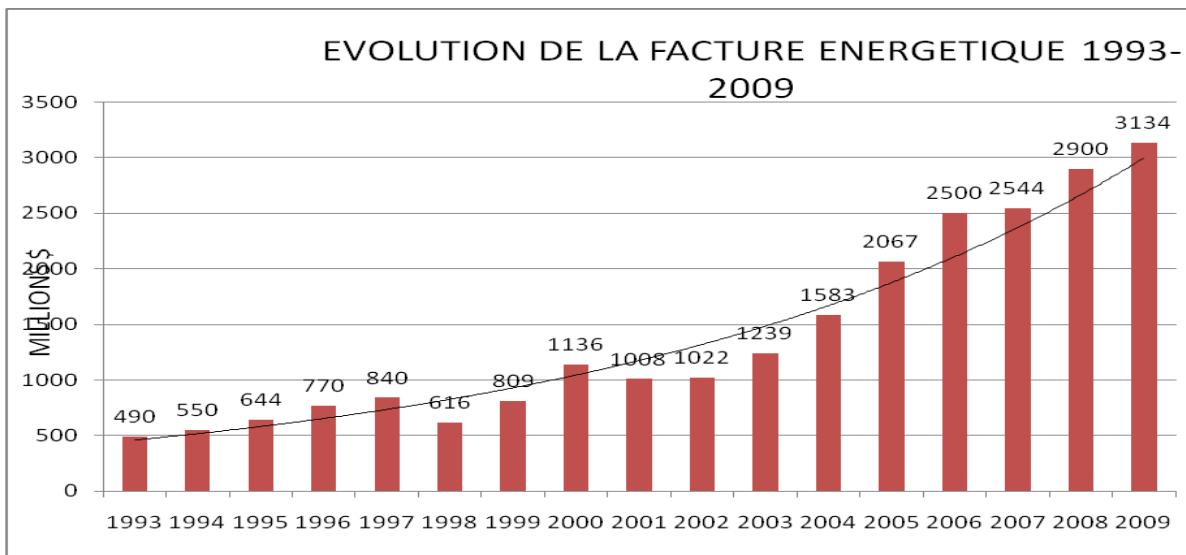


Figure 6: Evolution of energy bill 1993-2009

This is due to the combined effects of the rise in oil prices, the growth of energy demand per capita and the demographic growth.

The analysis of the final energy budget shows that the transportation sector consumes the most energy, followed by the residential-tertiary sector (figure 7). The industrial sector remains the less consuming as it is based on transformation industries with weak energy content.

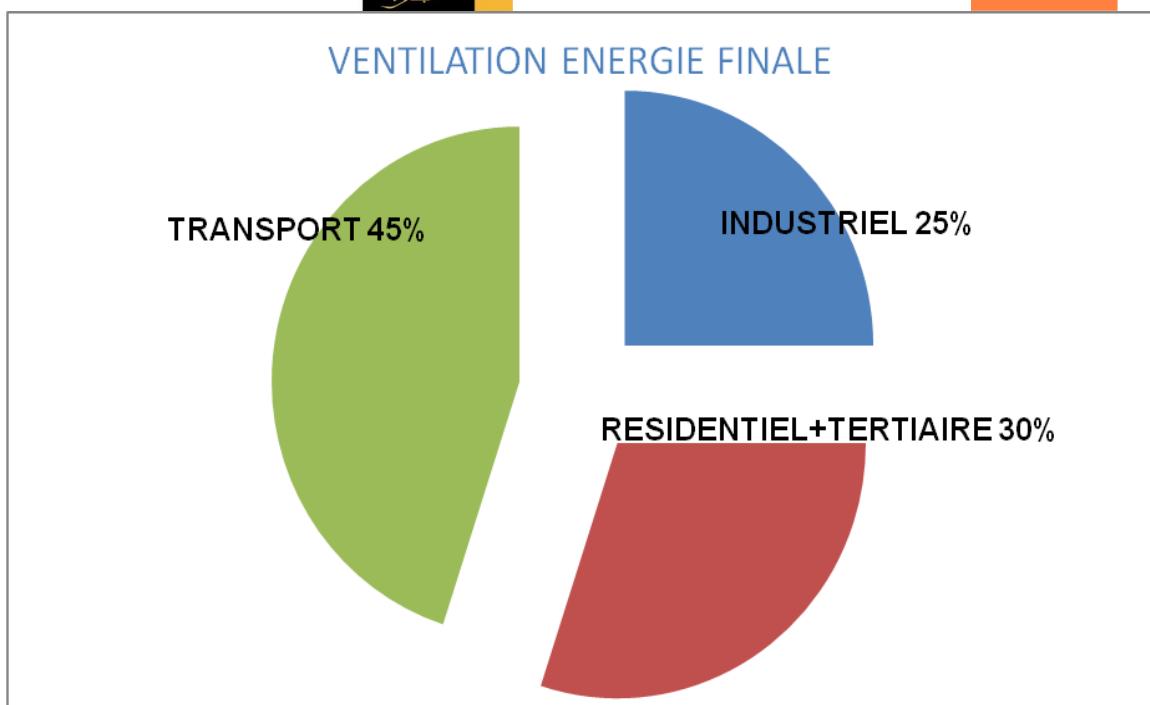


Figure 7: Repartition of end-use energy by sectors

If gas use is limited to transportation, gas-oil is used, in addition, in industry, heating and the hundreds of diesel generator sets disseminated all over the country to produce electricity in complement of the electricity produced by EDL. The final electricity analysis establishes that the thermal power plants' efficiencies do not go beyond 33% and that the technical losses on the high voltage and distribution networks are far from being negligible (estimated at 15 %).

In 2009, electric consumption amounted to 15,000 gWh (12,000 gWh distributed by EDL and 3,000 by the independent generator sets)(figure 8). It represents only 18% of the final energy budget despite a 98% electrification ratio.

Consommation Totale Electricité GWH (EDL et Groupes Electrogènes privés) en 2009

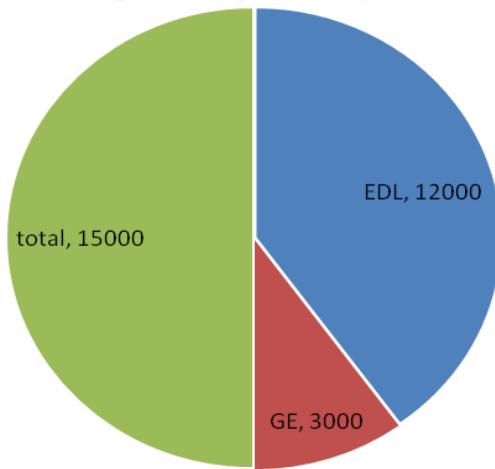


Figure 8: Electricity total consumption (2009)

EVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE (distribuée par l'EDL hors Groupes Electrogènes)

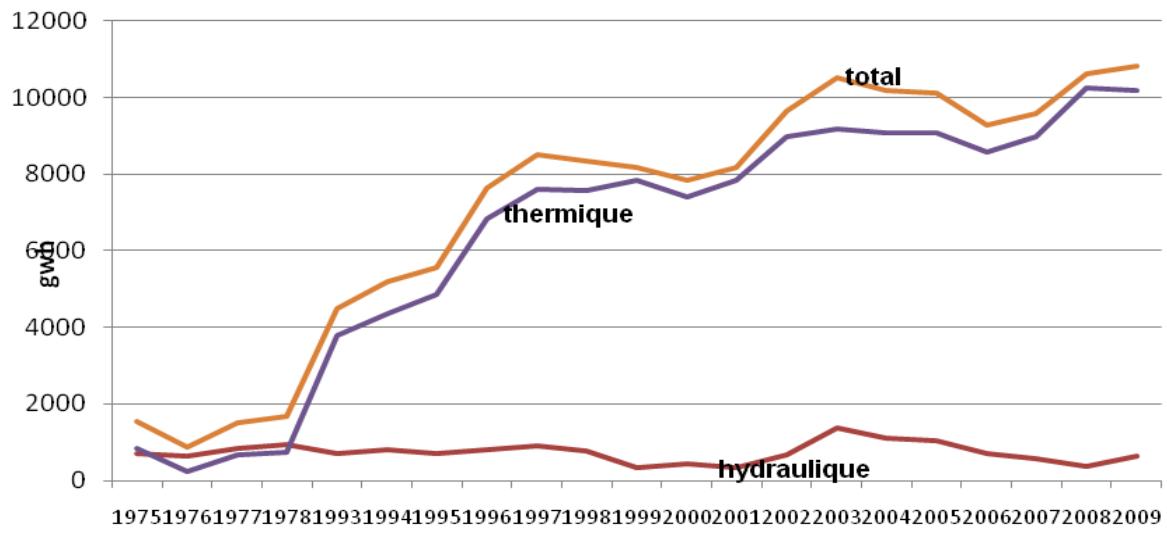


Figure 9: Evolution of electricity generated by EDL (1975-2009)

The hydro-power share was only 5% (figure9 and 10), and is in continuous decline compared to the thermal production (10,188 gWh). Recurrent problems, related to demand outpacing generation as well as

persistent problems at the level of power transportation and distribution, force the country to supply power to a part of the North and the Bekaa from Syria and Egypt (1,116 gWh i.e. 7 % of its global consumption) through two interconnection lines 220 kV in the North and the East of the country.

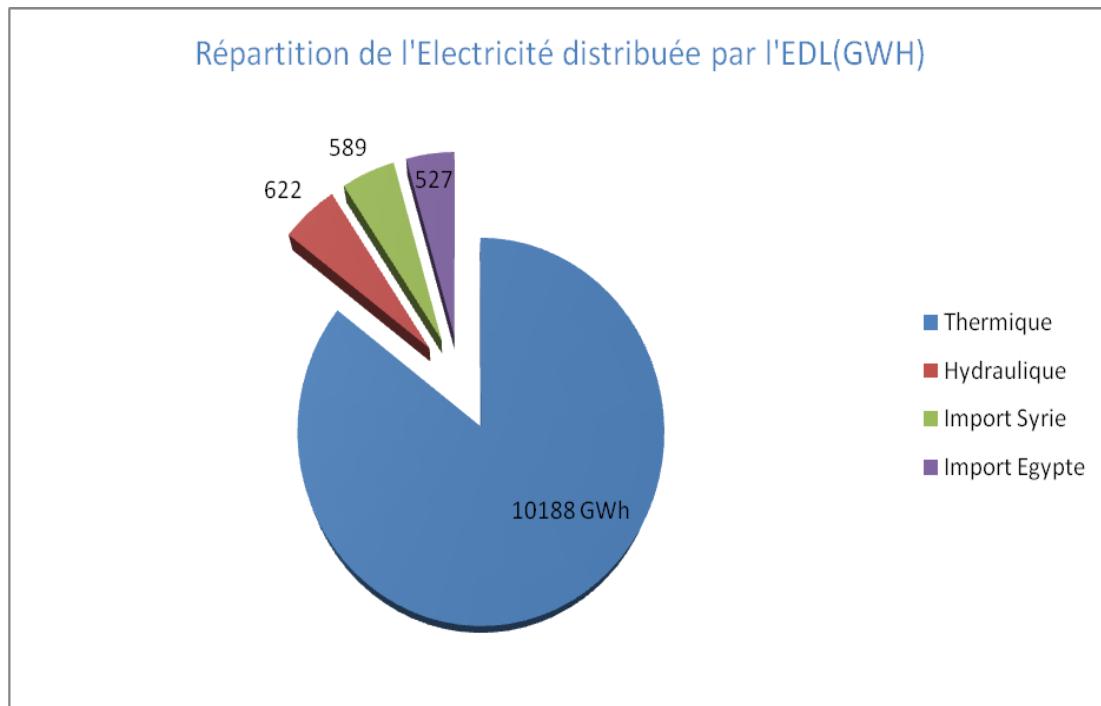


Figure 10: Repartition of electricity distributed by EDL by generation source or by import origin (2009)

The annual electricity consumption amounted, in 2009, to 3,200 kWh per capita, that to say 1/3 of the consumption of the EU countries or 1/5 of that of Canada or the United States (figure 11).

Electricity consumption/population

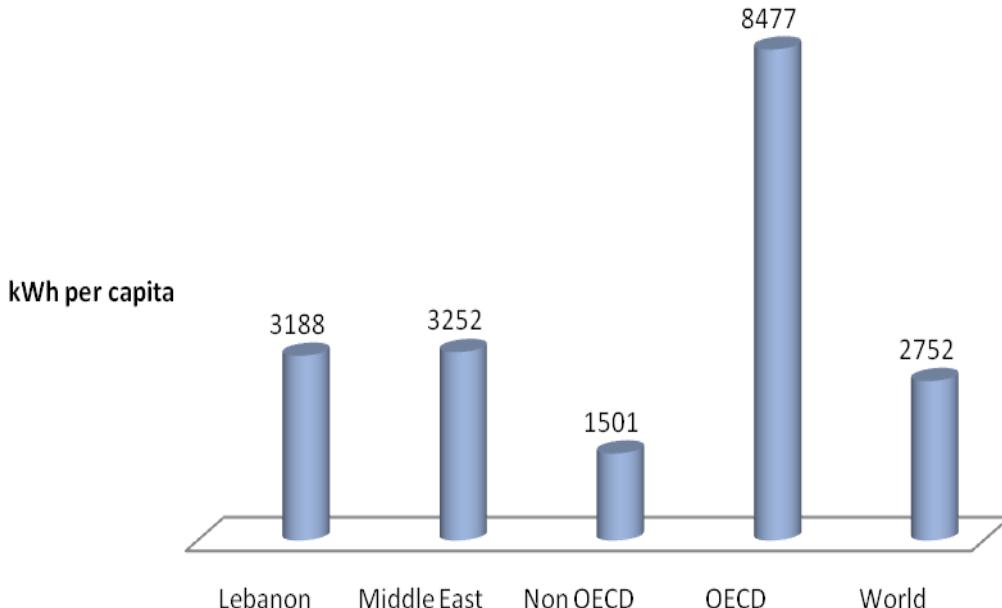


Figure 11: Electricity consumption per capita in Lebanon in comparison with world other regions

The rate of energy intensity of 0.25 TOE/\$1,000 (figure 12) is superior to that of the developed countries (0.17 TOE/\$1,000), despite the weak energy consumption per capita and industrial sector structure based on light industries with low energy use. This can be explained by consumer behavior, the poor condition of energy-consuming industrial equipment, the transportation sector's specific structure and the lack of any policy, on the national level, of rational energy management.

TPES/GDP ppp (energy Intensity) ATEP/PIB(Intensité Energétique)

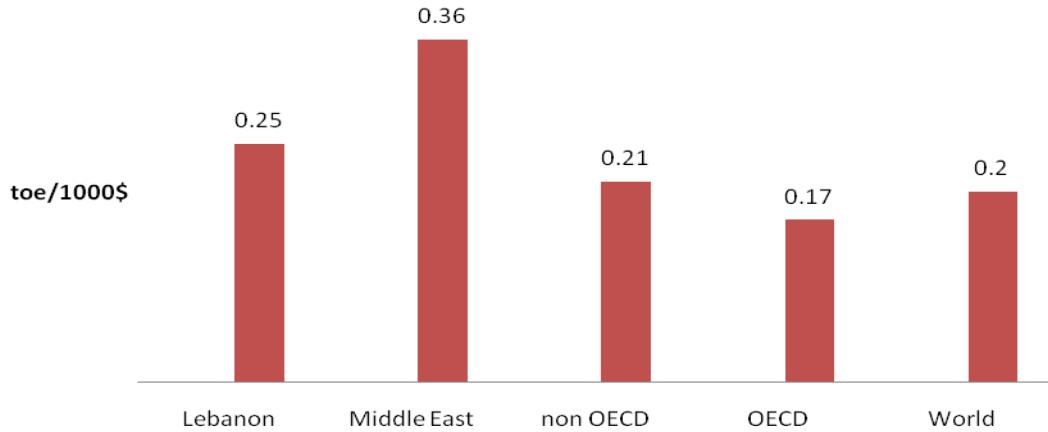


Figure 12: Energy intensity in Lebanon in comparison with world other regions

Electricity consumption/GDP

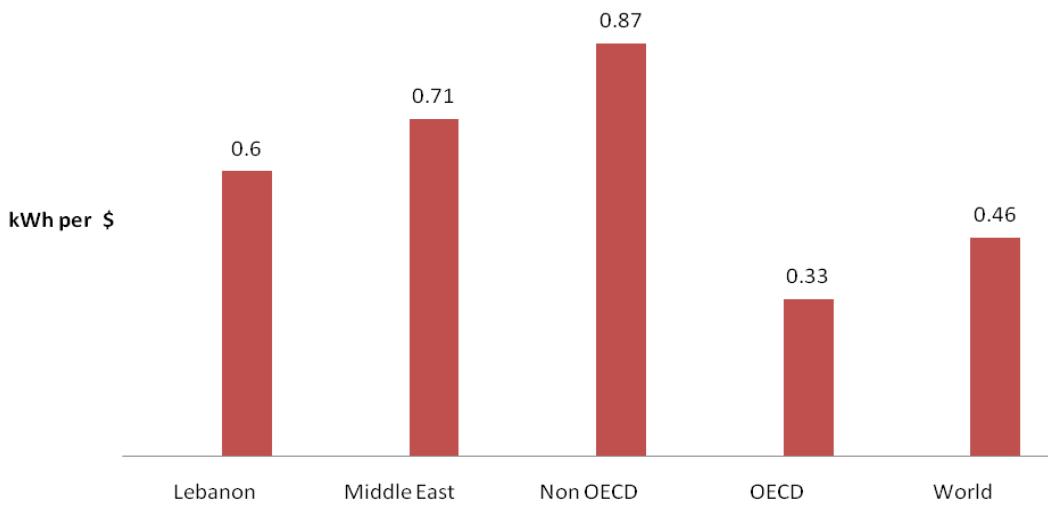


Figure 13: Electricity consumption by GDP in Lebanon in comparison with world other regions

Finally, the continuous growth of the energy import bill leads to financial pressures more and more difficult to bear and which results in, among other things, frequent disruption of domestic energy market, current rationing and

frequent anarchic power cuts. This constrains the Lebanese government to consider the adoption of rational energy management policies and the development of renewable energies as an alternative to the policy of trying to manage only the offer. Nevertheless, the recommended policies remain at present time in an embryonic state. .

We must point out, in this context, that the GHG generation in Lebanon is 4.74 TCE (tons of Carbon Equivalent), that is to say more than the world average (4.22 TCE per capita), the double of southern and mediterranean countries (2.43 TCE per capita) and less than the half of the developed countries.

Table 2: Energy Indicators in Lebanon 2009

Primary Energy (kTOE)	6735
RES share (including hydro) in primary energy (%)	2.6
Primary energy per capita (TOE/c)	1.7
Energy intensity (TOE/1000\$)	0.25
Energy independence (%)	3
Energy bill (Million \$)	3134
Thermal electric generation (gWh)	10200
Hydro-electric generation (gWh)	622
Electric power import (gWh)	1115
Independent generator sets generation (gWh)	3000
Electric power consumption per capita (kWh/c)	3200
Electric power consumption by GDP (kWh/\$)	0.6
Energy sector CO2 production (Million ton CO2)	18.8

Carbon intensity (kg CO ₂ /\$)	0.73
CO ₂ production per capita (TCE/c)	4

2. Solar Thermal Market in Lebanon

2.1 Geographical Environment and Solar Vein

Lebanon is geographically well situated to try with solar energy an original formula of sustainable development:

- a sunning period of 3000 hours yearly
- a yearly average solar flux of 2 200 kWh/m²
- a daily global sunning period of 4.8 kWh/m²

We find below (figure 14) the graph of the horizontal global sunning period, from North to South and from East to West.

We can note the slight variation of monthly averages between these zones. On the other hand, seasonal variability remains high, with a variation factor of more than 3 between December and July. These values are related to the only available measurements in three stations in Lebanon for the period 1968-1990 (table 3).

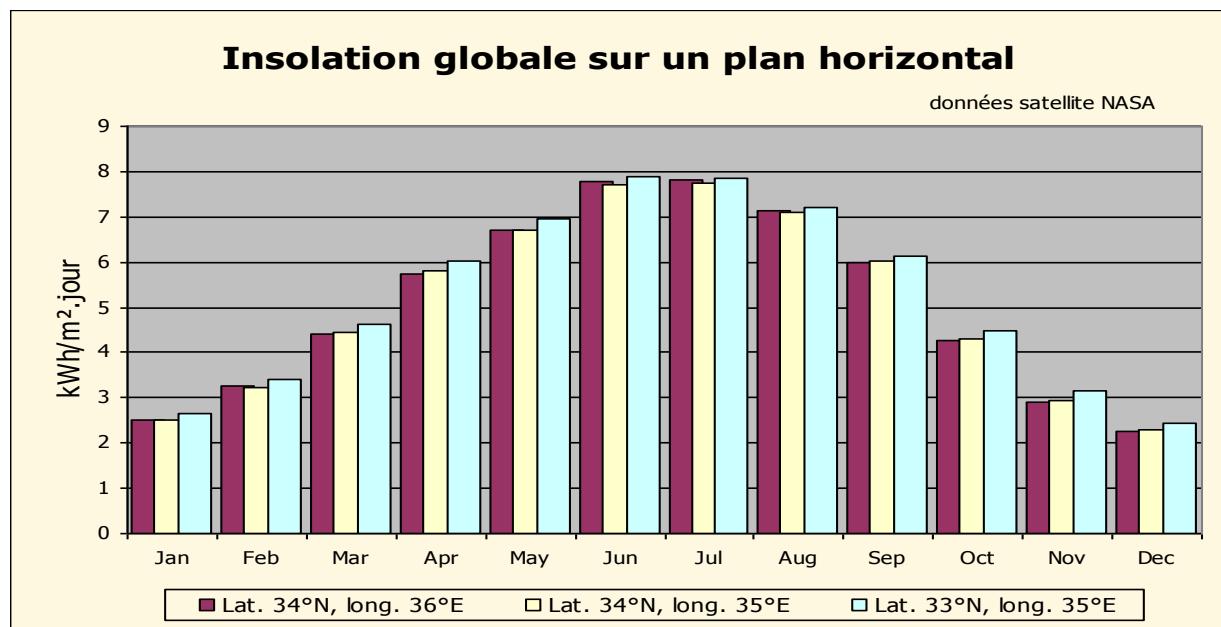


Figure 14: Average daily sunning per month in Lebanon (kWh/m².d)

It is worthwhile to point out, in this framework, that the directorate general of the weather forecast as well as some universities is equipped with a network of meteorological stations allowing measurement of the solar flow in many sites of the country as the hours go by. But there is no analysis.

**Table 3: Global radiation G in Wh/m², 3 years means 1968-1990
(Lebanese climatic Atlas).**

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Abde	2044	3089	3875	6095	6464	7344	7035	6822	5312	3588	2734	2115	4715
Ksara	2518	3625	4943	6214	7702	8840	8758	7949	6762	4849	3424	3507	5683
Beirut	2308	3191	4380	5496	6461	7208	7018	6424	5380	4247	3004	2317	4793

Continuously renewable, without any harmful impact on the biosphere of which it is an integral part, this natural resource lends itself to many uses normally reserved for fossil fuels. Applications extend from the sanitary hot water production up to air conditioning by solar absorption chiller by the way of solar heating floor and solar heat pump. These seem to be the direct applications most adapted for this renewable energy with which Lebanon is endowed. This study, however, is concerned with the market for the water heater with a flat collector for hot sanitary water production, floor and pool heating. It is worthwhile to note that the medium temperature solar thermal for air conditioning or sea water desalination as well as concentrated solar power is not yet developed in the country despite its potential for use in air conditioning and electricity generation.

In this context, the arguments for the development in Lebanon of renewable energies and particularly the solar thermal energy seem obvious and can be summarized as follow:

- Energy bill control and balance of payments improvement.
- Reduction of the conventional energy system emissions to the local and global environment: SO_x, NO_x, CO₂, etc...
- Impact reduction of future world energy pressures on national economy.
- Technical innovation promotion and technological progress dissemination, bypassing some development stages.
- Reduction of investments in expanding the conventional energy production system
- Optimization of economic costs, favorable to a sustained growth and rapid improvement of the country incomes.

- Increased flexibility of investments in energy production and use, and reduction of risks linked to uncertainties in the world energy situation.

2.2 Consumption Sectors

We will find below a number of tables that shows hot water consumption estimates in each main sector of use.

- Residential sector, regrouping both collective and individual housing:

Table 4: Hot Water consumption in residential sector

Residential sector	
Housings:	900,000
Av. number of inhabitants:	4 inhabitant/house
Number of inhabitants:	3,600,000
Average consumption:	30 l/day.person at 45°C
Total consumption:	108 000 m ³ /day
Average consumption per housing:	120 l/day at 45°C

- Health sector, including hospitals and free health centers:

Table 5: Hot Water consumption in health sector

Health sector	
Hospitals:	145
Number of beds:	9,500
Average consumption:	50 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	475 m ³ /day
Free health center:	55
Number of beds:	100
Average consumption:	25 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	3 m ³ /day

- Hotel trade sector, including hotel room rented by the day and furnished apartments rented generally by the week:

Table 6: Hot Water consumption in hotel trade sector

Hotel trade sector

Hotels:	218
Number of beds:	19,329
Average consumption:	40 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	773 m ³ /day
Furnished apartments:	94
Number of beds:	6,121
Average consumption:	60 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	367 m ³ /day

- Education sector, including schools and university buildings:

Table 7: Hot Water consumption in education sector
Education sector

Universities:	100 buildings
Number of beds:	2,000
Average consumption:	40 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	80 m ³ /day
Schools:	1,200 buildings
Number of beds:	3,500
Average consumption:	40 l/day.bed at 45°C
Total consumption:	140 m ³ /day

For other sectors (sports, Turkish baths, barracks), we lack reliable information; but it can be assumed that their influence on the thermal solar market in Lebanon is negligible due to their low number.

For the thermal energy calculation, we must take in account of the monthly cold water temperature. Figure 15 gives the monthly cold water temperature in the coastal zone.

Température moyenne d'entrée de l'eau

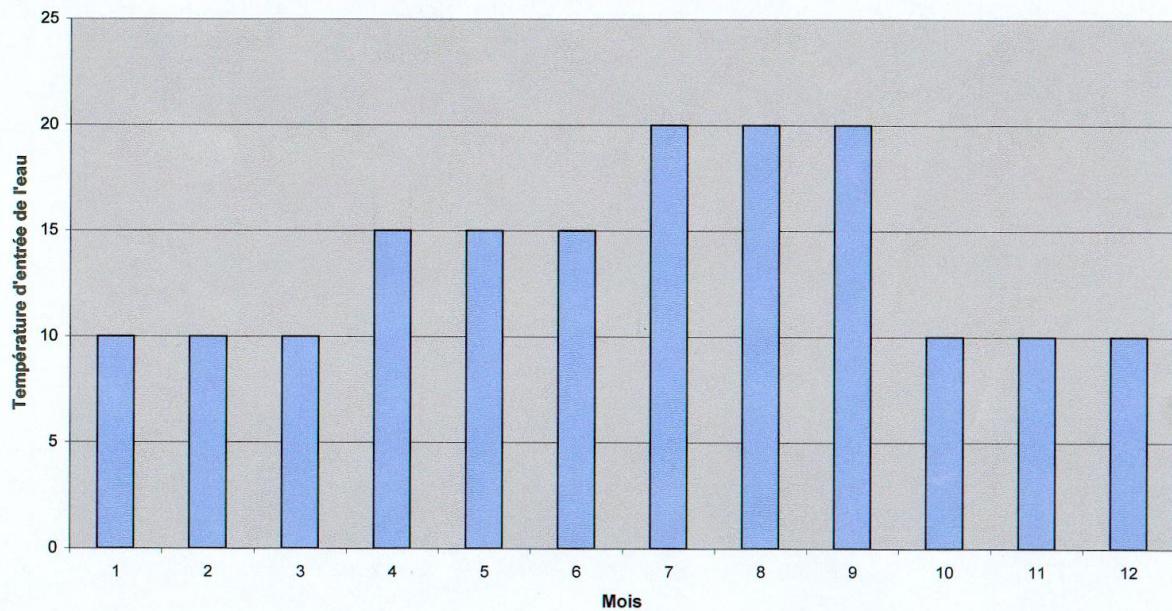


Figure 15: Average temperature of cold water inlet in the coastal zone

2.3 Key Figures of the Thermal Solar Market

The thermal solar market suffered greatly during the long years of war (1976 – 1992) because of the economic recession linked to the unstable socio-political situation. During this period, electric utility fees were often not collected. Additionally, solar collectors installed on roofs were exceptionally vulnerable.

During this time, there were only a few manufacturers in Lebanon and some importers (less than 5). Local production stagnated during these years, with around 500 m^2 of collector surface per year with marginal imports. The total market for solar collectors in 1994 was about $4,000 \text{ m}^2$ (graph above), a negligible quantity in comparison with neighboring countries. At the same time, the total number of solar heaters in Lebanon amounted, in 1994, to $0.23 \times 10^6 \text{ m}^2$, while it was greater than $2 \times 10^6 \text{ m}^2$ in Greece and $560 \times 10^6 \text{ m}^2$ in Cyprus.

This translated to only 0.01 m^2 per inhabitant in Lebanon, while it went beyond 0.20 m^2 in Greece and 0.85 m^2 in Cyprus.

In 2000, installations with GSR (Guarantee of solar results) contracts were born with 3 installations that year. The so-called collective installations are in fact water heaters with thermo-siphon grouped together and installed on building roofs of the tertiary sector (hotels, hospitals, seaside resorts, etc.).

As a result, the electric power conserved was still marginal: 11 gWh per year, in 1994, in Lebanon, while it went beyond 1,200 gWh in Greece and 300 gWh in Cyprus. Concurrently, the prevented CO₂ emissions did not exceed 9 ktons per year in 1994, while it went beyond 1,500 in Greece and 260 ktons in Cyprus.

Although the solar market resumed its expansion after the war, ten years later the level of annual production and the number of installations were considerably lower than those of other countries of the region. Nevertheless for the past five years, the SWH market in Lebanon is booming with an annual growth rate of 15%.

2.4 The Prices

In the absence of financial and other incentive tools, the price of the water heater did not decrease significantly in spite of market expansion. It was 300 \$/m² in 1994, 250 \$/m² in 2004 and it is currently around 300 \$/m², i.e. an increase of 20% since 2004.

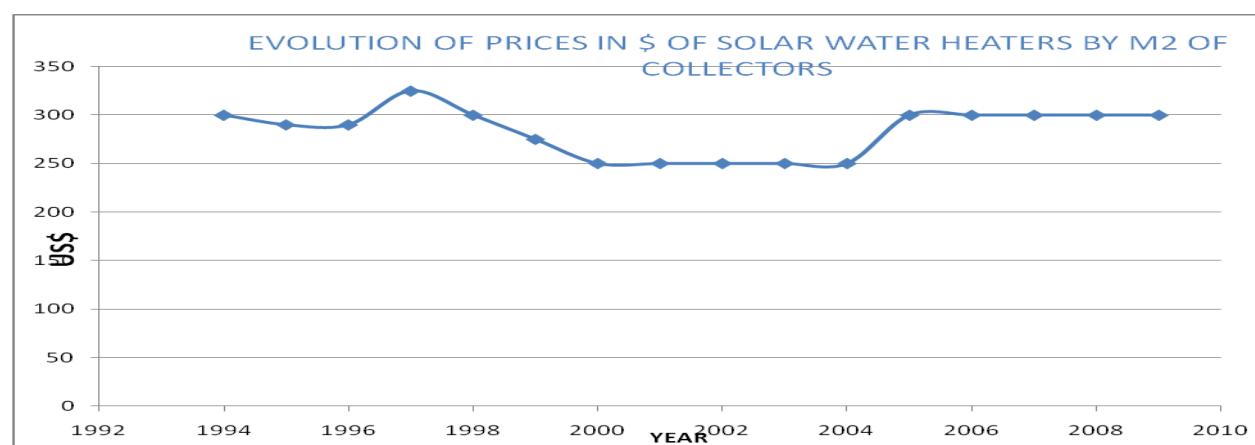


Figure 16: Evolution of SWH prices per collector m² (1994-2009)

The current prices of collectors in Turkey are near 150 \$/m². (The FOB cost of imported collectors is lower than the cost of local manufacturing, which is adversely affected by the low manufactured quantities. But, after taking into account transportation expenses and custom duties on the imported product, the overall price of imported SWH on the market is very near of the price of a locally produced SWH.)

The marginal cost for the production of thermal kWh by a SWH amounts to 2.5 US cents versus 20 US cents for an electrical water heater supplied by a generator set and 10 US cents when supplied by EDL or produced by a gas-oil boiler (figure 17).

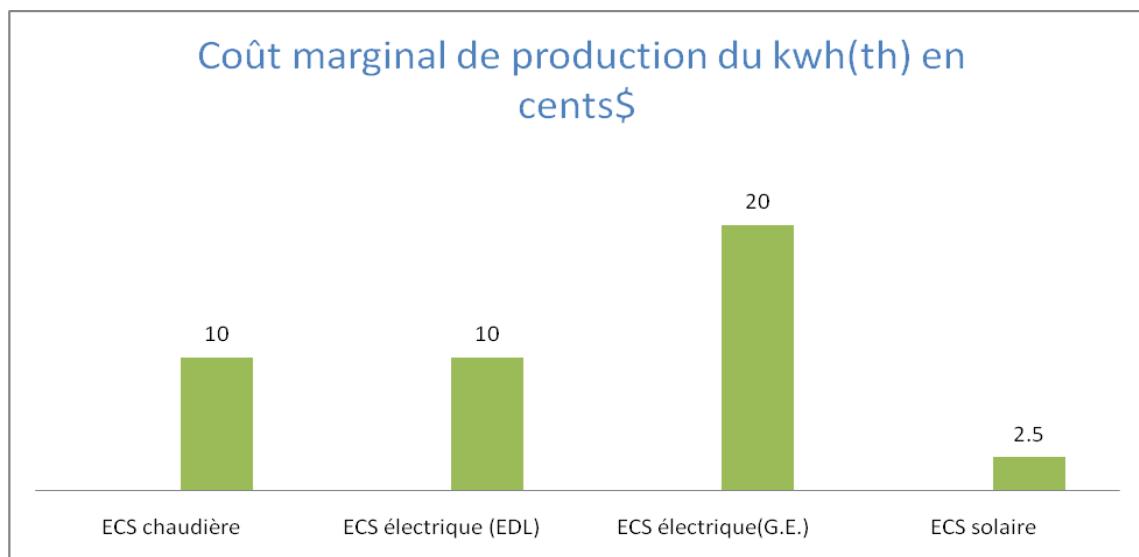


Figure 17: Marginal production cost of the kWh (th) in USD cent

Investment payback period for a SWH amounts to 2.5 years in regard of an electric water heater supplied by a generator set but become 7.2 if supplied by EDL and 8 years if produced by gas-oil boiler.

Temps de retour du chauffe-eau solaire en fonction de l'énergie substituée

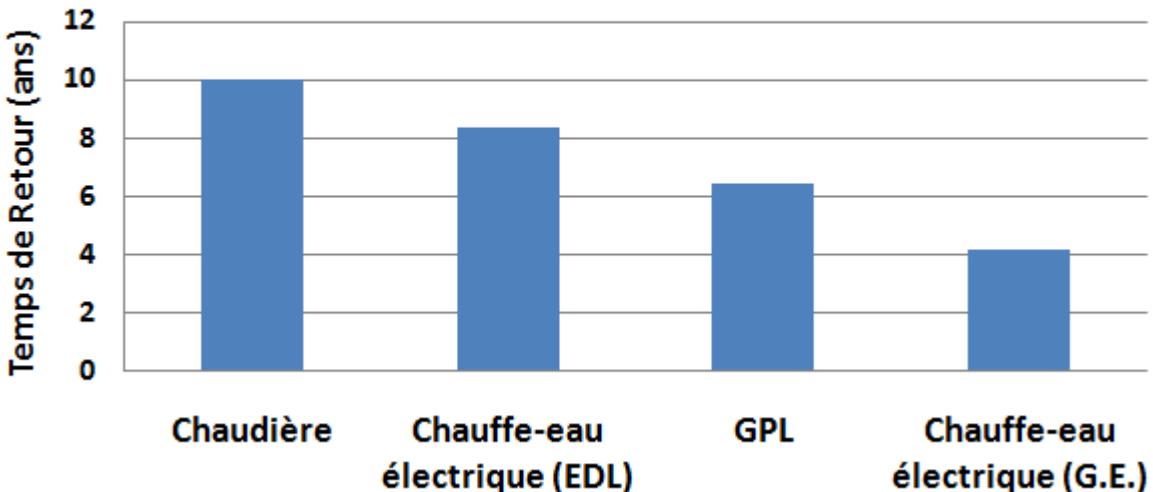


Figure 18: SWH payback period in regard of substituted energy

The average cost for a SWH system is \$1200. Its annual production is about 1680kWh i.e. the equivalent of \$168 of avoided electricity. The payback period is still very high: 7.2 years. Generally, generator sets are very little used to heat water.

