

# No alla barbanne nucleare. Cercando di decifrare il libro dei sogni (o degli incubi) dei faraonici programmi nucleari

di Angelo BARACCA\*

## INTRODUZIONE

Questo documento è un tentativo preliminare di "leggere" criticamente i nuovi progetti faraonici di rilancio dell'energia nucleare civile (in particolare, ma non solo, che cosa siano - o meglio, che cosa dovrebbero essere - i reattori di IV<sup>a</sup> Generazione, di cui molto si parla, ma poco si dice nel merito, per il banale motivo che... sono di là da venire): si tratta quindi di un testo aperto a critiche, suggerimenti, proposte.

Qualora il tono polemico apparisse in qualche punto eccessivo, si tenga presente che i toni della campagna in atto sono perentori, autoritari, e non lasciano spazio a dubbi, per cui una prima riflessione critica non può che essere altrettanto risoluta, insistendo soprattutto sugli aspetti contraddittori dei progetti.

Dato il carattere di primo studio, non mi sono preoccupato troppo della lunghezza, privilegiando l'approfondimento.

Le note sono abbondanti, ma ritengo importante indicare sempre le fonti. Ho inserito delle Schede per facilitare, per quanto possibile, la comprensione di aspetti complessi ai non esperti.

Anche gli aspetti più tecnici riguardanti i reattori di IV<sup>a</sup> Generazione sono raccolti in Appendice (ma bisogna dire che le informazioni tecniche facilmente reperibili non sono molte, a riprova del fatto che si tratta di progetti ancora oggetto di ricerca, a volte ad uno stadio piuttosto preliminare).

Per le proposte dei nuovi progetti nucleari mi

sono riferito principalmente a due documenti:

1) - Un articolo di Agostino Mathis e Stefano Monti;<sup>a</sup>

2) - Un Rapporto della Commissione Europea.<sup>2</sup> Le considerazioni critiche su questi progetti sono tratte da tutte le fonti di cui sono venuto a conoscenza.

Particolarmente importante, per la completezza e l'approfondimento tecnico, un recentissimo documento della Union of Concerned Scientists [UCS, "Scienziati Preoccupati", è il caso di ricordare il fondamentale rapporto tecnico che essi elaborarono negli anni '80 per smontare anche dal punto di vista tecnico il progetto delle "Guerre Stellari" di Reagan]: "Nuclear Power in a Warming World".<sup>3</sup> Si tratta di un voluminoso (74 pagine) e impegnativo studio, a livello tecnico, in inglese, come sempre di notevole rigore, che va letto nel suo complesso (anche se è riferito nella maggior parte soprattutto alla situazione statunitense e all'opera della Nuclear regulatory Commission, NRC: contiene anche esplicite raccomandazioni al governo degli Usa).

Esso dedica ai reattori avanzati e di nuova generazione il Capitolo 6).

## RINGRAZIAMENTI.

Sono grato a Paolo Bartolomei e a Giorgio Ferrari per avermi fornito il materiale citato e per interessanti discussioni.

## Elenco del materiale integrativo e di approfondimento:

Tabella 1: Reattori in funzione nel mondo (v. pag. 11).

Tabella 2: Incidenti negli impianti nucleari giapponesi (v. pag. 16).

Scheda 1: Plutonio, ritrattamento del combustibile, proliferazione (v. pag. 47).

Tabella 3: Depositi mondiali di plutonio e HEU (v. pag. 44).

Scheda 2: Residui nucleari, isotopi "fertili", chiusura del ciclo (v. pag. 48).

Tabella 4: Depositi di plutonio, HEU, nettunio, americio, per paesi (v. pag. 45).

Dizionario dei simboli e acronimi (v. pag. 55).

Appendice 1: Complementi tecnici sui reattori di generazione I, II, III, IV (v. pag. 57).

Appendice 2: IAEA (v. pag. 66).

\* Docente presso il Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Firenze (baracca@fi.infn.it).

**UN'OFFENSIVA IN GRANDE STILE:  
REALISTICA O VELLETTARIA?  
O...BUSINESS AS USUAL?**

Le campagne in atto da alcuni anni per una ripresa dei programmi nucleari "civili" per la produzione di energia elettrica si stanno trasformando in un'offensiva in grande stile, in cui rispuntano anche gli archeo-nucleari nostrani a fare da mosche cocchiere.<sup>4</sup> Forse la notizia recente più eclatante è la decisione del Governo laburista britannico di un massiccio rilancio dei programmi nucleari civili, prevedendo la costruzione di 22 nuove centrali, anche per la sostituzione di quelle esistenti, molte delle quali sono ormai alla fine della vita operativa.

