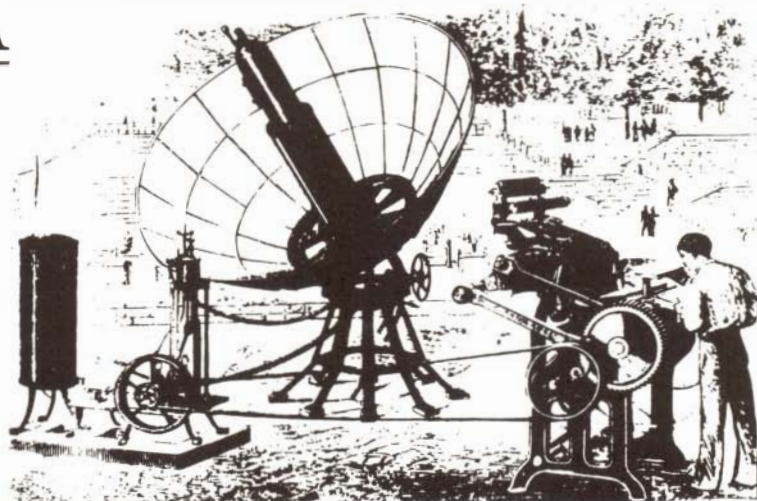


# EL PROJECTE ALTER, UNA ALTERNATIVA A LA CRISI ENERGÈTICA

per Francesc Solé

*Forn solar ideat per Lavoisier el 1746.  
Per primera vegada es demostrà que hom podia produir  
temperatures elevades a partir de l'energia solar*

(Font: Bibliothèque Nationale, Paris).



(ciència 1

juliol-agost 1980) 25

Per primera vegada, un grup de científics francesos, que s'autoanomena l'Equipe de Bellevue, ha fet una avaluació rigorosa de la situació energètica del seu país i fa una proposta concreta del que cal fer a fi que l'any 2050 l'energia necessària a França sigui fornida pel Sol i altres fonts d'energia autoregenerables, sense modificar substancialment les necessitats de consum actualment establertes i alliberant-se dels combustibles sòlids, fonamentalment el petroli i l'urani.

Francesc Solé i Planas (Barcelona, 1943). Físic. Especialitzat en física de l'estat sòlid. Fou el coordinador del primer i segon col·loquis internacionals d'energia solar, organitzats per l'Institut d'Estudis Catalans (Barcelona, febrer 1977 i març 1979). Actualment és el responsable del programa d'energia fotovoltaica a Piher Semiconductors, SA.



Aquest estudi és un projecte de programa d'actuacions que ha estat batejat amb el nom "Alter", ja que es basa en una estratègia de recanvi a partir de les anomenades energies alternatives. En el projecte, aquestes energies hauran de substituir a curt i mitjà termini les fonts convencionals d'avui, és a dir, el petroli, el carbó, el gas, la fissió nuclear, etc..., encara que sigui parcialment.

El projecte Alter, de tota manera, pretén que els canvis d'actuació en el camp de l'energia es facin sense cap davallada en els tipus de consum final que són característics de la societat francesa d'avui, això sí, substituint les fonts d'energia importades per fonts alternatives pròpies que permetin alliberar el país de la dependència externa.

En primer lloc, hom presenta l'estat actual de la generació, la transformació, la distribució i el consum de l'energia, mitjançant el diagrama energètic de França, que hom pot veure a la figura 1. S'hi observen quines són les fonts primàries d'energia que hom emprà, quins tipus de transformació sofreixen i quina és la forma de llur utilització final per produir el que globalment es consumeix avui, tenint en compte l'energia en forma de calor, l'electricitat, la força motriu i la força mòbil.

Els autors han determinat que el consum final de l'energia total emprada es distribueix de la manera següent:

	(%)
Calor a baixa temperatura ( $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	35
Calor a mitjana i alta temperatura ( $100^{\circ}\text{C} < T < 600^{\circ}\text{C}$ ; $T > 600^{\circ}\text{C}$ )	23
Força motriu	26
Electricitat	16
Total	100*

\* Equivalent a 141,5 MTEP (any 1975)

## La proposta concreta

El resultat global del projecte Alter queda il·lustrat per la figura 2. L'aspecte més destacat és que, en conjunt, no canvia l'estructura actual del consum d'energia, sobretot pel que fa als resultats finals, quant a calor, electricitat i força motriu (Taula 2); en canvi, l'estructura de generació i, per tant, les de transformació i distribució, són radicalment diferents i es fan a partir d'altres fonts d'energia: el Sol, l'aigua i el vent.