2.5 The SWH Stock

Actually, the SWH stock amounts to near 350 000 m² of collectors, i.e. 11 times the 1994 stock, with a growth rate approaching 15% between 2004 and 2009 (figure 19). The market is fully expanding due to low rate credit offered by private banks, the strong competition between SWH installers in Lebanon, and the permanent improvement of the SWH quality in those produced in Lebanon or imported.

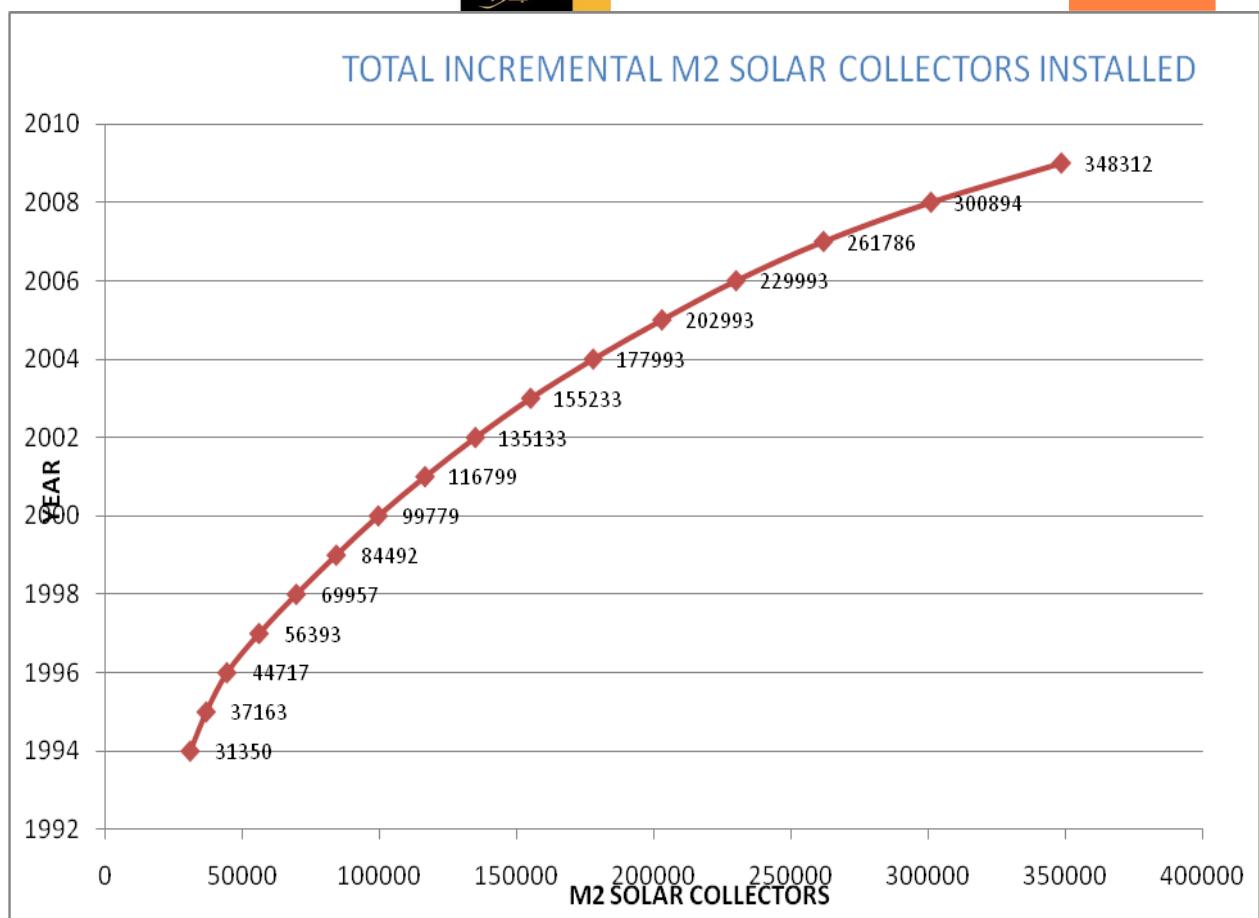


Figure 19: Total incremental of solar collector m² installed in Lebanon 1994-2009

Although the 2009 stock represents less than 90 m² per 1000 inhabitants (9 m² in 1994 and 45 m² in 2004), in Cyprus it goes beyond 900 m², and in Greece, 600 m² per 1000 inhabitants

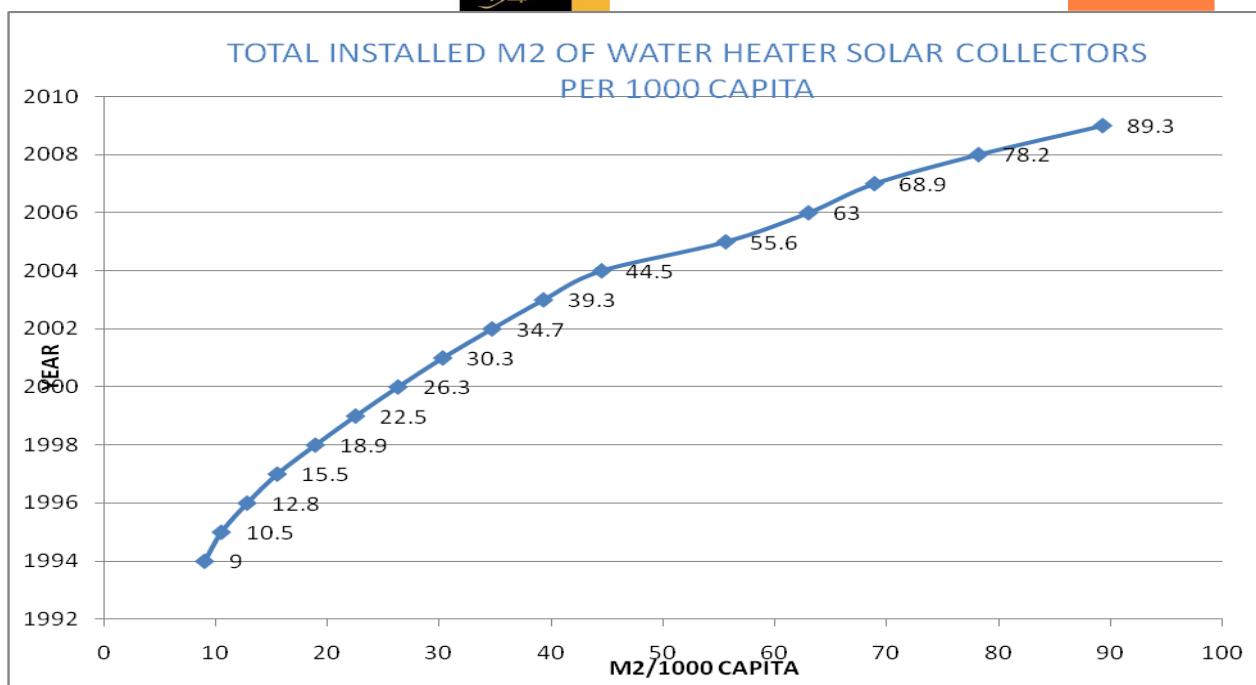


Figure 20: Total installed of SWH collectors (m²/1000 capita)

In 2009, 47 000 m² of collectors were installed i.e. 10 times more than in 2004 with a turnover of about 20 million US\$.

Table 8: Installed Solar Collectors (m²) by category of building

YEAR	2007	2008	2009
APPARTMENT BUILDING	2341	3051	4070
INDIVIDUAL HOUSE	19643	24366	25996
INDUSTRY	1000	1500	2500
HOTEL/LARGE RESTAURANT	1470	2260	1955
SEASIDE RESORT	410	555	708
ADMINISTRATIVE BUILDING	1500	2500	4500
SCHOOL/UNIVERSITY	308	375	2514
SWIMMING POOL	376	456	555
TOTAL	31793	39108	47148

YEARLY INSTALLED SOLAR WATER HEATERS IN LEBANON

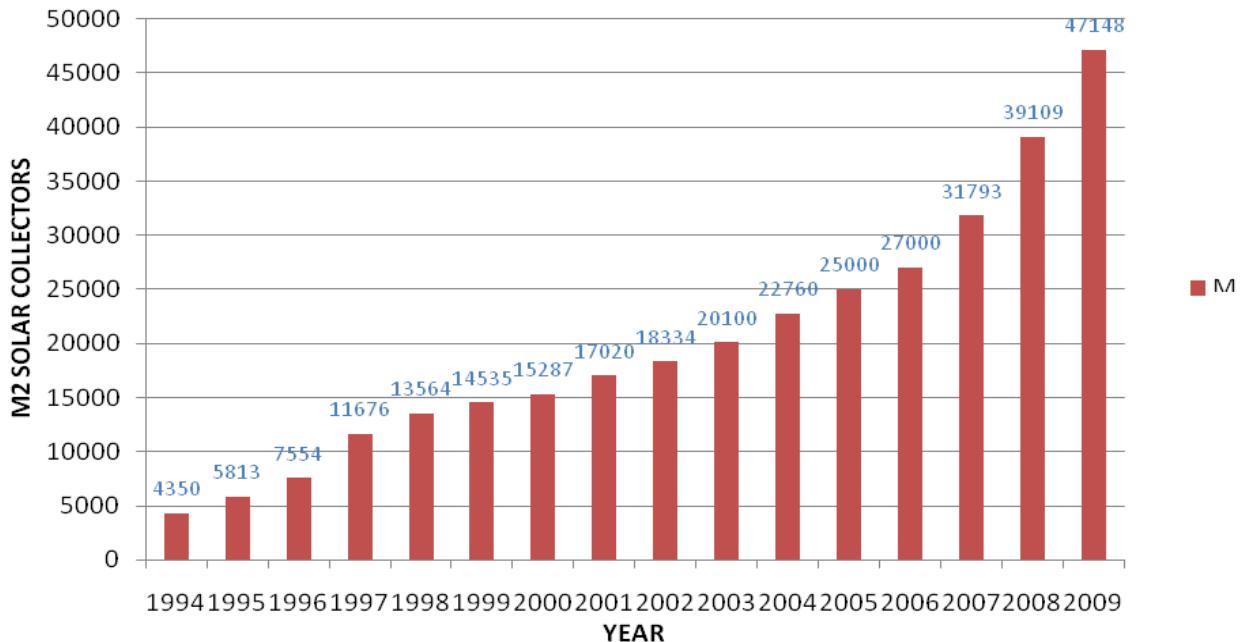


Figure 21: Annual area of installed solar collectors in m²

The SWHs are mainly intended for individual housing (65%) with less than 8% for collective installations (figures 22, 23 and 24). This trend threatens the market for SWH in the medium term since the predominance of individual SWHs is incompatible with the country's high rate of urbanization (85%) and the architectural constraints presented by collective housing : limited space and joint ownership of flat roof area.

The individual SWH, so unsuited to the urban environment, should leave the place for collective water heaters that profit from economy of scale and that depend on the introduction of counting methods and a fair sharing of induced service charges to gain popularity. 30% of SWH are an open circuit type with thermo-siphon, the remainder a double circuit type with a circulatory pump on the secondary circuit.

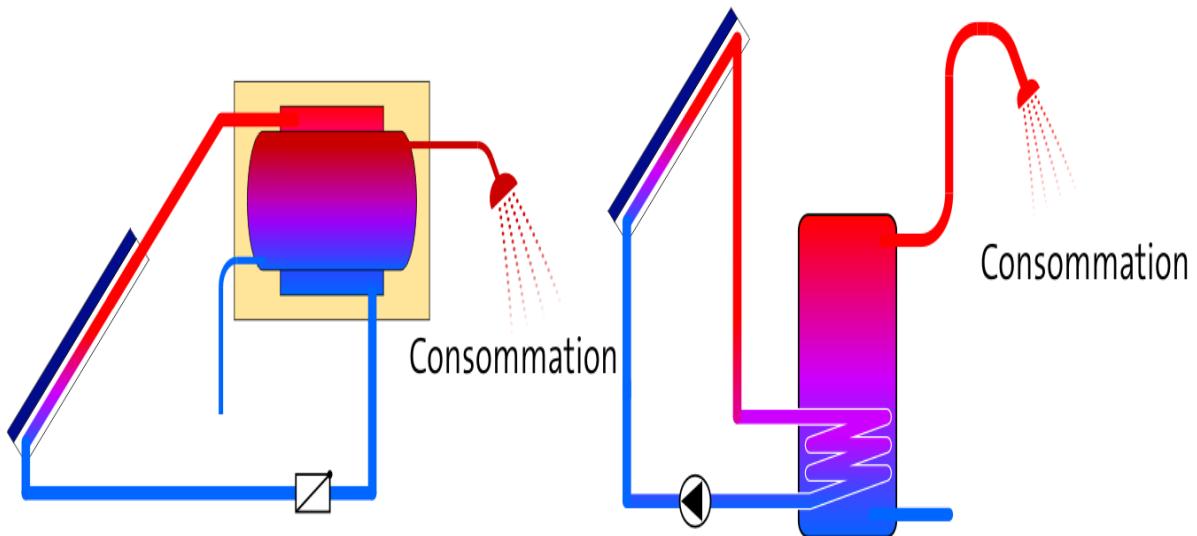


Photo Adel Mourtada

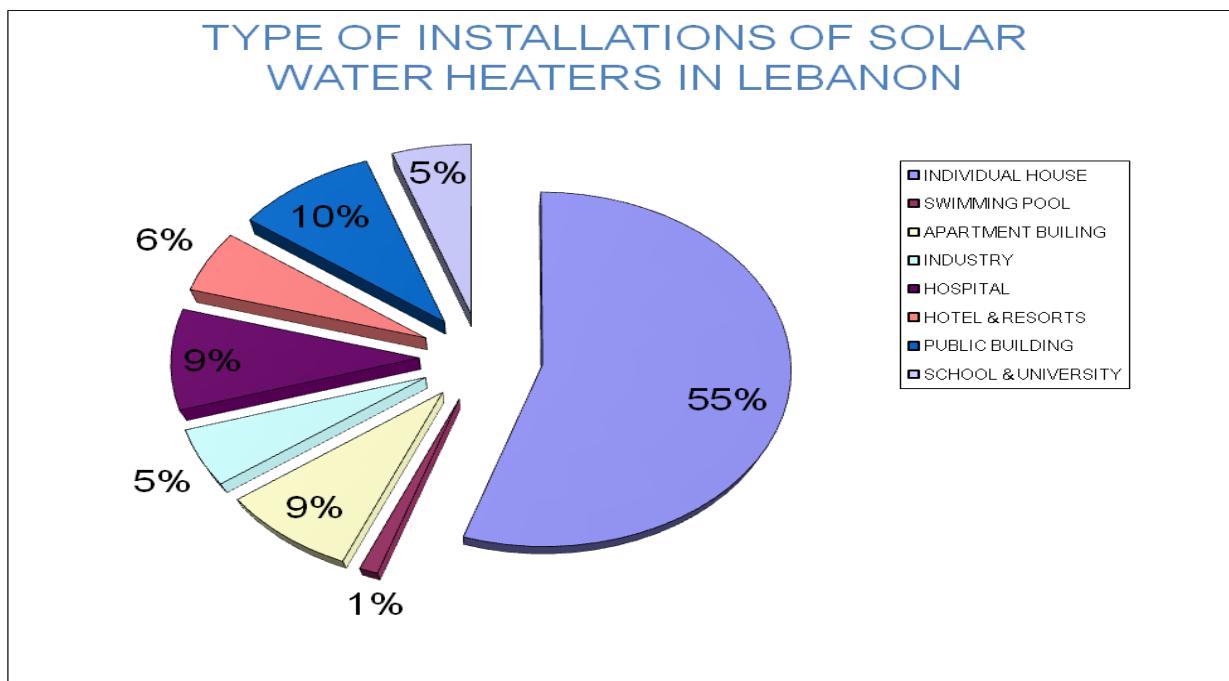
The Guarantee of Solar Result (GSR) is an idea introduced by the project “Energy Efficiency in Buildings in Lebanon” project (PEEC) with the FFEM (Fonds Francais de l’Environnement Mondial). It is still very poorly developed in the country; in this framework, the Zouk project installations are monitored for almost five years. The results up to the present day are very satisfactory (see balance sheets in annexes).

Thermosiphon

Circulation forcée



© www.solarpraxis.com

Figure 22: Different types of individual Solar Water Heater**Figure 23: Area repartition of installed collectors by buildings category in %**

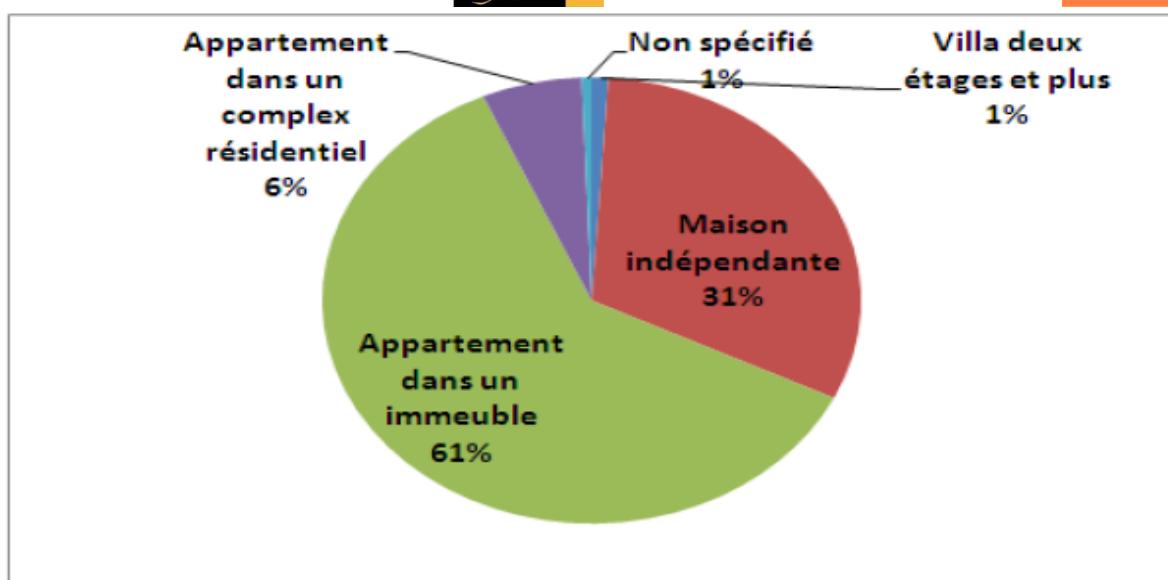


Figure 6: Répartition de logements par type en 2007 (Source ACS)

Figure 24: Housing repartition by type in 2007

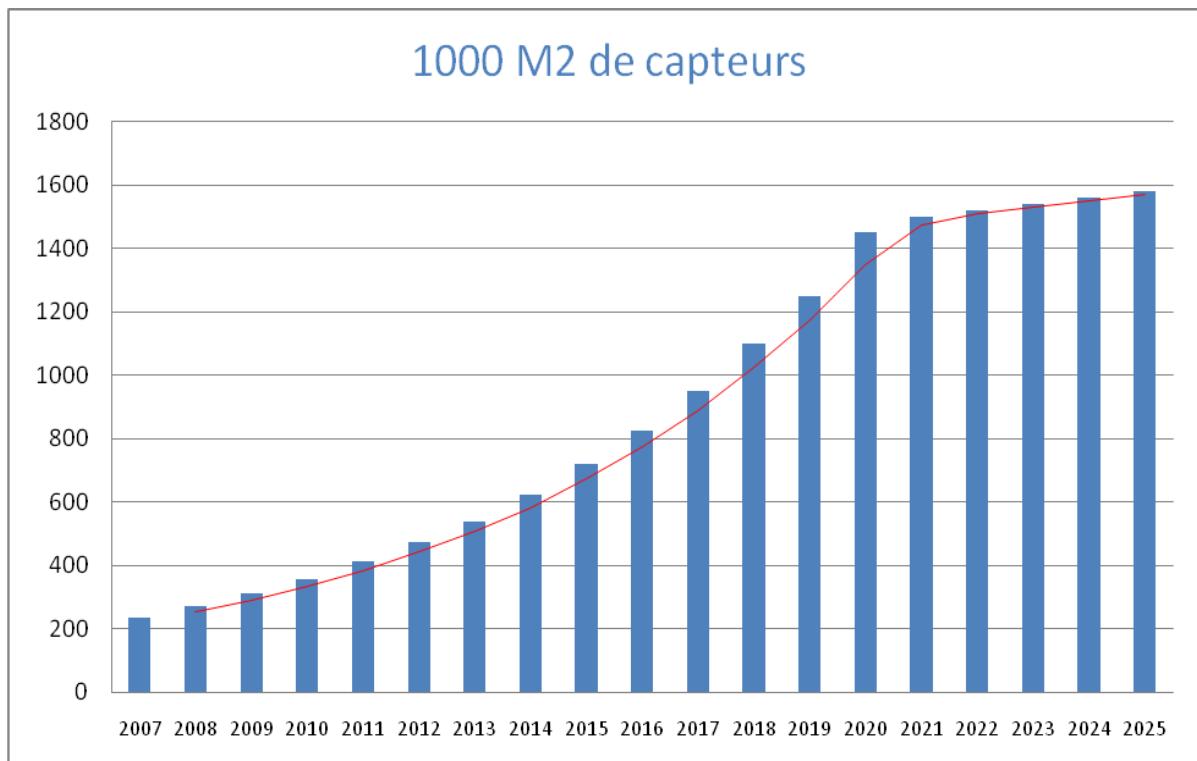


Figure 25: Prospection of cumulated area of installed solar collectors

In 2009, about 34,000 m² were imported (69%), 11,700 m² assembled locally (24 %) and 3,600 m² exported (7%), mainly to the Gulf countries (figure 26).

In 2004, imports represented only 15% of the local production while they currently represent almost three times what is produced locally. This is due mainly to the large penetration of the low price SWH from China (particularly the vacuum collector) or from Turkey.

M2 importation/Fabrication/Exportation en 2009

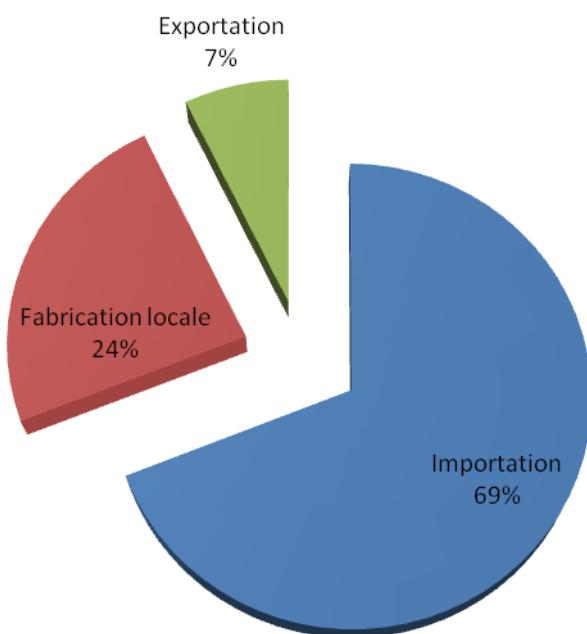


Figure 26: Repartition of solar collectors manufactured, imported and exported in % in 2009

The figure 27 below shows the evolution of manufactured and imported between 1994 and 2009.

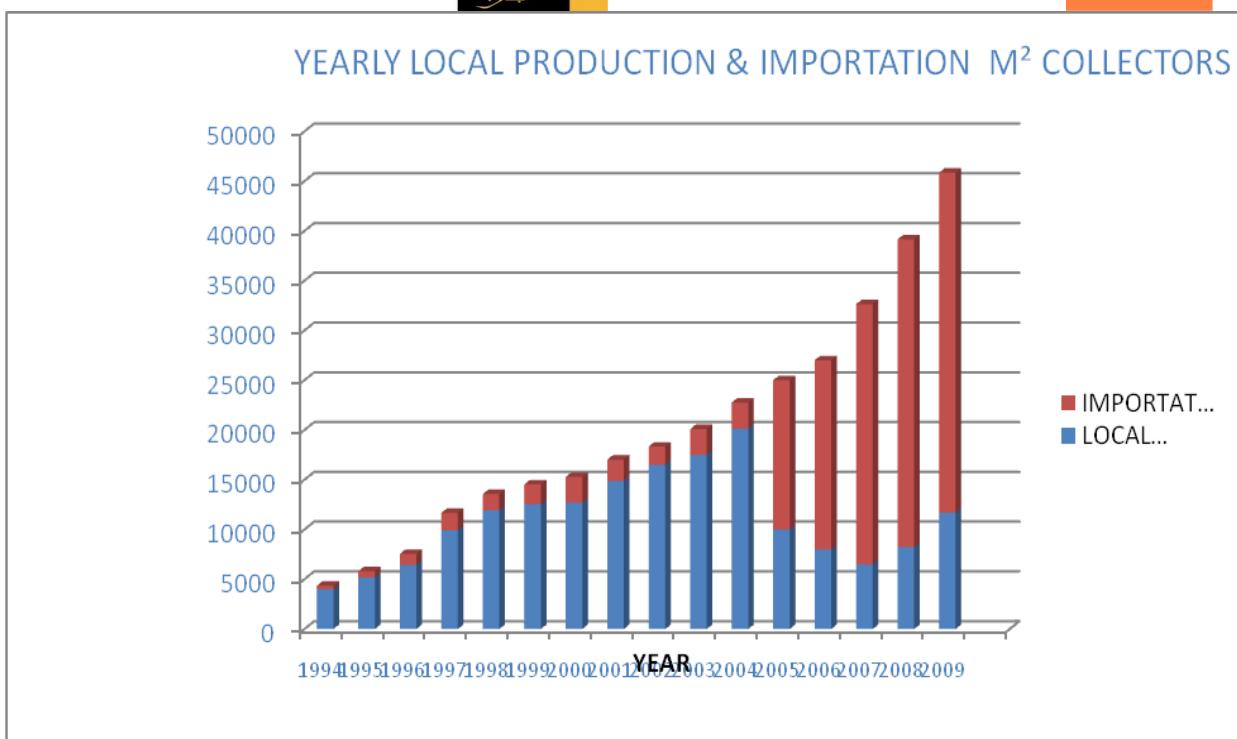


Figure 27: Evolution of manufactured and imported collectors market between 1994 and 2009

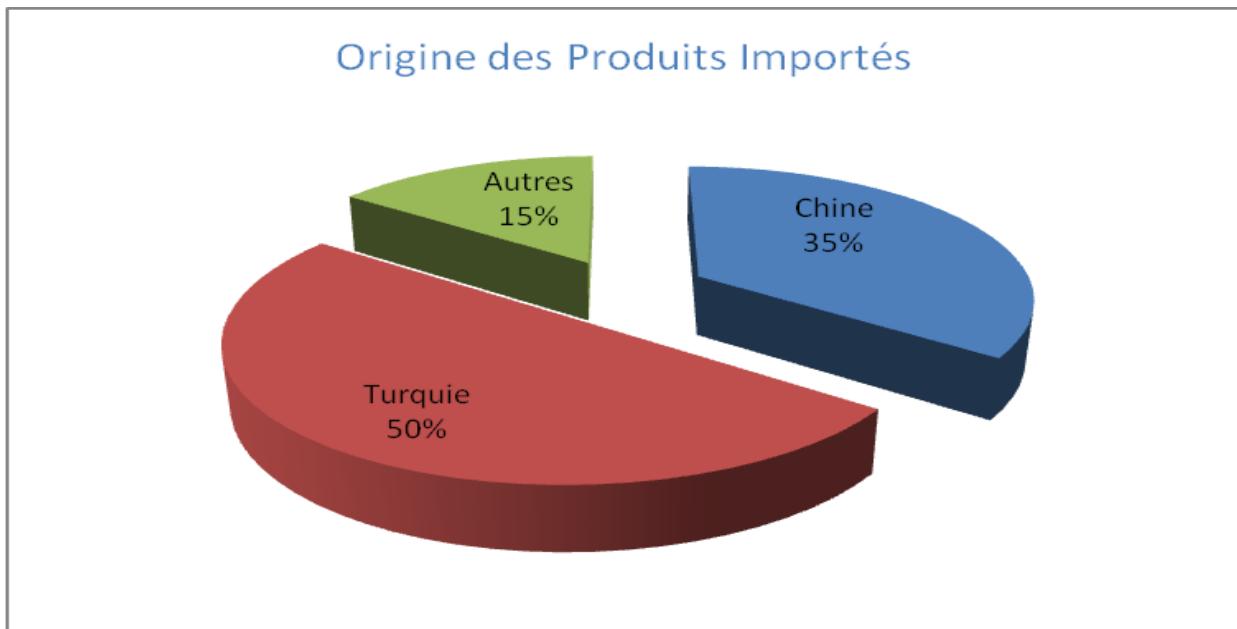


Figure 28: Origin of imported collectors in 2009

During investigations, we could identify 31 SWH importers (among them two also import collectors and assemble systems locally with local

manufacturing of frames and hot water cylinders); and 4 manufacturers (they manufacture entirely the SWH with a flat collector). One of the manufacturers exports part of his production to the Gulf countries. They are concentrated, for a 70% majority, in Beirut and Mount-Lebanon. In 2004, there were 12 manufacturers and about 10 importers. This confirms the growing difficulties of the local manufacturers facing competitions from the imported products and the import growth to the detriment of local manufacturing. These imports are concentrated mainly in the very low price collectors, the “vacuum pipe” from China (figure 28).

Figure 29 shows the geographical repartition of SWH suppliers by “Mohafazat”.

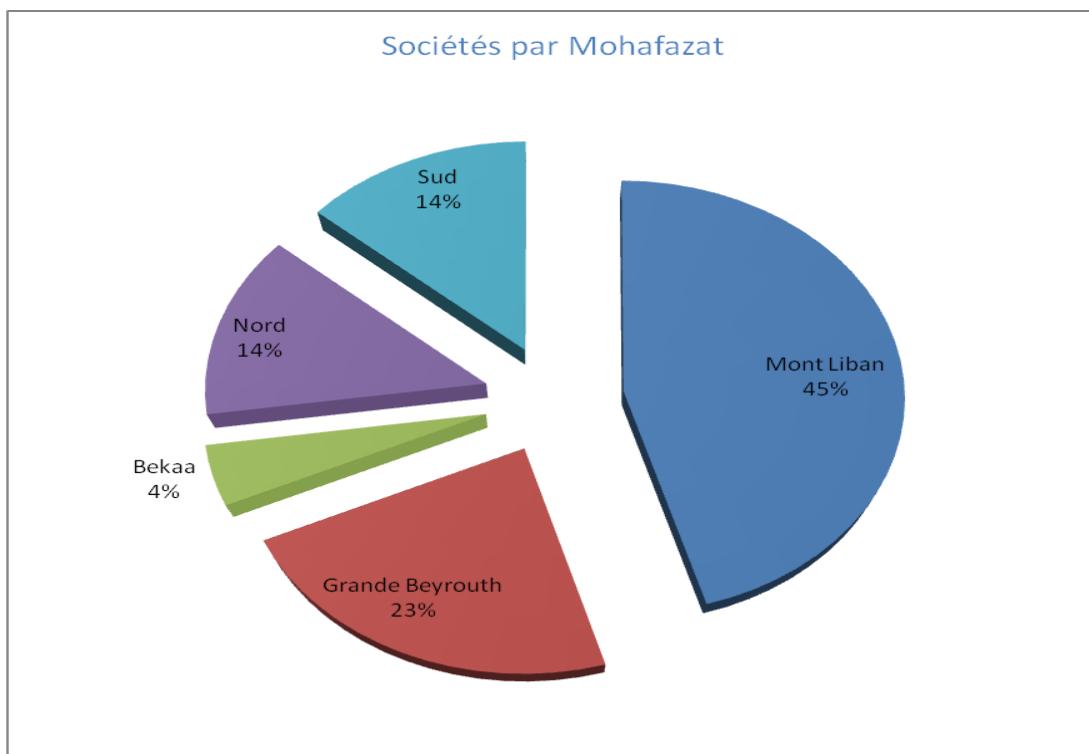


Figure 29: Repartition of SWH suppliers by Mohafazat in 2009

Figure 30 shows the repartition of installed SWH systems by collector type in 2009.

Nature Collecteur

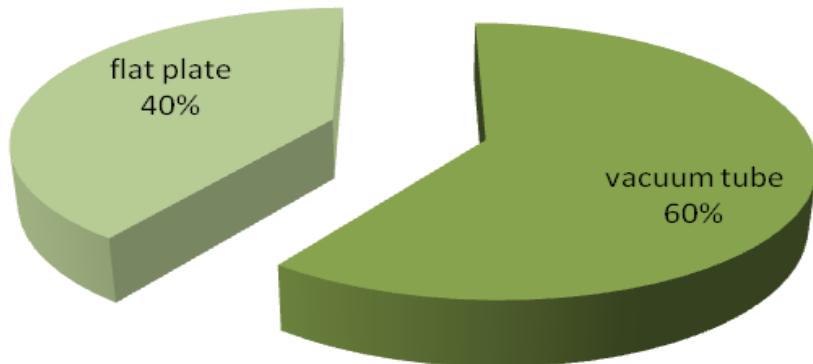


Figure 30: Installed SWH systems repartition by collector type in 2009

On the other hand, the so-called “open” circuits type (i.e. a single open water circuit operating on thermo-siphon) still exists on the market because of their low price and despite all their drawbacks, such as necessary descaling because of the very hard water in Lebanon, the freezing risks, and water shortage difficulties (figure 31).

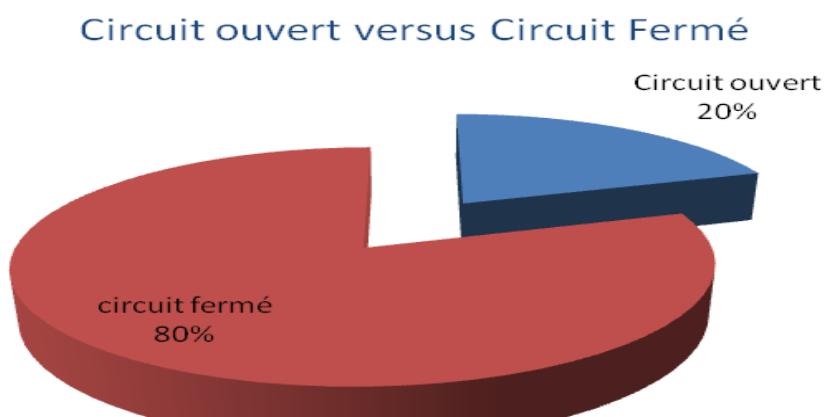


Figure 31: Installed SWH systems repartition by circuit type, open or closed in 2009

2.6 Energy and Environment Balance Sheet

SWH stock reached, in 2009, about 350,000 m². It produced an energy equivalent to 155gWh (of which 70% of avoided electricity) and a CO₂ emissions reduction of 92kTons. In 2004, the energy generated by the SWH stock was near 80gWh and CO₂ emissions reduction amounted to 47.5kTons (figure 32). For comparison purpose, the primary energy, this very year 2009, amounted to 6,735kTOE or 78,328gWh.