L'industria nucleare ha effettuato enormi investimenti,<sup>5</sup> in una fase dell'economia mondiale in cui si punta piuttosto su profitti immediati, ed è determinata a raccoglierne i frutti: negli Usa Westinghouse e General Electric stanno rinnovando i propri impianti per commercializzare rispettivamente i nuovi PWR e BWR; l'europea Areva il reattore EPR [*Evolutionary Power Reactor*]. Il primo avrebbe dovuto entrare in funzione in Finlandia nel 2010, ma accusa già grandi ritardi, vedi oltre) e la giapponese Mitsubishi l'APWR [*Advanced Pressurized Water reactor*].

Anche l'industria russa si sta attivamente preparando. E la nostra Ansaldo ha ricostituito il settore nucleare.

È importante riprendere una riflessione puntuale, che non può limitarsi oggi a ripetere le analisi che abbiamo sviluppato in precedenza,<sup>6</sup> ma deve misurarsi con i nuovi programmi e progetti, e con il modo in cui vengono presentati. Il grande pubblico è disorientato sia sulle finalità di questa offensiva (centrata sul problema della crisi climatica e delle emissioni di CO<sub>2</sub>, sbandierata, come cercherò di dimostrare, come e quando fa comodo), sia sui "reattori nucleari di W<sup>a</sup> Generazione", sui quali ben poco di specifico viene detto al grande pubblico (e *pour cause!*). In sostanza ritorna il vecchio ritornello dei nucleari: **fidatevi di noi! Noi siamo i tecnici, abbiamo le competenze.**

In effetti l'offensiva odierna ha a mio parere caratteristiche piuttosto diverse da quella che era partita alla fine degli anni '50 (con la campagna "*Atoms for Peace*" lanciata dal Presidente Eisenhower nel 1953), e si arrestò negli anni '80, dopo i disastri nucleari di Three Mile Island (Harrisburg) e di Chernobyl: richiede pertanto un esame e un'attenzione specifici.

Quella fase si basava sulla commercializzazione dei reattori nucleari di II<sup>a</sup> Generazione (dopo i prototipi della I<sup>a</sup> Generazione), che varie industrie avevano realizzato sulla base delle tipologie di reattori realizzati per la propulsione dei sommergibili nucleari. In realtà c'è da chiedersi se quella fase sia mai realmente decollata: si vagheggiava della costruzione di migliaia di centrali nucleari in tutto il mondo, con promesse roboanti, come quelle che pronunciò nel 1954 il Direttore dell'AEC Lewis Strauss:

*"Non è troppo aspettarsi che i nostri figli usufruiranno di energia elettrica troppo economica per venire misurata, avranno notizia di carestie regionali periodiche solo come fatti storici, viaggeranno senza sforzi sui mari e nell'aria con pericoli minimi e a grandi velocità, ed avranno una durata della vita molto più lunga della nostra.*

*Questa è la predizione di un'era di pace.*"<sup>7</sup> I reattori di potenza e di ricerca realizzati si contano invece nell'ordine delle centinaia (v. Tabella 1), un ordine di grandezza in meno rispetto a quanto si prevedeva (o si voleva far credere): è un aspetto importante, perché la convinzione che esprimerò in queste note è che anche la massiccia campagna attuale finirà così. Per anticipare le conclusioni, credo che una ripresa, anche consistente, del nucleare a livello mondiale forse sarà attuata - sia per l'entità degli investimenti effettuati e dei programmi intrapresi, sia per una forma di acquiescenza dell'opinione pubblica - ma non credo che essa avrà le dimensioni di cui oggi si parla.

La grande differenza che vedo tra la fase passata e quella che dovrebbe aprirsi ora è che i megaprogetti futuri propongono un rilancio immediato,

giustificato come "ponte" necessario verso un nucleare "sostenibile", che dovrà basarsi su reattori di nuova generazione *che ancora non esistono*, anche se vari prototipi sono in fase di studio: una sorta di assegno in bianco, sulla fiducia, ad una lobby che non mi sembra l'abbia meritata nel passato.

La situazione in breve è questa. L'inadeguatezza della generazione di reattori nucleari precedenti è riconosciuta da tutti (e se non bastasse, sancita dall'industria energetica *privata* statunitense, che per un quarto di secolo non ha più ordinato un nuovo reattore!), e la conseguente necessità di realizzare reattori di concezione nuova.

