

L'ITER: un estel a la Terra

Cadarache, a la Provença, o Vandellòs, al Principat? D'aquí a pocs dies la Unió Europea ha de decidir quina de les dues candidatures acompanyarà Japó i Canadà en la fase final de selecció de la seu del futur reactor experimental de fusió nuclear, l'ITER. Aquest ambiciós projecte, en què participen la Unió Europea, Japó, Canadà, Rússia, Estats Units, Xina i Corea del Sud, pretén demostrar la viabilitat científica i tecnològica de la fusió nuclear com a font d'energia i és, segons els promotors, la segona aposta científica i tecnològica de més envergadura després de l'Estació Espacial Internacional.

La majoria de fonts d'energia de què disposem actualment són ambientalment insostenibles i s'endevinen insuficients per fer front a les necessitats futures. El petroli o el carbó, per exemple, tenen una data de caducitat més o menys propera, pol·lueixen el medi i són responsables de l'escalfament del Planeta. La fissió nuclear, que alimenta les centrals nuclears, arrossega el risc d'un greu accident per una reacció en cadena descontrolada, i genera perillosos residus radioactius que emeten radiacions durant desenes de milers d'anys. Les reserves d'urani, a més, són poc abundants. Per la seva banda, les energies renovables, com la solar i l'eòlica, tampoc semblen capaces de produir suficient energia per satisfer una demanda que creix sense parar. Quan països amb molts milions d'habitants, com la Xina o l'Índia, devorin l'energia al ritme d'Europa o dels Estats Units, el consum es dispararà. "O hi ha un món immensament injust, en què només uns pocs podem disposar de l'energia necessària, o es busquen noves alternatives", diu Rolf



EFE

Tarrach, catedràtic de Física de la Universitat de Barcelona i expresident del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC).

Amb la finalitat de trobar una solució als problemes energètics de l'espècie humana, durant dècades els esforços de molts científics s'han encaminat a imitar la forma de produir energia dels estels, la fusió nuclear: unir nuclis atòmics d'elements lleugers com l'hidrogen per aprofitar l'energia que es des-

prèn en la reacció. Una opció molt prometedora que permetria generar energia de manera massiva sense els desavantatges de la fissió ni dels combustibles fòssils: pràcticament no contamina, no potencia l'efecte hivernacle i tampoc pot desembocar en una destructiva reacció en cadena. Alhora, però, una opció encara inabastable. Malgrat que tota l'energia que ens arriba del sol, i que permet l'existència de vida, prové de fusions nuclears, fins al

Un reactor de fusió com l'ITER vol imitar els processos que es produeixen als estels. Fins ara, però, ha estat impossible reproduir les fusions nuclears que tenen lloc al sol.

Les possibilitats que la Unió Europea opti per la candidatura de Vandellòs s'han afeblit en les últimes setmanes. El que ja és segur és que la UE triarà Vandellòs o Cadarache, però no presentarà dues candidatures a la fase final de la selecció

moment ha estat impossible copiar el model original de forma eficient a la Terra.

Ara, però, aquest somni d'una energia més segura, més neta i pràcticament inesgotable seguint l'exemple dels astres sembla més a prop de fer-se realitat gràcies al projecte ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor); una iniciativa internacional per construir un reactor de fusió nuclear que intentarà imitar els processos que de forma natural s'esdevenen als estels i demostrar que la reacció de fusió pot convertir-se en una alternativa real a les actuals fonts d'energia. I Vandellòs, al Baix Camp, pot ser l'emplaçament on es faci el gran pas en el camí de la fusió nuclear si finalment és l'escollit per ser la seu del reactor.

Un llarg camí. Iter, a més de ser l'acrònim d'International Thermonuclear Experimental Reactor, també significa "camí" en llatí, i realment aquest ha estat molt llarg i ple d'obstacles per poder fer realitat el reactor de fusió nuclear experimental més gran mai construït.

