

NUCLEARE NIENTE SCORIE



Il sogno dell'energia atomica senza rifiuti radioattivi è ancora lontano. Ma i nuovi reattori potranno rendere innocui e riciclabili molti residui d'uranio

DI ALESSANDRA VIOLA

C'è chi vuole nasconderele sotto la sabbia o sprofondarle in un canyon. Altri hanno ipotizzato di spedirle nello spazio, o di surgelarle nel ghiaccio polare. Quel che è certo, è che nessuno le vuole vicino a casa sua, e che la gestione delle scorie radioattive prodotte dalle centrali nucleari (ma non solo), rappresenta una delle grandi sfide tecnologiche e sociali del secolo. L'opinione prevalente, in merito, è quella che i sociologi

chiamano Nimby (Not In My Back Yard, letteralmente "non nel mio cortile"). Ovvero: costruite pure le centrali e sotterrate le scorie, ma lontano da casa mia. Un atteggiamento diffuso, la cui degenerazione estrema viene descritta da un altro acronimo anglofono: Banana (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything, cioè "non costruire assolutamente nulla in alcun luogo vicino a qualsiasi cosa").

Un approccio che rischia di fatto di bloccare le opere di utilità comune. Come il famoso deposito nazionale delle scorie, di

cui l'Italia dovrà presto o tardi dotarsi per mettere in sicurezza gli oltre 100 mila metri cubi di sostanze radioattive attualmente in giacenza in diversi depositi di superficie, sparsi per tutta la Penisola. Rifiuti prodotti da ospedali, centri di ricerca e naturalmente dalle ex centrali nucleari, altamente radioattivi e pericolosi per la salute, che però continuiamo a produrre. E da qualche parte dobbiamo pur mettere.

Così da mezzo secolo università, industrie e centri di ricerca si arrovellano sul dilemma: che farne? Sulle prime, democraticamente, si era pensato di depositarle nei ghiacci polari dell'Antartico (ottima applicazione del teorema del Nimby), che poi però venne dichiarato da un trattato internazionale "nuclear free" (una fortuna, anche tenendo conto dei disastrosi e progressivi esiti del riscaldamento globale). Poco dopo, ricercatori russi e americani dovettero a malincuore rinunciare a un'altra bella idea: seppellire le scorie in profondità

nella crosta terrestre, dove il nucleo incandescente del pianeta le avrebbe probabilmente risucchiate per gravità. Una soluzione che avrebbe certo messo tutti d'accordo, ma che pare sia impossibile da realizzare. Non rimanevano che cielo e mare. E ovviamente qualcuno ha pensato anche a quelli. Del cielo si occuparono gli esperti: prima la Nasa e tra gli ultimi persino il comandante della missione Apollo 15 ipotizzarono che con qualche decina di missioni spaziali dedicate saremmo riusciti a liberare la Terra dalla "spazzatura nucleare". Cargo senza equipaggio sarebbero stati lanciati come missili in direzione del Sole, che avrebbe provveduto a bruciare le scorie come un caminetto brucia un fiammifero.

Idea allettante, non fosse per i costi e per i rischi di fallimento dei lanci nello spazio: cosa accadrebbe se uno di questi cargo esplodesse mentre si trova ancora all'interno dell'atmosfera? Meglio non pensarci. Di fronte a questa prospettiva, persino l'idea di andare a nascondere le scorie sotto il tappeto dei fondali marini, a un centro punto è sembrata (un filo) più sensata. Così nel 1979 la Comunità europea finanziò con 120 milioni di dollari uno studio di fattibilità sulla questione, che in dieci anni produsse interessanti risultati. Esistevano addirittura due possibilità per risolvere il problema: fare un bel buco nel fondo di un oceano, infilare tutto dentro e ricoprire (strategia del Deep core: gli studi non furono approfonditi in ragione dei costi troppo elevati) o "silurare" i fondali argillosi con penetratori contenenti le scorie, capaci di seppellirsi a circa 50-80 metri (strategia del Free fall penetrator). Su quest'ultima linea furono condot-

te due campagne di studi, che "silurarono" a diverse riprese i fondali dell'Oceano Atlantico (peraltro, pare, con ottimi risultati). Poi una società di iniziativa italiana con sede nelle Isole Vergini (la Oceanic Disposal Management) acquistò la tecnologia e per alcuni anni silurò impunemente i fondali marini, prima che la Convenzione di Londra del 1993 vietasse esplicitamente queste attività e mettesse fine all'esperimento.

Nel 2003, poi, l'Università di Massachusetts Amherst, negli Stati Uniti, ha annunciato di aver sequenziato il genoma di un batterio (il *Geobacter sulfurreducens*) in grado di metabolizzare i metalli radioattivi come l'uranio e il tecnezio, producendo anche piccole quantità di energia. Una scoperta clamorosa, che ha aperto la strada a nuove ipotesi biotecnologiche per il trattamento dei siti inquinati e contaminati, perché questo batterio sembra una specie di "macchina vivente" in grado di far precipitare, bloccandoli, alcuni pericolosi radionuclidi. Attualmente però non si parla di possibili applicazioni ▶

L'obiettivo è rendere stabili le particelle pericolose per la salute





Scorie nucleari russe trasportate in Francia via mare. A destra: Carlo Rubbia



pratiche in tempi brevi.