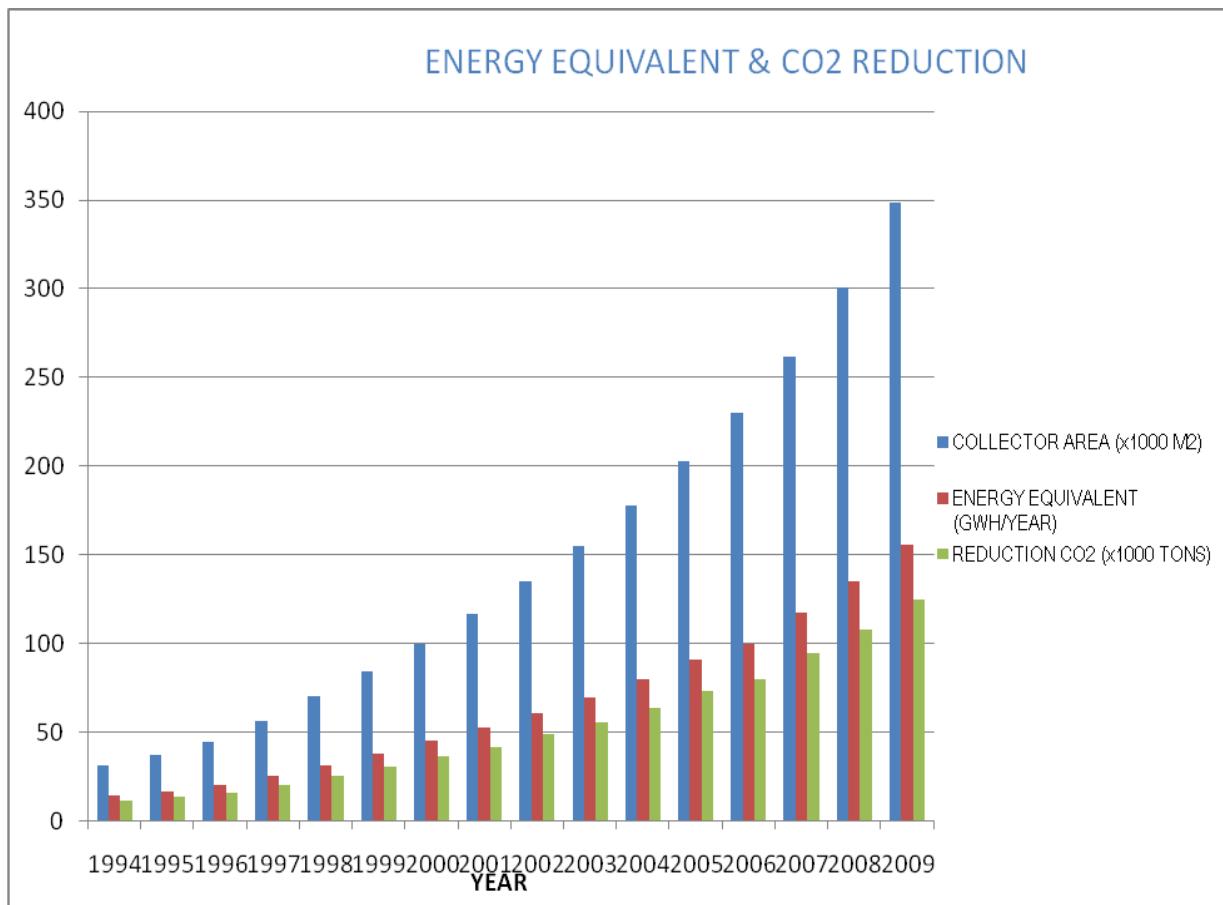


Figure 32: Cumulative area of installed collectors, their thermal energy production and emissions reduction (1994-2009)

The primary energy consumption in Lebanon, in 2008, was 5,500kTOE (see attached document). The electricity supplied that year by EDL reached 11,000gWh, of which 3.5% was from hydro, 5% imported from Syria and the remainder thermal (fuel-oil and gas-oil) (see attached document). The



generator sets disseminated all over the country produced almost 3,000Wh, i.e. a global supply of electric power for 2008 of 14,000gWh.

The economic growth was affected by the world economic crisis and was greater than 6%. The Central Bank forecasts confirm a sustained growth at medium term by at least 6%.

If we assume a flexibility of the average annual growth rate (aagR) of the economy related to the average growth of the primary energy of 2.3 and of the electricity of 1.5 by taking into account several factors relating to the present economic climate, reducing the primary energy consumption (car penetration rate already high, high performance new cars) and electric consumption (introduction of less consuming equipment), the minimal aagR of the primary energy would be of 2.6% up to 2020 and 4% for electric power. It means that needs for primary energy on the horizon of 2020 will be 7,500kTOE or 87,225gWh, and for electric power 22,500gWh (i.e. 45 times the actual hydro-electricity production).

The Lebanese government announced in its ministerial declaration that the portion of renewable energies will reach, in 2020, 12% (i.e. 900kTOE or 10,500gWh) for primary energy while they represent now less than 1% not including hydro and between 3 to 4% if hydro energy is included. The proposed 12% REs will represent 2,700gWh for electric power, which means 6 times the actual hydro electric power production or 220 km² of PV cells (with less than 1 km² actually).

If EDL maintains a horizontal and vertical monopoly with rates that do not reflect the production costs and that have remained unchanged since 1994, it is not certain that the electric power production from REs will develop in the country (due to production costs higher than the prices sustained by EDL, no possibility of connection to the network, etc.). The only potentially promising market remains that of solar water heaters (thermal solar). That presents interesting payback periods in comparison with fuel prices which reflect the cost in the Lebanese market... In that case, the SWH market should reach, in 2020, a quantity of 1,750,000 units (to compare with the actual stock which does not go beyond 100,000 units). It is impossible to reach this number in reality after taking in account the rate of annual SWH penetration, architectural constraints and the very strong urbanization of the country.

For starting, the only appreciable development of REs in Lebanon lies in the modification of the institutional environment, which should induce an EDL demonopolization by opening the electricity sector to privatization, by promoting distributed methods of power generation (emphasizing REs) and by basing electric power rates on the direct costs related both to the generation of power and the externalities linked to pollution and CO₂ emissions.

2.7 The Barriers

Nevertheless despite the strong spreading of SWH market in Lebanon, solar thermal energy is still little developed in the country and remains backward in regard of the neighboring countries. Some barriers continue especially (table 9 to 12):

- The electric power fixing of rates policy which did not vary since 1994 and does not reflect its real cost.
- The lack of a political will and a coherent process of public authority in favor of solar energy which can make converge national and macro-economic interests with those of the consumer and user.
- An insufficient taking in account of the impact on the environment and public health of air pollution.
- The lack of SWH certification, installations technical control and the Guarantee of Solar Results.
- SWH unsuitability to urban environment and the obligation to replace it by the collective solar heater with a counter and sharing of induced service charges.

Table 9: ECONOMIC BARRIERS TO SOLAR THERMAL MARKET DEVELOPMENT

CONSTRAINTS	IMPACTS	SOLUTIONS
1- ENERGY RATES DO NOT REFLECT THE REAL COST	DEVELOPMENT OF ELECTRIC WATER HEATER AT THE EXPENSE	ENERGY RATES SHOULD REFLECT THE DIRECT COST ELECTRIQUE AU DEPEND DU ENERGY AT THE SHORT TERM. AT THE LONG TERM, IT MUST INCLUDE THE POLLUTION COST LINKED TO THAT ENERGY
2- HIGH INVESTMENT	HIGH PAYBACK > 5 TO 8 YEARS	1- ADVANTAGEOUS LOANS AT MEDIUM & LONG TERMS 2- FISCAL INCENTIVES

Table 10: INSTITUTIONAL BARRIERS TO SOLAR THERMAL MARKET DEVELOPMENT

CONSTRAINTS	IMPACTS	SOLUTIONS
ABSENCE OF POLITICAL WILL IN FAVOR OF SOLAR THERMAL IN LEBANON	UNSTABLE & MARGINAL MARKET	ADOPTION OF POLICIES & ENERGY POLICIES & RATIONAL MANAGEMENT PROGRAMS SEEKING SUSTAINABLE DEVELOPMENT
1- NON-EXISTENCE OF STATUTORY FRAMES 2- NON EXISTENCE OF DEVELOPMENT PROGRAMS OF THE THERMAL SOLAR AT MEDIUM AND LONG TERMS 3- ABSENCE OF FINANCIAL INCENTIVES AS WELL FOR THE INDUSTRIAL AS FOR THE CONSUMER		

Table 11: SOCIAL BARRIERS TO SOLAR THERMAL MARKET DEVELOPMENT

CONSTRAINTS	IMPACTS	SOLUTIONS
LACK OF INTEREST FOR THE SOLAR - NEGATIVE PUBLIC IMAGE: 1- CONSUMER IGNORANCE OF ADVANTAGES (AT MEDIUM & LONG TERMS) 2- IGNORANCE OF MACRO-ECONOMIC & ENVIRONMENTAL STAKES	STAGNANT & MARGINAL MARKET	1- INFORMATION 2- SENSITIZATION 3- TRAINING

Table 12: TECHNICAL BARRIERS TO SOLAR THERMAL MARKET DEVELOPMENT

CONSTRAINTS	IMPACTS	SOLUTIONS
DISCONTINUOUS SUPPLY OF ENERGY WHICH REMAINS DEPENDENT OF SUNSHINE HOURS	NECESSITY OF STORAGE AND ALTERNATIVE ADDITIONAL ENERGY	IMPROVEMENT OF STORAGE AND ADDITIONAL ENERGY
ICING PROBLEMS IN WINTER AT HIGH ALTITUDE	COLLECTORS ALTERATION	DOUBLE CIRCUIT SWH USE (PRIMARY AND SECONDARY CIRCUITS)
SCALE PROBLEMS (HARD WATER IN LEBANON)	DECREASE OF COLLECTORS EFFICIENCY	1- USE OF DOUBLE CIRCUIT SWH 2- USE OF WATER SOFTENER
SWH DIFFICULT INTEGRATION IN BUILDINGS ESPECIALLY IN URBAN ENVIRONMENT	1- LOCATION 2- ESTHETICS	FORECAST THE « SOLAR » AT THE LEVEL OF BUILDING DESIGN
PROBLEMATICAL RESULTS AND UNCERTAIN EFFICIENCY	SWH NEGATIVE IMAGE AND SUBSTANDARD PERFORMANCES	1- STANDARDS 2- LABELING 3- GARANTEE OF SOLAR RESULTS 4- TECHNICIANS TRAINING

2.8 Research and Development

There is no national research body focused on renewable energies in general or on solar thermal in particular. There are only a few specific research projects on solar thermal actually conducted in Lebanon. Nevertheless, periodically and in doctoral studies framework, some dissertations do tackle the subject but without planning or previous coordination.

The Lebanese National Center for Scientific Research (LNCSR) is going through a bad period and does not have enough financial means to lead costly research projects; moreover, the solar energy department has been closed for more than three years. Some universities or local technical institutes give classes on solar energy framed in a more global teaching; they do not forecast a curriculum which can lead to diplomas in this topic. In this context, it is interesting to point out the role of the Order of Architects and Engineers of Beirut, which is trying to integrate the SWH in the building license. Actually, a project financed by the European Commission in cooperation with the CRES in Greece, the "Franhofer Institut" of Germany, the NERC in Jordan, the ALMEE and the Lebanese University, "RESSOL-MEDBUILT," aims to develop the research programs in Lebanon in the solar thermal and photovoltaic sectors.

2.9 Certification and Standardization

LIBNOR (official organization affiliated with the council of ministers and in charge of standardization in Lebanon) is undertaking a large work of standardization. It published standards related to collectors and systems, but they don't have any enforcement value.

No university laboratory is equipped with a test bench for solar collectors. On the other hand, no organization is entitled to deliver, today in Lebanon, technical advices, labels or certifications in the matter.

In this framework, it will be interesting to point out that the Industrial Research Institute (IRI) received a test bench, but up to now it has never been used.

Certification de Conformité des Capteurs

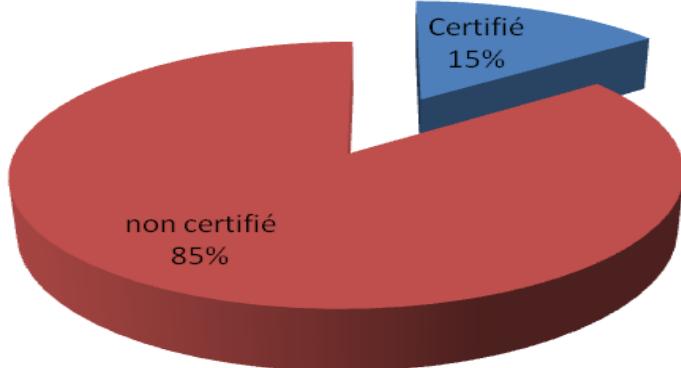
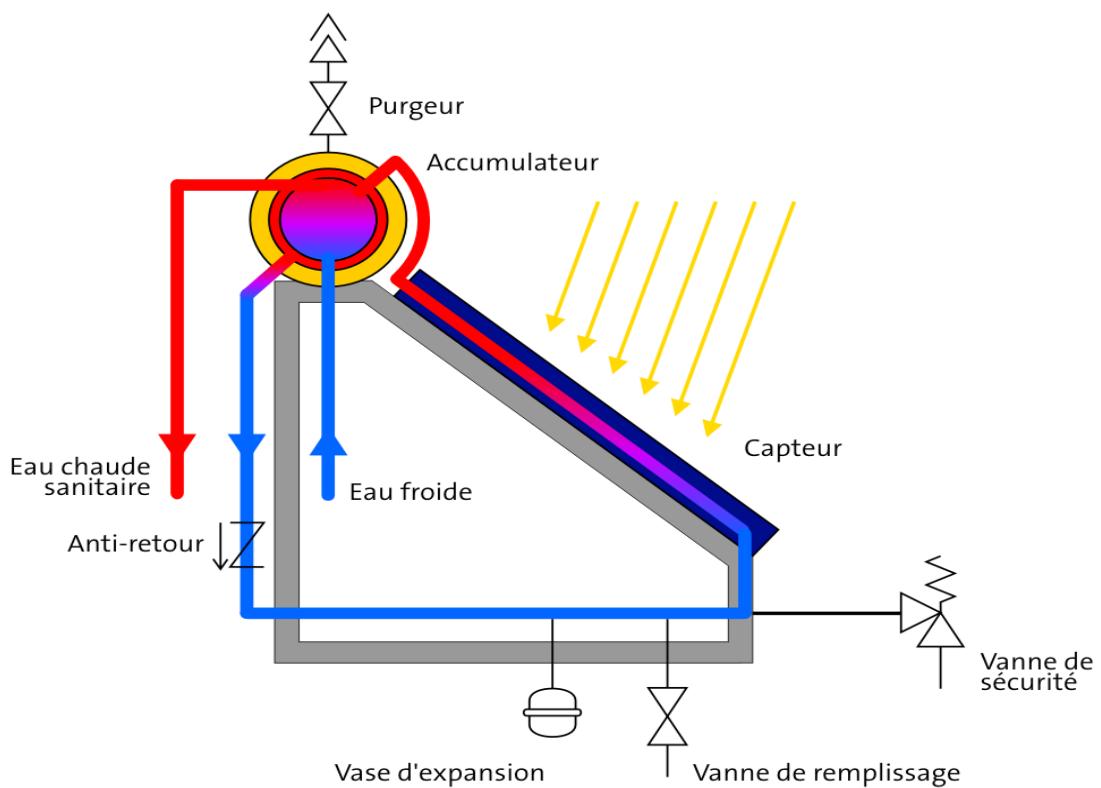


Figure 33: Percentage of certified and non-certified collectors in the Lebanese market

2.10 The Products (assembled in Lebanon)

The local industry is centered mainly on the individual solar water heater (with open circuit or closed double circuit, with a thermo-siphon or a circulation pump) (figure 34) installed on a roof sloping at 45°C toward the South, using a paint or galvanized black steel chassis. The local industry suffers from the lack of standards, a test and labeling center, reliable measurements of profitability, of endurance, of sustainability as well as a credible guarantee of results.



© www.solarpraxis.com

Figure 34: Scheme of an individual SWH system

The solar water heater is made of:

- 1 – Flat collector (an average 1 m^2 for 50 liters at $55-60^\circ\text{C}$) with an aluminum external shell, a polystyrene insulation, an absorbing surface in black colored copper or aluminum and a coolant, if existing, based on water and glycol. The glazing is of ordinary type with an average thickness of 4mm (figure 35).

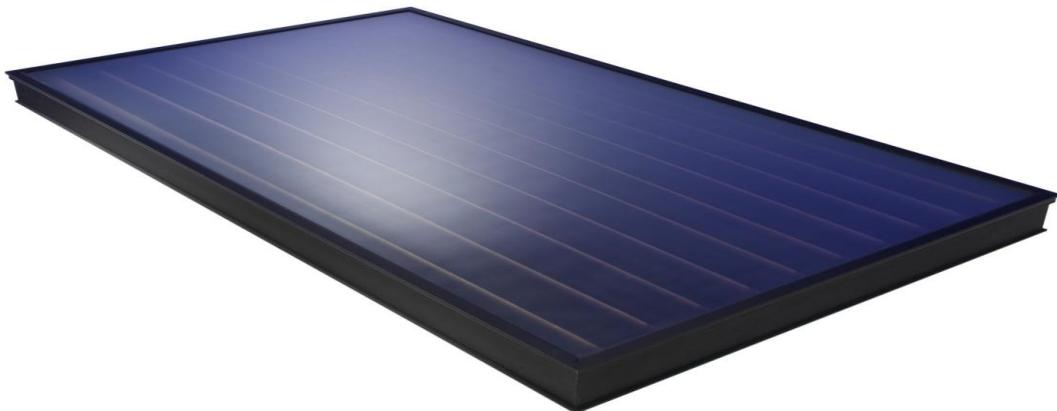


Figure 35: Scheme of a flat solar collector

2 – Sanitary hot water tank (150 to 300 l for individual water heater according to needs), cylindrical in form generally, made from black steel insulated with glass wool (2.5cm).

3 – Additional power: generally an electrical resistance $P = 700W - 1kW$ with a thermostat.

There is significant need for technology transfer, as the quality of the solar water heater in general and the collector in particular is poor (collector mean efficiency 50% and effective life duration less than 10 years).

2.11 Distribution, Sales and After-Sales

Generally, manufacturers or importers do not feel the necessity to create a distribution network, given the small size of the country.

Increasingly, advertising campaigns are offering water heaters with good results, a great durability, etc., but without any technical advice provided by a credible institution and without any guarantee of results.

The installer offers a guarantee against manufacturing defects (from 3 years to 10 depending on the installer), but it concerns the equipment and is not a guarantee of result (figure 36). He also offers an annual maintenance contract centered on the cleaning of the collector glazing, the heat exchange area, and descaling of the exchange when it exists and when possible (for

example exchanging the plate, checking of the pump good operation, etc.). Of course the contracts are not statutory and hence very infrequent.

From here, we understand that there are efforts to improve the credibility of the manufacturing sector (standards, technical advices, labeling, certifications, GSR, etc.). The stimulation of thermal solar market is in great part dependent on putting these various measures in place.

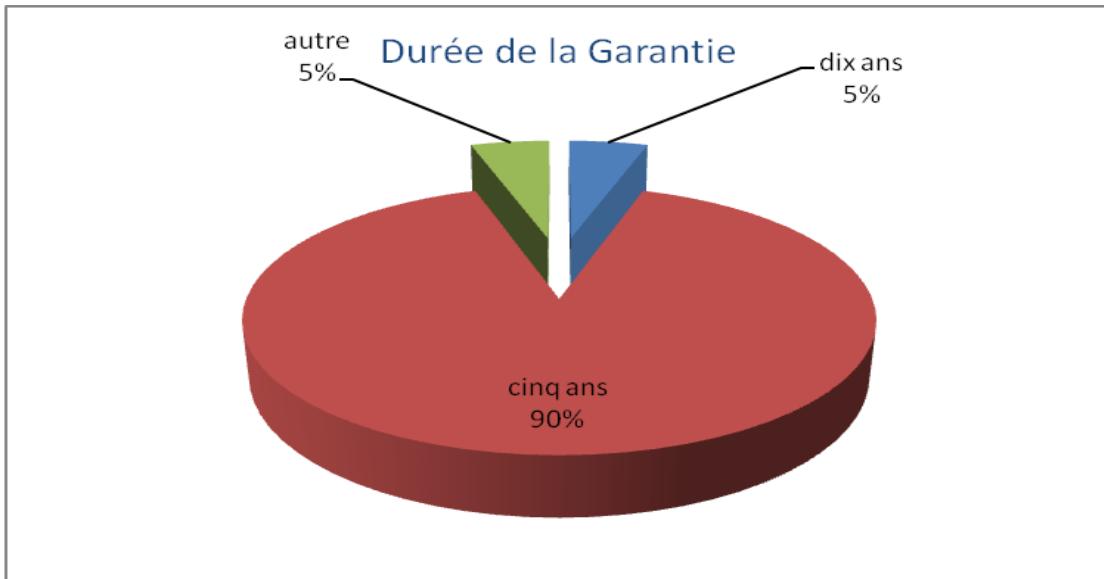


Figure 36: individual SWH systems guarantee duration in Lebanon

2.12 The Potential of the Square Meter of Solar Collector

Table 13: Simulation results using SOLO software

Beyrouth, latitude: 33.82°

6/5/2002

Données météo

mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T° extérieure	12.9	13.3	14.9	17.8	20.5	23.5	25.9	26.5	25.4	23.2	18.6	14.8
T° de l'eau	16.3	16.5	17.3	18.8	20.1	21.6	22.8	23.1	22.6	21.5	19.2	17.3

Installation

Capteurs			Stockage		
Surface	15.0	m ²	Situation		
Inclinaison	30	°/Horiz	Température ECS		
Orientation	0	°/Sud	Volume de stockage		
Coefficient B	0.65		Cste de refroidissement		
Coefficient K	6.24	W/m ² , °C	Type d'installation		

	Irradiation capteurs (Wh/m ² .jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Taux (%)	Volume (litres)
janvier	3010	1213	449	37.0	1000
février	3945	1089	524	48.1	1000
mars	4963	1177	720	61.2	1000
avril	5624	1089	778	71.4	1000
mai	6120	1076	845	78.5	1000
juin	6508	989	832	84.1	1000
juillet	6455	979	843	86.2	1000
août	6366	968	833	86.0	1000
septembre	5977	956	778	81.3	1000
octobre	5412	1028	741	72.1	1000
novembre	4211	1075	575	53.5	1000
décembre	3252	1179	470	39.9	1000

Taux couverture solaire	65.4	%	Apport solaire annuel	8388	kWh/an
Besoin annuel	12818	kWh/an	Productivité annuelle	559	kWh/m ² .an

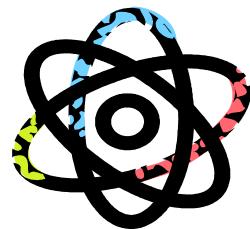
calcul réalisé sur www.tecsol.fr

Table 13 shows simulated annual potential of thermal production of a good flat collector in Lebanon. The table above is the result of a computation made on www.tecsol.fr.

This computation concerns a typical case of a collective water heater with 15 m² collectors and 1 000 liters tank, installed in Beirut.

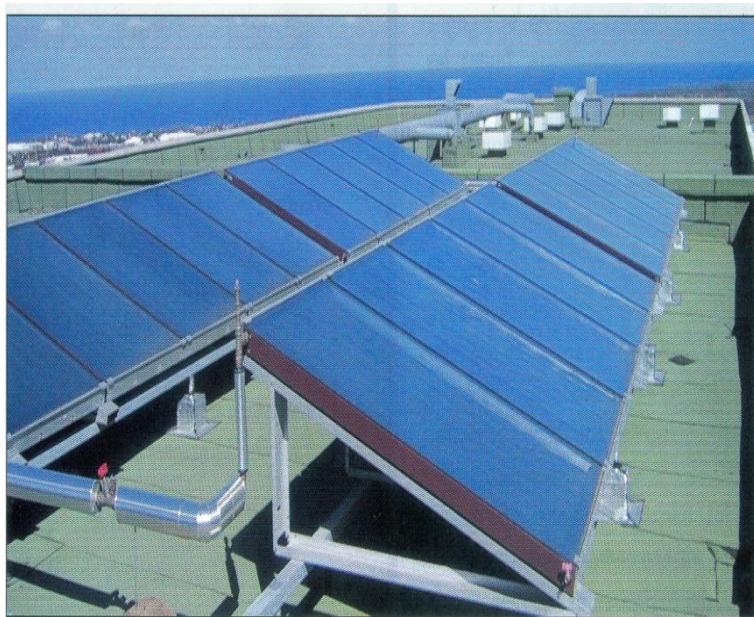
The rate of the global annual covering is 65 %. The productivity is about 560 kWh/m².year, a number which does not place Lebanon among the most productive countries, despite an apparent strong sunshine.

That's on this computation base that we will establish the development potentials of the solar thermal channels in the different sectors provided with statistics of estimated growth.





Le Marché du Solaire Thermique au Liban



Par:

Tony Matar
Adel Mourtada
Nabil Zoghbi
Hassane Jaber
Said Chehab



L'enquête menée sur le Marché du Solaire Thermique au Liban a porté sur les années 2007, 2008 et 2009. Elle vient compléter celles précédentes et qui ont été menées depuis 1994. Trente cinq importateurs et ou fabricants ont été identifiés comme opérant sur le marché local dont vingt deux ont répondu à l'appel (voir ci-après la liste détaillée). Les données et chiffres citées dans l'étude reflètent le plus fidèlement possible ceux fournis par les entreprises enquêtées.

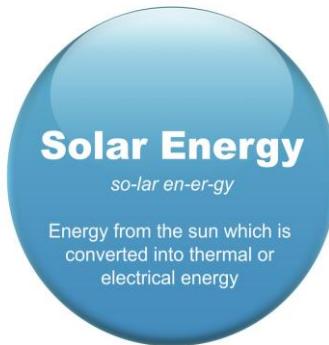
L'enquête a permis d'identifier les principales caractéristiques et tendances du Marché des Chauffe-eau Solaires en 2009 et de faciliter aux acteurs concernés des secteurs public et privé à mieux en appréhender les enjeux pour mieux agir. Tout particulièrement le Marché du Solaire Thermique se caractérise actuellement par :

- Le confinement du Solaire Thermique aux seules applications Basse Température et l'inexistence dans le pays d'application de solaire thermique moyenne ou haute températures.
- Une expansion sensible de ce marché avec, sur les 3 dernières années, un taux de croissance annuel de 15%. Malgré cela, le pays reste très en retard par rapport à certains pays avoisinants.
- L'inversion du rapport importateurs-fabricants avec une forte augmentation des importateurs et donc des CES importés au détriment des fabricants et des produits fabriqués ou assemblés au Liban. Citons, en particulier, l'invasion du marché par les CES provenant de Chine ou de Turquie avec souvent des prix inférieurs à ceux fabriqués localement. Par ailleurs, il est à noter que près de 50% du marché ont été accaparés, en 2009, par un seul importateur et un seul fabricant.
- Le développement continu du CES individuel au détriment de celui collectif ce qui risque d'inhiber le marché à long terme au Liban qui est un pays fortement urbanisé.
- L'absence de certification, de contrôle et de « Garantie de Résultat Solaire », ce qui crée souvent la confusion et les contre-performances.
- Le développement du capteur sous vide moins cher que le capteur plan conventionnel avec des meilleurs rendements, mais aussi des surchauffes nuisibles en été.

- La présence, en quantité, du CES circuit ouvert thermosiphon à bas prix, mais avec tous les inconvénients relatifs au détartrage, givrage et manque d'eau malgré le développement marqué et une nette progression du CES double circuit forcé.
- La tarification toujours inchangée de l'électricité fournie par EDL et ce depuis 1994 versus un prix flottant des combustibles et de l'électricité fournie par le secteur informel qui déforme toute analyse de rentabilité économique.

Finalement, nous remercions l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME-France) ainsi que l'Ordre des Architectes et Ingénieurs de Beyrouth-Section Mécanique, sans qui cette enquête n'aurait pas pu être réalisée.





Nom de la société	Contact	Adresse	Tel	Fax	Email
Adaco	Adel Abou Habib	Jedeideh	01 890500	01 804485	adaco@cyberia.net.lb
Aquatherma	Charbel El Hachem	zalka	01 901293	01 901295	info@Aquathermaeng.com
axiome	Marc Flaman	Sodeco	01 200929	01 200929	marc@axiome-sarl.com
Dawtech	Wissam Daw	Furn elchebbak	01 288688	01 288688	dawtech@dawtech.com
Ets.Adib Bahnam	Bahnam Bahnam	DORA	01 268100	01 260006	bahnam@cyberia.com.lb
Fakih	Bassim Fakih	Nabatieh	07 760391	07 530856	
Falcon Win Trading	Assaad Slaiby	Zahleh	08 910521	08 911000	f-w-t@hotmail.com
Ghaddar trade&industry	Sahar Ghaddar	Ghazieh	07 221956	07 220512	redaghad@inco.com.lb
Georges khoury & co	Joseph Elias	Bouchrieh	01 900100	01 900200	josephe@gkhoury.com
GMG Tabbouch sarl	Mikael Yazbek	Tripoli	06 442789	06 442789	mikaelyzbek@hotmail.com
Mawared&Construction co sarl	Hanna Akar	Beirut-Dora	01 255755	01 255400	info@kyprossolar.com
Fares Molaeb Company	Fares Molaeb	Beisour	05 570420		
Red Tops	Abdo Hajj	Brummana	04 961879	04 960476	redtops@inco.com.lb
Sader Est.	Georges Sader	Fanar	03 899884	01 890883	georgesader@gmail.com
Sawan Solar Systems	Elie Sawan	Zgharta	06 626402	01 681421	sawan_est@hotmail.com
Sky Energies	Gilbert Zabbal	Baabda	05 456566	05 457968	gilbert@skyenergies.com
Soltech	Kamel Shirkawi	Bir Hassan	01 838012	01 854093	soltechlebanon@live.com
Solarnet sarl	Jean Paul Sfeir	Mansourieh	04 532927	04 532937	info@solarnet-online.com
Sun island	Khattar Daou	Dmit	05 720473	05 720473	info@sunisland-lb.com
Tfeily solar energy	Sami Tfeily	Nabatieh	70 720129	07 720129	sunshine_solar@hotmail.com
Webco sarl	Maher EL Baba	Bir Hassan	01 850068	01 853711	webco@cyberia.net.lb
Zreik Technical Center	Walid Zreik	Tripoli	06 202566	06 202566	zreikw@inco.com.lb

1. Analyse de la Situation Energétique Actuelle

- 1.2. Politique Energétique Nationale
- 1.2. Chiffres et Tendances Relatifs à la Consommation d'Energie

2. Le Marché du Solaire Thermique au Liban

- 2.13 L'Environnement Géographique et le Gisement Solaire
- 2.14 Les Secteurs de Consommation
- 2.15 Les Chiffres clés du Marché Solaire Thermique
- 2.16 Les Prix
- 2.17 Le Parc
- 2.18 Le Bilan Energétique et Environnemental
- 2.19 Les barrières
- 2.20 Recherche et Développement
- 2.21 Certification et Standardisation
- 2.22 Les Produits
- 2.23 La Distribution, le Commercial, l'Après-vente
- 2.12 Le Potentiel du Mètre Carré de Capteur Solaire

Annexe 1 : Etude de l'Installation d'Eau Chaude Sanitaire.

Annexe 2 : Les Fiches d'Enquête

Annexe 3 : Le Marché du PV au Liban

Annexe 4 : Le Plan National du Développement du solaire Thermique

Annexe 5 : Fiches Techniques des Projets RESSOL, RAMSES et REACT



1. Analyse de la situation énergétique actuelle

1.1 Politique énergétique nationale

Le Liban est un pays dépourvu d'énergie fossile. Certaines prospections ont dévoilé l'existence de gisements de pétrole dans la plaine de la Bekaa ouest comme en mer le long de la côte nord .Un projet de loi est en gestation afin d'ouvrir ce marché au secteur privé pour des investissements sous forme de DBOO ou DBOT.

Par contre, le Liban possède un certain nombre de cours d'eau et de sites favorables qui lui ont permis l'exploitation à différents niveaux, de plusieurs centrales hydrauliques (une quinzaine présentant une puissance nominale de 280 MW). Il présente aussi l'avantage d'être à proximité des pays producteurs de pétrole, d'entretenir avec eux des relations privilégiées et d'être relié à certains d'entre eux par des oléoducs (Irak et Arabie Saoudite) débouchant sur deux raffineries de pétrole (Tripoli au nord et Zahrani au sud, donnant sur la Méditerranée, mais actuellement à l'arrêt). Dans ce même contexte, il est à noter que le Liban est un pays presque totalement électrifié et que le taux d'électrification est un des plus fort de la région (>98%).

L'entité institutionnelle responsable du secteur de l'énergie est le Ministère de l'Energie et de l'Eau (MEE) qui délivre les licences d'importation des hydrocarbures aux sociétés privées (22 compagnies), établit les spécifications des combustibles et carburants, fixe leur prix, contrôle leur qualité et la sécurité de stockage et de distribution.

Depuis quelques années, le MEE importe le fioul destiné à l'électricité du Liban (EDL) dont il assure la tutelle. L'EDL est un office autonome qui a le monopole de la production, du transport et de la distribution de l'électricité. La priorité affichée des gouvernements successifs depuis l'arrêt des hostilités en 1990 fut axée sur la réhabilitation du secteur de l'énergie durement éprouvé par vingt ans de guerre, puis sur son expansion pour répondre à la demande croissante en énergie et en garantir un approvisionnement sûr et stable, condition sine qua non pour le développement économique du pays.



Par ailleurs, la politique suivie en matière de tarification de l'énergie basée sur des prix relativement bas dits «prix sociaux» a inhibé le développement des politiques de maîtrise de l'énergie et a incité au gaspillage.

Dans ce contexte, il est à noter que l'EDL accuse chroniquement des pertes dans son exercice financier qui ont atteint pour la seule année 2009, plus d'un milliard cinq cent millions de US\$ et ce à cause de l'effet cumulé des pertes non techniques énormes estimées à 40%, des arriérés de paiements et d'une politique de prix qui ne reflète pas le coût réel de production : la facturation de l'électricité se fait par tranche de 100 kWh et les trois premières tranches sont facturées à des prix qui restent inférieurs au coût marginal de production du courant électrique (tableau 1).

Tarifs de l'électricité BT		
Consommation kWh/mois	Tarif LL / kWh	Tarif € / kWh
<100	35	0.026
101-300	55	0.041
301-400	80	0.060
401-500	120	0.090
>500	200	0.150
Petite industrie	115	0.086
Agriculture	115	0.086
Public	140	0.105
Tarifs de l'électricité MT		
Industrie	320 pointe	0.240
Hotellerie	112 normal	0.084
	80 nuit	0.060

Tableau 1: Tarifs de l'électricité au Liban (2010)

1.2 Chiffres et tendances relatifs à la consommation d'énergie

La structure du secteur de l'énergie n'a pas changé en 2009 : presque 98% de nos besoins en énergie primaire ont été importés. Ils sont basés principalement sur les dérivés pétroliers (figure 1).

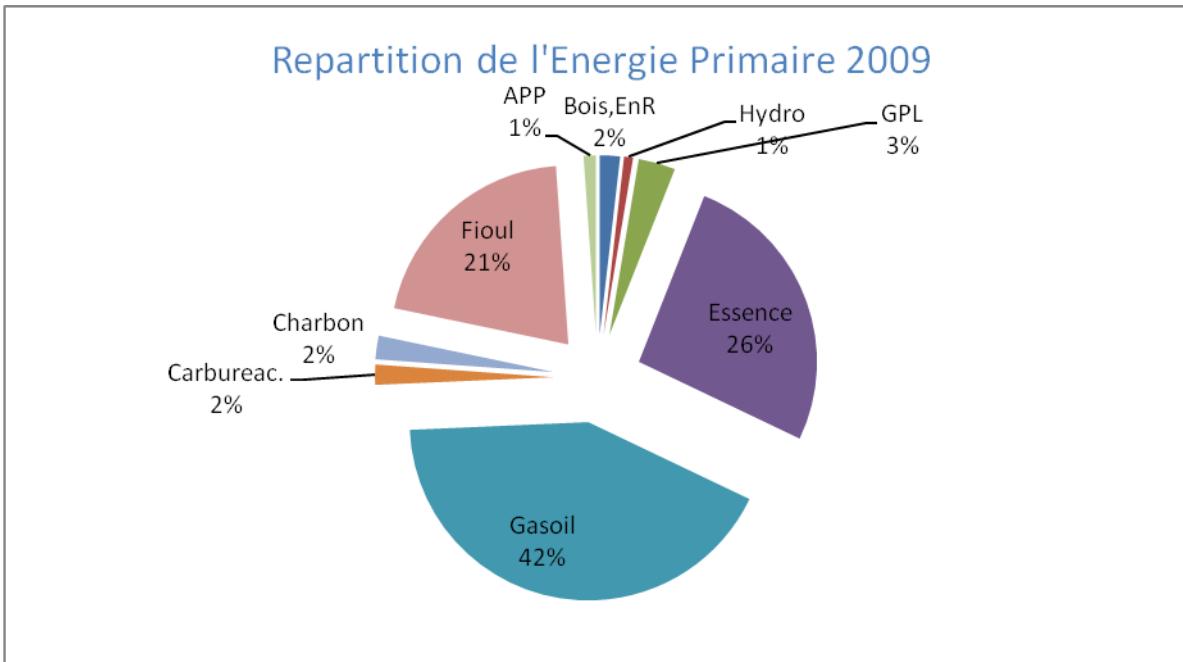


Figure 1 : Répartition de l'énergie primaire au Liban (2009)

L'Approvisionnement Total en Energie Primaire a atteint, en 2009, 6735kTEP soit en augmentation de 3.5% par an depuis 2000 (figure 2). L'essence représente 26%, le gasoil 42% et le fioul oil 20% soit à eux seuls près de 88% du total.