### Tabella 1.

#### Reattori nucleari in funzione nel mondo, agosto 2005

(A.Clerici, ABB Italia, *Il nucleare nel mondo la situazione e le tendenze*)

In funzione:	435					
In costruzione:	22					
Ordinati o pianificati:	37					
Proposti:	74					
COUNTRY	Reactors in operation		Reactors under Construction		Nuclear electricity Supplied in 2004	
	Noof Units	Total MW(e)	Noof Units	Total MW(e)	TWh	% ofTotal
ARGENTINA	2	935	1	692	7,3	8,2
ARMENIA	1	376			2,2	38,8
BELGIUM	7	5801			44,9	55,1
BRAZIL	2	1901			11,5	3,0
BULGARIA	4	2722			15,6	41,6
CANADA	17	12113			85,3	15,0
CHINA	9	6602	2	2000	47,8	2,2
CZECH REPUBLIC	6	3528			24,8	31,9
FINLAND	4	2676	1	1600	21,8	26,6
FRANCE	59	63363			426,8	78,1
GERMANY	17	20339			158,4	31,8
HUNGARY	4	1755			11,2	33,8
INDIA	15	3040	8	3602	15,0	2,8
IRAN, ISLAMIC REPUBLIC OF			1	915		
JAPAN	55	46772	2	1933	273,8	29,3
KOREA, REPUBLIC OF	20	16810			124,0	38,0
LITHUANIA	1	1185			13,9	72,1
MEXICO	2	1310			10,6	5,2
NETHERLANDS	1	449			3,6	3,8
PAKISTAN	2	425			1,9	2,4
ROMANIA	1	655	1	655	5,1	10,1
RUSSIAN FEDERATION	31	21743	4	3775	133,0	15,6
SLOVAKIA	6	2442			15,6	55,2
SLOVENIA	1	656			5,2	38,9
SOUTH AFRICA	2	1800			14,3	6,6
SPAIN	9	7585			60,9	22,9
SWEDEN	10	8869			75,0	51,8
SWITZERLAND	5	3220			25,4	40,0
UKRAINE	15	13107	2	1900	81,8	51,1
UNITED KINGDOM	23	11852			73,7	19,4
UNITED STATES OF AMERICA	104	99210			788,6	20,0
TOTAL	435	363241	22	17072	2579,0	16,1

Europa Occidentale: 135 reattori, 124.154 MWe

Paesi dell'Europa dell'Est: 69 reattori, 47.793 MWe

Ma questi reattori - detti di IV<sup>a</sup> Generazione — per l'appunto **ancor non esistono**, e se ne prevede la realizzazione e la commercializzazione non prima del 2030-2040. Allora per un rilancio immediato del nucleare tutte le industrie hanno messo a punto reattori, detti di E<sup>a</sup> Generazione, che sono modifiche evolutive — con indubbi miglioramenti anche sostanziali — di quei reattori di E<sup>a</sup> Generazione che avevano tanti difetti, e che, data l'urgenza posta dalla crisi climatica ed energetica attuale, dovrebbero intanto venire costruiti massicciamente in tutto il mondo nei prossimi 20 anni (si vagheggia di 100 nuovi reattori costruiti in Europa da qui al 2030!). Per vendere la pelle dell'orso prima di averlo preso la lobby nucleare mette in campo le doti dei più consumati piazzisti, proponendo un mirabolante programma complessivo: la massiccia ripresa attuale aprirà la strada alla luminosa era del nucleare "sostenibile", basato su cicli nucleari non proliferanti, possibilità di "bruciare" nei nuovi reattori i materiali fissili esistenti, riduzione drastica dei residui nucleari prodotti, disattivazione delle scorie più pericolose e, *last but not least*, produzione di idrogeno. Ancor prima di entrare nel merito, è doveroso osservare che **non è serio promuovere un grandioso programma di rilancio fondato su una scommessa col diavolo, cioè confidando interamente su tecnologie nuove, non collaudate, che si stanno esplorando e non saranno disponibili prima di 30 anni: tecnologie notoriamente complesse, che possono presentare sorprese e difficoltà assolutamente imprevedute, o non risultare alla fine praticabili o convenienti**. Quante "sorprese" ha presentato la tecnologia nucleare dalla sua nascita? Quanti problemi di gravità inaudita ha creato, pressoché impossibili da risolvere? Da questi, infatti, partiremo in questa analisi, perché la memoria storica dovrebbe essere la migliore garanzia per orientare le scelte future.

