



di **Gianni Mattioli**
e **Massimo Scalia**

La **fusione nucleare** è un progetto che si scontra con una diversa visione dell'energia

Sole sulla Terra

Le prospettive della grande ricerca si confrontano con i confini stretti delle finanze pubbliche e private italiane sul progetto *Divertor Tokamak Test facility* (Dtt). Cerchiamo di fare il punto. Gli investimenti dall'Italia, oggi previsti per guidare - e realizzare in Italia - il progetto più avanzato per trarre energia dalla fusione nucleare, sono dell'ordine dei 500 milioni di euro (40 milioni dal Miur e 40 dal Mise nei primi quattro anni a partire dal 2019) a fronte di un finanziamento di appena 60 milioni dal *Consorzio Europeo Eurofusion* cui spetta la gestione delle *attività di ricerca* in questo campo. Questo ruolo dell'Italia nella tecnologia *Tokamak* - una struttura a confinamento magnetico per contenere a temperature elevatissime il plasma necessario per la fusione nucleare, avanzata negli anni '50 dai fisici russi Tamm e Sacharov - si è venuto affermando con progetti realizzati negli ultimi decenni del secolo scorso nei laboratori nazionali di Frascati (*Frascati Tokamak Upgrade*, 1999), nel tentativo di produrre più energia di quella necessaria all'accensione e con la continuità necessaria per le possibili applicazioni. Alla base del *Dtt* c'è la stessa tecnologia impiegata per l'*International Thermonuclear Experimental Reactor* (Iter), "ma con in più la possibilità di eseguire test utilizzando tecniche brevettate dall'Enea" si afferma in un comunicato stampa di presentazione.

La Fusione nucleare

1. Certo, sulla base dell'esempio fornito dal passaggio, in poco più di un decennio, dalla bomba atomica (a fissione) all'uso civile, Edward Teller, padre della bomba *H*, non pensava che sarebbe stato così arduo il percorso per ottenere energia elettrica dalla fusione nonostante gli enormi investimenti che più Paesi avrebbero concentrato sulla fattibilità sperimentale, com'è accaduto anche per *Iter*.
2. Merita una riflessione, il conclamato handicap della fusione: per la produzione di energia su scala industriale serve, come nel caso della fissione, energia erogata in forma continua e per tempi lunghi, parametri che, sin qui, non sono mai stati soddisfatti nelle varie fasi sperimentali della fusione. E allora? Forse che il carattere stocastico dell'energia eolica o solare, certo non in grado di fornire *con continuità* 5000-6000 ore l'anno, impedisce a queste energie di far fronte a quote sempre più significative della domanda? E non è vero che anche per le centrali termoelettriche alimentate a combustibili fossili le ore di utilizzo, si sono ormai ridotte a meno di 4000? Ma allora il fatto che nessuno penserebbe invece di costruire un reattore a fusione per farlo funzionare 2000 ore l'anno, denuncia l'inevitabilità del progetto "fusione nucleare", una forma d'energia accentrata, una cultura all'opposto del percorso scelto, ormai da un decennio dalla Ue, *delle fonti decentrate nel territorio e accessibili al cittadino*. E i tre 20% hanno rappresentato un riferimento per tutti i Paesi del mondo, confermato dall'Accordo di Parigi e anche di fronte alle turbolenze di Trump.
3. Ma allora perché la Ue si impegna nel progetto *Iter*, a Cadarache (Francia), così costoso da richiedere il finanziamento, oltre che del 45% da parte della Ue, anche di Stati Uniti, Russia, Giappone, India, Cina (ognuno per il 9%), così problematico nella realizzazione e così contraddittorio rispetto alla strategia dei tre 20%? E qui emergono elementi che giocano il ruolo di "concausali": sotto il conflitto di concezioni politico-culturali tra il modello delle grandi centrali e quello di produzioni energetiche decentrate, è determinante l'aspetto del sup-



porto pubblico ai gruppi dell'elettromeccanica pesante che producono le grandi componenti, col coinvolgimento di una miriade di aziende per tutta la tecnologia di materiali in grado di sopportare le temperature operative. E non è mancata davvero la "grandeur de France". Il programma comunque prevede, pur nell'incerta tempistica di realizzazione di *Iter*, che se diverrà operativo - 500 MW di potenza da fusione per 1000 secondi e una produzione di calore dieci volte superiore a quello necessario per riscaldare il plasma - si potrà passare al progetto *Demo* per la generazione elettrica, secondo una linea temporale prevista dall'*Efda* (European Fusion Development Agreement) nel periodo 2031-2048. Questa *Road Map* non è stata aggiornata da *Eurofusion* che dal 2013 è succeduta all'*Efda*. E qui viene da fare il confronto con "III plus", la terza generazione "avanzata", o "plus", dei reattori a fissione, il cui decollo, proprio in Francia, a Flamanville, si sta spostando nel tempo dal 2010 ora al 2018 con costi circa triplicati, mentre si allontana (2040? 2050?) il decollo della *Generation IV*, che qualche anno fa appariva l'approdo atteso per l'energia nucleare da fissione. Ci s'interroga allora sul perché in un comparto, la fusione in cui al presente non c'è ancora nemmeno un prototipo funzionante, si dovrebbe riuscire a fare quasi prima - lasciamo stare "meglio" - di quanto succede nell'innovazione dei reattori a fissione che hanno dalla loro un'esperienza impiantistica maturata sull'arco di sessant'anni.