Els orígens es remunten a l'any 1985, quan el president dels Estats Units, Ronald Reagan, i el de l'URSS, Mikhaïl Gorbatxov, van subscriure un acord per desenvolupar la fusió nuclear com a font alternativa d'energia. A la iniciativa s'hi van sumar posteriorment Japó i la Unió Europea. Les dificultats tècniques, l'elevat cost —en un principi el pressupost sumava 10.000 milions de dòlars— i la manca d'un interès real per trobar una font d'energia que suplís les existents, van fer que s'anessin postergant les decisions clau del pla. L'any 1999, quan finalment s'aprova el disseny definitiu, Estats Units abandona el projecte i es fa necessari tornar-lo a dimensionar.

Actualment, però, sembla que l'ITER ja no té aturador. Estats Units s'ho ha repensat i s'ha reincorporat a la iniciativa que impulsen la Unió Europea, Japó, Canadà i Rússia. I no ha estat l'última adhesió: recentment també s'hi han afegit Corea del Sud i la Xina. El darrer, un país que no vol deixar passar l'oportunitat d'accedir a una tecnologia que podria ajudar a cobrir les necessitats



energètiques dels més de 1.300 milions de persones que l'habiten.

Tot i que el projecte actual és més modest que l'esbossat inicialment, les xifres que es mouen al voltant de l'ITER continuen sent de vertigen. La instal·lació tindrà uns 20 metres d'alçada i 15 de diàmetre, i el cost de construcció ronda els 4.500 milions d'euros, uns 665.000 milions de les antigues pessetes. La candidatura que l'aculli haurà d'aportar el 20% de la inversió total; si finalment el projecte recalca en territori europeu, però, la Unió Europea podria



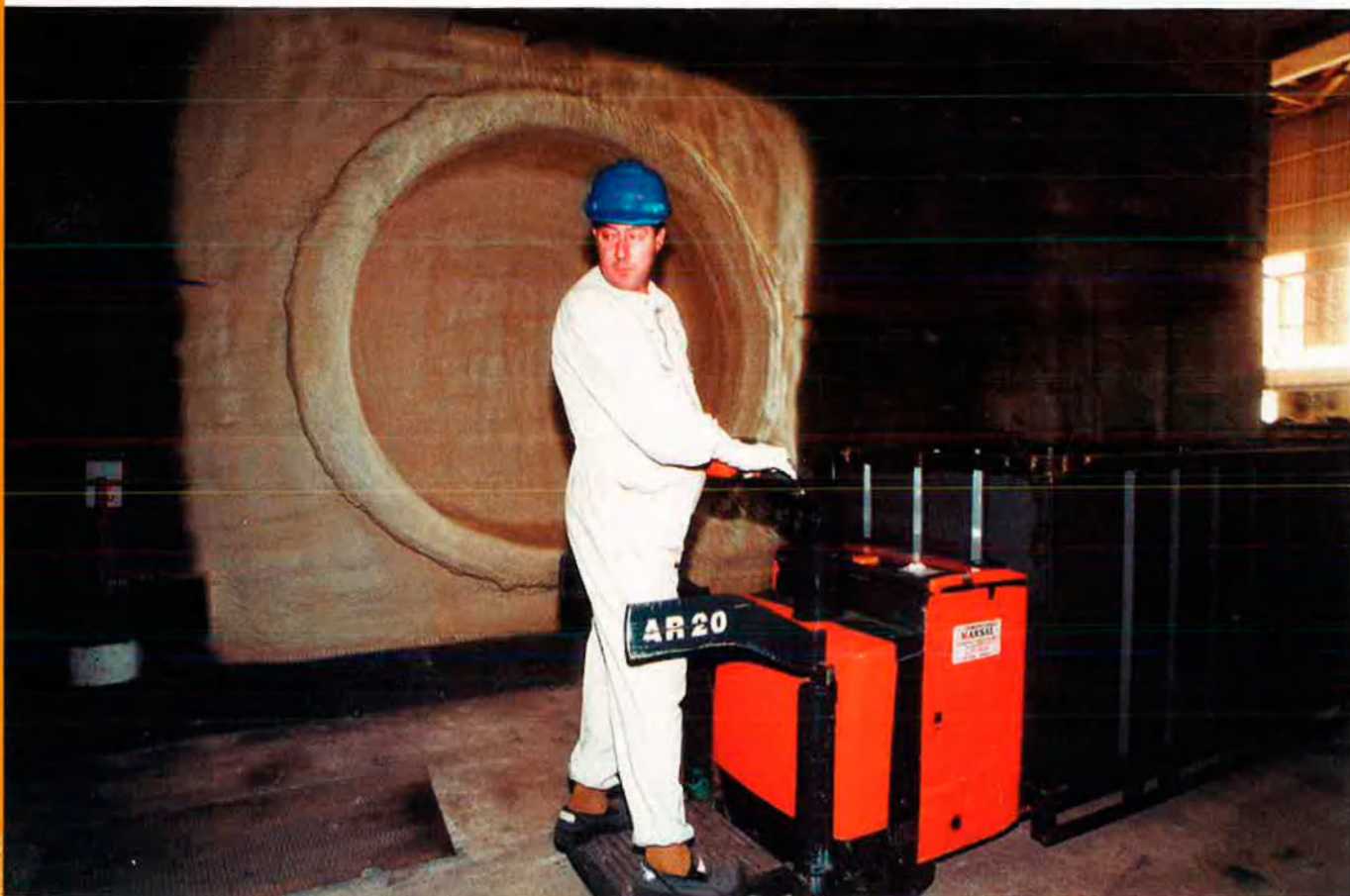
finançar-ne un 10% i el país escollit l'altre 10%.

