

## TECNOLOGIA NUCLEARE

### Abbatere la radioattività delle scorie

**Sembra un sogno: accelerare il decadimento del plutonio e di altri isotopi longevi per ridurre le scorie radioattive provenienti dalle centrali nucleari. Gli esperimenti danno esiti promettenti, ma la realizzazione su scala industriale è ancora lontana.**



Barre di combustibile nucleare in una centrale nucleare tedesca

dpa

(29-06-2011) L'abbandono del nucleare, come è stato deciso in Germania e come è stato confermato dal popolo italiano in un recente referendum, non risolve il problema dello smaltimento delle scorie radioattive che si sono accumulate fino ad oggi. Queste scorie continuano a irradiare e non esiste ancora nessuna soluzione soddisfacente per il loro smaltimento definitivo. La maggior parte di queste scorie giace oggi in depositi provvisori realizzati presso le centrali nucleari. E la loro quantità totale aumenta, su scala mondiale, ogni anno di 260 mila tonnellate.

I maggiori problemi di smaltimento li creano i cosiddetti "attinidi", cioè quegli elementi chimici che hanno un peso atomico e un tempo di dimezzamento maggiori rispetto a all'uranio. Di essi fanno parte il plutonio, l'americio, il curio e il nettunio. Nelle centrali nucleari essi si formano durante il processo di fissione. Nel combustibile nucleare esausto questi elementi sono presenti nella misura dell'uno per cento, di cui il 90 per cento è plutonio. Ciò che li rende problematici è il loro lungo tempo di dimezzamento. Quello del plutonio è di quasi 25.000 anni. Perciò conservano la loro radioattività per diverse centinaia di migliaia di anni. Nessuno è

oggi in grado di garantire il controllo di questo materiale altamente pericoloso e velenoso per periodi così lunghi.

Ridurre il periodo di vita degli attinidi è un'idea affascinante, ma la sua realizzazione non è così facile. Per poter trasformare i radionuclidi longevi in isotopi stabili o di breve vita, bisogna estrarli dal combustibile nucleare esausto per poi trasformarli in nuclei meno longevi. Il primo passo si chiama "partizionamento" e il secondo "trasmutazione". Se questo processo fosse realizzabile su scala industriale, si potrebbe ridurre la quantità delle scorie altamente radioattive a un terzo, nel caso migliore, persino a un sesto, e anche abbreviare il tempo durante il quale queste scorie dovrebbero essere sorvegliate a un periodo stimato tra cinquecento e duemila anni.



Deposito intermedio per scorie radioattive presso una centrale nucleare

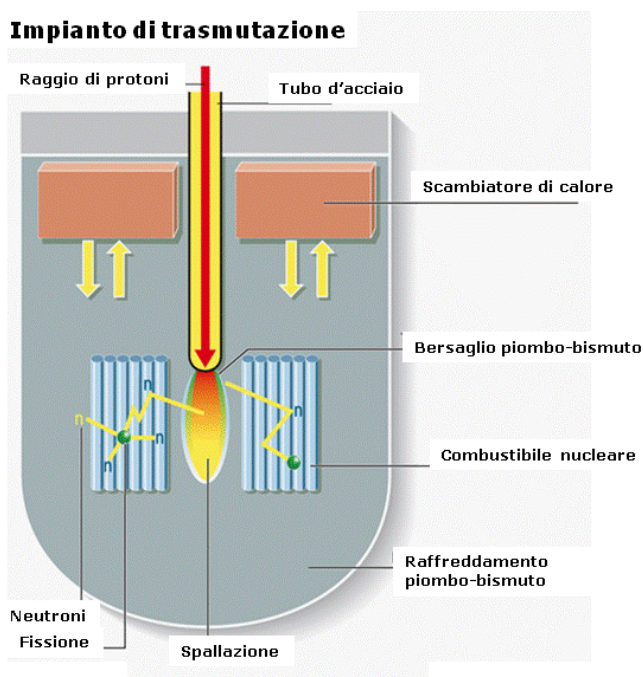
© dpa

Un impianto di trasmutazione lavora secondo il principio della reazione nucleare. Quando un nucleo atomico ne urta un altro o una particella nucleare, per esempio un protone o un neutrone, si forma un nuovo nucleo. Ma questo è instabile e decade emettendo neutroni e altri prodotti di decadimento.

In un impianto di trasmutazione, la reazione nucleare avviene per mezzo di un bombardamento del nucleo atomico con neutroni veloci. Questo bombardamento può generare tre differenti reazioni: la fissione del nucleo, l'assorbimento di un neutrone da parte del nucleo, o il suo decadimento con l'emissione di neutroni. Di conseguenza si formano nuovi prodotti di decadimento con un tempo di dimezzamento più breve o persino elementi stabili (non radioattivi). Per esempio, quando l'isotopo di plutonio-239, che ha un tempo di dimezzamento di quasi 25.000 anni, assorbe un neutrone, si formano cesio-134 che ha un tempo di dimezzamento di soli due anni, e l'isotopo stabile rutenio-104.