Sectors	Any 1975 (%)	Any 2000 (Proposta Alter) (%)
Residencial i terciari	36,8	43,5
Siderúrgia i indústria	37,8	37,4
Transport	21,4	14,4
Agricultura	4	4,4
Total	100	100

Podem observar que no es proposa en general cap tipus de disminució substancial pel que fa als consums actuals en relació amb els futurs. Però és evident, tenint en compte la figura 2, que hi ha una proposta de canvi de soca-rel del sistema energètic i es planteja intrínsecament la necessitat d'un nou tipus de societat, sobretot pel que fa a la forma de

Taula 3

Consum d'energia per sectors i tipus d'energia final emprada. Any 2050

Sector	BT	MT	HT	HT <sub>c</sub>	Σ <sub>th</sub>	F <sub>mm</sub>	F <sub>mf</sub>	E <sub>s</sub>	E <sub>f</sub>
Residencial i terciari	45.2	3	-	-	45.5	-	-	16	61.5
Transport	-	-	-	-	-	20.3	-	0.2	20.5
Agricultura	1.6	-	-	-	1.6	3.7	0.4	0.4	6.1
Siderúrgia	0.1	-	4.3	3.6	8	-	0.2	1	9.5
Indústria	4.5	15.5	6	0.2	26.2	0.7	11.2	5.3	43.9
Total (MTEP)	48.7	18.5	10.3	3.8	81.3	24.7	11.8	22.9	141.5
Σ (%)	34.6	13.2	7.3	2.7	57.8	17.5	8.4	16.3	100
	BT	MT	HT	HT <sub>c</sub>	Σ <sub>th</sub>	F <sub>mm</sub>	F <sub>mf</sub>	E <sub>s</sub>	E <sub>f</sub>

BT(calor a baixa temperatura, a menys de 100°C); MT(calor a mitjana temperatura, entre 100 i 600°C); HT(calor a alta temperatura, a més de 600°C); HT<sub>c</sub>(calor obtingut cremant carbó, a més de 600°C); Σ<sub>th</sub>(total d'energia tèrmica); F<sub>mm</sub>(força motriu mòbil); F<sub>mf</sub>(força motriu fixa); E<sub>s</sub>(electricitat específica, emprada per a il·luminació, petits motors, electroquímica,...); E<sub>f</sub>(energia final).

viure. Si bé no hi ha cap privació d'energia, ni comporta una minva del confort aconseguit per la societat francesa actual, el que es fa és cercar una manera més racional d'emprar l'energia total: hom pot veure que l'energia dedicada al transport disminueix en abordar sistemes col·lectius de transport més racionals energèticament, al mateix temps que una racionalització de la relació entre els centres de producció, generació i consum de béns materials, que es concep de forma més descentralitzada. A la taula 3 hi ha un recull del que preveu el projecte Alter en relació amb el consum per sectors i tipus d'energia l'any 2050.

### Les noves fonts d'energia de tipus alternatiu

Cal veure ara com ha d'ésser la transformació i la forma d'utilització final de les fonts d'energia alternativa. Com ja hem dit, són el Sol, l'aigua i el vent. Aquestes energies gaudeixen, com a fonts primeres, d'una característica fonamental que les diferencia de les convencionals. Es tracta que són fonts *regeneratives* i, per tant, *inexhauribles*, almenys

mentre el sistema solar i la Terra mateixa on vivim existeixin. Evidentment, la clau de la qüestió és saber de quins mitjans tecnològics es disposa per a aconseguir transformar aquestes fonts d'energia alternativa en energia *útil* per a afrontar les necessitats de la societat. A partir d'elles es presenta un escenari de transició en el qual ja és possible bastir un nou sistema de generació, transformació i consum de l'energia, d'acord amb les necessitats assenyalades. En aquest sentit el projecte Alter gaudeix d'una fiabilitat tecnològica absoluta i defuig tota mena de futurologia, sense plantejar, tampoc, algun tipus de retorn a un mode de producció pre-industrial. Assenyalem a continuació algunes de les tecnologies que hom preveu que han de jugar el paper que estem indicant.