Un cop s'hagi decidit l'emplaçament definitiu, els dos primers anys es destinaran a elaborar el projecte. Fins a deu anys es perllongarà la construcció del reactor, i un cop llest, es preveu que uns 2.000 científics d'arreu del món treballin en aquest immens laboratori tecnològic durant prop de vint anys. Finalment, les operacions de desmantellament del complex s'allargaran uns altres cinc anys més. Cap al 2040, doncs, la frenètica activitat a l'ITER haurà ces-

sat. Si l'experiment és un èxit, caldrà construir un prototip de demostració i fer un estudi de la viabilitat econòmica i comercial. Si els resultats són positius, a la segona meitat de segle els reactors de fusió nuclear podrien convertir-se en els nostres principals brolladors d'energia.

Nuclear?, sí gràcies! En una actitud sense precedents, totes les administracions de l'estat han apostat decididament perquè les instal·lacions de l'obsoleta central nuclear de Vandellòs I

Representants dels governs català i espanyol van visitar fa uns mesos la zona on s'ubicarà l'ITER si guanya la candidatura de Vandellòs. A la imatge, el president de la Generalitat, Jordi Pujol, parlant amb José Maria Aznar. A la dreta, el conseller d'Universitats, Andreu Mas-Colell, i, darrere de Pujol, el ministre de Ciència i Tecnologia, Juan Costa.



—actualment en fase de desmantellament— esdevinguin les protagonistes del desenvolupament de la que, per a molts, és l'energia del futur. Tant el Govern central com l'autonòmic s'han lliurat al projecte i han prestat el seu suport més ferm als experts que van proposar la idea d'optar a ser seu de l'ITER. I és que ningú no dubta que el fet d'aconseguir-ho representaria una important revolució tant en l'àmbit econòmic com en el científic de l'estat.

Els beneficis que s'esperen d'aquesta construcció faraònica no són pocs. Aixecar una obra civil de les dimensions de l'ITER implica la participació d'un elevat nombre d'empreses, a més d'un bon grapat de llocs de treball. Un estudi realitzat per la Universitat Autònoma de Barcelona juntament amb el CIEMAT —el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, que és l'impulsor de la candidatura espanyola— estima que si finalment l'ITER recau a Vandellòs es crearan uns 118.000 llocs de treball d'un any de du-