La consommation en énergie primaire reste par tête d'habitant (1700kEP/hbt.an) inférieure à la moyenne mondiale (1900kEP/hbt.an) et représente le 1/3 de celle de la Communauté Européenne et le 1/5 de celle des Etats-Unis ou du Canada.

Les énergies renouvelables (solaire, éolienne, biomasse, micro et pico-centrales hydrauliques) malgré un contexte géographique et socio-économique propice à leur développement, restent marginales (presque 1%) dans le bilan énergétique global de notre pays (figures 3 et 4).

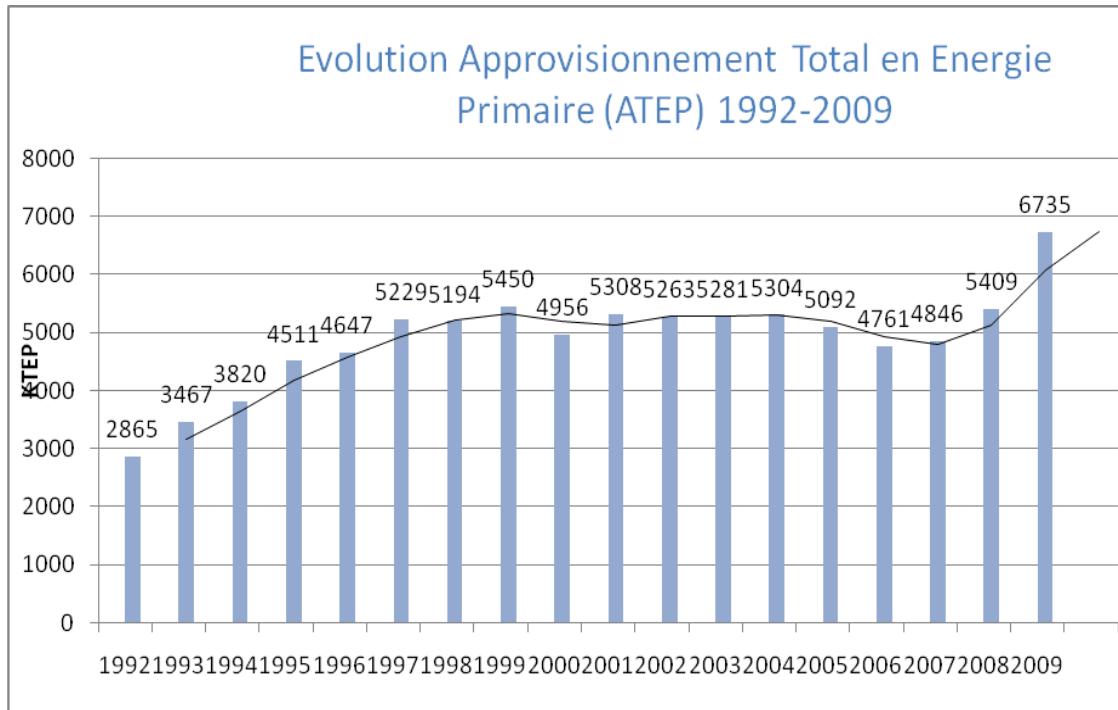


Figure 2 : Evolution de l'approvisionnement total en énergie primaire (1992-2009)

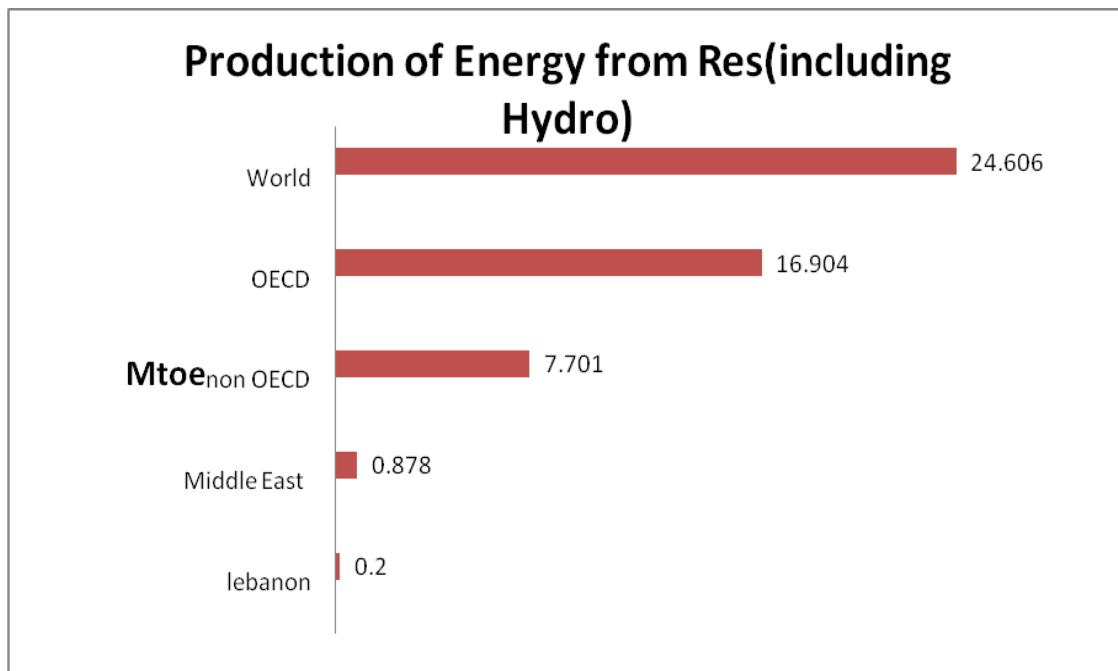


Figure 3 : Production d'énergie à partir des sources renouvelables

Production of hydro energy

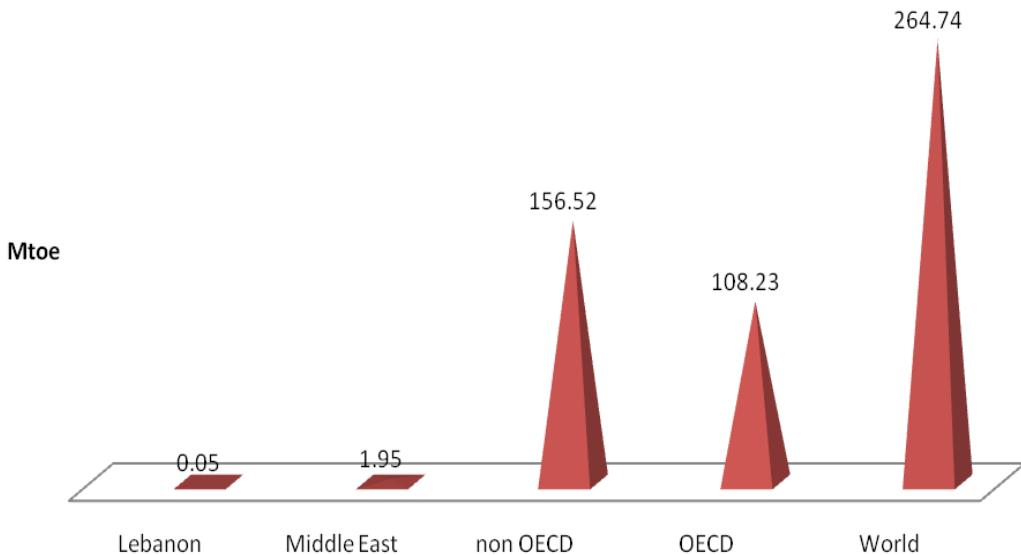


Figure 4 : Production d'énergie hydraulique

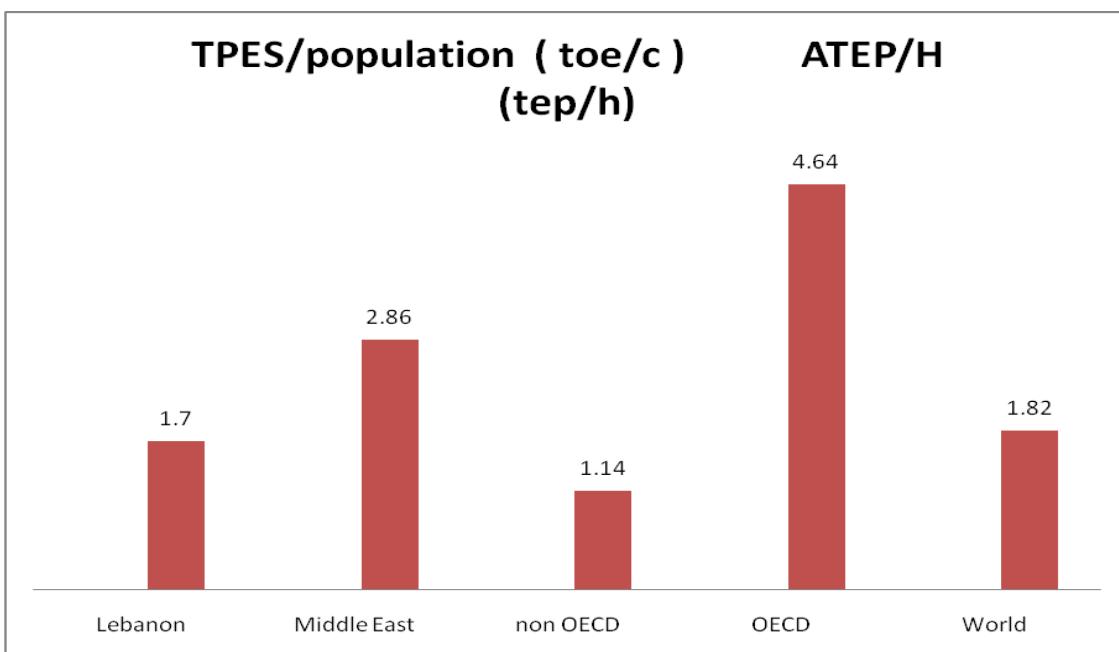


Figure 5 : Consommation d'énergie primaire par habitant



ALMEE



La facture énergétique nationale a atteint, en 2009, 3134 Millions ce qui représente plus que 12% du PIB et a été multipliée par trois depuis 2000 (figure 6).

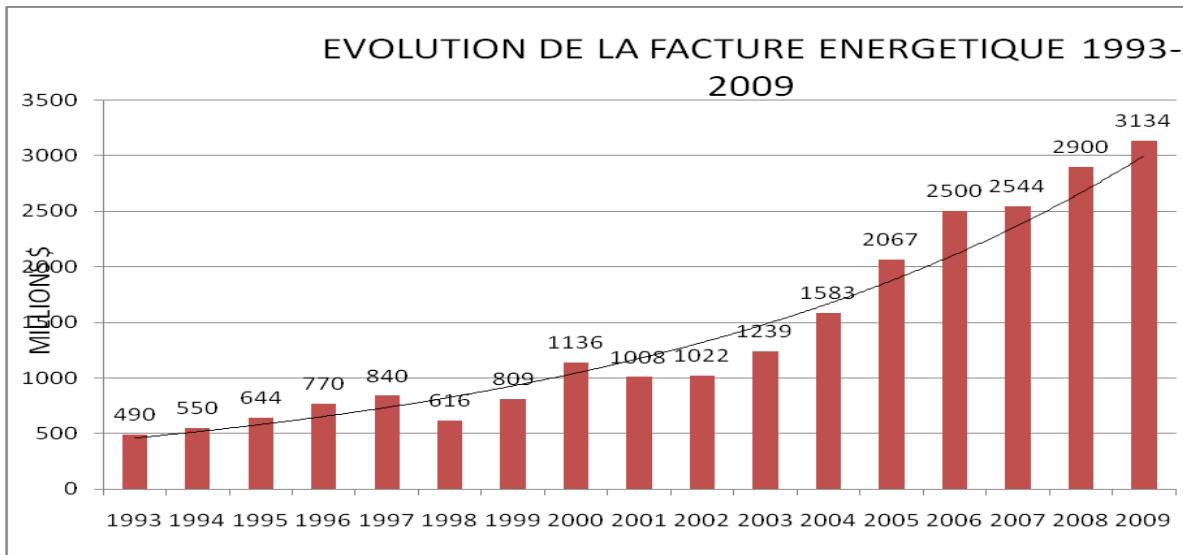


Figure 6 : Evolution de la facture énergétique 1993-2009

Ceci est dû à l'effet croisé de la hausse du cours du pétrole, de la croissance de la demande en énergie par habitant et de la croissance démographique.

L'analyse du bilan en énergie finale montre que le secteur transport est le plus consommateur suivi du résidentiel+tertiaire (figure 7). Le secteur industriel reste le moins consommateur puisqu'il est basé sur des industries de transformation à faible contenu énergétique.

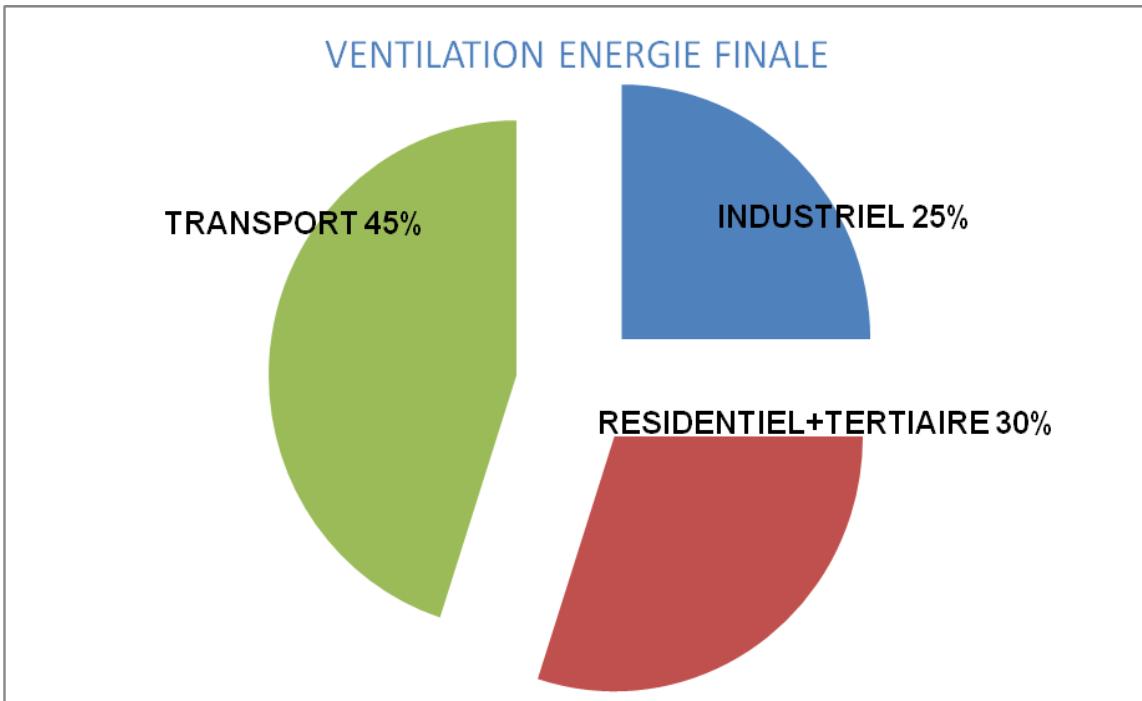


Figure 7 : Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur

Si l'essence est limitée au transport, le gasoil est utilisé, en plus, dans l'industrie, le chauffage et dans les centaines de groupes diesel disséminés dans le pays pour produire l'électricité en complément de celle produite par l'EDL ; finalement l'analyse de l'électricité finale par rapport à celle primaire permet de constater que les rendements des centrales thermiques ne dépassent pas 33% et que les pertes techniques sur les réseaux H.T. et de distribution ne sont pas négligeables (estimées à 15%).

La consommation électrique s'est élevée, en 2009, à 15000gWh (12000gWh distribués par EDL et 3000gWH par les groupes électrogènes indépendants). Elle ne représente que 18% de l'énergie finale malgré un taux d'électrification de 98% .

Consommation Totale Electricité GWH (EDL et Groupes Electrogènes privés) en 2009

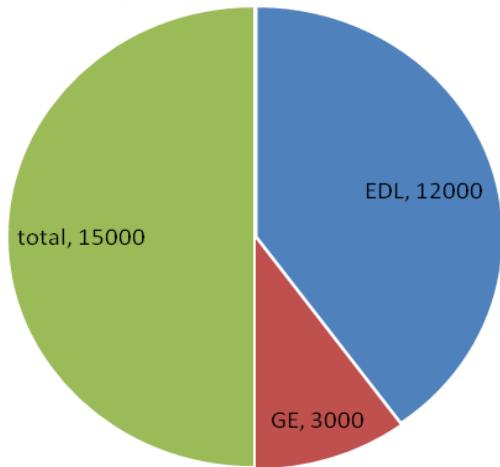


Figure 8 : Consommation totale d'électricité (2009)

EVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE (distribuée par l'EDL hors Groupes Electrogènes)

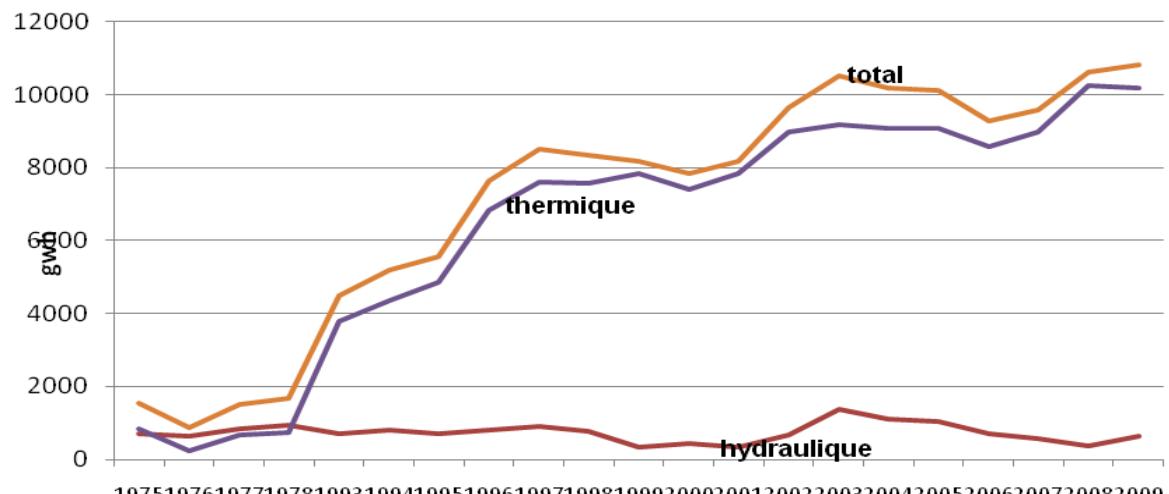


Figure 9 : Evolution de la production d'électricité par l'EDL (1975-2009)



En 2009, la part de l'hydro-énergie n'a été que de 5% (figures 9 et 10), en régression continue par rapport à la production thermique (10188GWh). Les problèmes récurrents relatifs à un déficit de la production par rapport à la demande ainsi que des problèmes persistants au niveau du transport et de la distribution oblige le pays à alimenter une partie du nord et de la Bekaa à partir de la Syrie et de l'Egypte (1116GWh soit 7% de sa consommation globale et ce grâce à deux lignes d'interconnexion 220kV au Nord et à l'Est du pays.

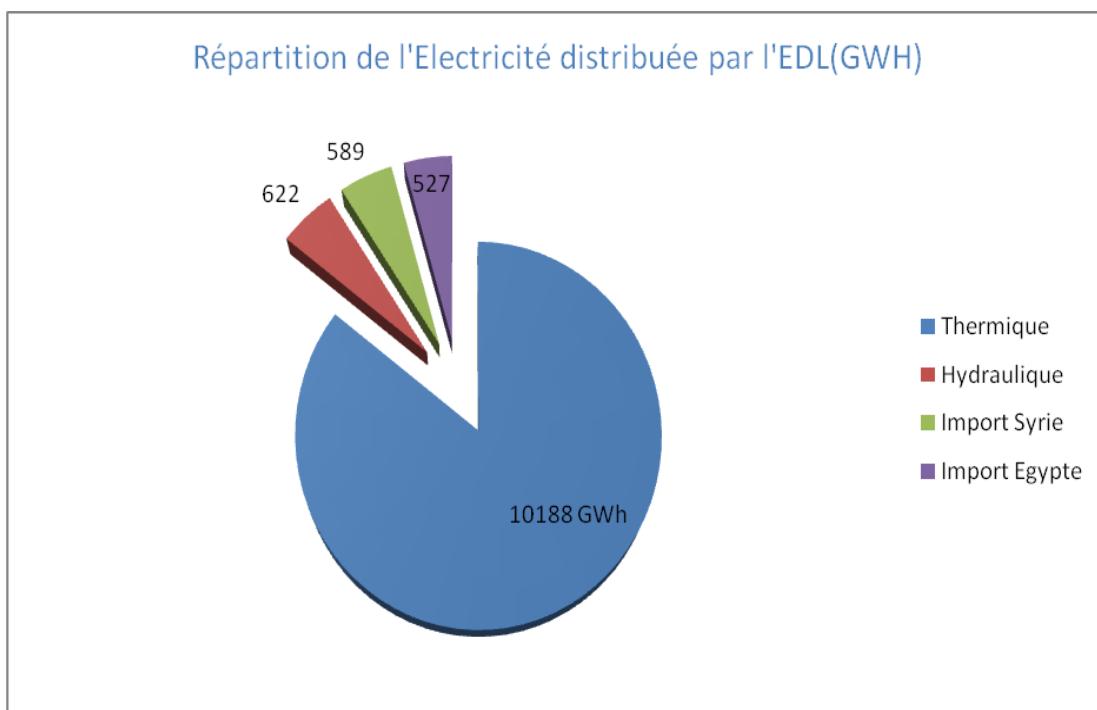


Figure 10 : Répartition de l'électricité distribuée par l'EDL par source de production ou par origine d'importation (2009)

La consommation annuelle en électricité par habitant a été, en 2009, de 3200 kWh soit le 1/3 de celle des pays de la Communauté Européenne ou 1/5 de celle du Canada ou des Etats-Unis (figure 11).



Electricity consumption/population

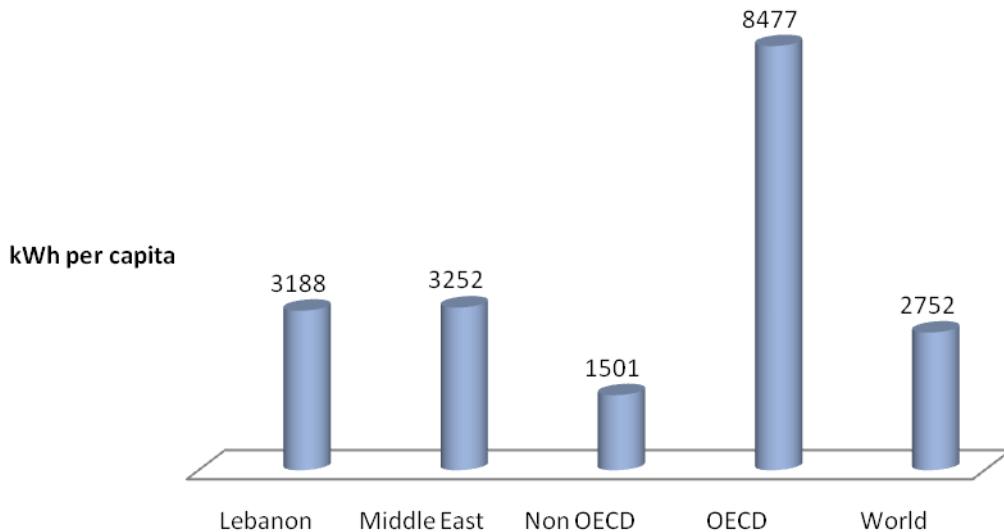


Figure 11 : Consommation d'électricité par habitant en comparaison avec d'autres régions du monde

Le taux d'intensité énergétique de 0,25 TEP/1000 US\$ (figure 12) supérieur à celui des pays développés (0.17 TEP/1000\$) malgré la faible consommation en énergie par tête d'habitant et une structure du secteur industriel basée sur des industries légères à faible contenu énergétique. Elle s'explique par le comportement du consommateur, la vétusté du parc des équipements de consommation, la structure spécifique du secteur du transport et l'absence de toute politique, au niveau national, de gestion rationnelle de l'énergie.

TPES/GDP ppp (energy Intensity) ATEP/PIB(Intensité Energétique)

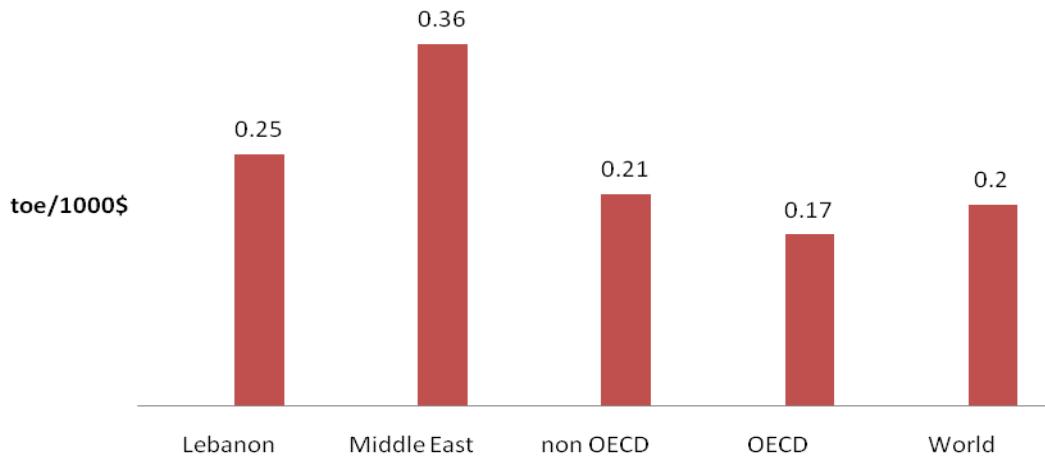


Figure 12: Intensité énergétique au Liban en comparaison avec d'autres régions du monde

Electricity consumption/GDP

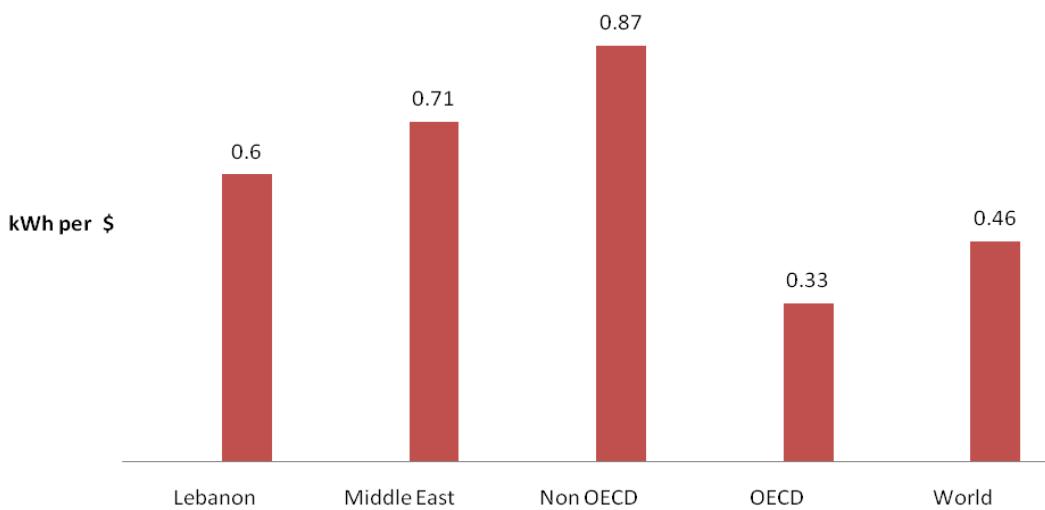


Figure 13: Consommation d'électricité par PIB au Liban en comparaison avec d'autres régions du monde



Finalement la croissance continue de la facture d'importation de l'énergie, induisant des tensions financières de plus en plus difficiles à supporter et qui se traduisent, entre autres, par des perturbations fréquentes du marché domestique de l'énergie, le rationnement du courant et des coupures fréquentes et anarchiques de l'électricité contraignent le Gouvernement Libanais à réfléchir à l'adoption des politiques de gestion rationnelle de l'énergie et au développement des énergies renouvelables comme alternatives valables à la seule politique de gestion de l'offre. Cependant ces politiques restent à l'état actuel, au stade embryonnaire.

Signalons, dans ce contexte, que la production des GES a atteint au Liban 4,74 Tonnes équivalent de gaz de carbone par habitant soit plus que la moyenne mondiale 4,22 TeCO₂/h et le double des pays de Sud et de la Méditerranée 2,43 teCO₂/h moins que la moitié des pays développés.

Le tableau 2 ci-dessous récapitule les indicateurs de l'énergie au Liban pour l'année 2009

Tableau 2: Indicateurs de l'Energie au Liban 2009

Energie Primaire (ktep)	6735
Part des ER (Hydro compris) dans l'Energie Primaire (%)	2.6
Energie Primaire par Habitant (tep/h)	1.7
Intensité Energétique (tep/1000\$)	0.25
Indépendance Energétique (%)	3
Facture de l'Energie (Millions \$)	3134
Production Electrique thermique(GWh)	10200
Production Electrique Hydraulique(GWh)	622
Importation Electricité (GWh)	1115



ALMEE



Production Groupes Electrogènes indépendants (gWh)	3000
Consommation Electrique par habitant (kWh/hbt)	3200
Consommation Electrique par PIB (kWh/\$)	0.6
Production en CO ₂ du secteur Energétique (Millions tonnes de CO ₂)	18,8
Intensité Carbone (kg CO ₂ /\$)	0,73
Production de CO ₂ par Habitant (TEC/hbt)	1.7



2. Le Marché du Solaire Thermique au Liban

2.1 L'Environnement Géographique et le Gisement Solaire

Le Liban est géographiquement bien placé pour tenter avec l'énergie solaire une formule originale de développement durable. C'est un pays ensoleillé avec :

- un nombre annuel d'heures d'ensoleillement de 3 000 heures
- un flux solaire moyen annuel de 2 200 kWh/m²
- un ensoleillement global journalier de 4,8 kWh/m²

On trouvera ci-dessous le graphe du rayonnement global horizontal, en moyenne mensuelle pour 3 zones du Liban, du nord au sud et d'est en ouest.

On peut constater la faible variation des moyennes mensuelles entre ces zones. Par contre la variabilité saisonnière reste forte, avec un coefficient de variation de plus de 3 entre décembre et juillet. Ces valeurs correspondent aux seules mesures disponibles au Liban pour 3 stations pour la période (1968-1990) (tableau 3).

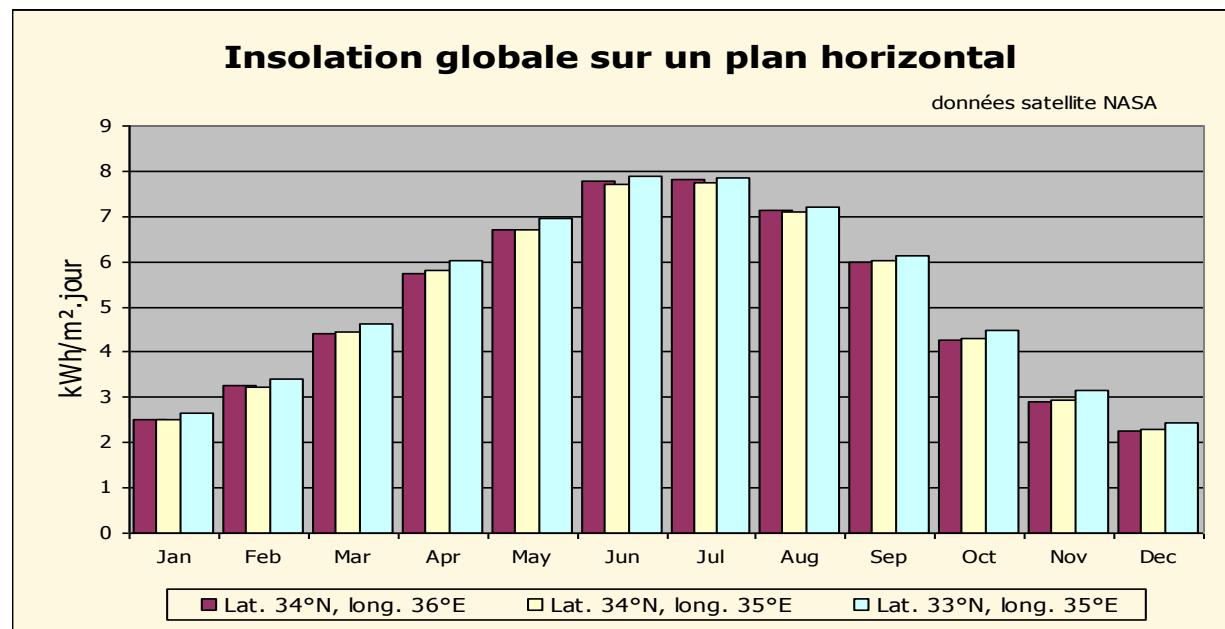


Figure 14 : Moyenne de l'irradiation quotidienne par mois au Liban (kW/m².jour)



Il est à noter, dans ce cadre, que la direction générale de la Météo ainsi qu'un certain nombre d'universités sont équipées d'un réseau de stations météorologiques qui permettent les mesures de la solarimétrie dans plusieurs endroits du pays et au fil des heures. Mais on ne dispose pas d'analyse.

Tableau 3: Global radiation G in Wh/m², 3 years means 1968-1990 (Lebanese climatic Atlas).

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annua l
Abde	2044	3089	3875	6095	6464	7344	7035	6822	5312	3588	2734	2115	4715
Ksara	2518	3625	4943	6214	7702	8840	8758	7949	6762	4849	3424	3507	5683
Beirut	2308	3191	4380	5496	6461	7208	7018	6424	5380	4247	3004	2317	4793

Constamment renouvelée, sans impact nuisible sur la biosphère dont elle est d'ailleurs partie intégrante, cette ressource naturelle se prête à beaucoup des usages que l'on réserve actuellement aux combustibles fossiles. Le solaire thermique dont les applications s'étendent de la production d'eau chaude sanitaire jusqu'à la climatisation par machine à absorption solaire en passant par le plancher solaire chauffant et la pompe à chaleur solaire semblent être les applications directes et les mieux adaptées de cette énergie renouvelable dont le Liban est doté. Cette étude a cependant porté sur le marché du chauffe-eau avec capteur plan pour la production d'ECS, chauffage par sol et des piscines. Il est à noter que le solaire thermique moyenne température pour la climatisation ou le dessalement de l'eau de mer ainsi que le solaire concentré ne sont pas encore développés dans le pays malgré l'intérêt qu'ils présentent particulièrement pour la climatisation solaire et la production électrique.

Dans ce contexte, les arguments en faveur du développement au Liban des énergies renouvelables et de l'énergie solaire thermique en particulier semblent évidents et peuvent être résumés comme suit :

- Maîtrise de la facture énergétique et amélioration de la balance des paiements.
- Diminution des atteintes du système énergétique conventionnel à l'environnement local et global : SO_x, NO_x, CO₂, etc....



- Diminution de l'impact des tensions énergétiques mondiales futures sur l'économie nationale
- Promotion de l'innovation technique et diffusion de progrès technologique permettant d'économiser des paliers de développement.
- Réduction des investissements dans l'expansion du système de production de l'énergie conventionnelle.
- Optimisation des coûts économiques favorables à une croissance soutenue et une amélioration rapide des revenus du pays.
- Flexibilité accrue des investissements dans la production et l'utilisation de l'énergie et réduction des risques liés aux incertitudes de la situation énergétique mondiale.

2.2 Les secteurs de consommation

On trouvera ci-dessous plusieurs tableaux d'évaluation des consommations d'eau chaude, pour chacun des secteurs principaux d'usage.