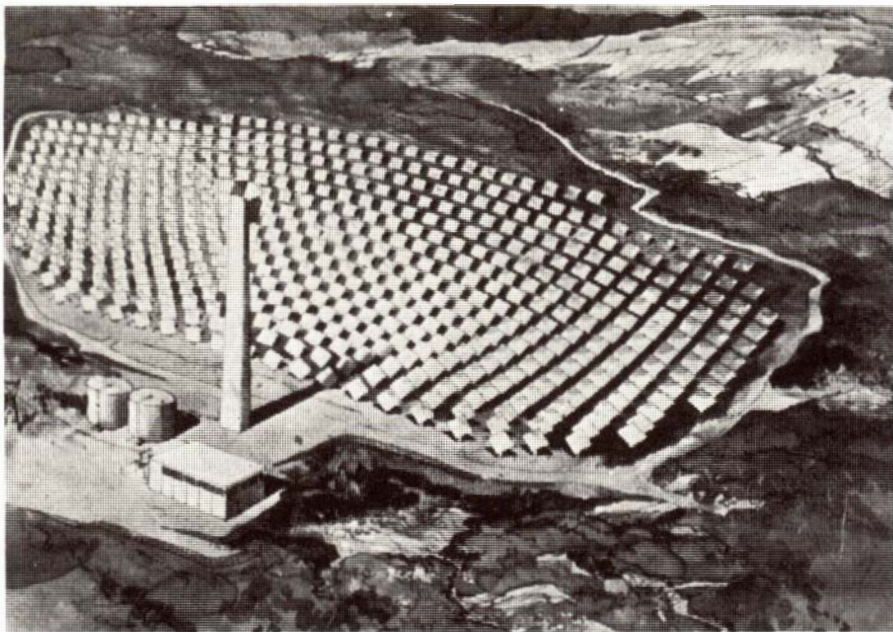
### L'obtenció de combustibles a partir de la biomassa

Les matèries vegetals disposen d'energia en forma d'enllaços químics i generen matèria orgànica, la seva pròpia massa biològica, a partir de l'energia solar, mitjançant el procés de la fotosíntesi. Aquesta matèria pot ésser transformada —trin-xant-la, dessecant-la i aglomerant-la— en granulats d'un diàmetre aproximat de menys d'un centímetre. D'aquesta manera hom pot emprar-la com a combustible sòlid de fàcil manipulació, com si fos un líquid, i transportar-la per mitjà de canalitzacions. El rendiment energètic del procés és de l'ordre del noranta per cent. A més, pot ésser transformada en metanol (combustible líquid) o en hidrocarburs a través d'un *hidrocracking* a 500 °C i sota grans pressions. El rendiment seria en aquest cas del setanta per cent. Però també, mitjançant una fermentació anaeròbia en recipients tancats, hom pot obtenir metà. El rendiment seria de l'ordre del trenta per cent. I hem de remarcar que els rendiments esmentats inclouen l'energia necessària en els processos de transformació.

En resum, a partir de la biomassa hom pot obtenir tota mena de combustibles sòlids, líquids o gasosos per a ésser utilitzats en lloc del carbó, la benzina, el butà o el gas natural... El projecte Alter diu que amb una superfície de 100 a 150.000 hectàrees hom pot obtenir tota l'energia que consumirà el país pel que fa als combustibles.

### Les noves maneres d'obtenir electricitat

En el projecte s'assenyalen diversos camins per a la producció d'electricitat. A continuació n'esmentem els principals:



*Projecte de central solar tèrmica tipus THEMIS.  
300 heliòstats recullen la radiació solar i la projecten  
al cim de la torre, produint una potència de 2 MW  
(Font: Commissariat a l'Energie Solaire, París).*

a) Energia hidràulica. En aquest camp s'assenyala la necessitat d'aprofitar i desenvolupar al màxim aquest tipus d'energia. A França la potència instal·lada hauria de passar de 60 a 100 TWh.

b) Energia eòlica. Hom pensa que s'hauria d'arribar a produir uns 3 MW a partir de la utilització de nombroses unitats de 5 KW.

c) Energia solar d'origen tèrmic. Es tracta d'instal·lacions, com la del programa THEM (vegeu figura 3), que mitjançant la concentració dels raigs solars sobre un punt produeixen electricitat de la mateixa manera que ho fan les centrals tèrmiques convencionals a partir del carbó o del petroli. Les potències d'aquests tipus de centrals solars oscil·larien entre 200 i 12.000 KW.