Già negli anni Ottanta, il premio Nobel della fisica Carlo Rubbia era riuscito a trasmutare in un reattore una piccola quantità di materiale radioattivo, ma tecnicamente, questo processo è ancora oggi molto complesso. In una prima fase

un acceleratore deve portare dei protoni ad un alto livello energetico e spararli su una miscela liquida di piombo e bismuto. Quando le particelle ad alta energia penetrano nel metallo, liberano dei neutroni veloci, il cui numero dipende dalla potenza. Questi neutroni bombardano poi gli attinidi, ai quali è stato precedentemente dato forma di pasticche e gli sono stati aggiunti degli elementi di trasmutazione.



Schema di un impianto di trasmutazione

Nello stato non critico, un impianto di trasmutazione funziona come un reattore nucleare con la particolarità che la reazione a catena s'interrompe subito quando l'acceleratore di protoni viene spento. Un impianto industriale potrebbe trattare in un anno le scorie altamente radioattive di dieci centrali nucleari. Per il funzionamento dell'acceleratore e il normale esercizio bisogna impiegare solo il 20 per cento dell'energia generata, il resto può essere immesso nella rete elettrica.

Governare la dinamica di un tale impianto e l'interazione dei singoli componenti nei singoli particolari è una grande sfida scientifica. La

società Helmholtz e alcune università tedesche hanno assunto un ruolo importante nello sviluppo di queste tecnologie. Presso l'Istituto di Tecnologia di Karlsruhe (KIT), Joachim Knebel e i suoi colleghi studiano le caratteristiche della massa fusa di piombo e bismuto. Essi vogliono scoprire in quale misura questa miscela di metalli liquidi, che ha una temperatura tra 250 e 450 gradi centigradi, sia in grado di raffreddare l'enorme energia termica che si forma all'interno dell'impianto di trasmutazione. I dati rilevati servono al calcolo della trasmissione del calore. Inoltre si vuole sapere in quale misura l'aggressiva miscela piombo-bismuto, corrode l'acciaio all'interno dell'impianto e se la corrosione può essere impedita tramite un rivestimento speciale.

Nel centro di ricerca Dresda-Rossendorf Arnd Junghans e i suoi collaboratori fanno invece degli esperimenti con i neutroni veloci che si formano durante il bombardamento della miscela piombo-bismuto con elettroni ad alta energia. Misurano quindi il tempo di volo dei neutroni e ne calcolano la velocità e l'energia. Le due grandezze consentono poi di stabilire l'efficienza della trasmutazione di nuclei atomici.

Andreas Geist dell'Istituto per lo smaltimento nucleare del KIT e Dirk Bosbach del Centro di ricerca di Jülich, studiano invece il partizionamento, ovvero l'estrazione degli attinidi dal combustibile nucleare esausto. Gli esperimenti in laboratorio dimostrano che il 99,9 per cento di queste sostanze può essere preparato per la trasmutazione. L'obiettivo è però quello di raggiungere la quota del 99,99 per cento. Per il trattamento di plutonio esistono già dei procedimenti standardizzati, delle difficoltà esistono invece per quanto riguarda gli elementi americio, curio e nettunio che sono chimicamente apparentati.

Allo scopo di separare gli attinidi, gli scienziati creano delle molecole speciali, i cosiddetti leganti con le quali queste sostanze possono essere estratte dalle scorie nucleari. L'anno scorso sono riusciti a separare americio e curio.

### **Stoccaggio in contenitori recuperabili**

La strada da percorrere però è ancora molto lunga prima che la nuova tecnologia di partizionamento e di trasmutazione possa essere applicabile su scala industriale. Quando ci si sarà riusciti, questa tecnologia potrebbe essere molto utile per il trattamento delle scorie nucleari che devono essere tenute in depositi speciali e sorvegliati per migliaia di anni. In considerazione della possibilità di abbatterne la radioattività, sarebbe estremamente utile rendere le scorie accessibili e non scaricarle in depositi ermeticamente chiusi.

### **Il progetto MYRRHA**

L'anno scorso, l'Unione Europea ha comunicato di voler promuovere la trasformazione di scorie radioattive con la realizzazione di un acceleratore industriale. La costruzione dell'acceleratore dovrà iniziare nel 2014 sull'area del centro di ricerca nucleare SCK-CEN, vicino alla città belga di Mol. Il progetto si chiama MYRRHA (*Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications*) e costerà circa un miliardo di Euro. L'acceleratore, che avrà una potenza termica massima di 70 megawatt, dovrà entrare in funzione nel 2023. MYRRHA dovrà dimostrare che le tecnologie impiegate e il collegamento tra acceleratore, spallazione (effetto del bombardamento atomico con particelle di energia molto elevata) e trasmutazione dei nuclidi radioattivi funzionino non solo in laboratorio, ma anche su scala di alcuni megawatt.