4. Chiarita la realtà di questa incertezza, altri elementi vanno considerati per valutare la fusione, propinata come fonte energetica *illimitata* e *pulita*. Quanto alla disponibilità di energia, osserviamo che, stando all'Accordo di Parigi, gli impegni assunti prevedono che, al tempo in cui la fusione potrà cominciare a dare il suo primo kWh, nel mondo, gran parte dei combustibili fossili sarà stata ormai sostituita - 100% per la Ue nella produzione elettrica secondo il rapporto McKinsey (2010) - e questo contributo resterà, anche nei decenni successivi al 2050, marginale e costoso, secondo dati forniti dalla stessa *Iter Organization* (2015). E quanto al "pulita", l'inventario radioattivo della fusione è minore ma non certo trascurabile rispetto a rischi e danni sanitari della fissione.

Il progetto *Iter*, con il suo correlato *Demo*, segnala con evidenza che si sta in realtà parlando di ricerca sperimentale applicata, non in grado di fornire un solo kWh entro il 2050. Il trascorrere dei decenni ha visto affermarsi di nuove tecnologie, di nuovi interessi industriali, di nuovi orientamenti di mercato tali da rendere il progetto “fusione nucleare” sostanzialmente obsoleto, prima ancora che possa entrare in esercizio una centrale basata su quei principi fisici di funzionamento. Guardando alle prospettive configurate dall'Accordo di Parigi, la fusione appare un oggetto costoso, ingombrante, niente affatto “pulito”, che si pone come una non più appetibile scelta di scenari del passato. Replicare sulla Terra come si produce l'energia nel Sole, idea affascinante negli anni '60 e forse fino a una trentina d'anni fa, rivela oggi la sua macchinosità e la sua sostanziale residualità quanto più aumentano i ritardi del progetto e, soprattutto, quanto più aumenta la fruibilità diretta dell'energia solare (307,8 GW; Ren21_GSR_2017) e della disponibilità del complesso delle fonti rinnovabili (2017 GW; ibidem).

Il Diverter Tokamak Test

Ci siamo sin qui soffermati su vari aspetti della vicenda fusione nucleare, che nei decenni è stata accompagnata dall'impegno di decine di migliaia di operai, tecnici, ricercatori e scienziati e dalle loro attese; dal coinvolgimento di tutti i Paesi industrializzati e dall'ideologia costruita, attorno a questa realtà, da un'opinione pubblica e da media che hanno sempre guardato e ammirato la “*big science*” in nome di un'epidermica e generica adesione alle “magnifiche sorti e progressive”. Oggi, dobbiamo affermare che sicuramente il far fronte alla drammatica vicenda dei cambiamenti climatici, ma in tempo utile, ricordando che lo stesso V rapporto dell'*Ipcc* ha anticipato il “punto di non ritorno” dal 2050 al 2030 con un'accelerazione incompatibile con i tempi lunghi della fusione, pone un problema di coerenza delle scelte, della corrispondenza delle strategie scientifiche, tecnologiche e industriali ai fini che devono essere perseguiti.

Questo quadro globale, complesso, così materiato di un'inestricabile trama di legittimi interessi dell'industria, di importanti gruppi scientifici e delle istituzioni di ricerca, non deve però far venir meno la lucidità di analisi su singoli elementi, su progetti che a quel contesto globale si rivolgono per trarre giustificazione a esistere. È sulla scorta di queste considerazioni che va valutata l'opportunità della partecipazione di Enea e di ogni finanziamento pubblico a progetti “collaterali” alla costruzione della centrale di Cadarache come il *Dtt*. Anche se lontana nel tempo l'esperienza del *Pec* (Prova Elementi Combustibile) - nel Centro di ricerca del Cnen nell'area del lago Brasimone (Appennino Tosco-Emiliano) - con le migliaia di miliardi di vecchie lire buttate, sta lì come un monito.

Quell'esperienza era stata concepita negli anni '70 come “collaterale” alla filiera del reattore veloce francese *Superphénix*, il quale, se non altro, divenne operativo (1986-1998) seppure con i noti problemi e malfunzionamenti che costellarono il suo breve e travagliato periodo d'esercizio. Un'operazione alla *Concorde*, anche quella in nome della “grandeur”, che se motivata per la Francia dalla strategia della “*force de frappe*” - in sostanza, l'armamento atomico della Francia indipendente dallo schieramento Nato - non aveva analogo motivo per l'Italia. Per il recesso dal progetto *Superphénix* dopo il referendum sul nucleare del 1987 l'Italia si trovò anche a dover pagare la sua quota di partecipazione. E sarebbe istruttivo riandare a vedere la pubblicistica del Cnen di allora - l'orgoglio e il vanto di un’“Italia ai primi posti” per i reattori veloci - con toni indistinguibili da quelli usati dall'attuale dirigenza dell'Enea a proposito del *Dtt*. Non risulta che nessuno, se non il contribuente, abbia pagato per l'essere ai “primi posti” in un'impresa fallimentare: a che cosa serve all'Enea, e all'Italia, l'imparaticcio sui reattori veloci? Chi vorrà che l'Enea gli trasferisca, una delle sue mission, quell'imparaticcio? Dopo il referendum del 1987, l'attività del Centro fu orientata prevalentemente verso la tecnologia della fusione ter-