d) Energia solar d'origen fotovoltaic, amb i sense concentració. Fins avui, el major inconvenient prové de l'alt preu de les cèl·lules solars. De tota manera, hom proposa per a cadascuna de les diferents centrals potències de 300 KW per centrals sense concentració i potències majors per a les basades en la concentració amb seguiment del Sol per helioestats. D'ambdós tipus de central, hom prefereix les sense concentració perquè converteixen en electricitat tant la radiació directa com la difosa, mentre que les de concentració únicament ho fan amb la directa. Pel que fa a la productivitat, per hectàrea, la relació entre els plafons sense concentració amb els altres és 2,5 vegades superior. El rendiment de conversió global és d'un deu per cent i la producció d'energia elèctrica per any i per 1000 hectàrees uns 0,25 MTEP.

e) Energia a partir de la combustió de granulats. Hom preveu que a partir de centrals tèrmiques que utilitzin tals combustibles sòlids es podrà aconseguir un rendiment de l'ordre del trenta-tres per cent.

f) Energia a partir de combustibles líquids i gasosos. Aquests combustibles, obtinguts també a partir de la biomassa, poden servir per a produir electricitat amb turbines, per a poder compensar les "puntes" de consum elèctric que es produeixen diàriament.

g) Energia elèctrica a partir de l'hidrogen. Per a l'emmagatzemament d'energia, l'hidrogen pot jugar un paper decisiu, tenint en compte que les centrals fotovoltaïques poden produir-ne. Hom pot disposar d'una reserva d'energia en hores de poc consum mitjançant l'obtenció d'hidrogen a partir de l'electròlisi de l'aigua. Així hom preveu una relació electricitat-hidrogen-electricitat. De tota manera l'hidrogen

pot ésser utilitzat com a combustible gasós i es pot distribuir a qualsevol punt de consum.

### L'obtenció de la calor

La majoria de la calor que hom preveu emprar en el règim de transició fins a l'any 2050 haurà de provenir de la radiació directa del Sol. Vegem a continuació els diversos processos previstos en el diferents tipus de necessitats en aquest terreny.

a) Calor a baixa temperatura. Les instal·lacions convencionals d'aigua calenta i calefacció hauran de realitzar-se mitjançant col·lectors tèrmics plans. La resta (un 30%) haurà d'obtenir-se a través de la combustió de granulats (CS) provinents de la biomassa vegetal.

b) Calor a mitjana temperatura (de 150° a 200°C, menys de 600 °C). Aquest tipus de calor haurà de provenir de centrals solars de concentració mitjana. La distribució de la calor a MT es faria per un sistema semblant al de les calefaccions centrals. L'emmagatzemament hauria de fer-se per mitjà d'aigua sobresaturada i captiva, utilitzant, per exemple, capes subterrànies.

c) Calor a alta temperatura. Per a aconseguir altes temperatures, és a dir, les superiors a 600 °C, les centrals solars de concentració amb helioestats no són suficients. Caldrà inevitablement cremar combustibles sòlids o bé hidrocarburs gasosos provinents de la biomassa. Tanmateix hom pot emprar també el metà o l'hidrogen.

### Consideracions finals

Les hipòtesis de treball que el grup Alter proposa giren entorn d'un benestar per a tothom i es basen en un creixement de la producció d'acord amb una població, a França, de seixanta milions de persones per a l'any 2000. Hom pressuposa una estabilització progressiva i a termini mitjà (1975-2000) del consum energètic, tot i produir una reconversió de les fonts d'energia primàries. En aquest sentit, hom rebutja el model de creixement industrial continuat tal com s'ha desenvolupat durant els darrers dos segles. Aquest model de creixement econòmic implicaria una prognosi sortida d'una extrapolació del passat recent, la qual cosa portaria a un nou model de creixement i a una altra necessitat d'energia global.

El projecte defuig els plans de construccions gegantines així com les solucions que impliquin una complexitat tecnològica

# CAP A UNA TEORIA



Forn solar a, Odelló (Alta Cerdanya) (Foto: J. Nuet i Badia).

28 ( juliol-agost 1980

innecessària. Així es rebutja el projecte de construir una gran central al Mont-Saint-Michel per a l'aprofitament de l'energia de les mareas.