- le secteur résidentiel, regroupant habitat collectif et individuel :

Tableau 4 : Consommation d'eau chaude dans le résidentiel

Secteur résidentiel	
<i>logements :</i>	900 000
nbre moyen d'habitants:	4 hbts/log.
nbre d'habitants:	3 600 000
consommation moyenne:	30 litres/jour.pers. à 45°C
consommation totale:	108 000 m ³ /jour
consommation moyenne par logement:	120 litres/jour.log. à 45°C

- le secteur de la santé, comprenant hôpitaux et dispensaires :



Tableau 5 : Consommation d'eau chaude dans le secteur de la santé

Secteur santé	
<i>hopitaux:</i>	145
nbre de lits:	9 500 lits
consommation moyenne:	50 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	475 m3/jour
<i>dispensaires:</i>	55
nbre de lits:	100 lits
consommation moyenne:	25 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	3 m3/jour

- le secteur de l'hôtellerie, comprenant chambres d'hôtels louées à la journée et meublés plus généralement loués à la semaine:

Tableau 5 : Consommation d'eau chaude dans le secteur hôtelier

Secteur hotellerie	
<i>hotels</i>	218
nbre de lits:	19 329 lits
consommation moyenne:	40 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	773 m3/jour
<i>meublés</i>	94
nbre de lits:	6 121 lits
consommation moyenne:	60 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	367 m3/jour

- le secteur scolaire, comprenant écoles et bâtiments universitaires:

Tableau 5 : Consommation d'eau chaude dans le secteur scolaire

Secteur scolaire	
universités	100 bâtiments
nbre de lits:	2 000 lits
consommation moyenne:	40 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	80 m3/jour
écoles	1 200 bâtiments
nbre de lits:	3 500 lits
consommation moyenne:	40 litres/jour.lit. à 45°C
consommation totale:	140 m3/jour

Pour les autres secteurs (sports, hammams, casernes), nous ne disposons pas d'informations fiables et quoi qu'il en soit, ces bâtiments sont en nombre très faible, et ne sont pas de nature à influencer fortement le marché solaire thermique au Liban.

Pour le calcul de l'énergie thermique, il faut tenir compte de la température d'eau froide mensuelle. La figure 15 donne la température de l'eau froide mensuelle dans la zone côtière.



Température moyenne d'entrée de l'eau

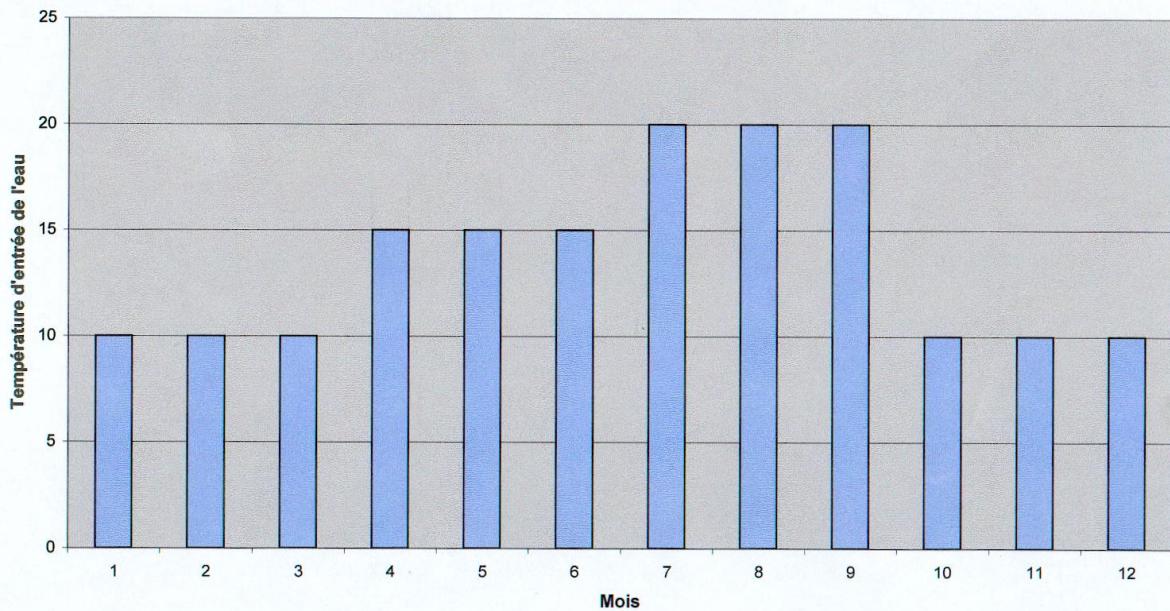


Figure 15 : Température moyenne d'entrée d'eau froide dans la zone côtière

2.3 Les chiffres clés du marché solaire thermique

Le marché du solaire thermique a été durement éprouvé par les longues années de guerre (1976-1992) et ce à cause de la récession économique liée à une situation sociopolitique instable mais aussi parce que l'énergie électrique était pas ou peu payée et que les capteurs solaires étaient, de par leur positionnement en terrasse, fortement vulnérables.

Le Liban ne comptait en ce temps-là qu'une poignée de fabricants et quelques importateurs (moins de 5). La production locale a stagné durant ces années aux alentours de 500 m^2 de surface de capteurs par an avec des importations marginales, de l'ordre de 4000 m^2 quantité négligeable par rapport aux pays voisins. Dans ce même contexte, le parc de chauffe-eau solaires était au Liban, en 1994, de $0,025 \times 10^6 \text{ m}^2$, alors qu'il dépassait $2 \times 10^6 \text{ m}^2$ en Grèce et $560 \times 10^6 \text{ m}^2$ à Chypre.

Rapporté au m^2 par habitant, il n'était que de $0,01 \text{ m}^2$ par habitant au Liban alors qu'il dépassait $0,20 \text{ m}^2$ par habitant en Grèce et $0,85 \text{ m}^2$ par habitant à Chypre.



Il faut ici préciser que la quasi-totalité du marché solaire thermique concerne des chauffe-eau individuels. Ce n'est que très récemment que les premières installations collectives centralisées avec contrat de GRS ont vu le jour: 3 premières installations en 2000. Les installations dites collectives sont en fait des chauffe-eau à thermosiphon groupés installés sur les toits-terrasses d'immeubles du tertiaire (hôtels, hôpitaux, complexes balnéaires, ...).

Conséquemment l'énergie électrique économisée restait marginale : 11 GWh par an en 1994 au Liban alors qu'elle dépassait 1200GWh par an en Grèce et 300GWh par an à Chypre. Parallèlement la quantité de CO₂ évitée ne dépassait pas 9ktonnes par an en 1994 alors qu'elle dépassait les 1500ktonnes en Grèce et 260ktonnes à Chypre.

Bien qu'avec l'arrêt des hostilités, le marché du solaire ait repris son essor, il accuse, aujourd'hui encore, un retard sensible par rapport aux pays de la région au niveau aussi bien de la production annuelle que du parc existant. Cependant et depuis cinq ans, le Marché des chauffe-eau solaires est en pleine expansion avec des taux de croissance annuels de 15%.

2.4 Les prix

Quant au prix du chauffe-eau, et malgré l'expansion du marché, il n'a pas fortement diminué en l'absence d'outils incitatifs, en particulier, financiers et compte-tenu des coûts des matières premières: il était de 300\$/ m² en 1994 ,250\$/m² en 2004 et se situe actuellement aux alentours de 300\$ /m² soit une augmentation de 20% par rapport à 2004 (figure 16).

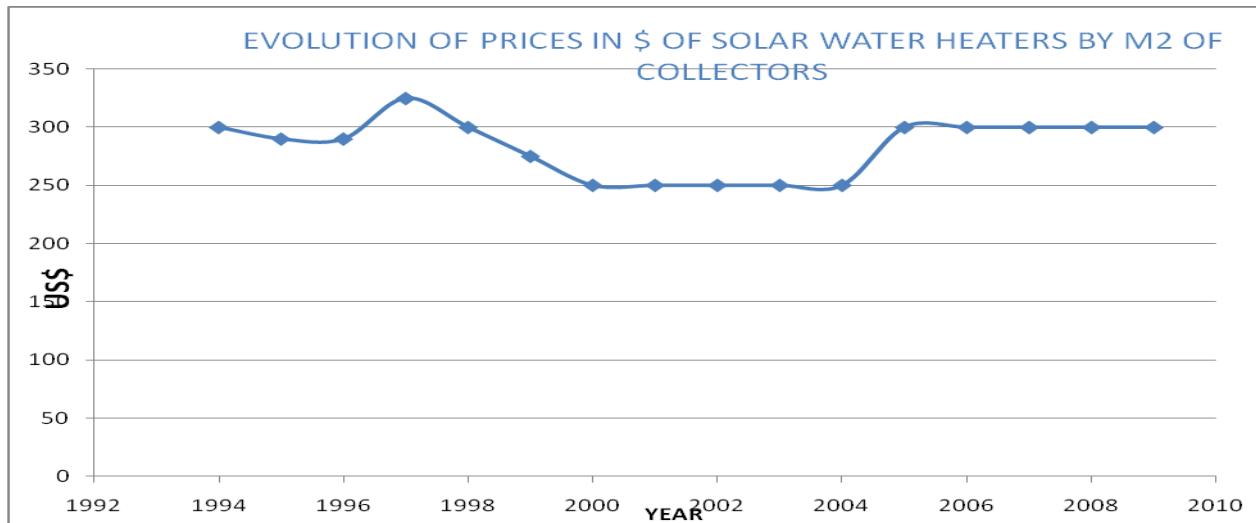


Figure 16 : Evolution des prix des chauffe-eau solaires par m² de capteur (1994-2009)

Les prix courants des capteurs en Turquie avoisinent les 150 \$/m² [le coût FOB du capteur importé est inférieur au coût de fabrication locale fortement pénalisée par les faibles quantités fabriquées, mais son prix sur le marché s'approche de celui localement produit compte-tenu des frais de transport et des taxes douanières].

Le coût marginal de production du kWh thermique produit par le CES s'élève à 2.5 cents\$ comparé à 20 cents\$ pour un chauffe-eau électrique alimenté à partir d'un groupe électrogène, 10cents \$ pour un chauffe-eau électrique alimenté à partir de l'EDL ou d'une chaudière gasoil (figure 17).



Coût marginal de production du kwh(th) en cents\$

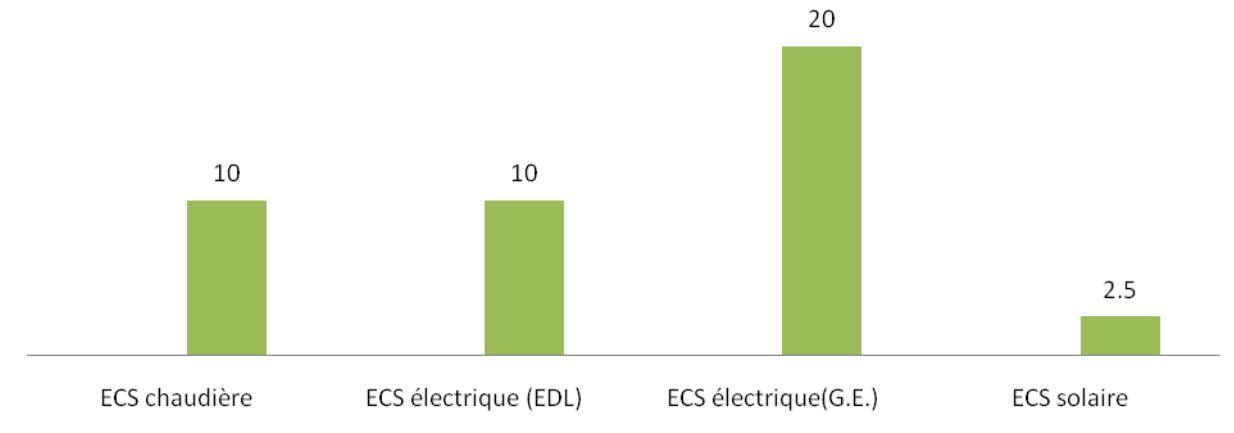


Figure 17 : Coût marginal de production du kWh (th) en cents\$ (2009)

Le Temps de retour à l'Investissement d'une chauffe eau solaire s'élève à 2,5 années par rapport à un chauffe-eau électrique alimenté à partir d'un groupe électrogène, mais devient 7,2 années s'il est alimenté à partir de l'EDL et 8 ans par rapport à une chaudière gasoil.

Le coût moyen d'un système CES est de 1200 USD. Sa production annuelle est de l'ordre de 1680kWh, soit l'équivalent de 168USD d'électricité (EDL) évitée. Le temps de retour reste élevé, il est de l'ordre de 8 ans.

En général, les groupes électrogènes ne sont pas utilisés pour le chauffage de l'eau.



Temps de Retour par rapport à un Chauffe-Eau Solaire

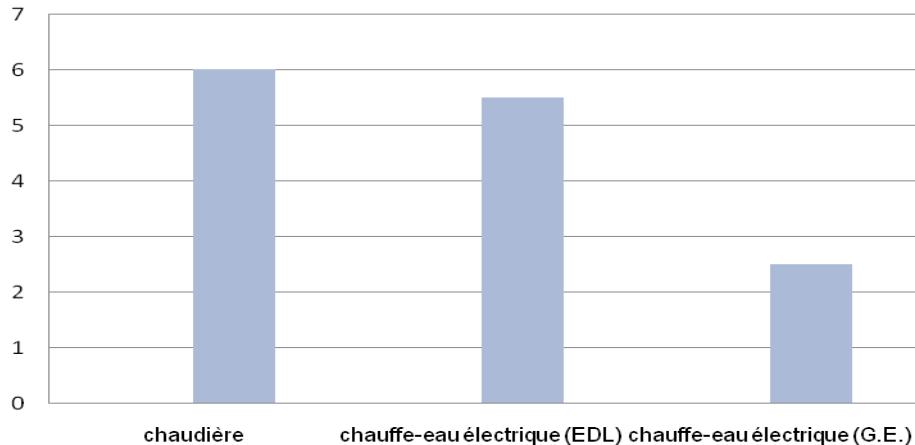


Figure 18 : Temps de retour d'un CES par rapport aux différentes sources d'énergie

2.5 Le parc

Actuellement, le parc de chauffe-eau solaire s'élève à près de 350 000 m² de capteurs, soit 11 fois celui de 1994 et avec un taux de croissance annuel de près de 15% entre 2004 et 2009. Le marché est donc en plein expansion tiré par les crédits à faible taux proposés par les banques privées, la forte concurrence que mène les installateurs de CES au Liban ainsi que l'amélioration permanente de la qualité des CES aussi bien ceux produits localement que ceux importés.

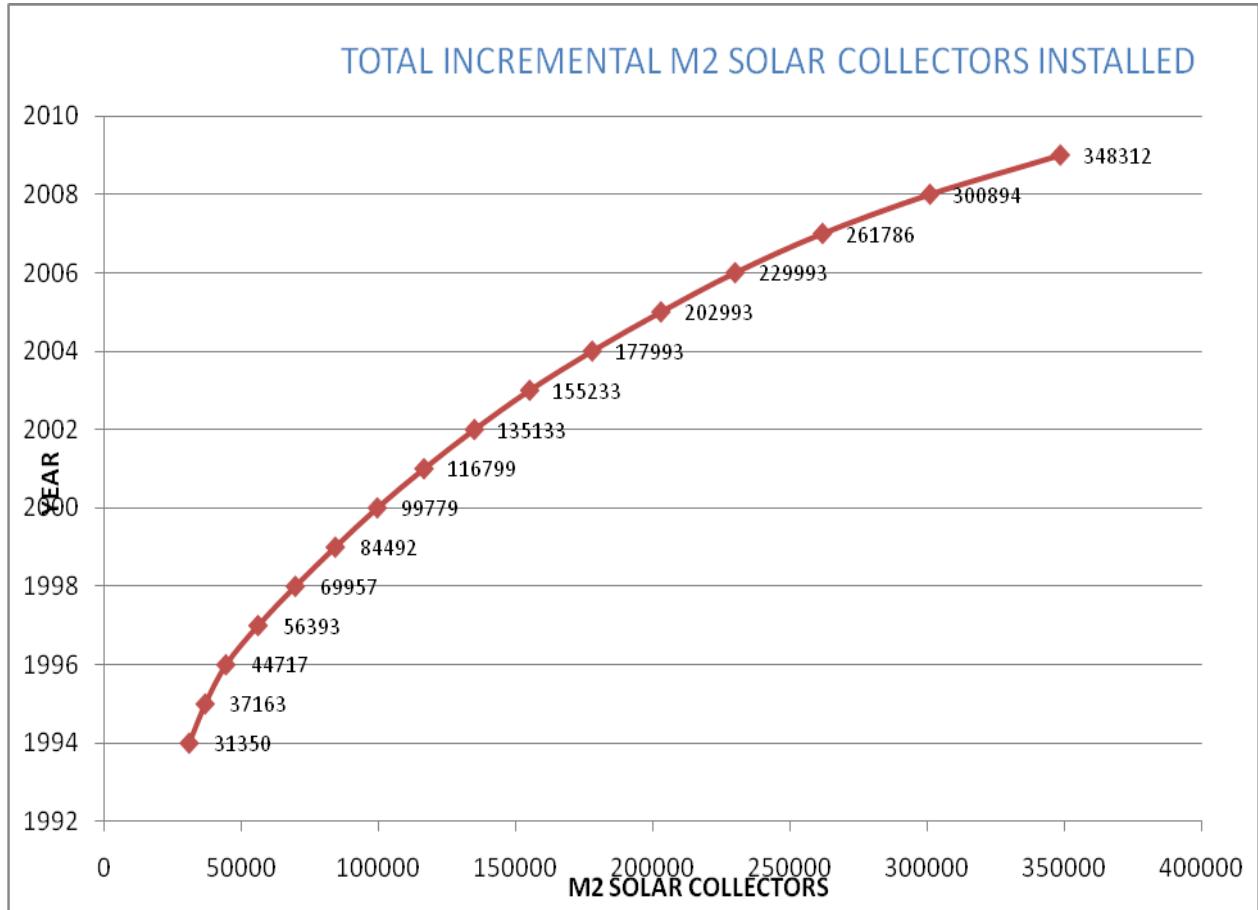


Figure 19 : Surface totale cumulée de capteurs solaires installés au Liban (1994-2009)

Malgré cela, le parc en 2009 représente moins de 90 m² par 1000 habitants (9 m² en 1994 et 45 m² en 2004) alors qu'à Chypre il dépasse les 900 m² par 1000 habitants et en Grèce 600 m² par 1000 habitants.

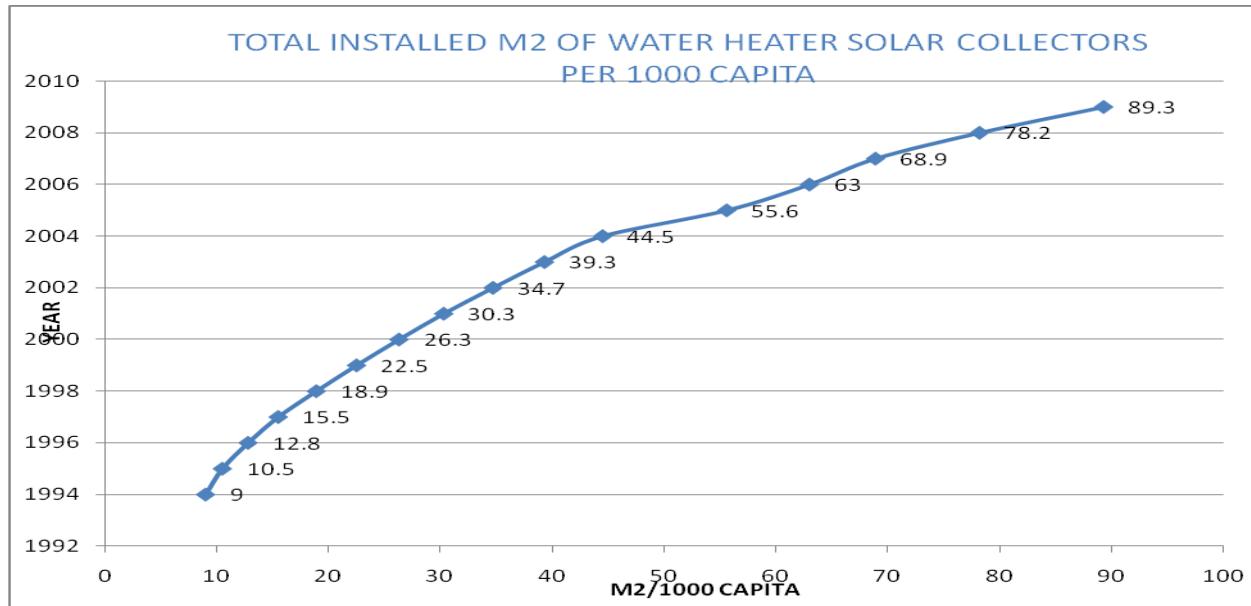


Figure 20 : Surface de capteurs solaires installés pour 1000 habitants (2009)

In 2009, 47000m² de capteurs ont été installés soit dix fois plus qu'en 2004 avec un chiffre d'affaire de près de 20 millions \$ (tableau 8 et figure 21)

Tableau 8 : Surface des capteurs installés par catégories de bâtiments en m²

ANNEE	2007	2008	2009
IMMEUBLE D'APPARTEMENTS	2341	3051	4070
MAISON INDIVIDUELLE	19643	24366	25996
INDUSTRIE	1000	1500	2500
HOTEL/GRAND RESTAURANT	1470	2260	1955
CENTRE BALNEAIRE	410	555	708
BATIMENT ADMINISTRATIF	1500	2500	4500
ECOLE/UNIVERSITE	308	375	2514
PISCINE	376	456	555
TOTAL	31793	39108	47148

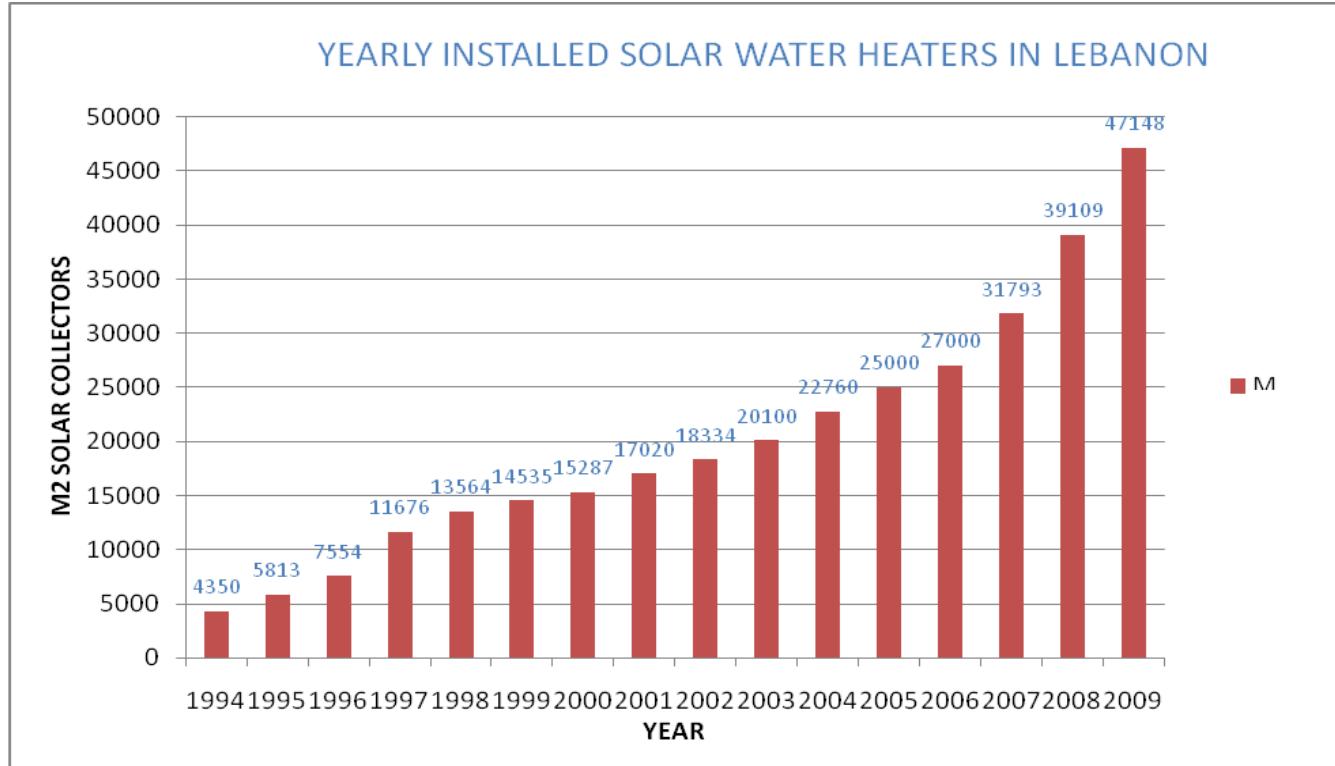


Figure 21 : Surface annuelle de capteurs solaires installés en m²

Les CES sont principalement destinés aux maisons individuelles (à 65%) avec moins de 8% d'installations collectives (figures 22, 23 et 24), ce qui risque de freiner à moyen terme le marché des CES très majoritairement individuels compte-tenu de la forte urbanisation du pays (à plus de 85%) et des contraintes architecturales que présente l'habitat collectif : espace limité, copropriété des terrasses. Les CES individuels inadaptés en milieu urbain devront faire place aux chauffe-eau collectifs qui profitent de l'économie d'échelle et dont leur expansion tient à l'introduction de méthodes de comptage et à une répartition équitable des charges induites. Les CES sont à 30% du type à circuit ouvert en thermosiphon, le reste à double circuit avec une pompe circulatrice sur le circuit secondaire.

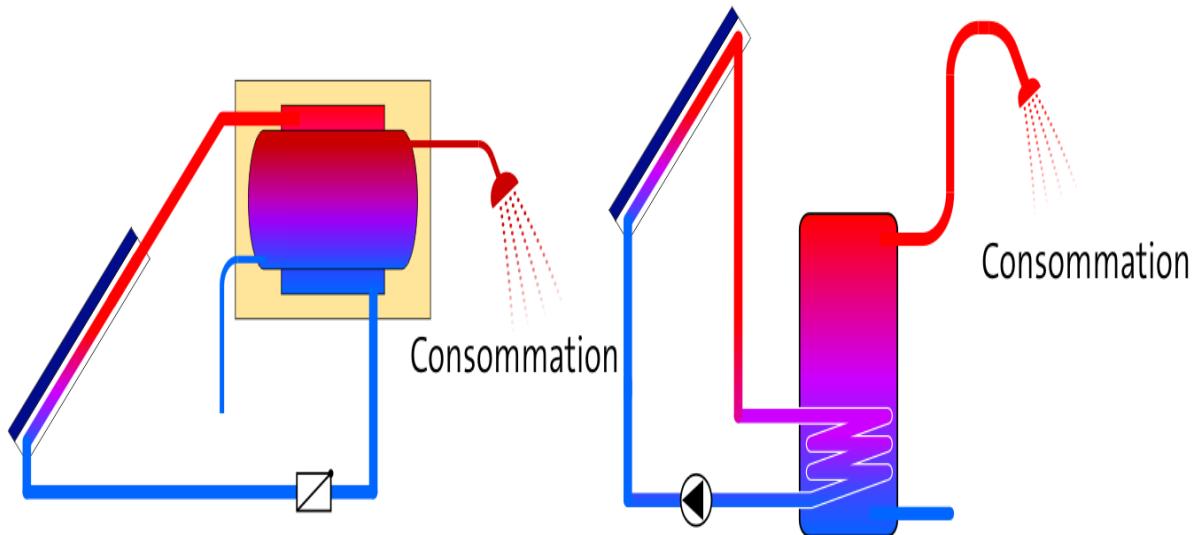


Photo Adel Mourtada

La Garantie de Résultat Solaire (GRS), notion introduite grâce au PEEC (Projet d’Efficacité Energétique dans la Construction au Liban, Fonds Français de l’Environnement Mondial – FFEM), est encore très peu développée dans le pays : les installations du projet de Zouk sont suivies, dans ce cadre, depuis presque cinq ans et les résultats sont jusqu'à ce jour très satisfaisant (voir bilans en annexes).

Thermosiphon

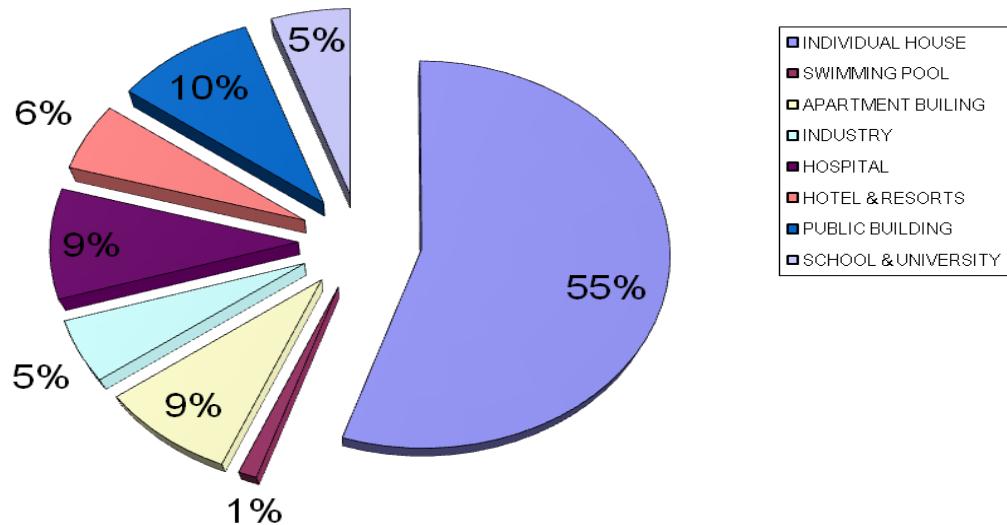
Circulation forcée



© www.solarpraxis.com

Figure 22: Différents types de CES individuel

TYPE OF INSTALLATIONS OF SOLAR WATER HEATERS IN LEBANON

**Figure 23 : Répartition de la surface des capteurs installés en % par catégories de bâtiments**

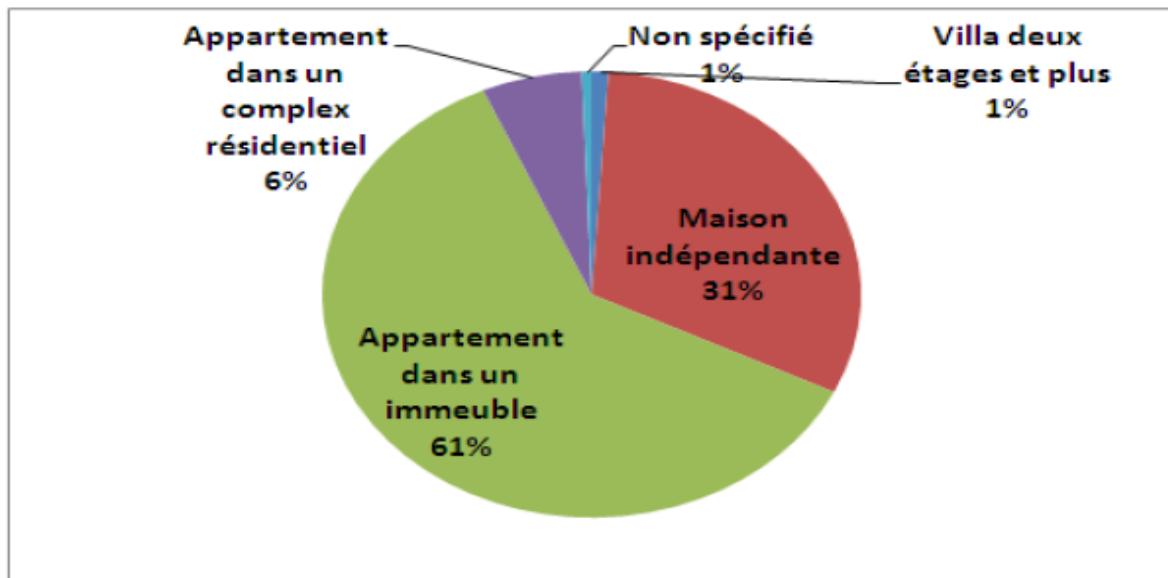


Figure 6: Répartition de logements par type en 2007 (Source ACS)

Figure 24: Répartition de logements par types en 2007

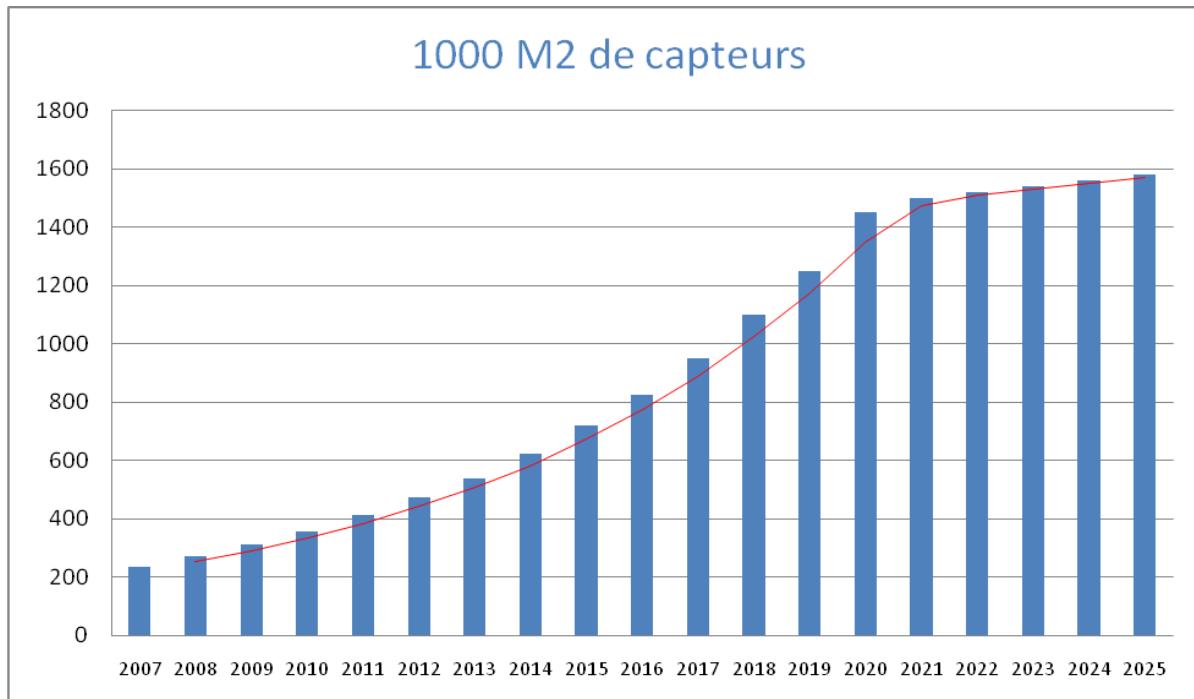


Figure 25: Prospective de surface cumulée de capteurs solaires installés (2007-2025)



En 2009, près de 34000 m² ont été importés (69%), 11700 m² assemblés localement (24%) et 3600 m² exportés (7%) principalement vers les pays du Golfe (Figure 26).

En 2004, les importations ne représentaient que 15 % de la production locale alors qu'aujourd'hui elles représentent presque trois fois celle localement produite et ce principalement à cause de la forte pénétration à faible prix sur le marché local du CES provenant de Chine (et en particulier le capteur sous vide) ou de la Turquie.

La figure 27 montre l'évolution du marché des capteurs fabriqués localement et ceux importés entre 1994 et 2009.