rada. D'aquests, uns 91.000 s'ubicaran a Vandellòs i a l'Hospitalet de l'Infant, un impacte brutal per a una població que no arriba als 5.000 habitants. Els altres 27.000 es generaran a la resta de l'estat. La fase de construcció, que es dilatarà deu anys, ocuparà unes 27.800 persones. Durant els vint anys en què uns 2.000 científics treballaran per demostrar la viabilitat de la fusió, es calcula que més de 80.000 persones tindran l'oportunitat de trobar feina directament o indirecta gràcies a l'ITER. En l'última fase, els cinc anys de desmantellament del reactor, es firmaran prop de 10.000 contractes també d'un any de durada. Tant el sector industrial com el de la construcció i el de serveis es veurien afavorits per la instal·lació d'aquest important centre d'investigació. I no són els únics que es freguen les mans: sumant els diferents impostos competència de l'Ajuntament —des de l'IBI fins a la taxa per llicència d'obres—, les arques municipals ingressarien uns 43 milions d'euros.

A més d'un motor per a les indústries del territori on es construeixi, l'ITER també comportarà un sensible progrés tecnològic. La posada en marxa d'una instal·lació d'alta tecnologia com aquesta exigeix el desenvolupament de components d'última generació, una responsabilitat que en major o menor mesura pot recaure en les empreses del país escollit. Aquest fet pot produir, de retruc, un canvi de mentalitat en l'empresariat espanyol, que, en general, dedica massa pocs recursos a investigació. "La idea aquella de 'que inventen ellos' d'Unamuno, encara continua vigent. Si es necessita tecnologia es compra fora. L'ITER seria un revulsiu que faria canviar aquesta actitud entre els empresaris" afirma Tarrach.

La llarga llista de beneficis, però, no acaba aquí. En un estat com l'espanyol, on la inversió en investigació és quasi la meitat que en la resta de països europeus, i on hi ha un considerable retard pel que fa a desenvolupament científic, l'arribada de l'ITER proporcionaria l'embranchada necessària per situar Espanya entre els llocs capdavanters pel que fa a recerca. "Estaríem en el mapa de la investigació mundial, amb una instal·lació única i de primer nivell", subratlla Tarrach.

"Perquè un país avanci tecnològicament cal que hi haja grans instal·lacions científiques, i ací en tenim molt poques. Això fa que estiguem molt endarrerits respecte a la resta de països, que manquen una massa crítica de científics, enginyers i tècnics", lamenta el catedràtic de Física de la Universitat de València Antonio Ferrer. Això canviaria radicalment amb l'ITER. Aquesta gran infraestructura seria un accelerador de la investigació, un model perquè progressi la ciència i la tecnologia. Una dada a tall d'exemple: a Catalunya, en total, hi ha prop de 20.000 investigadors de totes les categories. L'ITER provocaria l'arribada, de cop i volta, d'uns 2.000 científics altament qualificats. "És un projecte tan important que la seua repercussió no es limitaria només a Catalunya, sinó que s'estendria com una ona per tot el territori", afegeix Ferrer.