Quant a la qüestió dels transports, hom preveu que el ciutadà francès no haurà de renunciar al cotxe. Hom pensa en l'existència de 20 milions de cotxes, amb un desplaçament anual mitjà de 8.000 km, davant, tanmateix, dels 14 milions de cotxes i els 11.500 km anuals corresponents a l'any 1973. Les diferències hauran d'ésser assumides pels transports col·lectius, com ja hem assenyalat.

En conjunt, el projecte preveu que la contribució de l'energia tèrmica a partir de l'energia solar ha d'ésser de 49 MTEP (Milions de Tones d'Equivalent en Petroli) i a partir de la biomassa de 40 MTEP. Globalment, les diverses aportacions de l'energia solar podrien arribar a 117 MTEP. Pel que fa a les possibilitats d'una transició gradual, hom preveu un ajut limitat de l'energia nuclear, amb clares limitacions en el temps; així i tot, una altra conclusió de l'informe exclou aquesta possibilitat.

La durada d'aquest període de transició seria de seixanta anys, fins que s'aconseguís un model energètic basat totalment en les energies alternatives.

Com a reflexió final, els autors del projecte Alter assenyalen que si hom adoptés la hipòtesi dels partidaris de l'energia nuclear pel que fa al creixement industrial continuat, a començaments del segle vinent el consum a França arribaria a 300 MTEP, cosa que comportaria una enorme dificultat de disposar d'energia de qualsevol tipus. En aquest cas, o tota l'energia hauria d'ésser nuclear o s'esdevindria un caos absolut. El projecte Alter no és més que una resposta seriosa a aquestes qüestions.

( Francesc Solé )

Materials de lectura

Amis de la Terre: *Tout solaire*. Ed. Jean-Jacques Pauvert, París 1978.  
Commission of the European Communities: *Photovoltaic solar energy conference*. Luxemburg, setembre 1977. Reideil Publishing Company. Dordrecht, Holanda/Boston, EUA, 1978.

Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques: *Primer Col·loqui Internacional d'Energia Solar*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona 1980.

Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques: *Segon Col·loqui Internacional d'Energia Solar*. IEC, Barcelona (en curs de publicació).

per Ramon Margalef

ciència 1 )

Tractar d'oblidar molt del que es presenta com a teoria ecològica i referir directament la descripció dels fenòmens a les lleis físiques més generals; acceptar que el que podríem suposar particularitats de l'home a la biosfera són aspectes essencials de tots els ecosistemes; aquestes són les dues grans línies de pensament en les quals s'hauria de fonamentar el futur desenvolupament de l'Ecologia.

Ramon Margalef i López (Barcelona, 1919). Catedràtic d'ecologia a la Universitat de Barcelona i membre de nombroses societats científiques. De les seves publicacions destaquem: *Perspectives in Ecological theory* (Chicago, 1968); *Ecologia marina* (Caracas, 1967); *Ecologia* (Barcelona, 1974) i *La Biosfera. Entre la termodinàmica i el juego* (Barcelona, en curs de publicació).



Dintre de cada context cultural local, tota ciència fa camí movent-se en una sèrie de nivells, dels quals són més obvis els extrems: el nivell de l'observació i de l'experimentació més o menys precises i sempre limitades ("la dada per la dada") i el nivell d'una construcció intel·lectual més ampla que serveix de marc de referència ("la ciència per la ciència"). Certament que les dades són necessàries, elles fan créixer la ciència, però la ciència ve a ser essencialment un codi o gramàtica que permet abreujar les descripcions. Evidentment, les dades més elementals tenen un valor tot especial quan no es poden encabir en la representació teòrica del moment, i ens la fan modificar o ampliar. Jo penso que l'ecologia actual pateix d'un empatx de dades, sovint no prou documentades i, en tot cas, difícils de situar. Avui, són moda, per exemple, les avaluacions dels efectes d'impactes sobre l'ambient, que vénen a ser l'actualització de les topografies mèdiques de la fi del segle passat, amb moltes taules de xifres, la resurrecció de les quals sembla improbable. L'ecologia i els ecòlegs, al meu entendre, no han aprofitat degudament les oportunitats que han tingut en molts països, i potser no s'ha fet un esforç commensurat adreçat a satisfer la necessitat d'un edifici teòric suficient. En aquestes pàgines em proposo examinar algunes àrees en les quals crec que