Non ci resta quindi che tornare alle origini del problema: i reattori nucleari. Due sembrano attualmente le strade percorribili, in grado entrambe di ridurre la vita media delle scorie radioattive, facendola scendere da molte migliaia di anni a qualche decennio: piccoli reattori accoppiati ad acceleratori di particelle in grado di "trasmutare" i pericolosi nuclei radioattivi a vita lunghissima in elementi stabili (i cosiddetti Ads, Accelerator drive systems, sui quali Carlo Rubbia conduce uno degli esperimenti più avanzati) e centrali di "quarta generazione". Un obiettivo tecnologico ma anche economico, tenuto d'oc-

chio dalle principali aziende del settore, come l'Enel che sta «monitorando le evoluzioni dei principali filoni di ricerca per decidere quale sostenere direttamente», come spiega Giancarlo Aquilanti, responsabile dell'area nucleare dell'azienda. La quarta generazione sarà pronta fra una quarantina d'anni (se riusciremo a inventare i materiali in grado di resistere alle sollecitazioni offerte dai nuovi reattori) e potrebbe addirittura produrre energia "bruciando" le scorie delle altre centrali, riducendo allo stesso tempo la vita media dei prodotti finali di scarto. «Lo sviluppo è continuo: ogni nuova ge-

I primi risultati arriveranno attorno al 2050

nerazione di reattori nucleari indica un progresso nella sicurezza degli impianti e nello smaltimento delle scorie», spiega Giovanni Ricco, coordinatore del progetto strategico Infn Energia. «I reattori di quarta generazione ridurranno significativamente la vita media degli attinidi minori (la parte più pericolosa del combustibile irraggiato, ndr), il che renderà le scorie pericolose per un tempo più breve. Ma ciò non vuol dire ancora aver risolto il dilemma una volta per tutte. Una soluzione che elimini il problema dei prodotti di fissione richiederà comunque lo sviluppo parallelo di depositi adeguatamente protetti per le scorie residue».

Una scala temporale ridotta ad alcune centinaia di anni, sarebbe comunque già un risultato considerevole. Anche in termini economici. Su quest'ultima strada si focalizzano quindi ormai molti dei maggiori progetti di ricerca internazionali, ad alcuni dei quali partecipa anche l'Italia, per esempio con il coinvolgimento dell'Enea, dell'Infn e del consorzio delle università nucleari italiane (Cirten) nel progetto europeo Elys.

Risolvere il problema delle scorie radioattive promette anche di essere il grande business atomico del futuro. Spiega Marco Ricotti, docente di Impianti nucleari al Politecnico di Milano: «Se immagino uno scenario da qui a quarant'anni, tenendo conto degli aspetti tecnici e politici della ricerca e della progettazione dei reattori di quarta generazione, credo che solo i paesi che potranno gestire tecnologie molto avanzate saranno in grado di ospitare questo tipo di impianti. L'Italia, se riuscirà a mantenere la sua posizione di leadership in queste ricerche, potrebbe essere uno di questi insieme a Francia, Stati Uniti, Russia, Gran Bretagna e Giappone. A livello commerciale però i più diffusi nel mondo continueranno ad essere i reattori di terza generazione, più semplici e collaudati e con meno problemi di manutenzione. Mentre quelli di quarta generazione, alla fine, bruceranno anche le scorie degli altri». Ovviamente a pagamento. ■

Sotto terra per un milione di anni

Pericolose per la salute, con una vita media lunghissima, le scorie radioattive sono la bestia nera di ogni programma nucleare. Ma come vengono prodotte? Ecco il ciclo del combustibile nucleare dall'estrazione dell'uranio alla fissione.

L'URANIO è un metallo tossico e radioattivo che si estrae da numerosi minerali ed è presente in natura, in basse concentrazioni. È composto da una miscela di tre isotopi: U234, U235 e U238. L'isotopo U235 è il più importante per la produzione energetica, perché è l'unico elemento fissile (cioè divisibile se bombardato con neutroni a bassa energia, come quelli delle attuali centrali) esistente in natura.

PER OTTENERE energia bisogna aumentare la concentrazione dell'isotopo U235 rispetto al più comune U238. Quindi una parte di uranio viene arricchita di U235 a danno di un altro quantitativo che viene "impoverito" cedendo la sua parte.

NEL REATTORE i nuclei degli elementi fissili contenuti nel combustibile vengono divisi tramite il bombardamento con neutroni, prodotti da una reazione a catena. Questo processo libera grandi quantità di energia. All'interno del reattore non c'è combustione e il combustibile si consuma molto lentamente.

La quantità di atomi coinvolti nella reazione a catena è infatti piuttosto bassa. Il combustibile scaricato dai reattori contiene quindi molti elementi ancora utili.

LE SCORIE sono i prodotti della fissione. Le più pericolose e difficili da gestire sono quelle a vita media lunghissima (solo il 3-4 per cento del totale, contenenti però il 95 per cento della radioattività). Tra queste in particolare gli atomi che durante il processo di fissione hanno "catturato" uno o più neutroni senza spezzarsi, e si sono dunque "appesantiti". La loro radiotossicità può andare oltre il milione di anni: questo è il tempo necessario affinché la radioattività dei vari elementi ritorni pari a quella dell'uranio naturale.