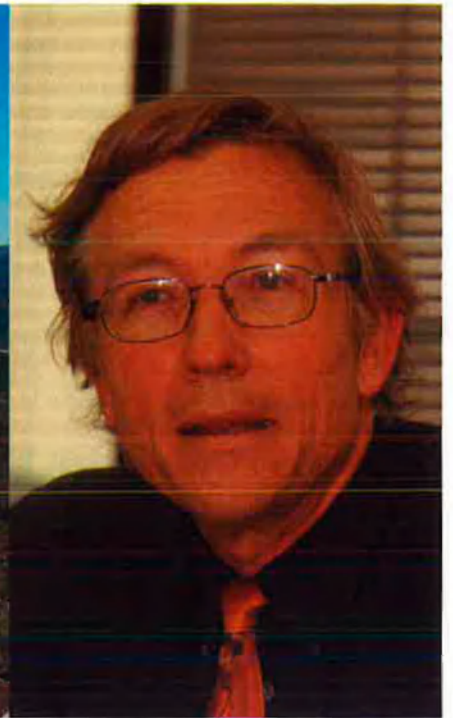
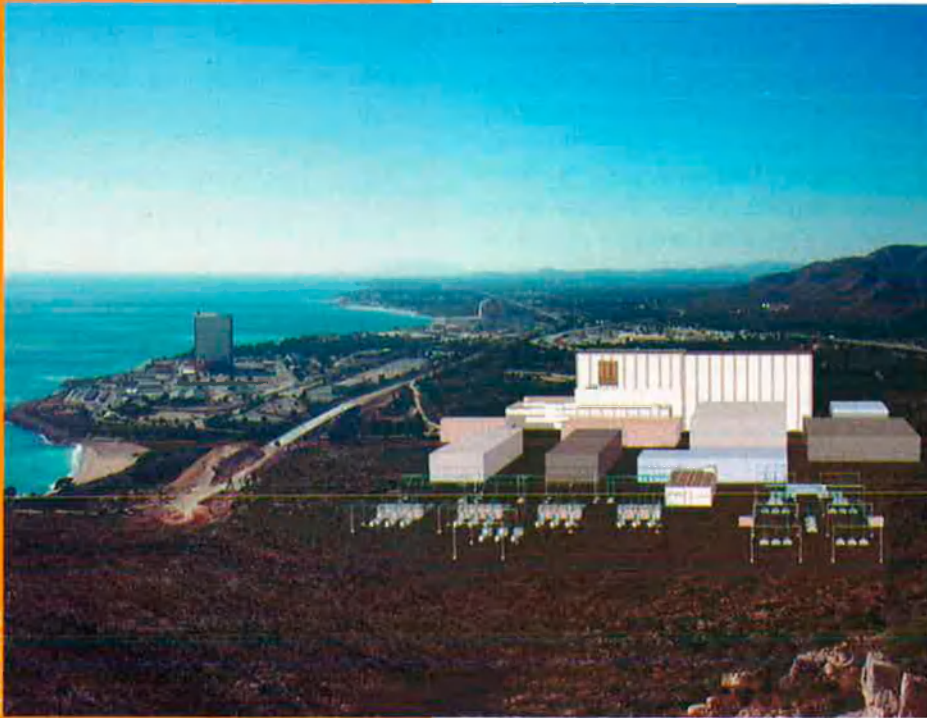
Per a aquest catedràtic de València, encara que finalment no s'aconseguís

demonstrar la viabilitat de la fusió nuclear com a font d'energia, la inversió astronòmica del projecte hauria valgut la pena: "La formació de personal, de tècnics i enginyers, el desenvolupament tecnològic i l'empenta per a la recerca que comporta l'ITER, fan que encara que no s'assolira l'objectiu previst, els beneficis no comptables siguin molt superiors a la inversió." I és que l'ITER té un valor immens, ja que implicaria un canvi total en la investigació i el desenvolupament tecnològic del país. "Per al futur de Catalunya, és més important l'arribada de l'ITER que el resultat de les passades eleccions", assegura Tarrach.

Però si els experiments concloguessin amb èxit, els beneficis per a l'estat espanyol encara serien molt superiors. Els recursos energètics propis són força migrants, i la majoria de l'energia que consumim prové de l'estranger, cosa que estableix una gran dependència energètica d'altres països. Si la fusió nuclear es demostra factible es passarà d'una dependència geogràfica (d'aquells països que tenen petroli) a una dependència tecnològica (d'aquells països que tenen la tecnologia per crear energia mitjançant fusió). "Tindre la tecnologia per desenvolupar energia et fa ser independent energèticament. Tens més llibertat i seguretat. Per a un territori amb pocs recursos energètics com el nostre, doncs, seria fabulós que l'ITER acabara ubicant-se ací", diu Ferrer.