Per far tornare i conti di questo ambiziosissimo programma vi è anche una notevole dose di spregiudicatezza, si fa spesso il gioco delle tre carte, a seconda del contesto, contando come positivi o negativi vari aspetti, mettendoli in conto o ignorandoli. Ad esempio, i

reattori nucleari dell'Europa dell'Est sono quelli additati sempre come i più pericolosi e inaffidabili [*"del tutto inaccettabili per gli standard di sicurezza occidentali"*<sup>8</sup>], da chiudere subito, ma quando si parla della sostituzione dei vecchi reattori, o di allungare ancora per qualche decennio la vita operativa dei reattori esistenti, o si fanno i conti della potenza installata necessaria nei prossimi 20 anni, non si va più tanto per il sottile e i distinguo sembrano scomparire (o almeno non vengono più menzionati). Ma il discorso vale anche per i reattori occidentali di IP Generazione in funzione: dopo Harrisburgh e Chernobyl veniva detto *"Mai più questi reattori"*,<sup>9</sup> mentre ora sembra che se ne magnifichino le caratteristiche, per allungarne appunto la vita operativa, e si osserva che *"Mentre nel 1990 gli impianti nucleari avevano in media un fattore di carico (rapporto tra l'energia prodotta in un anno e quella che avrebbe prodotto funzionando sempre a piena potenza) del 71%, mentre nel 2003 tale rapporto è arrivato all'81%. Inoltre ... per un gran numero di reattori è stato autorizzato un aumento di potenza nominale spesso superiore al 10%, e in alcuni casi superiore al 20%"*<sup>10</sup> (ecco uno dei punti in cui si dimenticano completamente le centrali dell'Est: anzi, dopo pochi capoversi l'articolo "vanta", nella classifica dei paesi all'avanguardia nell'utilizzazione dell'energia nucleare, la Lituania che con 1 reattore produce il 72 % dell'energia elettrica, la Slovacchia con 6 reattori il 55 %, l'Ucraina con 15 reattori il 51 %, e ... Chernobyl è cancellata! Su questo ritorneremo).

Il gioco delle tre carte ricompare anche in un aspetto molto rilevante che emerge in particolare dall'analisi circostanziata dello studio dell'UCS.<sup>11</sup>

**Vi è una contraddizione, che sembra difficilmente superabile, tra gli standard di sicurezza (sia interni, sia rispetto ad eventuali attacchi terroristici) che si renderebbero necessari, e l'esigenza opposta di contenere i costi!**

Questo la dice lunga sulle trionfalistiche, quanto frettolose, pretese dei filo nucleari dell'assoluta convenienza della scelta nucleare. È una storia che ha percorso tutte le polemiche sul nucleare nei decenni passati, ma che oggi richiederebbe un po' più di serietà, e soprattutto di discutere a carte scoperte con i cittadini.

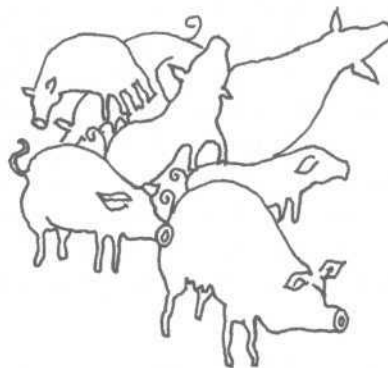
Naturalmente, su questo aspetto se ne intrecciano molti altri. Al di là di qualsiasi considerazione, qualunque persona ragionevole capisce che **una maggiore diffusione del nucleare aumenta i rischi di incidenti, proliferazione, o attacchi terroristici, e dovrebbe quindi basarsi su standard di sicurezza molto più alti di quelli dei reattori attuali: ma sembra lecito dubitare che sia così.** Quando si parla di sicurezza ed incidenti i filo nucleari ci sciorinano sempre i confronti con i rischi di altri impianti: ma questi confronti sono spesso destituiti di fondamento se si tiene conto *dell'assoluta specificità e gravità di un incidente nucleare grave e delle sue conseguenze* (senza con questo volere, ovviamente, sminuire la gravità di un incidente come quello di Bophal, per non parlare di quello *provocato dal premeditato* bombardamento degli impianti chimici nella ex-Yugoslavia: ma, come dichiara il documento dell'UCS, qui vogliamo concentrarci sul nucleare civile).

Cercherò ora di chiarire questi aspetti, entrando nel merito. Proprio le ultime considerazioni mi hanno suggerito l'opportunità di partire da alcune premesse generali, che ritengo necessarie per poter valutare i programmi attuali: alcune delle considerazioni della **Parte I** che segue possono apparire lunghe, ma sono quelle che l'opinione pubblica maggiormente ignora, mentre viene abbindolata con la drammatizzazione del solo problema della CO2, ma tenuta all'oscuro degli avvelenamenti quotidiani ai quali è stata ed è sottoposta (non solo dal nucleare, purtroppo). Non possiamo accettare che i filo nucleari ci ripropongano oggi candidamente i programmi nucleari, come

angioletti che nulla hanno a che fare con i disastri pregressi! Chi fosse interessato solo alle considerazioni sui nuovi programmi nucleari può passare direttamente alla **Parte II**. Ma è opportuna ancora una premessa generale.