monucleare controllata. Nel 2009 Enea, pur mantenendo lo stesso acronimo, riorienta la sua finalizzazione: è il tentativo di rilancio del nucleare da parte del Governo Berlusconi, in corrispondenza al quale «le attività s'inseriscono nei programmi internazionali di *Euratom* e *Generation IV* nonché nei progetti nazionali relativi Accordo di Programma con il Ministero per lo Sviluppo Economico per reattori di quarta generazione e la fusione termonucleare controllata», come recita a tutt'oggi la pagina online della storia del Centro *Pec*. All'attualità e alle prospettive di *Generation IV* si è già accennato (al punto 3). Per non destinare l'Ente a un cimitero degli elefanti la dirigenza di Enea sembra puntare con decisione sul *Dtt*, non necessariamente legato al Centro del Brasimone, anzi esistono spinte per realizzarlo in Piemonte: «In questo cilindro ipertecnologico alto 10 metri con raggio 5, saranno confinati 33 m³ di plasma e portati alla temperatura di 100 milioni di gradi con un'intensità di corrente di 6 milioni di Ampere, un carico termico sui materiali fino a 50 milioni di Watt per metro quadro e un'intensità di campo magnetico di 60 mila Gauss. Mentre il plasma 'scaldato' tramite corrente elettrica dall'effetto Joule lavorerà ad una temperatura di milioni di gradi, i 26 km di cavi superconduttori in niobio e stagno e i 16 km di quelli in niobio e titanio distanti solo poche decine di centimetri saranno a -269 °C» (Enea: <https://goo.gl/19TkQg>).

Si tratta insomma di un *Iter* in miniatura, sulle cui finalità l'Ente dovrà essere assai più preciso che non le genericità riportate nell'audizione alla Camera del suo Presidente (17-10-2017), poiché di denaro pubblico si tratta. Certo i 500 milioni di euro previsti per il *Dtt* non sono i sette miliardi e mezzo che è costato da solo l'esperimento per la rilevazione del bosone di Higgs al Cern - in questo la "corporazione" mondiale dei Fisici è imbattibile - ma il confronto, in qualche modo improprio (l'esperimento del Cern è, secondo la vulgata mediatica ampiamente alimentata dalla "corporazione", vera "hard science" che conduce alla scoperta di nuovi orizzonti scientifici e di conoscenza), è utile a suggerire alcuni elementi di chiarezza:

- innanzitutto, sia esplicitamente chiarito, nelle finalità dei finanziamenti pubblici come nella documentazione che Enea rende pubblica, che «il *Dtt* è un progetto di ricerca sperimentale dal quale non ci si possono attendere risultati concreti quali la produzione di kWh di elettricità entro tempi ben determinati», tempi che in ogni caso rimandano a dopo il 2050. Una ricerca sperimentale che non deve quindi essere camuffata - in virtù della collaborazione con imprese e materiali tecnologici, caratteristica ormai comune a molte ricerche sperimentali - come un progetto di produzione industriale di energia elettrica. A quella stanno pensando - con oltre il 40% di copertura della domanda elettrica nel nostro Paese - e penseranno sempre più le fonti rinnovabili, fino al 100% entro l'ormai famoso 2050;
- poiché si tratta di ricerca sperimentale finanziata con fondi pubblici, deve essere sottoposta, come ogni altra ricerca, a un controllo di competenza e attesa alle caratteristiche dell'impianto, a un controllo "sociale" che non si riduce ai soli atti istituzionali (*Via*) o amministrativi della Regione che accettasse il *Dtt*, ma a un coinvolgimento dei cittadini in termini di informazione e condivisione delle scelte;
- rivendicare da parte di Enea che il *Dtt* fornirebbe «in più la possibilità di eseguire test utilizzando tecniche brevettate dall'Enea» richiede che si discuta, innanzitutto in sede tecnico-scientifica, quali siano queste "tecniche brevettate" e quali vantaggi ne trarrebbe il progetto *Iter*, rispetto al quale il *Dtt* si riconosce "collaterale". Una richiesta che è valida in generale, e tanto più se si guarda alla storia di Enea dove all'infelice collateralismo con *Superphénix*, già ricordato, bisogna aggiungere in tempi più recenti l'abbandono del progetto *Cora*, tramite il quale l'Ente avrebbe voluto inserire suoi brevetti nel trattamento dei rifiuti liquidi radioattivi stoccati nell'*Eurex* di Saluggia (Piemonte).