Ombres. No tothom, però, veu tan clares les bondats de l'ITER. Alguns grups ecologistes -n'hi ha d'altres que s'hi mostren clarament partidaris- recelen del projecte i consideren que presenta alguns aspectes negatius que s'oculten a l'opinió pública. Un és la generació de residus. La reacció que es provoca dins del reactor implica el deuteri i el triti. El primer és un element comú a l'aigua de mar, però el segon és un gas radioactiu que s'obté a partir del liti. Això fa necessari instal·lar mesures de seguretat per evitar fugues de triti a l'ambient. De la mateixa manera, els neutrons que s'alliberen durant la reacció transformen en radioactiu el material estructural del reactor i obliguen, un cop fina-

***Si finalment l'ITER
recau a Vandellòs
-a l'esquerra,
una imatge de la
Central Nuclear
de Vandellòs I-
es crearan
uns 118.000 llocs
de treball d'un any
de durada.
D'aquests, uns 91.000
s'ubicaran
a Vandellòs i a
l'Hospitalet de
l'Infant, un impacte
brutal per a una
població que
no arriba als 5.000
habitants.
Els altres 27.000
es generaran a la
resta de l'estat.
La fase de
construcció,
que es dilatarà
deu anys,
ocuparà unes 27.800
persones***



A l'esquerra, una imatge virtual de l'ITER de Vandellòs, amb les centrals nuclears al fons. A la dreta, el catedràtic de Física de la UB i expresident del CSIC, Rolf Tarrach.

litzats els experiments, a seguir uns protocols de seguretat semblants als del desmantellament d'una central nuclear. Per als defensors del projecte, però, no es pot comparar el perill d'una central nuclear amb un reactor de fusió. Assseguren que un reactor de fusió no produeix intrínsecament residus, sinó que els neutrons de forma indirecta poden induir activitat radioactiva als elements del reactor, una contaminació ridícula, molt menys perenne que la de l'urani o el plutoni. Tarrach, però, es mostra més cautelós: "Fins que no s'hagi fet l'experiment no es podrà saber la quantitat de material radioactiu que hi ha ni durant quant temps tindrà activitat."

Els promotors d'energies renovables tampoc veuen amb bons ulls que l'administració aposti tan decididament per aquest projecte. Temen que l'elevada despesa que implica l'ITER suposi un fre per al desenvolupament de les energies renovables. Per a aquests col·lectius, l'eufòria que desperta la fusió nuclear és fruit d'un desmesurat optimisme tecnològic i recorden que es destinen milers de milions a un experiment molt complex, que té poques garanties de concloure amb èxit. Consideren, doncs, injustificat i contradictori invertir tants diners en una tecnologia imma-

dura –de la qual, si tot va bé, no obtindrem energia comercialitzable abans de cinquanta anys–, en comptes de destinar esforços i recursos a unes energies que ja estan en servei i que sí que han demostrat la seva viabilitat.

I ara, a esperar. De moment l'ITER encara està lluny de Vandellòs. Desmentides les especulacions que asseguraven la retirada de Canadà de la cursa, continua sent de quatre el nombre de candidatures a acollir el projecte: Cadarache, a França; Rokkasho, al Japó; Vandellòs, al Principat; i Clarington, al Canadà.

El primer gran obstacle en el camí apareix aquest dia 27 de novembre, quan la Unió Europea decideixi quina ubicació, Cadarache o Vandellòs, tria per competir en la final internacional. L'informe de la Comissió Europea, dirigit pel científic britànic David King, dona pràcticament un empat tècnic entre les dues candidatures. Ambdues superen amb escreix els exigents requisits tècnics per poder acollir l'ITER, i són prou sòlides per vèncer la fase final de selecció. La catalana té al seu favor el cost, que podria ser fins a un 11% menor, però Cadarache parteix amb l'avantatge d'una infraestructura tècnica i científica consolidada. Certament el pa-

La unió fa l'energia

Aprofitar l'energia reclosa en el nucli atòmic. Aquest és l'objectiu dels experts en fusió i en fissió nuclear. Mentre que en la fissió elements pesants, com l'urani o el plutoni, es trenquen en nuclis més lleugers, en la fusió succeeix el procés invers: dos nuclis atòmics d'elements lleugers s'uneixen formant-ne un de més pesant.