#### **UNA PROPOSTA IRRESPONSABILE DI CRESCITA DEI CONSUMI**

Una caratteristica accomuna i programmi nucleari dei decenni passati con le proposte attuali: *la promessa di energia elettrica a basso costo*. Ricordo bene che la questione dei costi del



nucleare è sempre stata, fin dagli anni '70, come la trippa, che ognuno tira un po' come vuole: e credo che tanto meno ci sarà modo di chiarirla ora.

Ma prima di portare alcuni elementi a questo proposito, voglio dire con molta chiarezza che *la critica più radicale che, prima di ogni altra, muovo personalmente ai programmi di rilancio del nucleare - e che ritengo senza mezzi termini irresponsabile e criminale - è di alimentare ancora l'illusione che sia possibile continuare a consumare energia e risorse e a crescere impunemente, tanto ci penserà il nucleare, quando è ormai chiaro che il Pianeta non sarà in grado di reggere ritmi di crescita e di consumi di questo genere, anche se riuscissimo ad arrestare tutte le emissioni di CO<sub>2</sub>*. mi sembra appunto irresponsabile che la lobby nucleare, ammantandosi di motivazioni "ambientaliste", assecondi surrettiziamente i più bassi istinti della gente, pretendendo di garantirli

in nome della propria autorità. Basta vedere il modo in cui viene liquidato il risparmio energetico: "palliativo transitorio verso soluzioni più sostenibili a lungo termine".<sup>12</sup>

Il messaggio non potrebbe essere più chiaro: **potete continuare a consumare e sprecare energia.**

L'articolo di Mathis e Monti specifica esplicitamente: "La via più efficace per ridurre le emissioni di gas che provocano l'effetto serra, mantenendo lo sviluppo economico".<sup>13</sup>

Ovviamente, anche le fonti rinnovabili vengono liquidate, o retrocesse a ruolo sussidiario rispetto al nucleare: ma questo fa parte del gioco. Del resto, noi diciamo che le fonti rinnovabili devono assolutamente venire sviluppate, anche consapevoli di problemi paesaggistici e ambientali che comportano, ma che senza una drastica riduzione dei consumi ed un radicale cambiamento dei modelli di consumo e di vita non c'è futuro (dove "radica-

le cambiamento" non significa affatto "peggioramento", visto il livello di degrado a cui stanno arrivando i livelli e la qualità della vita, ma può essere invece una grande opportunità storica per ritrovare un rapporto sano con la natura, ammesso che non sia troppo tardi).

In tutta l'analisi che segue vi è un altro punto, collegato al precedente, che risulta cruciale: per mezzo del nucleare si produce solo energia elettrica, che a livello mondiale rappresenta meno di un quinto dei consumi energetici totali (e il nucleare, di conseguenza, appena il 2,5 %!).

È vero che i programmi che vengono proposti con i reattori di nuova generazione pretendono di applicarli nel futuro (in realtà lontano) ad altre funzioni, come la produzione di idrogeno o la dissalazione dell'acqua in regioni desertiche.

Ma tutto è da dimostrare. Dovremo ritornare su questi aspetti molto importanti, anche in relazione alla pretesa diminuzione delle emissioni di CO2 in atmosfera.

#### NOTE

1. Agostino Mathis e Stefano Monti, "Energia nucleare: l'opzione del futuro", *La Termotecnica*, Parte prima, marzo 2006, pp. 36-43; Parte seconda, aprile 2006, pp. 58-66. Nel seguito citato come: Mathis, Monti.

2. European Commission, Community research, The Sustainable Nuclear Energy technology Platform, A vision report, 2007, <http://ec.europa.eu/research/energy>, nel seguito citato come: *The Sustainable...* (da sottolineare la *Legai notice*: I punti di vista espressi in questa pubblicazione sono di responsabilità del solo autore e non riflettono necessariamente i punti di vista della Commissione Europea).

3. Lisbeth Gronlund, David Lochbaum e Edwin Lyman, Nuclear Power in a Warming World: Assessing the Risks, Addressing the Challenges, Union of Concerned Scientists (UCS), Dicembre 2007, <http://www.ucsusa.org/globalwarming/solutions/nuclearandclimate.html>. Nel seguito citato come: UCS, *Nuclear Power in a Warming World*.

4. Significativa l'uscita della rivista notoriamente filo-nucleare *Le Scienze* di gennaio 2008, E. Perugini, "Caorso, mon amour" (pp. 86-91), che non si spinge certo (*epourcausel*) a proporre una ripresa dei programmi nucleari sul suolo nazionale, ma rivendica, un po' pateticamente, le italiane capacità tecniche e scientifiche, la ripresa di progetti e di stanziamento di fondi per la ricerca nucleare (ma la ricerca in

Italia non è agonizzante?), un "super dipartimento per l'energia", ed altre meraviglie.