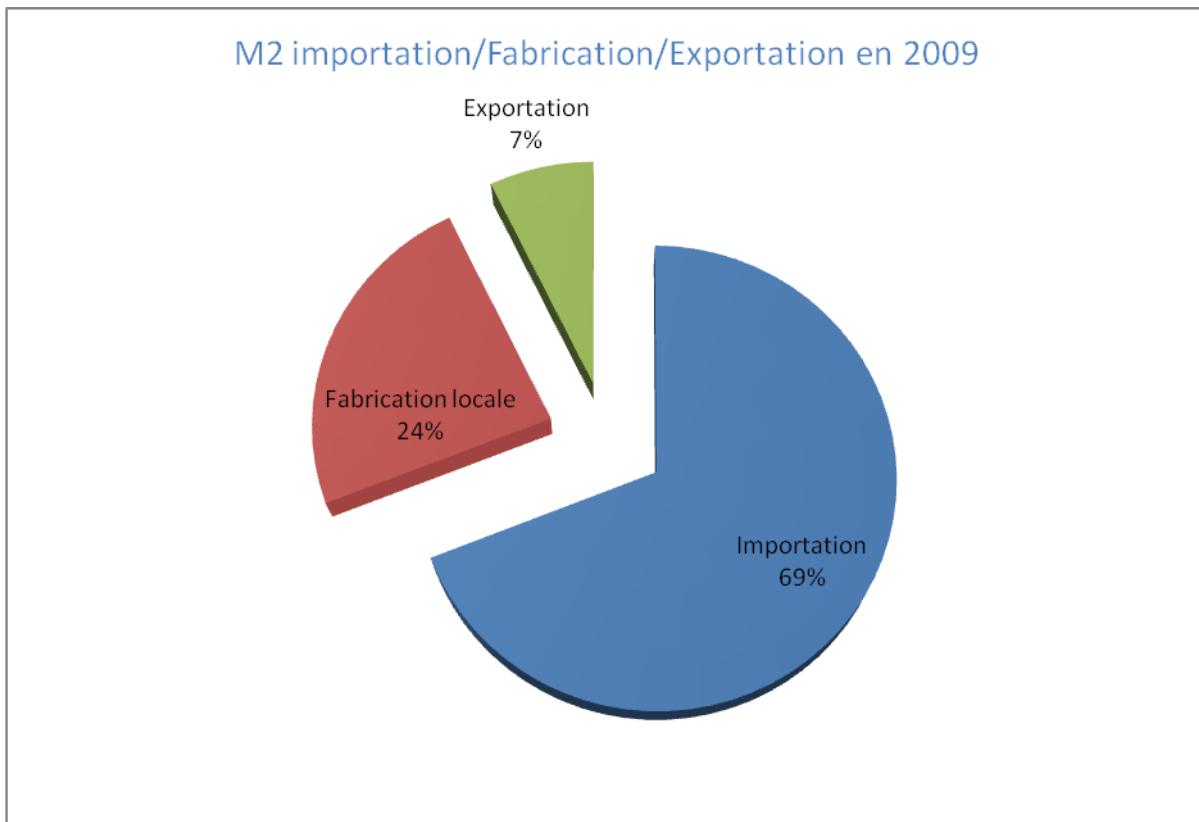


Figure 26: Répartition des capteurs solaires fabriqués, importés et exportés en 2009

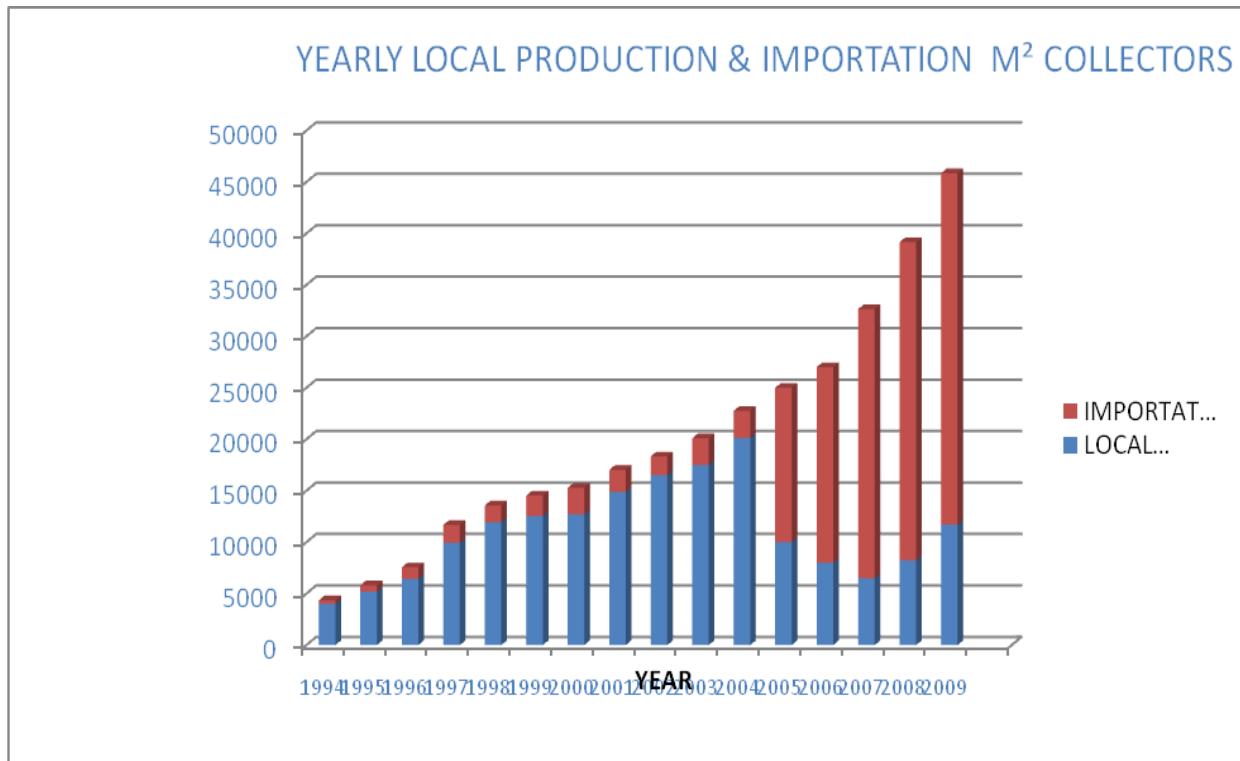


Figure 27: Evolution du marché des capteurs fabriqués localement et ceux importés entre 1994 et 2009

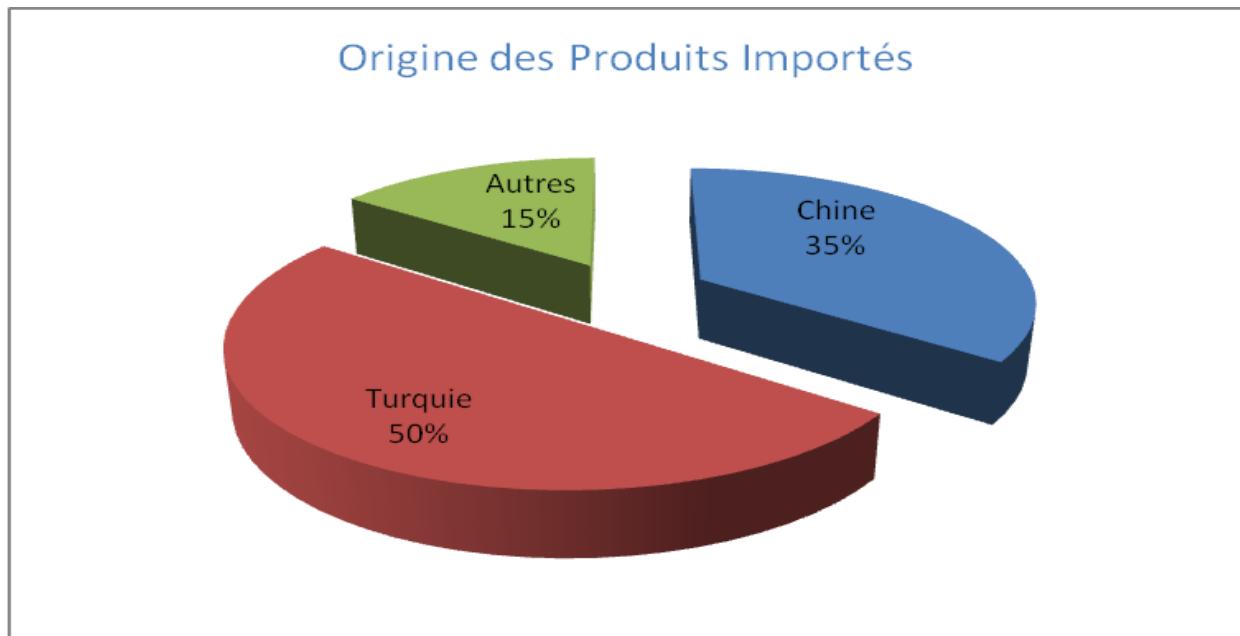


Figure 28: Origine des capteurs importés en 2009



Dans l'enquête menée, nous avons pu identifier 31 importateurs de CES dont deux importent aussi des capteurs et assemblent les systèmes localement avec fabrication locale des châssis et bouteilles d'eau chaude, 4 fabricants (fabriquent totalement le CES avec capteur plan). Un seul des fabricants exporte une partie de sa production vers les pays du golf. Ils sont majoritairement concentrés à près de 70% à Beyrouth et dans le Mont-Liban. Ils étaient, en 2004, 12 fabricants et une dizaine d'importateurs ce qui confirme les difficultés croissantes des fabricants locaux face à la concurrence des produits importés et l'augmentation des importations au détriment de la fabrication locale. Ces importations sont principalement concentrées sur les capteurs « Tube a Vide » en provenance à très bas prix de Chine (figure 28).

La figure 29 donne la répartition géographique des fournisseurs de CES selon les mohafazats. La figure 30 donne la répartition des systèmes de CES installés par type de capteur en 2009.

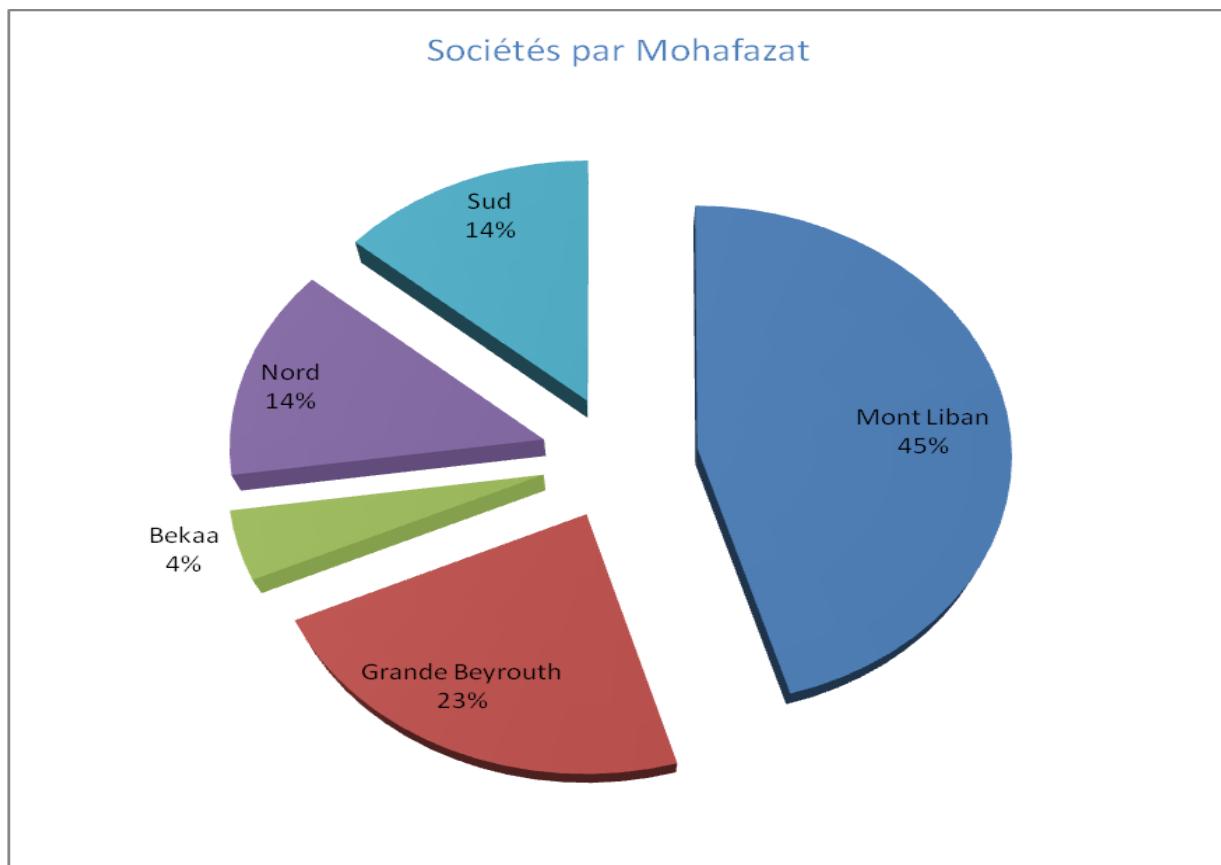


Figure 29 : Répartition des fournisseurs de CES selon les mohafazats (2009)

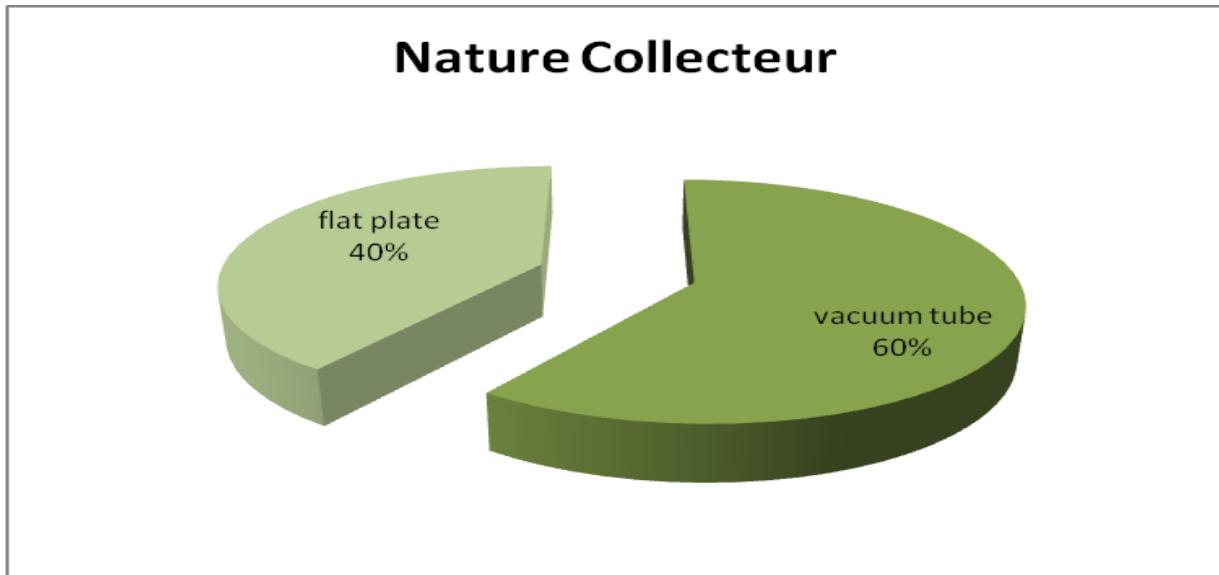


Figure 30 : Répartition des systèmes de CES installés par type de capteur(2009)

Par ailleurs, les circuits de type dit « Ouvert » c.-à-d. un seul circuit d'eau ouvert à fonctionnement thermosiphon existent toujours sur le marché à cause de leur faible prix et malgré tous les inconvénients qu'ils induisent tel que le détartrage à cause d'une eau fortement calcaire au Liban, les risques de gel et le manque d'eau (figure 31)...

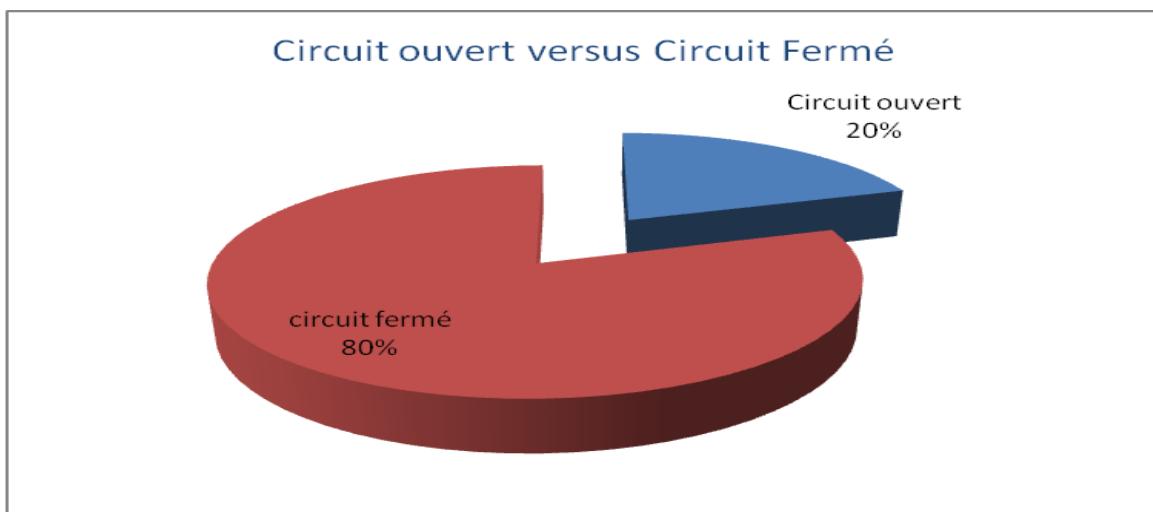


Figure 31 : Répartition des systèmes de CES installés par type de circuit ouvert ou fermé (2009)

2.6 Le Bilan Energétique et Environnemental

Le parc de CES, qui atteint près de 350000 m² en 2009, a produit une énergie équivalente à 155gWh et une réduction des émissions en CO₂ de 92ktonnes. En 2004, l'énergie produite par le parc de CES était de l'ordre de 80gWh et les réductions des émissions en CO₂ s'élevaient à 47,5ktonnes (figure 32). Pour comparaison, l'Energie Primaire s'est élevée, pour la même année 2009, à 6735ktep soit 78328 GWh.

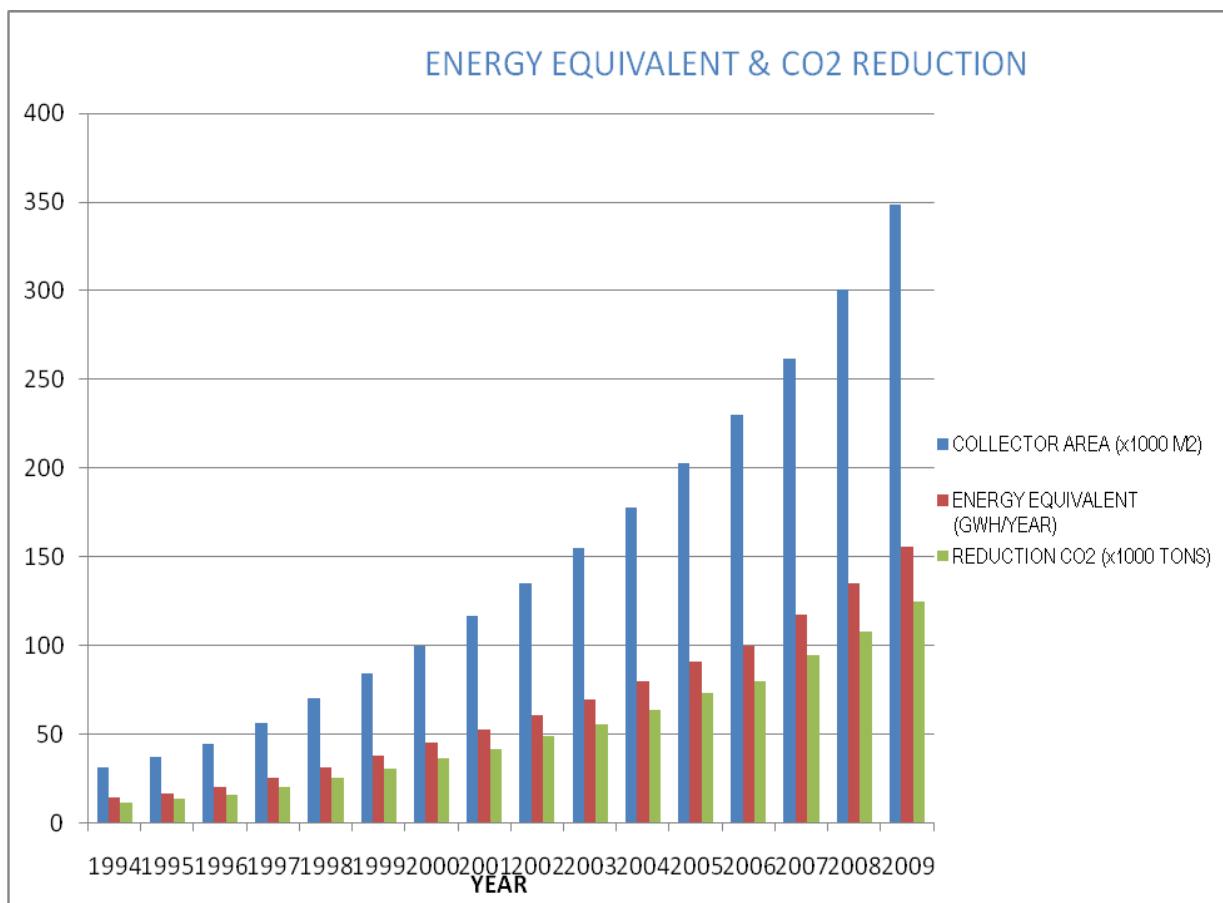


Figure 32 : Surface cumulée des capteurs installés, énergie y produite et quantité d'émissions évitée (1994-2009)

La consommation en énergie primaire Liban a été en 2008 de 5500kTEP (voir document joint) soit 64000GWh. L'électricité fournie la même année par EDL a atteint 11000GWh dont 3,5 % hydraulique, 5 % importée de la Syrie et le solde thermique (fioul et gasoil) (voir document joint). Les groupes électrogènes



disséminés dans le pays ont produit approximativement 3000GWh, soit une fourniture globale de l'énergie électrique pour 2008 de 14000GWh.

La croissance économique n'a pas été affectée par la crise économique mondiale et a dépassé les 6% et les prévisions de la Banque Centrale confirment une croissance soutenue à moyen terme d'au moins 6%.

Si on suppose une élasticité du taux de croissance annuel moyen (Tcam) de l'économie rapportée à celui de l'énergie primaire de 2.3 et à l'électricité de 1.5 compte de plusieurs facteurs conjoncturels réducteurs de la consommation en énergie primaire (taux de pénétration de voitures déjà élevé, voitures neuves plus performantes, etc..) et celle électrique (introduction d'équipements neufs peu consommateurs en soit), le Tcam minimal de l'énergie primaire serait de 2,6% jusqu'en 2020 et de 4% pour l'électricité. Donc des besoins en énergie primaire, aux horizons de 2020, de 7500ktep ou 87225GWh et électrique de 22500GWh (soit 45 fois la production hydraulique actuelle).

Le gouvernement libanais a annoncé dans sa déclaration ministérielle que les énergies renouvelables atteindront 12 % en 2020 soit 900KTEp ou 10500GWh pour l'énergie primaire alors qu'elles représentent moins de 1% (hors hydro énergie) et 3% à 4%, énergie hydraulique comprise. Les 12% ER avancés représenteront 2700GWh pour l'énergie électrique soit 6 fois la production hydraulique actuelle ou 220km² de cellules PV (avec moins de 1 km² actuellement).

Au cas où l'EDL reste en monopole horizontal et vertical avec une tarification qui ne reflète pas les coûts de production et qui n'a pas changé depuis 1994 ce qui semble être le cas, il n'est pas sûr que la production électrique à partir des ER se développe dans le pays (coût de production plus élevé que les prix soutenus par l'EDL, pas de possibilité de connexions au réseau,...) le seul marché potentiellement prometteur reste celui des chauffe-eau solaires (solaire thermique) qui présentent des temps de retour intéressants comparés aux prix des combustibles dont leur prix reflètent celui des coûts sur le marché libanais.. Dans ce cas là, il faudrait que le parc de chauffe-eau solaires(CES) atteigne, en 2020, le chiffre de 1 750 000 (à comparer avec le parc actuel qui ne dépasse pas les 100 000 chauffe-eau), chiffre impossible à atteindre compte-tenu du taux de pénétration annuelle des CES, des contraintes architecturales et de l'urbanisation très forte du pays.

La seule possibilité d'amorcer un développement sensible des ER au Liban réside dans la modification de l'environnement institutionnel qui devra induire la démonopolisation de l'EDL en ouvrant le secteur de l'électricité au privé, la



promotion de la production décentralisée et notamment à partir des ER et la pratique d'une tarification de l'énergie électrique qui reflète les coûts directs de production et ceux indirects liés à la pollution et à la production de CO₂.

2.7 Les Barrières

Cependant et malgré l'expansion forte du marché des CES au Liban, l'énergie solaire thermique est encore peu développée dans le pays et reste en retard par rapport aux pays avoisinants. Certaines barrières persistent notamment (tableaux 9 à 12) :

- la politique de tarification de l'énergie électrique qui n'a pas varié depuis 1994 et qui ne reflète pas son coût réel,
- l'absence d'une volonté politique et d'une démarche cohérente des pouvoirs publics en faveur de l'énergie solaire qui puisse faire converger des intérêts nationaux et macro-économiques vers ceux du consommateur et de l'usager.
- une prise en compte insuffisante de l'impact sur l'environnement et la santé publique de la pollution atmosphérique.
- l'absence de certification des CES, du contrôle technique des installations et de la Garantie de Résultat Solaire.
- l'inadaptabilité du CES en milieu urbain et l'obligation de le remplacer par le chauffe-eau collectif avec comptage et répartition des charges induites.

Tableau 9: BARRIERES ECONOMIQUES AU DEVELOPPEMENT DU MARCHE SOLAIRE THERMIQUE

CONTRAINTE	IMPACTS	SOLUTIONS
1- PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ QUI NE REFLETE PAS LE COUT	DEVELOPPEMENT DU CHAUFFE-EAU ELECTRIQUE AU DÉPEND DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE	LE PRIX DE L'ÉNERGIE DEVRA REFLETER LE COUT DIRECT DE L'ÉNERGIE À COURT TERME. À LONG TERME, IL DEVRA INCLURE LE COUT DE LA POLLUTION LIÉE À CETTE ÉNERGIE
2- INVESTISSEMENT ELEVÉ	TEMPS DE RETOUR ELEVÉ >5 À 8 ANS	1- PRÉT BONIFIÉ POUR DES FINANCIEMENTS À MOYEN ET LONG TERMES 2- INCITATION FISCALES

Tableau 10 : BARRIERES INSTITUTIONNELLES AU DEVELOPPEMENT DU MARCHE SOLAIRE THERMIQUE

CONTRAINTE	IMPACTS	SOLUTIONS
ABSENCE D'UNE VOLONTÉ POLITIQUE POUR PROMOUVOIR LE SOLAIRE THERMIQUE AU LIBAN:	MARCHE INSTABLE ET MARGINAL	ADOPTION DE POLITIQUES ET DE PROGRAMMES DE GESTION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE DANS UNE OPTIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE
1- INEXISTANCE DE CADRES		



REGLEMENTAIRES
 2- INEXISTANCE DE PROGRAMMES DE DEVELOPPEMENT DU SOLAIRE THERMIQUE A MOYEN OU LONG TERME
 3- ABSENCE D'INCITATIONS FINANCIERES POUR L'INDUSTRIEL COMME POUR LE CONSOMMATEUR.

Tableau 11: BARRIERES SOCIALES AU DEVELOPPEMENT DU MARCHE SOLAIRE THERMIQUE

CONTRAINTE	IMPACTS	SOLUTIONS
MANQUE D'INTERET POUR LE SOLAIRE DONT L'IMAGE RESTE NEGATIVE: 1- IGNORANCE DES AVANTAGES PAR LE CONSOMMATEUR (A MOYEN ET LONG TERMES). 2- IGNORANCE DES ENJEUX MACROECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX	MARCHE MARGINAL ET STAGNANT	1- INFORMATION 2- SENSIBILISATION 3- FORMATION

Tableau 12 : BARRIERES TECHNIQUES AU DEVELOPPEMENT DU MARCHE SOLAIRE THERMIQUE

CONTRAINTE	IMPACTS	SOLUTIONS
FOURNITURE DISCONTINUE DE L'ENERGIE QUI RESTE TRIBUTAIRE DES HEURES D'ENSEOLEILLEMENT	NECESSITE DE STOCKAGE ET D'UNE ENERGIE ALTERNATIVE D'APPOINT	OPTIMISATION DU STOCKAGE ET DE L'ENERGIE D'APPOINT
PROBLEMES DE GIVRAGE EN HIVER EN HAUTE ALTITUDE	DETERIORATION DES CAPTEURS	UTILISATION DE CHAUFFE-EAU EN DOUBLE CIRCUIT (CIRCUIT PRIMAIRE ET CIRCUIT SECONDAIRE)
PROBLEMES D'ENTARTRAGE (EAU CALCAIREUSE AU LIBAN)	REDUCTION DU RENDEMENT DES CAPTEURS	1- UTILISATION DE CHAUFFE-EAU EN DOUBLE CIRCUIT. 2- UTILISATION D'UN ADOUCISSEUR D'EAU
INTEGRATION DIFFICILE DES CHAUFFE-EAU DANS LES BATIMENTS EN PARTICULIER EN MILIEU URBAIN	1- EMPLACEMENT 2- ESTHETIQUE	PREVOIR "LE SOLAIRE" AU NIVEAU DE LA CONCEPTION DU BATIMENT
RESULTATS ALEATOIRES ET EFFICACITE INCERTAINE	IMAGE NEGATIVE DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE ET CONTRE PERFORMANCES	1- NORMES 2- LABEL 3- GARANTIE DE RESULTAT SOLAIRE 4- FORMATION DES TECHNICIENS

2.8 Recherche et Développement

Il n'y a aucun organisme de recherche centré sur les énergies renouvelables en général ou sur le solaire thermique en particulier. Il y a peu de recherches spécifiques au solaire thermique qui sont actuellement menées au Liban. Cependant périodiquement et dans le cadre des études doctorales, certaines thèses peuvent aborder le sujet mais sans une planification ou coordination préalable.



Le Centre National de la Recherche Scientifique Libanais (CNRSL) traverse actuellement une période difficile et n'a pas les moyens financiers suffisants pour gérer des recherches coûteuses et le département relatif à l'énergie solaire y a été fermé depuis plus de trois ans. Certaines universités ou des instituts techniques locaux dispensent des cours sur l'énergie solaire cadrés dans un enseignement plus global, et ne prévoient pas de cursus pouvant mener à des diplômes en la matière. Dans ce contexte, il serait intéressant de signaler le rôle des Architectes et Ingénieurs de Beyrouth qui essaie d'intégrer le CES dans le permis de construction. Actuellement, un projet financé par la Commission Européenne « RESSOL-MEDBUILT » vise le développement de la Recherche au Liban dans les secteurs du solaire Thermique et Photo voltaïque en coopération avec le CRES en Grèce, le Franhofer Institut d'Allemagne, le NERC en Jordanie, l'ALMEE et l'Université Libanaise.

2.9 Certification et Standardisation

LIBNOR (organisme officiel rattaché au conseil des ministres et chargé de la normalisation au Liban) entreprend actuellement un vaste travail de normalisation. Il a publié des normes relatives aux capteurs et aux systèmes. Malheureusement, ils n'ont aucune valeur contraignante.

Aucun laboratoire universitaire n'est équipé d'un banc d'essai pour tester les capteurs solaires. Dans ce cadre, il serait important de signaler que l'Institut de la Recherche Industrielle (IRI), laboratoire officiel pour les essais et les tests dans le secteur industriel, a reçu du CRES (Grèce) un banc pour les essais mais qui n'a pas fonctionné jusqu'à ce jour. Il faut noter qu'aucun organisme n'est habilité à délivrer aujourd'hui au Liban, des avis techniques, des labels ou des certifications en la matière. Certains équipements sont certifiés dans leur pays d'origine.

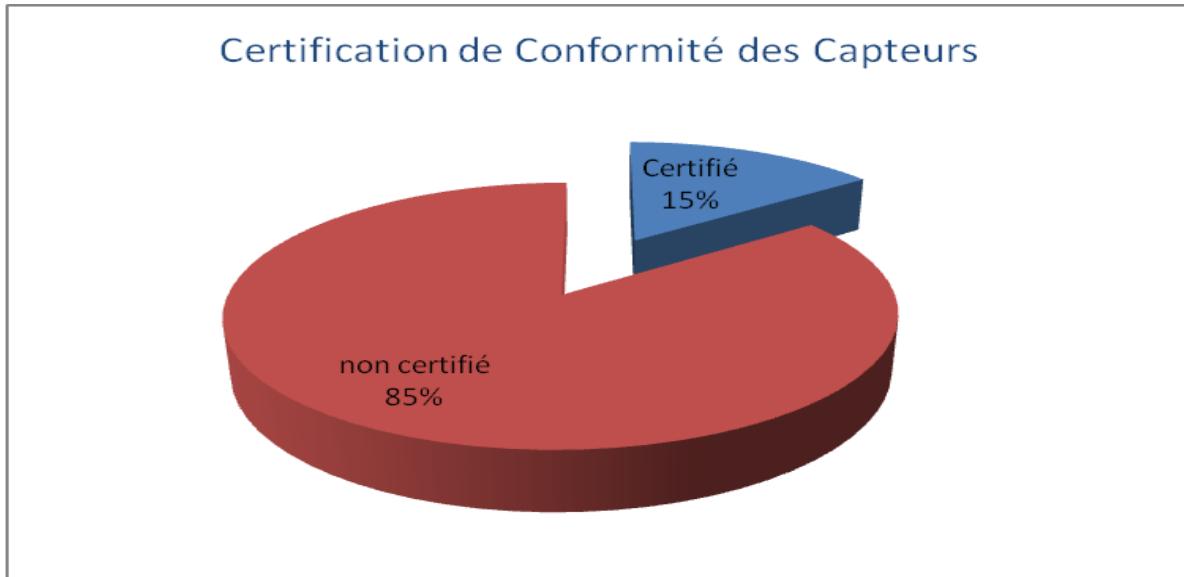
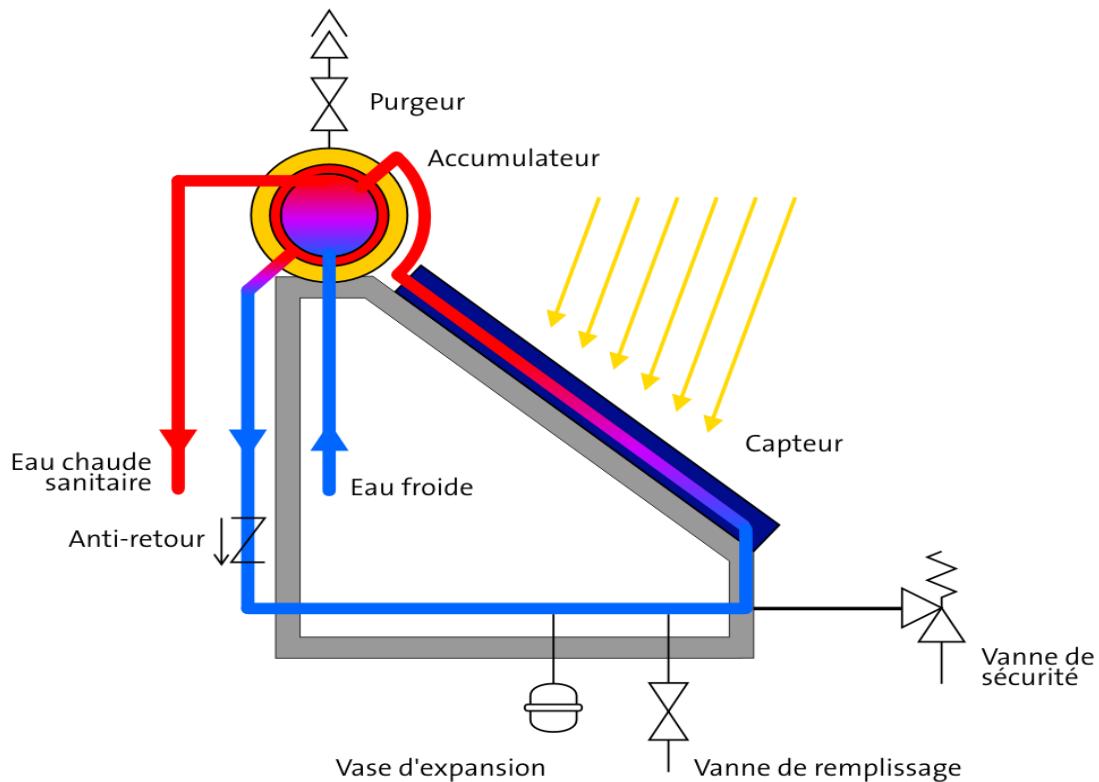


Figure 33 : Pourcentage des capteurs certifiés et non certifié sur le marché libanais

2.10 Les Produits (assemblés au Liban)

Axée principalement sur le chauffe-eau solaire individuel (à circuit ouvert ou double circuit fermé, à thermosiphon ou avec pompe de circulation) (figure 34) installé en terrasse incliné 45°C sud, par l'usage de châssis en acier noir peint ou galvanisé, l'industrie locale souffre de l'absence de normes, de centre d'essais et de certification, de mesures fiables de la rentabilité, de l'endurance, de la durabilité comme d'une garantie crédible de résultats.



© www.solarpraxis.com

Figure 34 : Schéma d'un système de CES individuel

Le chauffe-eau solaire est composé de :

- 1- Capteur plan ($1m^2$ en moyenne pour 50 litres d'ECS à $55-60^\circ C$) avec une coque externe en aluminium, une isolation en polystyrène, une surface absorbante en cuivre ou aluminium couleur noire et un fluide caloporteur lorsqu'il existe basé sur l'eau glycolée. Le vitrage est du type ordinaire épaisseur moyenne de 4mm (figure 35).