El combustible de la reacció són dos isòtops de l'hidrogen, el deuteri i el triti, que en fusionar-se formen àtoms d'heli i alliberen la preuada energia. El deuteri és un element que es troba a l'aigua del mar –els experts asseguren que fusionant tot el deuteri que conté un litre d'aigua s'obté l'equivalent energètic a 300 litres de petroli–. El triti, en canvi, és un element radioactiu que no es troba a la natura. “Per produir-lo, el procés estàndard es fer col·lidir neutrons sobre el liti, que els absorbeix i produeix triti”, explica Tarrach. Aquest procés es pot fer dins del reactor.

Tot i que a priori sembla una reacció prou senzilla, reproduir-la a la Terra comporta una sèrie de dificultats tècniques i científiques colossals. Als estels, les elevades temperatures i pressions que s'assoleixen faciliten que es produeixi de manera espontània. Per poder copiar de manera eficient el procés al nostre planeta cal recrear aquestes condicions tan extremes. El deuteri i el triti són dues partícules amb càrrega positiva; per tant, es repel·leixen. Per tal de superar la tendència natural dels dos elements, els experts han d'escalfar el combustible fins a uns 100 milions de graus, a unes densitats de 10^{20} (un 1 seguit de 20 zeros) partícules per metre cúbic i durant un temps de dos segons. En definitiva, una tasca gens senzilla. Com que no hi ha cap recipient capaç de resistir una temperatura tan elevada, l'única manera d'aïllar el plasma (les partícules carregades que es fusionaran) és mitjançant el confinament magnètic, un camp magnètic amb una estructura anular, similar a un *donut*. I en això es basa el reactor Tokamak, que té una configuració magnètica toroïdal on es creen i es mantenen les condicions adequades per a la fusió. Quan el plasma està prou calent i dens durant el suficient temps, el deuteri i el triti es fusionen. Un cop s'allibera l'energia, aquesta escalfa l'aigua que, en forma de vapor, fa moure una turbina que genera l'electricitat.

De moment, els científics ja han aconseguit provocar aquesta reacció al laboratori. El problema, però, és que cal invertir ingents quantitats d'energia en el procés, més de la que s'obté en la fusió. En un experiment realitzat l'any 1997 a la instal·lació Joint European Torus (JET) es van obtenir 16 megawatts d'energia mitjançant fusió nuclear, però s'hi van esmerçar 23 megawatts. Un balanç, doncs, gens favorable. Aquest és el repte que espera superar l'ITER: produir més energia de la necessària per al seu funcionament: en concret, generar 500 megawatts d'energia –semblant al que produeix una planta convencional d'electricitat– introduint-ne només 50 al reactor. Un factor 10 de producció d'energia que faria viable la fusió per satisfer les necessitats energètiques de la nostra societat. **D. A.**

ís veí té una llarga tradició en investigació nuclear i una xarxa de centres de recerca de primer nivell, lluny del desert de grans instal·lacions de l'estat espanyol. Això, però, juntament amb el fet que França ja acull diferents iniciatives europees (com l'Agència Espacial Europea o el Laboratori Europeu de Física de Partícules), desperta els recels d'alguns països que són contraris al monopoli en el camp científic dels francesos, i reclamen una descentralització.

Sigui com sigui, el fet és que França té una gran pes en la Unió i parteix com a

favorita. Si finalment, però, el Govern espanyol convenç la resta de països d'enviar les dues candidatures a la selecció final (una possibilitat ben remota avui), es giraria la truita. La conjuntura política mundial –on Espanya ha estat fidel als postulats d'Estats Units en afers com la guerra de l'Iraq, mentre que França s'hi rebel·lava– faria que Vandellòs passés a tenir més possibilitats d'acollir el reactor de fusió més gran del món, el primer estel a la Terra.

Daniel Arbós

Els catedràtics de Física Rolf Tarrach, de la Universitat de Barcelona, i Antonio Ferrer, de la Universitat de València, coincideixen a dir que l'ITER seria un revulsiu per a la recerca, i no sols al Principat. L'ITER provocaria l'arribada, de cop i volta, d'uns 2.000 científics altament qualificats