5. M. Freeman, [http://www.larouchepub.com/eiw/public/2006/2006\\_20-29/2006-29/pdf/55-57\\_629\\_econuke.pdf#search=%22Marsha%20Freeman%20Industry%20ready%20build%20nuclear%20plants%22](http://www.larouchepub.com/eiw/public/2006/2006_20-29/2006-29/pdf/55-57_629_econuke.pdf#search=%22Marsha%20Freeman%20Industry%20ready%20build%20nuclear%20plants%22); [http://www.larouchepub.com/other/2006/3313russ\\_nuke\\_plans.html](http://www.larouchepub.com/other/2006/3313russ_nuke_plans.html).

6. Per una serie di argomenti rimando ad un Dossier, Radioattivi al Nucleare, pubblicato sul numero di dicembre 2006 sulla rivista *Mosaico di Pace*, con contributi di Giorgio Ferrari, Giorgio Nebbia, Gianni Tamino, e del sottoscritto.

7. Riportato in P. R. Lavoy, "The enduring effects of Atoms for Peace", *Arms Control Today*, dicembre 2003.

8. Mathis, Monti, cit, p. 37.

9. Significativa è rimasta a mio avviso l'intervista di Vittorio Zucconi a Richard K. Lester (ingegnere del *Massachusetts Institute of Technology*) ai tempi di Chernobyl, "È finita per sempre l'epoca di queste centrali", in *Duemila Fisica*, supplemento al n. 285 de *La Repubblica*, 3 dicembre 1986, p. 70.

10. Mathis, Monti, cit, p. 38.

11. UCS, *Nuclear Power in a Warming World*, cit.

12. Ivi, p. 37.

13. Mathis, Monti, cit., p. 36.

# Parte I

## Presupposti e contesto generale

di Angelo BARACCA\*

### DIMENTICARE CHERNOBYL (E OVVIAMENTE HARRISBURG)

Vi è ovviamente un altro presupposto necessario per sferrare l'offensiva attuale: **mettere in soffitta Chernobyl.**

Il ventennale di quel tragico, epocale, disastro è stata l'occasione per questa operazione di minimizzazione e rimozione. Analisi di autorevoli agenzie<sup>14</sup> hanno cercato di accreditare una verità difficilmente credibile, secondo cui l'incidente più grave dell'era nucleare - "il reattore bruciò per 10 giorni, liberando 400 volte la radioattività rilasciata dalla bomba di Hiroshima"<sup>15</sup> - dopo avere contaminato quasi tutta l'Europa (e forse non solo), provocherà poche migliaia di tumori, difficilmente distinguibili dagli effetti del fondo naturale di radioattività! Molto più prudenti e critiche sono state autorevoli riviste scientifiche.<sup>16</sup> Il picco per certi tumori può verificarsi dopo 20 anni, o anche 40; si registrano aumenti "di tutti i tipi di malattie" (tra cui anche disturbi psicologici e mentali). Risultano cruciali le controverse valutazioni degli effetti delle piccole dosi: un rapporto commissionato dai Verdi al Parlamento Europeo valuta che la radiazione da Chernobyl potrebbe causare tra 30.000 e 60.000 decessi.<sup>17</sup>

Più radicale il rapporto di Greenpeace<sup>16</sup>: "nelle sole Bielorussia, Russia ed Ucraina si stima che l'incidente abbia provocato 200.000 morti addizionali tra il 1990 e il 2004. [...] Le lacune sostanziali nei dati disponibili, combinate con profondi disaccordi tra le stime sull'incidenza e l'eccesso di certi tumori ed altre malattie, impediscono di trarre qualsiasi valutazio-

ne unica, solida e verificabile delle conseguenze sanitarie umane complessive, lasciando questioni fondamentali senza risposta."

Naturalmente degli incidenti precedenti nemmeno si parla più. Secondo la versione "ufficiale" la gravità dell'"incidente" di Three Mile Island del 1979 viene liquidata affermando che non ha avuto conseguenze sulla salute della popolazione. Ma le ricerche sulle conseguenze dell'incidente sono state poche, discontinue, e limitate all'area più prossima alla centrale, per cui non è possibile dire se V'incidente" abbia o non abbia causato vittime.