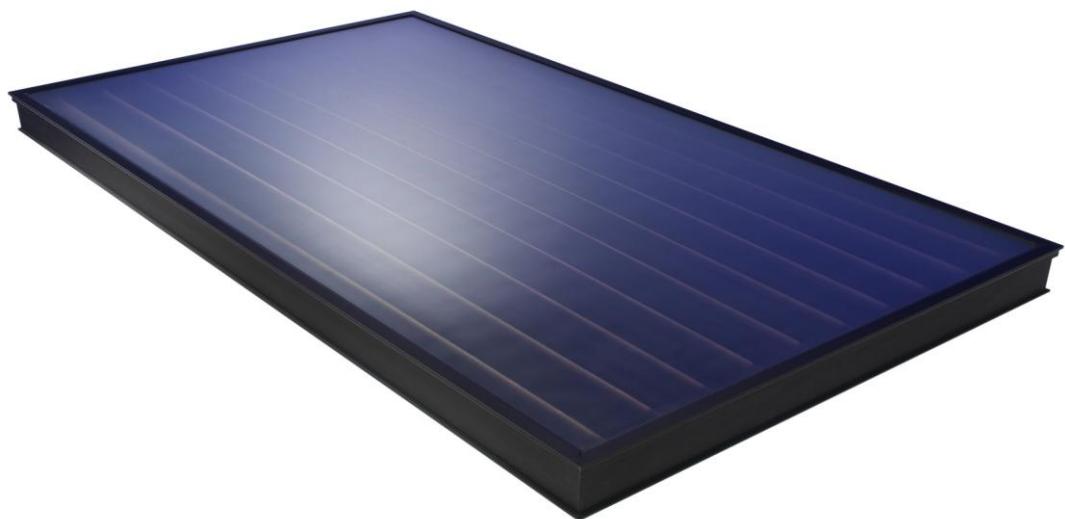


Figure 35 : Schéma d'un capteur solaire plan

2- Bouteille d'ECS (150 l à 300 l par chauffe-eau individuel en fonction des besoins), forme cylindrique en général, en acier noir isolée avec de laine de verre (2,5cm).

3- Appoint : généralement résistance électrique $P = 700W - 1kW$ munie d'un thermostat.

Le potentiel de transfert de technologie est grand dans la mesure où la qualité du chauffe-eau solaire en général et du capteur en particulier est mauvaise (rendement moyen d'un capteur 50% et durée de vie effective de moins de 10 ans).

2.11 La distribution, le commercial, l'après-vente

Généralement le fabricant ou l'importateur ne sent pas le besoin de créer un réseau de distribution, le pays étant petit.



De plus en plus, les campagnes publicitaires proposent des chauffe-eau avec des bons résultats, une grande durabilité, etc... mais sans aucun avis technique issu d'un établissement sérieux et sans aucune garantie de résultats.

L'installateur propose une garantie contre les vices de fabrication (qui peut aller de trois ans jusqu'à dix ans d'un installateur à l'autre) mais elle concerne l'équipement et n'est pas une garantie de résultat (figure 36). Il propose un contrat d'entretien annuel axé sur le nettoyage des vitres des capteurs, le détartrage de l'échangeur lorsqu'il existe et lorsqu'il est possible de le faire (échangeurs à plaque par exemple, vérification du bon fonctionnement de la pompe,...). Il est bien entendu que les contrats d'entretien ne sont pas réglementaires et donc très peu fréquents.

On comprend, à partir de là, qu'il y a de gros efforts à entreprendre pour crédibiliser la fabrication (normes, avis technique, certifications, GRS, etc.). La stimulation du marché du solaire thermique en est en grande partie tributaire de la mise en place de ces différentes actions de crédibilisation.

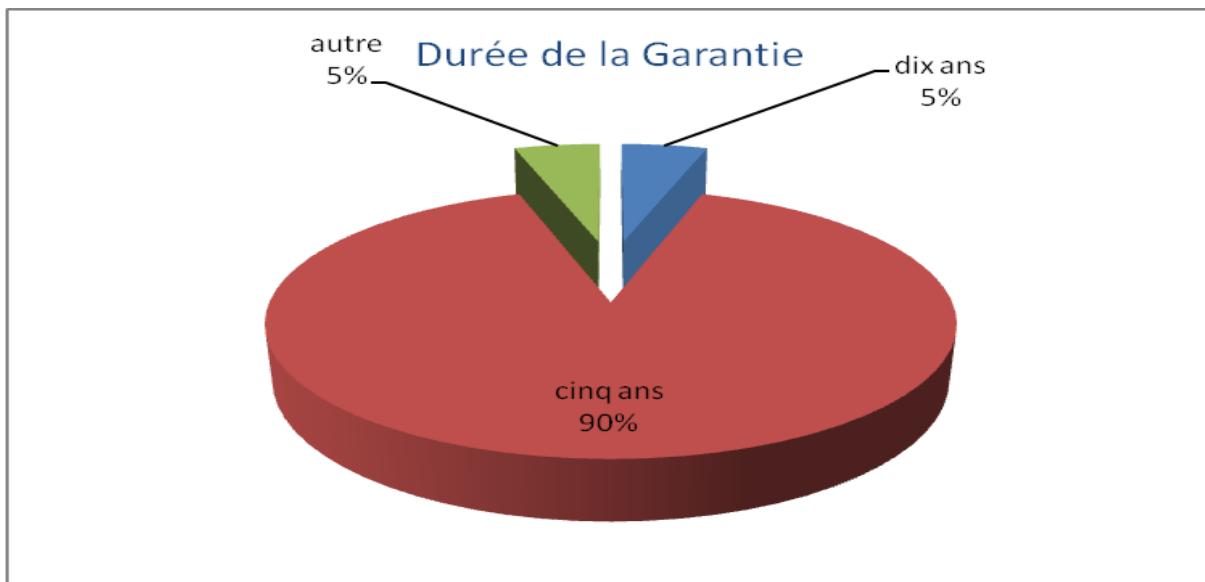


Figure 36 : Durée de garantie des systèmes de CES individuel au Liban



ALMEE



2.12 Le potentiel du mètre carré de capteur solaire

Tableau 13 : Résultats de simulation par le logiciel SOLO

Beyrouth, latitude: 33.82°												6/5/2002
Données météo												
mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T° extérieure	12.9	13.3	14.9	17.8	20.5	23.5	25.9	26.5	25.4	23.2	18.6	14.8
T° de l'eau												
16.3 16.5 17.3 18.8 20.1 21.6 22.8 23.1 22.6 21.5 19.2 17.3												
Installation												
Capteurs				Stockage								
Surface	15.0	m ²		Situation	Intérieur							
Inclinaison	30	°/Horiz		Température ECS	50 °C							
Orientation	0	°/Sud		Volume de stockage	1000 Litres							
Coefficient B	0.65			Cste de refroidissement	0.1336 Wh/L.j.°C							
Coefficient K	6.24	W/m ² .°C		Type d'installation	Circulation forcée, échangeur séparé							
		Irradiation capteurs (Wh/m ² .jour)		Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Taux (%)	Volume (litres)					
janvier	3010			1213	449	37.0	1000					
février	3945			1089	524	48.1	1000					
mars	4963			1177	720	61.2	1000					
avril	5624			1089	778	71.4	1000					
mai	6120			1076	845	78.5	1000					
juin	6508			989	832	84.1	1000					
juillet	6455			979	843	86.2	1000					
août	6366			968	833	86.0	1000					
septembre	5977			956	778	81.3	1000					
octobre	5412			1028	741	72.1	1000					
novembre	4211			1075	575	53.5	1000					
décembre	3252			1179	470	39.9	1000					
Taux couverture solaire	65.4	%		Apport solaire annuel	8388	kWh/an						
Besoin annuel	12818	kWh/an		Productivité annuelle	559	kWh/m ² .an						

calcul réalisé sur www.tecsol.fr

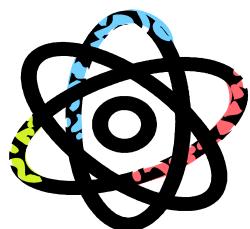


Le tableau 13 ci-dessus donne le potentiel annuel simulé de production thermique d'un capteur plan de bonne performance au Liban. Il est le résultat d'un calcul effectué sur www.tecsol.fr.

Ce calcul concerne le cas-type d'un chauffe-eau collectif de 15 m² de capteurs et 1000 litres de stockage, installé à Beyrouth.

Le taux de couverture global annuel est de 65% et la productivité d'environ 560 kWh/m².an, chiffre qui ne situe pas le Liban parmi les zones les plus productives, malgré un ensoleillement apparent fort.

C'est sur la base de ce calcul que nous déterminerons les potentiels de développement de la filière solaire thermique dans les différents secteurs disposant de statistiques de croissance prévisionnelle.





ANNEXE 1

ETUDE DE L'INSTALLATION D'EAU CHAude SANITAIRE SOLAIRE



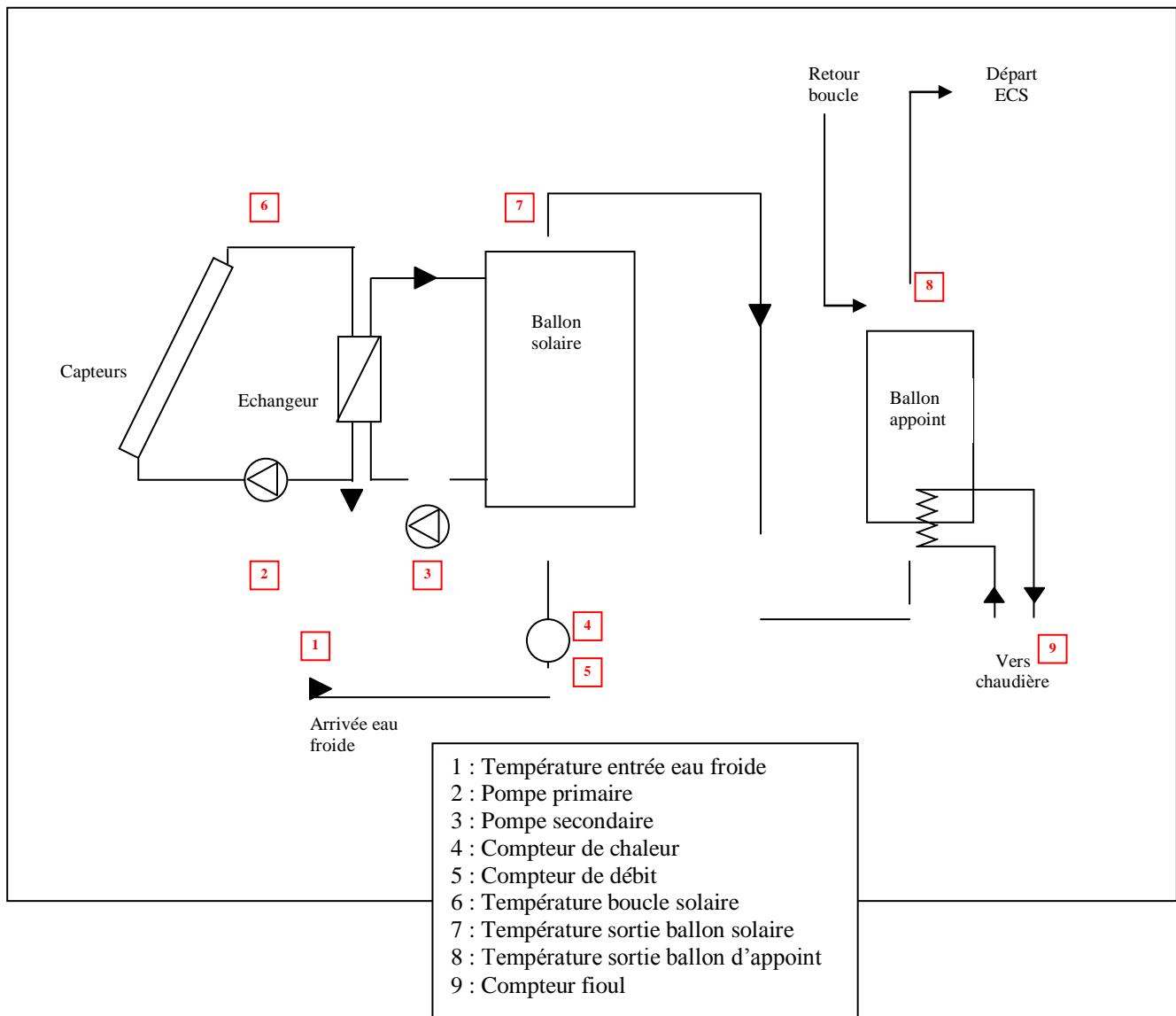
Description

L'eau chaude des bâtiments performants est en partie produite grâce à des capteurs solaires. L'appoint s'effectue à l'aide d'une chaudière fioul. Au départ il était prévu d'effectuer un mitigeage au départ de la boucle de distribution à l'aide de l'eau froide d'entrée mais le manque de pression a obligé le concepteur à revoir son installation. Le risque encouru avec une installation de ce type (sans mitigeage) est de distribuer de l'eau chaude à une température trop élevée pouvant causer des brûlures. Le schéma de la figure 3.1 décrit le principe de fonctionnement de l'installation suivi (bloc B, 20m² de capteurs solaires) et indique la position des mesureurs installés. Les mesureurs ont été installés dans



ALMEE

le but de valider la garantie de résultats solaires (GRS) et non dans celui de décrire précisément le fonctionnement de l'installation. Cependant, les neuf grandeurs suivies permettent d'effectuer une analyse simplifiée du système de production d'eau chaude sanitaire.



Anomalies

Figure 3.1 : Description schématique de l'installation de production d'ECS solaire



Le graphique 3.2 donne la répartition des températures en sortie de ballon solaire et de ballon d'appoint au moment des puisages sur toute la période de mesures. La température du ballon d'appoint varie principalement entre 36 et 48°C (66% des valeurs sont comprises dans cet intervalle). On peut donc penser que la température de consigne du ballon d'appoint est d'environ 40°C. Les écarts observés s'expliquent tout d'abord par le fait qu'on ne connaît pas la température à chaque instant mais seulement au moment des puisages. De plus, si le puisage est bref et qu'il a lieu au début d'une période de 10 minutes, la température prise en compte peut être fausse car elle est mesurée 10 minutes plus tard. Selon la précision de la régulation, la température à l'intérieur du ballon peut varier de plusieurs degrés. Enfin, comme on le verra la chaudière est arrêtée pendant l'été. La température dans le ballon d'appoint est alors égale à celle du ballon solaire.

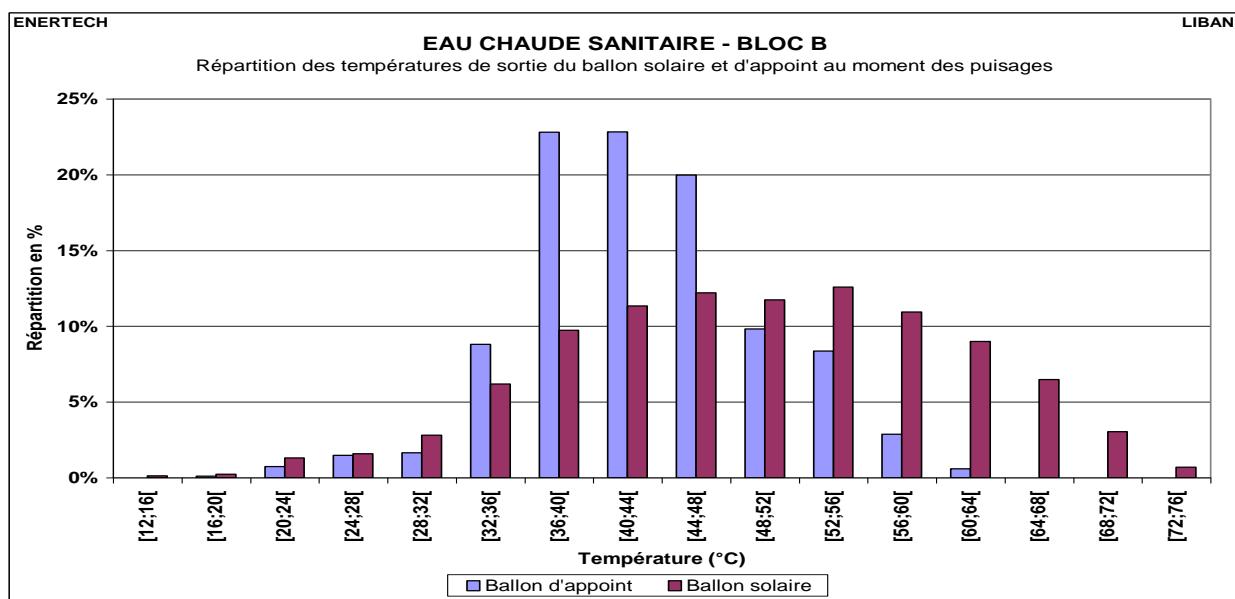


Figure 3.2 : Répartition des températures en sortie des ballons solaire et d'appoint au moment des puisages

Les températures en sortie de ballon solaire sont globalement, au moment des puisages, toujours supérieures à 40°C (78% du temps de puisage). La part des besoins en eau chaude couverte par l'installation solaire peut être calculée à l'aide de la formule :



$$\frac{\sum_{t=t\text{début}}^{t=t\text{fin}} V_{\text{soutiré}}(t)}{V_{\text{soutiré}}} \frac{\frac{T_{\text{Sol}}(t)-T_{\text{EF}}(t)}{T_{\text{dép}}(t)-T_{\text{EF}}(t)}}{\text{total}} \quad (1)$$

Avec $V_{\text{soutiré}}(t)$: Volume d'eau froide soutiré à l'instant t (l)
 $T_{\text{sol.}}(t)$: Température de l'eau à la sortie du ballon solaire à l'instant t (°C)
 $T_{\text{EF.}}(t)$: Température de l'eau froide entrant dans l'installation à l'instant t (°C)
 $T_{\text{dép.}}(t)$: Température de départ eau chaude (sortie ballon d'appoint) à l'instant t (°C)

Si on applique cette équation, on trouve que ***90% de l'énergie nécessaire est fournie par l'installation solaire*** (hors pertes de bouclage). Ce résultat, supérieur à la valeur donnée dans le contrat de garantie solaire (65%), s'explique principalement par le fait que la consommation d'eau chaude est très inférieure à celle prévue par la GRS (seule la moitié des logements sont occupés). De plus, diverses pannes ont conduit à une température de distribution relativement faible. Ces explications seront détaillées dans les paragraphes suivants.

Etude de la consommation d'ECS du bloc B

Un compteur de débit a été placé sur l'arrivée d'eau froide de l'installation solaire. Il permet de connaître la consommation annuelle d'eau chaude du bloc B. Cette consommation s'élève à 228 m³ par an. Le bâtiment comporte 12 appartements mais il s'avère que seulement cinq sont occupés. La consommation moyenne par logement est donc de 46 m³ par an ce qui paraît en accord avec les résultats trouvés au paragraphe 2.4 (193m³ par an et par logement au total).

Les évolutions au cours de l'année et à l'échelle de la semaine, présentées sur le graphique 3.3, sont très similaires au comportement observé pour les logements performants. N'ayant suivi qu'un seul logement du bâtiment B, il est impossible d'expliquer le pic de consommation du mois de septembre.

Comme nous l'avons déjà précisé la consommation est relativement stable durant l'hiver et chute l'été. De plus, elle est stable durant la semaine et



augmente pendant le week-end ce qui est probablement lié au rythme de vie des habitants qui travaillent la semaine (logement vide) et restent chez eux pendant le week-end (réalisation de tâches ménagères nécessitant l'usage d'eau chaude : lavage, cuisine...).

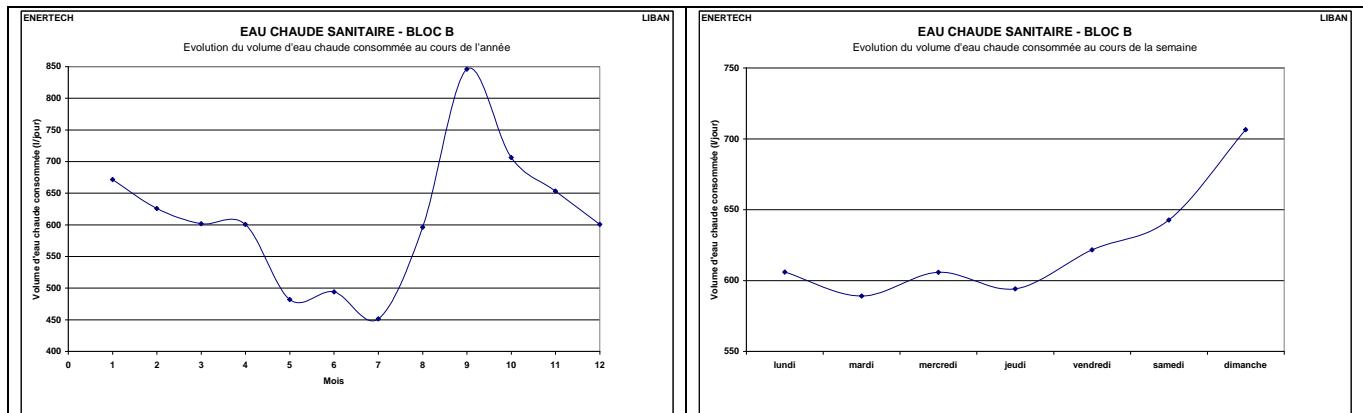


Figure 3.3 : Evolution de la consommation d'ECS du bloc B au cours de l'année et de la semaine

Le profil journalier de consommation (graphique 3.4) présente quelques particularités :

- deux pics de consommation en semaine entre 8 et 9 heures surtout et 20 et 21 heures qui correspondent vraisemblablement à la prise de douche.
- les mêmes pics le week-end mais avec un décalage d'une heure le matin.
- une consommation importante tout au long de la journée indiquant que l'immeuble est occupé en permanence.
- une consommation nulle ou négligeable entre 0 et 5 heures (6 heures le week-end)
- une utilisation globalement plus importante de l'eau chaude le week-end jusqu'à 17 heures probablement due au fait que les habitants exécutent diverses tâches ménagères nécessitant l'utilisation d'eau chaude. Ce fait est encore plus marqué le matin ce qui s'explique probablement par la préparation du repas.
- Une consommation légèrement plus importante en semaine que le week-end après 17 heures. Ainsi, certaines tâches réalisées quotidiennement au retour du travail sont effectuées plus tôt durant le week-end.

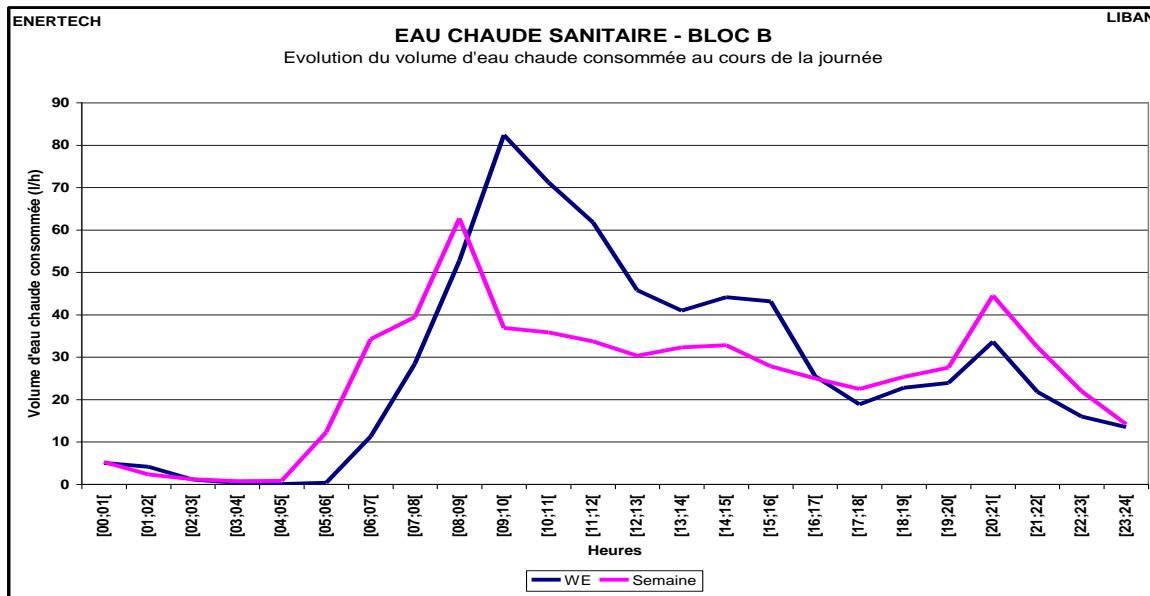


Figure 3.4 : Evolution de la consommation d'ECS du bloc B au cours d'une journée (semaine et WE)

Le graphique 3.5 présente le cumul des consommations au cours de la journée. Cette information est particulièrement intéressante pour une installation solaire car le profil de puisage est un des paramètres essentiels de la conception.

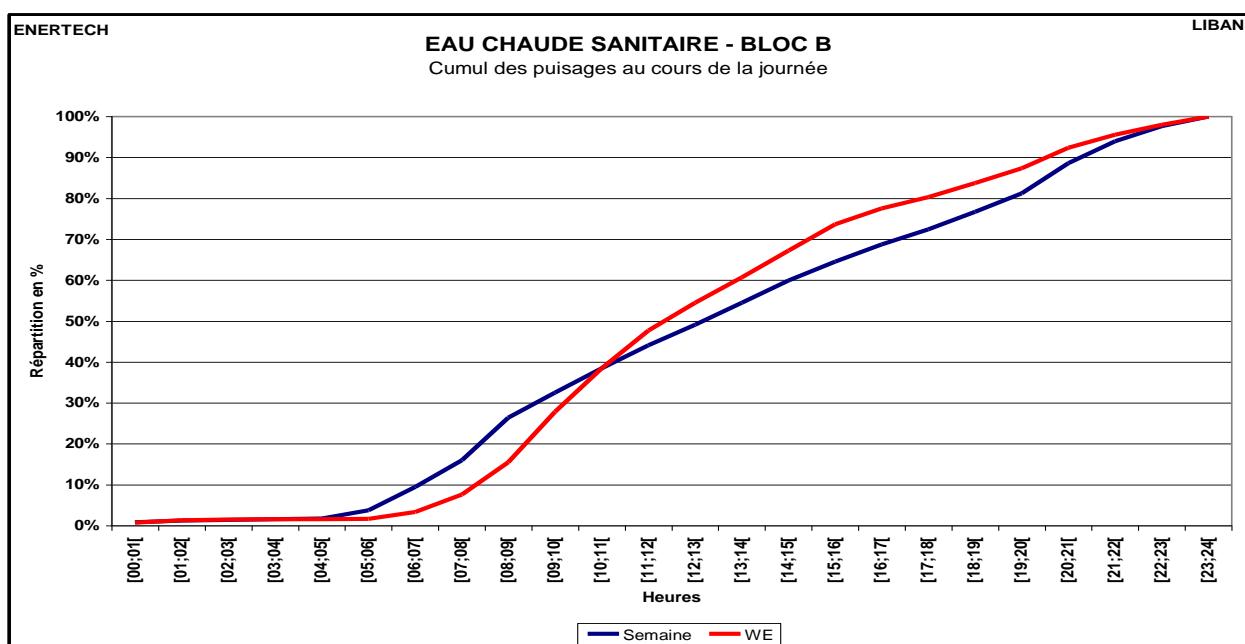




Figure 3.5 : Cumul des consommations d'ECS au cours de la journée

Dans le cas du bloc B, un quart des puisages quotidiens a lieu avant 9 heures (10 heures le week-end) ce qui n'est pas très favorable dans la mesure où on utilise en partie l'eau chaude solaire produite la veille qui a été stockée (pertes d'énergie) mais ce qui nécessite l'apport de chaleur par la chaudière fioul. Cependant, un quart est aussi consommé entre 16 et 24 heures, dans ce cas l'eau chaude produite grâce à l'installation solaire au cours de la journée est puisée immédiatement (limitation des pertes de stockage) et l'appoint n'est pas nécessaire, ce qui est optimal. Il serait judicieux d'informer les usagers sur l'intérêt de limiter les consommations du matin.

Quantité d'énergie solaire produite

La production de chaleur solaire a fait l'objet d'un suivi au moyen d'un comptage spécifique ce qui devait permettre d'effectuer les évaluations rendues nécessaires par la garantie de résultats solaires. On a donc mesuré la température d'entrée d'eau froide, de sortie du ballon solaire et le débit d'eau froide à l'entrée. La quantité d'énergie est obtenue par sommation, sur les pas de temps de 10 minutes, des énergies unitaires exprimées par :

$$E_{\text{solaire}} = V_{\text{EF}} \times 1,16 \times (T_{\text{sortie b. sol.}} - T_{\text{EF}}) \quad (2)$$

Avec E_{solaire} : Energie solaire produite (Wh)
 V_{EF} : Volume d'eau froide soutiré (l)
 $T_{\text{sortie b. sol.}}$: Température de l'eau à la sortie du ballon solaire ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{EF} : Température de l'eau froide entrant dans l'installation ($^{\circ}\text{C}$)

Pour obtenir une valeur parfaite, il faudrait effectuer cette intégration par pas de temps plus court. En effet, les mesures de températures correspondent à la valeur instantanée de la température toutes les 10 minutes et non à une moyenne de température sur cette période. La valeur trouvée par le calcul n'est donc pas tout à fait exacte.



La figure 3.6 représente les variations de production d'énergie solaire au cours de la période de mesures. On notera qu'il manque beaucoup de mesures pour le compteur de chaleur. Ainsi, nous n'avons aucune donnée d'avril à mai et très peu durant l'été. Il est donc difficile d'estimer la production annuelle d'énergie solaire.

Les valeurs calculées par l'expression (2) et mesurées à l'aide du compteur de chaleur varient de la même façon.

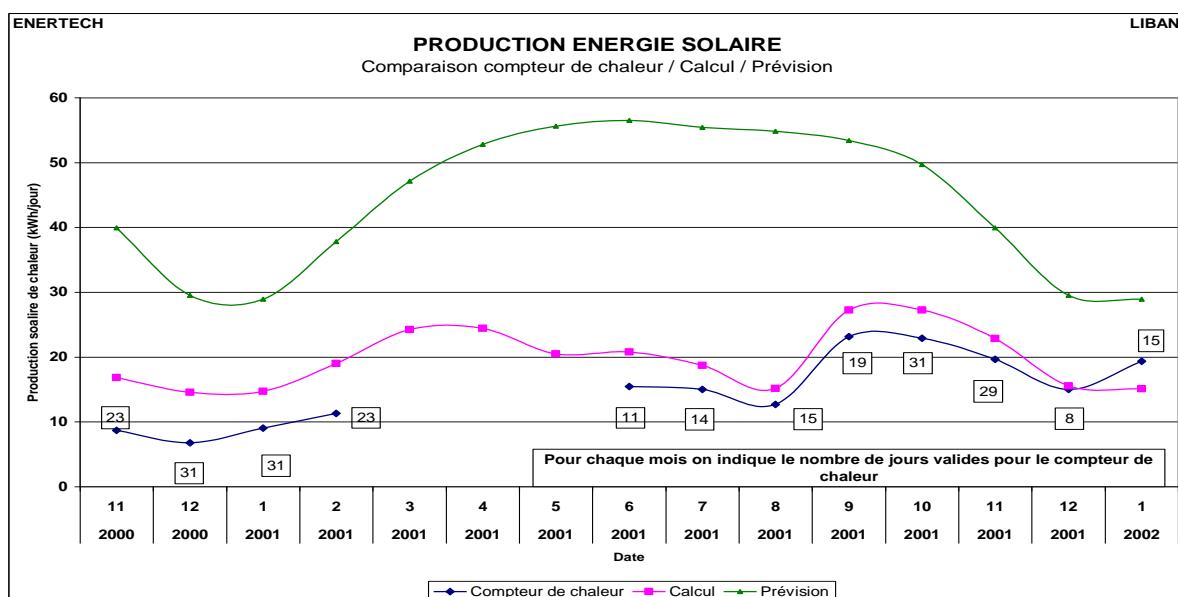


Figure 3.6 : Comparaison de la production d'énergie solaire réelle et théorique (prédite par l'étude de dimensionnement)

On remarque que l'énergie solaire récupérée lors de l'utilisation ne varie pas comme le laissait prévoir le calcul théorique. Ainsi, la production devrait être maximale pendant l'été, or on voit qu'elle ne cesse de décroître à partir du mois de mars. Les causes de cette chute sont diverses. En effet, la production d'énergie solaire est fonction du volume soutiré, de la température d'eau froide et de la température en sortie de ballon solaire. Or comme le montre le graphique 3.7 :

- Le volume soutiré est décroissant entre mars et juillet



- En août, alors que la consommation d'ECS augmente, la température en sortie de ballon solaire diminue. Cette chute est due à une panne de la pompe secondaire. On peut d'ailleurs noter que suite à celle-ci, la pompe a fonctionné en continu pendant 19 jours !

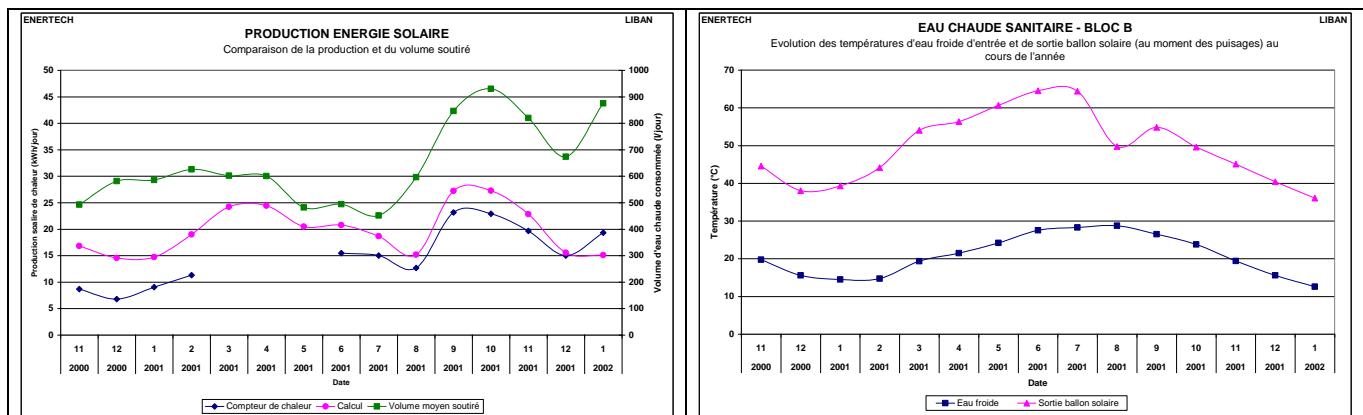


Figure 3.7 : Comparaison de la production d'énergie solaire au volume d'ECS soutiré, à la température en entrée et sortie du ballon solaire

Si on se base sur les valeurs calculées à l'aide de la formule (2), l'énergie solaire produite au cours de l'année 2001 est égale à 7606 kWh/an, soit 56 % de moins que l'énergie solaire théorique donnée dans le CCTP. Il faut cependant rappeler que cette valeur est issue d'un calcul théorique basé sur un certain nombre d'hypothèses de consommation, ce qui entraîne une première différence. En outre, l'installation a connu de nombreuses pannes qui expliquent aussi en partie ces résultats décevants et nous ne possédons pas les données d'ensoleillement de l'année 2001 qui sont des données nécessaires pour comparer la production réelle à la production théorique. Enfin l'explication réside principalement dans la consommation d'ECS qui s'avère beaucoup plus faible que ce qui avait été prévu du fait de l'inoccupation de plus de la moitié des appartements du bloc B. Rappelons ici que le contrat type de GRS prévoit de ne pas considérer les mois où la consommation est inférieure à 50% de la consommation envisagée à la conception.



Fonctionnement des pompes

L'installation solaire est munie de deux pompes :

- La pompe primaire (Salmson CXL-50-32, débit : 1m³/h) permet de transférer l'énergie des capteurs à l'échangeur. Son fonctionnement est commandé par un détecteur crépusculaire. Elle fonctionne donc, comme le montre le graphique 3.8, de 40 (hiver) à 60 (été) % du temps. On peut se demander si sa mise en route ne pourrait pas être synchronisée avec celle de la pompe secondaire car quand la pompe secondaire ne marche pas aucun échange de chaleur ne se produit.

La pompe fonctionne en continu afin d'avoir une température homogène dans la boucle primaire et ainsi d'éviter des mises en route et arrêts répétés de la pompe au cours de la journée.

- La pompe secondaire (Salmson CXL-25-20B, débit: 1m³/h) assure le transfert de chaleur de l'échangeur au ballon de stockage. Sa mise en marche est fonction de la température de l'eau chaude dans le ballon de stockage. Elle fonctionne donc de façon intermittente et sa consommation est quatre fois inférieure à celle de la pompe primaire.