Le conclusioni sono controverse, ma gli aumenti dei numeri di morti infantili, tumori ed altre malattie sembrano inequivocabili.<sup>19</sup>

Del resto poco si parla dei ripetuti incidenti nel paese secondo al mondo come programmi nucleari, il Giappone (v. Tabella 2): dimenticato il gravissimo incidente di TokaiMura<sup>20</sup> del 1999, pochissimo si è saputo anche di quello del 2007 dovuto a un terremoto.

Nel 2002 in un reattore dell'Ohio "l'industria nucleare statunitense ha sfiorato più da vicino un disastro dall'incidente di Three Mile Island del 1979"<sup>21</sup>: poiché incidenti di questa gravità fanno al più una rapida apparizione nella cronaca per scomparire il giorno dopo, riporto in nota informazioni più dettagliate e rimandi, per la rilevanza di questi aspetti per tutto il problema che stiamo analizzando.<sup>22</sup>

Vale la pena ricordare ancora almeno l'incidente, scarsamente menzionato, nell'impianto di ritrattamento britannico

\* Docente presso il Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Firenze (baracca@fi.infn.it).



di Sellafield, dove nel 2004 si verificò una fuga della soluzione acida del combustibile irraggiato, che venne rivelata solo dopo 8 mesi, quando erano già usciti 83 mila litri di soluzione contenenti 160 kg di plutonio!<sup>23</sup>

Nel 2006 nove galloni di uranio altamente arricchito sono usciti da un impianto di ritrattamento in Tennessee (USA), formando una pozza vicino alla tomba dell'ascensore: se fossero entrati nel pozzo avrebbero potuto raggiungere la massa critica, innescando una

reazione a catena che avrebbe ucciso o ustionato i lavoratori vicini.<sup>24</sup>

Il rapporto della *Nuclear Regulatory Commission* è stato nascosto al pubblico.

Ma questi casi non sono isolati.

Ma piuttosto che ritornare su queste meschinerie, i vessilliferi del nuovo nucleare ci rassicurano, dall'alto della loro scienza, sull'assoluta sicurezza dei nuovi reattori: ... come se già esistessero e fossero sperimentati! (Come è necessario per qualsiasi tecnologia innovativa).

## Tabella 2.

### •L'impressionante serie di incidenti agli impianti nucleari giapponesi

•**8 dicembre 1995.** Il reattore veloce di Monju viene chiuso dopo un grave incidente.

•**11 marzo 1997.** Esplosione e incendio all'impianto di ritrattamento di Tokaimura, rilascio di radiazioni, 37 lavoratori esposti. I gestori dell'impianto ammettono di avere atteso 5 ore prima di informare le autorità.

•**30 settembre 1999.** Il più grave incidente in Giappone, ancora nell'impianto di ritrattamento di Tokaimura: nella preparazione di combustibile nucleare per il reattore veloce sperimentale IOYO, versando in un recipiente inadatto nitrato di uranile arricchito al 18,8 %, viene superata la massa critica, si innesca una reazione a catena, fortunatamente arrestata prima di un'esplosione, ma prodotti di fissione si diffondono nell'ambiente. Tre lavoratori gravemente contaminati, due deceduti, altri 119 esposti a radiazioni (dosi superiori a 1 mSv \*); decine di residenti ospedalizzati e decine di migliaia costretti a rimanere in casa per 24 ore.

•**Settembre 2002.** la più grande centrale giapponese, TEPCO, costretta a spegnere i reattori per 17 ore per timori sulla sicurezza, dopo avere ammesso la falsificazione di dati sulla sicurezza.

•**9 agosto 2004.** La fuoriuscita di acqua bollente e vapore per la rottura di una conduttura nel reattore-3 della centrale di Mihama uccide cinque lavoratori.

•**16 luglio 2007.** Il più grande impianto nucleare del mondo viene chiuso per i danni causati da un terremoto di magnitudine 6,8.

Un dirigente del *Citizens' Nuclear Information Centre* di Tokyo, Satoshi Fujino, dichiara che gli incidenti hanno una doppia causa, inadeguatezza della normativa governativa, e la cultura del *management* dell'industria di nascondere gli errori: negligenza nei controlli di sicurezza preventiva e delle ispezioni. *"Il segreto sembra essere una caratteristica dell'industria nucleare, specialmente in Giappone ... l'informazione viene occultata facilmente, perché il sistema sociale sostiene questo tipo di cultura"* (Sarah Buckley, *"Japan's shaky nuclear record"*, *BBC New Online*, 24/03/2006 (<http://news.bbc.co.Uk/2/hi/asia-pacific/3548192.stm>)).

# Il *Sievert* (Sv) è l'unità di misura della *dose efficace* di radiazione assorbita, che tiene conto del diverso *fattore di qualità* delle varie radiazioni ionizzanti, e del diverso *fattore peso* dei vari tessuti: le norme di radioprotezione stabiliscono in 5 mSv (millesimi di Sv) la *dose massima annua* consentita per la popolazione, 50 mSv per i lavoratori professionalmente esposti.