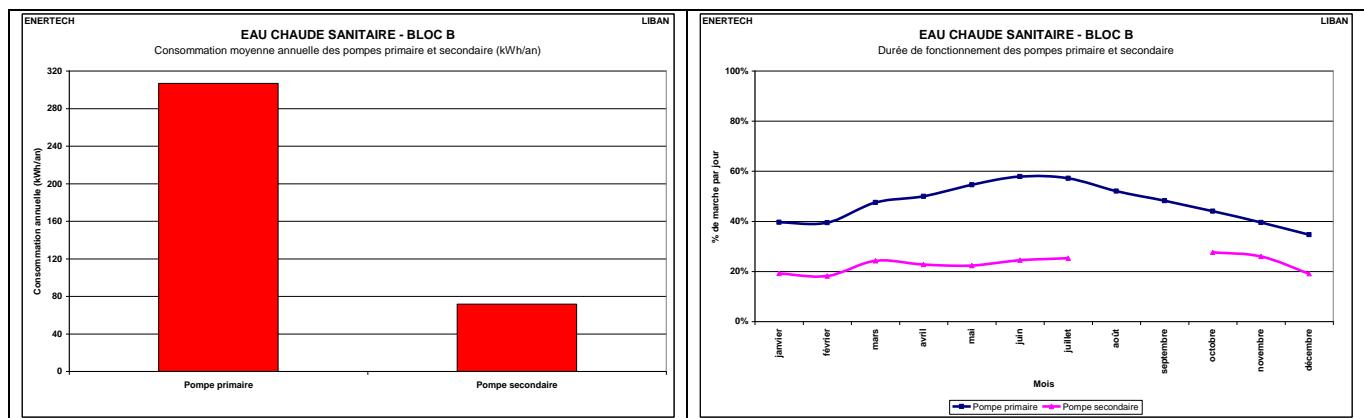


Figure 3.8 : Description de la consommation et du fonctionnement des pompes de l'installation solaire

Consommation de fioul



La consommation annuelle de fioul s'élève à $1,5\text{m}^3$ de fioul, soit $14\ 900 \text{ kWh}_{\text{PCI}}$. Comme on le voit sur le graphique 3.9, la chaudière est arrêtée durant 154 jours de juin à octobre. La boucle de recirculation n'est donc pas réchauffée (ou encore ne fonctionne pas pendant cette période).

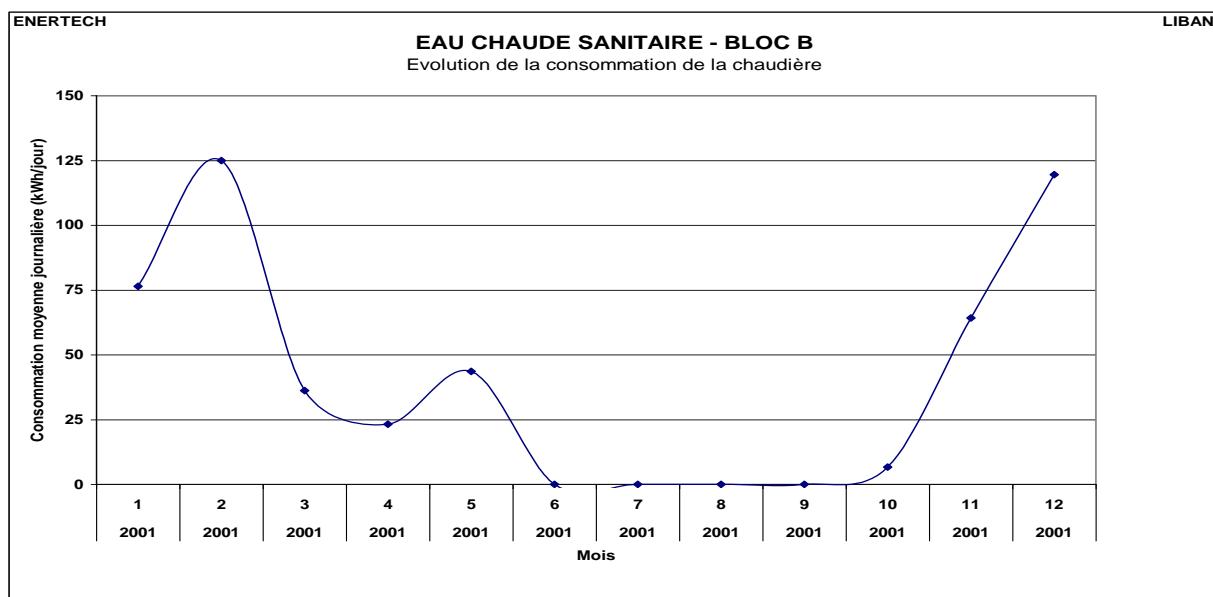


Figure 3.9 : Evolution de la consommation de fioul au cours de l'année

La consommation est maximale en décembre et février. Les mesures que nous avons réalisées ne nous permettent pas d'expliquer la diminution observée en janvier. Elle est ensuite faible mais stable pendant les trois mois du printemps.

ALMEE



Annexe 2 : Fiche d'Enquête

***Enquête sur l'Importation, La Fabrication, l'Exportation et l'Installation
de CHAUFFE EAU SOLAIRES AU LIBAN***

NOM DE LA SOCIETE :

FONDEE EN :

ADRESSE :

TEL:

FAX:

E-MAIL:

WEBSITE:

NOM DU RESPONSABLE:

NOMBRE DE TECHNICIENS :

NOMBRE D'INGENIEURS :

M2

<i>MARQUE CAPTEUR ou SYSTEME</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2 009</i>
<i>IMPORTATEUR :</i>			
<i>EXPORTATEUR :</i>			
<i>FABRICANT:</i>			
<i>INSTALLATEUR:</i>			
<i>DISTRIBUTEUR:</i>			

PAYS D'ORIGINE:

PAYS EXPORT

SERVICE APRES VENTE :

NOMBRE D'ANNEES DE GARANTIE APRES VENTE :

GARANTIE DE RESULTATS SOLAIRES:

CERTIFICATION ? SI OUI, LAQUELLE ?

ANNEE

DETAILS INSTALLATIONS M2	2007	2008	2009
APPARTEMENTS OU MAISON (INSTALLATION INDIVIDUELLE)			
INSTALLATIONS COLLECTIVES :			
IMMEUBLE D'APPARTEMENTS			
INDUSTRIE			
HOPITAL			
HOTEL/GRAND RESTAURANT			
CENTRE BALNEAIRE			
BATIMENT ADMINISTRATIF			
ECOLE/UNIVERSITE			
PISCINE/CHAUFFAGE SOLAIRE			
AUTRE A SPECIFIER			
<i>PRIX DU CHAUFFE EAU FOURNI PAR M2 DE CAPTEUR (US\$)</i>			

CARACTERISTIQUES DU PANNEAU

Marque :

Modèle :

Dimension: longueur:cm X largeur :cm X épaisseur :cm

Nombre de tubes par panneau :.....tubes

Remarques et caractéristiques supplémentaires :

CARACTERISTIQUES DU BALLON DE STOCKAGE

Marque :

Modèle :

Contenance en eau:litres

Matériel du ballon : acier galvanisé.....mm, ou autre.....mm

Traitement intérieur du ballon

(coating) :.....

Isolé en :cm mousse Polyuréthane, oucm fibre de roche, oucm.....

ALMEE



Chauffage d'appoint: électrique.....Watts, ou par chaudière.....Kcal/h, ou autre.....

Châssis en: acier galvanisé.....mm, ou aluminium.....mm, ou autre.....mm

Mécanisme anticalcaire :.....

Remarques et caractéristiques supplémentaires :

Eolien, Photo voltaïque

Travaillez-vous dans un autre secteur des E.R.(éolien, PV,..) que le chauffe-eau solaire?

Si Oui, le quel ?

Etes-vous importateur, fabriquant ou exportateur ?

Marque et Spécifications du Produit ?

Installations durant les trois dernières années:

2007

*PV, Puissance (Kw)
Eolien,Puissance(Kw)*

2008

*PV, Puissance (Kw)
Eolien,Puissance(Kw)*

2009

*PV, Puissance(Kw)
Eolien,Puissance(Kw)*

*Autres informations***Annexe 3: State of PV in Lebanon****STATE OF PV in LEBANON**

Lebanon is not an oil or coal producer and the energy consumed is totally based on imported oil derivatives. Use of any form of RE is very limited in Lebanon. 25% of Lebanon's final energy consumption goes for the industrial sector, 30% goes for the residential, public and commercial sectors, 25% goes for the industrial sector and the remaining 45% goes for the transport sector.

Electricity is supplied by Electricité du Liban (EDL), an autonomous state owned entity. EDL has the monopoly of production, transportation and distribution of electricity. Lebanon has largely completed the rehabilitation and expansion of power generation facilities. In 2004 the installed capacity amounted to 2310 MW and 98% of the population was connected to the system. Work is in

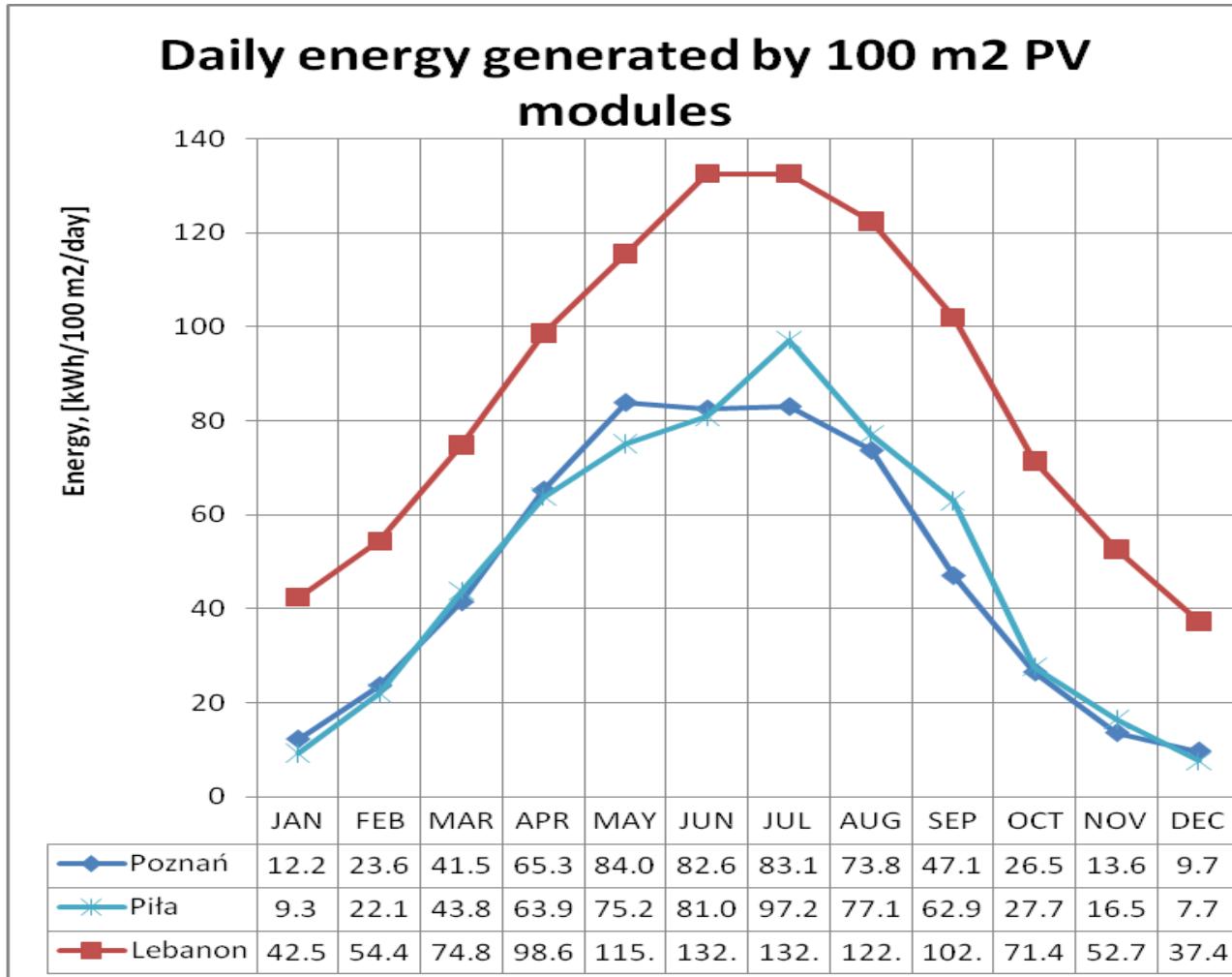
progress on the rehabilitation of the high voltage transmission networks, which are currently planned for completion by the end of year 2005. There are very few concessions for the distribution of electricity, that date to more than 35 years ago and which represent a maximum of 5% of the total production and distribution volume, but no licenses at all. Losses, both technical and non-technical, are unusually high. Currently they represent 34% of energy produced. This includes some 14% in technical losses and about 20% in non-payment of electricity bills and power theft. The principal objective of the distribution plan is to reduce these losses to a normal rate between 10 and 15%. Despite the progress made, electricity rationing still occur from time to time, in the regions outside Beirut. Because of this rationing, private illegal small electricity producers, spread all over the country, are producing and selling electricity without getting connected to the main grid but through independent cables tied on the electricity and telephone beams. A 6 to 8% growth in electricity demand is expected, which will require the simultaneous strengthening and extension of the network.

SOLAR ENERGY

General data

Solar radiation: av. 4.8 KWh/day

Nb of annual hours of solar radiation: 3000 h



115

Considerations

We distinguish the following categories of solar energy

- Solar Hot Water for general purposes (sanitary water etc.)
- P.V. for Electricity production

Note: Given the almost 100% electrification in the country, it is not expected the use of P.V. for desalination pumping

Driving Forces

- the Solar Potential in the country is very favorable
- the Technology for the use of Solar Energy has achieved today very good steps in reliability in higher efficiency and better prices for energy produced
- the solar technology offers solution from isolated houses up to large power installations
- the not electrifiable houses in the country are 72,320

a. P.V. connected to the grid

In order to have a development of the sector, an attractive feed in tariff of regulation and a long period guarantee are needed.

As the technology is in big progress the prices for the installations are getting lower and lower and the solar energy data seem very attractive, it should be expected some installations of that kind.

Table 1 : P.V. connected to the grid

Year	2015	2020
P.V. in KW	10	1,000
Power generation in GWh	0.021	2.1

P.V. Conclusions

Table 2 : P.V. Power and Energy Scenario

Year	2010	2020
Grid connected and not connected in MW	0.260	8.50
Power Generation in GWh	0.546	17.10

Despite a favorable geographical, economic and environmental context in the development of RES and DG in Lebanon, the installed photovoltaic power does not exceed some 100KWs(less than 500kW) and this is due to several barriers (refer to the barriers chapter) of which mainly 3:

- Lebanon is 98% electrified and isolated sites are rare.
- EDL still have the monopoly of production and distribution of electricity.
- The electricity actual tariffs did not change for the past 10 years and do not reflect the real costs of production and distribution.

These barriers are still the major problems for the development of the standalone or grid connected photovoltaic systems which inhibit the demand and explains the absence of this market (no manufacturers or suppliers of equipment and related services).

The only installations disseminate all over the country are photovoltaic kits of unitary reduced power (few hundreds of Watts) deserving the telephone, antenna, police cameras or radar stations installed in rural areas on the top of the mountains and which are in competition with the diesel power generators that are still more reliable despite the high cost of diesel and end up by being less expensive than the photovoltaic systems at the investment and life time level. Some PV pilot Projects are developed mainly for schools, industries and remote hospitals but didn't yet create a sustainable market.

The problems that encounter these few installations are:

- Lack of spare parts
- High cost of batteries
- Lack of qualified labor

Economic feasibility of technological options for PV

The analysis of the local situation revealed that the most important policy option is the development of suitable market based programs, followed by the engagement of the private sector in projects related to PV and involving technology transfer, followed by the need to update and enforce laws and regulations and finally benefit from the work programs of international donor agencies.

The constraints facing technology transfer have been identified in the top-up enabling activity. They are divided into legislative, economic, social, technological, marketing and infrastructure.

Policies and Legislations: These are the conditions that greatly affect capacity building actions for they can be the real barriers. They include regulations and standards that preclude new technologies, distorting market interventions such as subsidies for polluting industries, regulated markets that create disincentives for new technologies, planning system issues, etc.

Availability of Funding: New technologies are generally cost-intensive, and potential investors may lack the financial resources required to bear the upfront cost.

Commerciality and Competitiveness: This constitutes one of the main barriers of accelerating the technology transfer process. New technologies should be able to compete technically and cost-wise with existing and well-established products. Commerciality and competitiveness is influenced by the monopoly powers that can introduce incentives to innovate and erect barriers.

Immaturity of Technology: This may take several forms; the simplest is where potential purchasers are ignorant of new technology capabilities. They may also be faced with multiple and conflicting information and have limited ability/time to absorb it, and choose a known option in preference to new alternatives.

Adequacy of Resources: The transfer of new technologies requires the existence of supporting infrastructure. For example, testing laboratories, skilled labor for regular maintenance, and availability of local manufacturing facilities to support minor modifications and spare parts are all important elements for a successful technology transfer process.

Public Awareness: Lack of awareness is a major barrier hindering the widespread of cost-effective new technologies. Awareness about the benefits that new technologies offer as well as the provision of alternatives are very important for facilitating acceptance of new technological options. Cultural and societal barriers are also important and need to be addressed.

10.7 Barriers to the development of PV in Lebanon

10.7.1 Socio-economic impact:

Arguments in favors of the development of RES and PV in Lebanon seem obvious and can be summarized up as following:

- Mastery of energy bill and improvement of payments balance.
- Decrease of attacks of the conventional energetic system on the local and global environments: SO_x, NO_x, CO₂, etc.
- Decrease the future impact of world energetic tensions on the national economy.
- Promotion of technical innovation and spreading technological progress, allowing shorter development stages.
- Reduction of investments to expand the production system of conventional energy.
- Improvement of economic costs, which promotes a sustained growth and a fast improvement of the country's incomes.
- Increased flexibility of investments in energy production and use and reduction of risks linked to the uncertainties of the world energetic situation

- Improvement of locals' welfare through tourism and ecotourism

10.7.2 Barriers:

Despite all its advantages, the RES and PV in Lebanon are weakly developed. Several barriers prevent the establishment of a favorable dynamic natural market to be expanded, especially:

- The policy of energy rates which do not reflect the real cost and particularly electricity rate.
- The absence of a political decision in favour of the solar energy, which can focus national and macro-economic interests toward those of the consumer and the end user.
- An inadequate consideration of the environmental impact and public health due to atmospheric pollution.
- A flagrant lack of dissemination, public awareness and information.
- Absence of reliable RES data
- Access to the Grid
- High initial cost.
- Current Payback of RES & DG Installations is too Long: 10-30 Years
- Monopoly of electricity by EDL
- Lack of Environmental Commitment
- Cash strapped government
- Inconsistency of regulations
- Small area
- The Restraint of Trade: Utility Company “Bullying” on Grid Interconnection Issues
- Low Buy-Back Rates for Excess Power
- Needs in Capacity Building
- Weak Product, Distribution & Service Networks

Tarifs de l'électricité BT		
Consommation kWh/mois	Tarif LL / kWh	Tarif € / kWh
<100	35	0.026
101-300	55	0.041
301-400	80	0.060
401-500	120	0.090
>500	200	0.150
Petite industrie	115	0.086
Agriculture	115	0.086
Public	140	0.105
Tarifs de l'électricité MT		
Industrie	320	pointe 0.240
Hotellerie	112	normal 0.084
	80	nuit 0.060

Technical barriers

There is a need for a quick and almost general upgrading of the existing technologies and deploying new ones to achieve lower energy consumption, improved productivity, lower emission, and other objectives. The main constraint is the lack of domestic capital to be invested, and an absence of foreign investors. The latter fact is caused by the foreigners' lack of willingness to invest in a country with uncertain political and economic future.

The available human resources are less than adequate for successful technology transfer. There is a need for training and other types of improvement of existing knowledge and skills. Problems become more severe in going from a personal to an institutional and finally to a systematic level. Lack of an efficient state administration is also not to be taken into account. In any case, the presence of foreign and experienced businesses and experts in Lebanon will assist in the technology-transfer process if the government supports it.

On the level of constraints, the analysis revealed that laws, policies and legislation concerned must be updated and enforced. The overcoming of this constraint was ranked first, followed by availability of funding, then by public awareness. Other constraints of less importance are commerciality and

competitiveness, adequacy supporting infrastructure and immaturity of technology.

On the level of decision criteria, the most important criteria were found to be in the order of importance as follows: The satisfaction of national economy efficiency, the efficient use of local human, natural and technical resources, and then ensuring environmental quality.

Slow Market Penetration of Clean Technologies

The general trend in this concept is that efforts should be made to provide conditions for clean technologies to penetrate the local market thus reducing energy consumption patterns and reducing GHG emissions. Since there are no specific policies for the management of demand in Lebanon, energy efficiency in the residential and commercial sectors has slightly and slowly improved by the introduction of some marketable energy- efficient equipment, due to the market's dynamics but with different payback times, penetration rates and incremental costs.

Root Causes

Lack of financial incentives for market penetration is one of the main causes of slow market penetration of clean and less emitting technologies. The transfer of new technologies requires the existence of supporting infrastructure such as testing laboratories, skilled labor for regular operation and maintenance, and availability of local manufacturing facilities. Shortage of financial initiatives could be attributed to the lack of Government initiatives for stimulating the market to accept new clean technologies. Lack of Customs exemption and tax relief are affecting the cost- effectiveness of new technologies and make them less competitive in the market to old technologies. Limited credit facilities are generally offered by the private sector, in addition to limited governmental initiatives such as the Investment Development Authority of Lebanon (IDAL). The main reason is that the concept of sustainable development is yet to be effectively integrated into long- term Governmental strategies.

Commerciality and public acceptance of new technologies is another reason for the slow market penetration. Existing popular legislations and technologies in various economic sectors form a barrier for the technology transfer process. New technologies are not able to compete cost-wise and sometimes even technically with existing and well-established products.

Commerciality and competitiveness is influenced to a great extent by the existing subsidies, mainly in the power and fuel sectors. Public acceptability is also an important factor for market penetration that could be enhanced by proper promotional campaigns. Potential purchasers are ignorant of new technology possibilities and advantages it can offer economically and environmentally. They may also be faced with multiple and conflicting information and have limited ability/time to absorb it, and choose a known option in preference to new alternative. Energy-efficient lighting, for example, is far from being dominant in the local market due to the relatively higher cost, and much shorter lifetime of marketed products.

Low potential for foreign investment in new clean technologies since the small and limited market in Lebanon is not attractive for foreign investors. Moreover, at the national level, the private sector is reluctant to invest in energy efficient products mainly due to low public interest, and due to the current deteriorating status of the sector as a whole. Energy-efficient lighting systems and solar panels are indicative example of the limited market penetration due to lack of foreign investment that in turn has led to insufficient promotion and marketing campaigns. Use has not been made of international mechanisms for clean technologies promotion such as the Clean Development Mechanism (CDM).

Weak institutions and inconsistent law enforcement is another root cause for this constraint. An effective, and easy to enforce, regulatory system is a necessary condition that greatly affects capacity building actions since overlapped and weak legislations can be the real barriers. These include regulations and standards that preclude new technologies, distorting market interventions such as subsidies for polluting industries, regulated markets that create disincentives for new technologies, and planning system issues. Pressing socio-economic issues play an important role in this aspect as well.

Changing the cultural and societal behavior of the people for market penetration in any country requires stable political and economic conditions. The periodical conflict in Lebanon is a major barrier facing technology transfer, and is maintaining the current inadequate enabling infrastructure.

Lack of Awareness

There is a lack of comprehension for the consequences and impacts of Renewable Energy issues on the society in general. This arises from insufficient awareness and understanding amongst most stakeholders and decision makers, in both public and private sectors, concerning the Energy saving issues. Also different stakeholders are not always aware of the economic benefits that could be obtained from specific abatement measures (win-win opportunities).

Root Causes

- Political instability and political prioritization is also a reason for the lack of awareness in Lebanon. This issue has been discussed above in association with other constraints. Rising concerns on other more pressing national issues are given higher priorities compared to RE. Examples include the consistent delays in approving environment-related decrees and laws in the Parliament and in the Council of Ministers.
- Lack of recognition of economic benefits that some of the measures can bring. Win-win opportunities are not publicized properly. Local investors, in public and private sectors, in general are not aware of the economic profits that could be associated with certain abatement measures. Lack of funding for promotional activities is one reason behind this issue. Example of such win-win opportunities is the shift towards RES, and natural gas as the main fuel for the electric power and industrial sectors.

- Deterioration in the social and economic welfare of people living in rural areas leads to more reliance on conventional accessible fuels and inefficient energy conversion processes. In the absence of modern energy distribution networks, mainly for electricity and fuels, and with the continuous interruption in the supply, rural residences tend to use wood for heating and cooking and other domestic needs. Deteriorated energy sector, namely the electric power utility, is the main cause for disrupted energy supplies.
- Lack of strategic and legislative planning on the Government side is another major cause. This concept has also been emphasized in relation with other constraints. Examples include the delays in obtaining the parliament's approval for the government to accede to the Kyoto Protocol. Lack of coordination among existing state-owned monitoring stations and units is one example of existing insufficient regulations. This could be also attributed to the political instability in the country and the weak influence of the ministry of Environment.
- Lack of well-organized promotional and awareness raising mechanisms is another root cause for public ignorance. Several awareness initiatives have substantial overlaps in the absence of any prior cooperation or guidance. Approaches to external funding agencies generally are not organized and they do not comply with the mechanisms set by the donor agencies for this purpose. NGOs, being generally weakened by the current political turmoil cannot play a vital role in awareness raising efforts.

10.7.4 Market Incentives

- Well distributed Grid
- Dispersed resources
- Implementation of a feed-in tariff or stand alone installation
- Allow net metering
- Sales tax exemption and incentives / rebate program
- Implementation of CDM and Green Credits
- Reduce upward spiraling debt of EDL
- Set country objectives
- No significant zoning problems
- Set Reasonable Interconnection Requirements
- Strongly encouraged by international donors

Annex 5: The RESSOL, RAMSES, REACT projects

RESSOL-MEDBUILD

RESearch Elevation on Integration of SOLar Technologies into MEDiterranean BUILDings

The project's objective is also the engagement of the beneficiaries from the MPCs (ALMEE and NERC) in high quality research and, thus impacting on the national energy efficiency and renewable policies as well as contributing to the development of well established partnerships, scientific relationships and networking with the research institutes, groups and consortia within EU countries. The capacity building will focus on the following research fields:

- **Field 1:** The technological integration of solar (heating and cooling) and PV technologies (grid-connected and stand-alone) in buildings. Innovative techniques, technological components, controls and configurations for the integration of these technologies will address the social, environmental and market needs in an economic and sustainable way.
- **Field 2:** Simulation models and optimization of solar heating and cooling systems and PV technologies into building operations aiming at the best compromise towards innovative technologies use, energy savings and economic issues. Optimization of building energy management and energy performance through simulation of buildings' operations and systems.
- **Field 3:** Energy modeling and decision support regarding the energy planning in municipal and regional scale. The energy planning will emphasize the adoption of PV and solar technologies in buildings and it will be oriented to support energy policy formulation. The research on the energy planning will also include the integration policies of solar and PV technologies in rural areas and remote villages.

The strategic goals of the project are as following:

- Improve the human and infrastructure capacities of ALMEE and NERC and strengthen their scientific knowledge in order to engage in RTD projects and develop research project proposals in the respective scientific fields. Additionally, the project aims at reinforcing the capacities of the two Mediterranean centers to generate research products and exploit them in national and international markets.
- Systematically advance research on solar and PV technologies (solar heating and cooling, solar thermal water heaters, PV technologies etc.) as well as the methodologies for their integration in buildings. Also the project envisages the improvement of research in the topics of optimizing the energy management and flows of the buildings considering the integration of solar and PV technologies.



- Contribute to the policy making and the decision support regarding the adoption of policies and policy instruments to incentivize and diffuse solar and PV technologies in the public and private sector. The project will support the two Mediterranean centers to apply energy planning methodologies that are taking into account the adoption of solar and PV technologies. The assessment of the energy planning results will reveal appropriate mechanisms to speed up the adoption of such technologies and to incorporate them in the national and regional energy plans.
- Create new research networks and alliances and reinforce existing ones with partners from the research field as well as from the public and private sector nationally and internationally in order to engage in research and share knowledge and experience. The objective is to establish strong communication channels between research centers and other interested stakeholders as well as efficiently and widely disseminate research results.
- The effective integration and communication of knowledge at national and international level that will elevate the experience of the researchers of the project participants and contribute to the reputation building of the research centers.
- The wide dissemination of the research results towards an audience that includes the research and scientific community, public administration, policy-makers, business managers, experts and the public in Europe, the Mediterranean region, the Middle East, Greece, Germany, Lebanon, Jordan, and internationally.

RAMSES

Integrating and strengthening the European Research Area
Renewable Energy Agricultural Multipurpose System for Farmers





Project summary

The project aims at towards bypassing all the problems related to the progressively increasing prices of fuels derived from fossil resources. This increase in prices is especially damaging for agriculture. Modern agriculture is heavily dependent on fossil fuels for agricultural vehicles, machines, processors, etc. Farmers everywhere in the world have been badly hit by the increase in fuel prices, especially since agricultural fuels are often not taxed, or only lightly taxed, so that the burden of every increase in prices in the world market hits directly farm's finances.

This goal will be attained by developing an **integrated all-solar power system**. The innovative element of such a system is the dual use of batteries, which not only provide energy storage, but also power for an all purpose electric vehicle. The system is therefore as a multi-purpose, integrated "energy system" for a series of services which include energy storage, power production on demand, back-up power system against grid black-outs (frequent in Mediterranean countries). It can be used for a variety of purposes such as crops transportation, spraying of pesticides, irrigation, crops collection and it can be used also as an all purpose, low speed road vehicle.

The envisaged system is especially suitable for Southern Mediterranean countries where the potential for renewable energy is very high in terms of solar irradiation. As a further advantage, the use of clean energy for farm services and transportation can dramatically



decrease the pollution caused by the use of conventional engines. The vehicle will be, in addition, specifically targeted to service some agricultural cultivations typical of Mediterranean countries such as open-air greenhouse cultivations, terrace cultivations, etc...

This project is aimed to giving rural communities on the Southern bank of the Mediterranean area a new tool to assist them in their agricultural work: **an integrated solar power system which includes battery storage, usable as to power an all purpose vehicle.** This all new system will rely on three main features:

1. It will be built using standardized parts, most of them easy to find in Southern Mediterranean countries,
2. it will be easy to assemble and to operate and maintain,
3. it will be powered exclusively by solar power, thus making its operating costs as low as the batteries operating costs.

The main drawback of solar power systems is the cost of storage, which is nevertheless necessary especially in countries, such as Mediterranean ones, where the national power grid is unreliable and subjected to periodic blackouts. (it is worth noting that, during blackouts, solar panels cannot sell energy to the grid and therefore lose a consistent revenue that normally would justify their investment costs). The traditional solution for power storage is the use of static batteries (typically lead-acid ones). These batteries are, however, expensive and add a considerable burden to the already considerable costs of the solar modules. Furthermore, when the system is grid connected, static batteries are useless and therefore the whole system has a considerable redundancy with additional costs. These factors often make solar energy an unattainable goal for Mediterranean farms.

The idea of the project is to spread the cost of batteries over several different uses in such a way to reduce the overall system cost. The main use for the battery packs connected to the solar power system will be to operate an all purpose electrical vehicle, which will function as a target for the output of the solar system. This arrangement optimizes the system performance and permits to use it as either a “stand-alone” system (when the grid is down) or to buy/sell electric power when the grid is functioning. Obviously, this arrangement works best when a number of vehicles/photovoltaic systems will form a connected grid in which, at any given time, a number of vehicles are under charge, operating as storage systems, whereas others are in movement. The present prototype will be a precursor and a catalyst for the development of such a system.

Regarding battery operated vehicles, a generally mentioned drawback is their low autonomy. However, whereas this is a serious problem for road vehicles, it is possible to conceive battery powered vehicles practical enough to be used for light/medium agricultural duties. Agricultural vehicles are conceived for low speed and hence there is no need for the



expensive (and heavy!) set of accessories (brakes, impact protection, stabilization, etc.) which are needed for conventional road transportation. In addition, electric engines give a high torque at low speed, and hence there is no need for the expensive (and heavy!) transmission system needed for combustion engines. In any case, an agricultural vehicle can afford to be relatively heavy (in some cases it has to be) and it is therefore possible to accommodate the weight of a battery pack able to provide sufficient autonomy. Finally, electric vehicles are naturally low pollution ones, and there is no need for the cost and the trouble to shield the environment from the pollution (gases, oil, fuel, etc..) that is associated with combustion engines. Hence, *electric propulsion is especially suitable for agricultural vehicles, as opposed to road ones!*

In order to produce the best results out of the characteristic of the described system, this project is specifically focused on the development of the system for a specific area of Mediterranean agriculture: greenhouse cultivation, terrace farming, wine farming etc. In the last 15 years, greenhouse cultivation has witnessed a spectacular development, making it a target for aid programs set up by the national governments and international bodies such as FAO, who is paying particular attention to greenhouse crop technology in the context of its special program for food security. The large scale use of greenhouses can make Mediterranean agriculture exploit its potential in terms of climatic conditions and characteristics of the soil. Greenhouse crop cultivation can in fact produce high added value cultures, increasing the economical efficiency of land use in the Southern Mediterranean Region. By now, Greenhouses have become large enough that the various activities carried on inside need some kind of mechanical support, primarily transportation of products, fertilizers, etc, as well as spraying and irrigating. Conventional agricultural vehicles can be used for servicing greenhouse cultivations, but the exhaust fumes in a closed space are an unsolvable problem. The proposed RAMseS vehicle would be able to run inside greenhouses without any such problems.



REACT

Self-sufficient Renewable Energy Air-Conditioning system for Mediterranean countries



Project summary

The REACT project aims at the introduction in target Mediterranean Partners countries of an advanced and innovative hybrid solar hot water and Air Conditioning System. Taking into account the climatic, geographical and economic situation of each country, we propose to operate on two systems based on linear parabolic trough collectors. Both systems will be calibrated for two different applications and will act as "test bed" for innovative technologies such as: Direct Steam Generation, never before utilized on systems of this size and purpose; new Diathermic Fluids, optimised for high thermal capacity and high performance double-effect ammonia chillers. Specifically, we propose to operate in view of the placement of the systems in two test areas: a public Hospital in Casablanca (Morocco) and a Tourist resort in Aqaba city, in Jordan. A further site that will be examined is a public Hospital in the city of Baabda, Lebanon, where many of the activities (country analysis, assessments, dissemination) will be performed even if no system will be installed in such site in the framework of this project.

The action envisaged here is the introduction of a RES based co-generation system able to produce heat and air conditioning using solar power. The system works by means of an ammonia based "chiller" which uses heat as input and produces refrigeration and heat as output. The input heat will come from thermal solar linear parabolic collectors. The main socio-economical objective is to generate nodes of good practice, accelerate local skill development, and promote and encourage relevant stakeholders, on all aspects of an innovative certified technology that is efficient, robust, and suitable for standardised production and replication. The proposed system is a pilot system that will meet different needs and climate conditions under the national strategies and socio-economic conditions of the Mediterranean Partner Countries.

Project objective(s)

The project aims to set-up innovative pilot RES-based co-generation plants (heat and air conditioning), to be used in specific environments, i.e. private or public medium- or large-sized



facilities (hospitals, tourist resorts, etc.) in highly sun-irradiated Mediterranean Countries. The need for this kind of equipment derives from the particular characteristics of the energy sector in the selected countries (high annual increase rates of energy consumption, large dependency from imports of fossil fuels, significant peak loads in summer days due to air-conditioning demand, etc.).

The main objective of the proposed systems, therefore, will be to make hot water and air conditioning available in the selected sites without requesting power from the local electrical grid. Moreover, the systems will provide a test-bed for innovative technologies that will result in efficient and cost-effective production of heat and refrigeration. The complete prototypes will be fully operative and will contribute in an environmentally sustainable way to cover a large fraction of the energy needs of the facilities. The systems will be also an example and a model for future spreading and diffusion of the same technology in other facilities and resorts. The systems will be chosen and studied in such a way to assure high possibilities of future large diffusion of the proposed innovative technologies.

Two different layouts, with different highly innovative technological solutions, will be developed and evaluated, in order to maximize the energy caught from the sun (by linear parabolic solar collectors). Both solutions will be primarily aimed to produce heat that will be used in advanced two stage ammonia chillers for the production of refrigeration (cold water: ca. 5 °C) – to be used for air conditioning – and hot water (50 °C) for sanitary needs.

ALMEE