### Impianti nucleari giapponesi ordinati e cancellati:

- Impianto di Hhóku, Yamaguchi - cancellato nel 1994
- Impianto di Kushima, Miyazaki - cancellato nel 1997
- Impianto di Ashihama, Mie - cancellato nel 2000
- Impianto di Suzu, Ishikawa - cancellato nel 2003
- Impianto di Maki, Niigata (Kambara) - cancellato nel 2003



## I PROGRAMMI "CIVILI" SONO SUBALTERNI A QUELLI MILITARI

Vi è poi un aspetto fondamentale per valutare correttamente i nuovi progetti: **i programmi nucleari "civili" sono sempre stati subalterni ai programmi militari.** Basti pensare che in questi 60 anni sono state costruite nel mondo poche centinaia di reattori "civili" (cfr. Tabella 1), a fronte di un numero *maggiore* di reattori militari e per la propulsione dei sommergibili, e di circa 130.000 bombe! Ma il costo dei programmi militari è in realtà enormemente più grande, poiché richiedono un sistema integrato di enorme complessità e altissima tecnologia: lanciatori, sommergibili nucleari, sistemi satellitari di allarme, di allerta e di controllo e comando, addestramento del personale, manutenzione e verifica delle testate, ecc. Inoltre, la dipendenza del nucleare "civile" da quello militare non è solo una questione di numeri, ancor più significativo è che le industrie che producono i componenti delle centrali nucleari sono anche le produttrici delle componenti delle bombe nucleari: è l'aspetto sostanziale del *Complesso militare industriale* che derivò proprio dal grande investimento bellico e dal Progetto Manhattan. Senza questa connessione lautamente finanziata, l'industria energetica nucleare sul mercato non avrebbe retto: le due principali produttrici di impianti nucleari, General Electric e Westinghouse, negli anni '80 coprivano rispettivamente il quarto e il quindicesimo posto come fornitrici di contratti per la difesa USA.

La Francia - portata sempre ad esempio per la sua radicale scelta nucleare civile — è una realtà del tutto eccezionale e non ripetibile per molti motivi, ma in primo luogo perché lo Stato ha gestito il massiccio programma elettronucleare ed energetico nel contesto, e in funzione della costruzione di uno degli arsenali di armamenti nucleari più moderno ed efficiente del mondo: vi ritornerò in dettaglio.

Il problema dei rischi di proliferazione legati allo sviluppo di programmi nucleari civili non può assolutamente essere lasciato in secondo piano, come fa oggi la

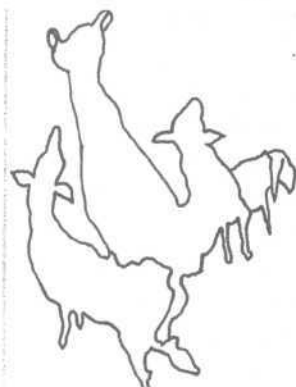
lobby nucleare, poiché è sempre stato il cavallo di Troia con cui è passata la realizzazione di armi nucleari. I vessilliferi del nucleare ci assicurano sui futuri (!) cicli nucleari non proliferanti: come vedremo, questo è molto opinabile; e intanto tutti i reattori che ci propongono di realizzare, in gran numero, da qui al 2040 si basano sul ciclo nucleare tradizionale, e sono quindi destinati ad alimentare i rischi di proliferazione nucleare militare, oltre a tutti i problemi legati al nucleare.

## AVVELENAMENTO PREMEDITATO, COMUNQUE CRIMINALE

Alla luce di queste ultime considerazioni sembra necessario aggiungere che non solo gli incidenti e i disastri nucleari vengono rimossi, ma tutta intera la gravissima responsabilità del nucleare nell'arco degli ultimi 60 anni. L'analisi che segue è dichiaratamente di parte, poiché non intendo (né sarei in grado di) fornire un quadro generale imparziale: il rilievo che darò ai punti di vista e agli studi alternativi è dovuta al fatto che il punto di vista ufficiale e rassicurante li trascura o li sottovaluta sistematicamente, per cui essi sono meno noti e più difficilmente reperibili. La tecnologia nucleare, in tutte le sue forme, ha infatti provocato un drammatico inquinamento radioattivo dell'atmosfera terrestre, con conseguenze gravissime sulla salute e sull'ambiente. Fino al 1963 furono eseguiti ben 530 test nucleari nell'atmosfera,<sup>25</sup> molti nel deserto del Nevada; Francia e Cina li hanno proseguiti ben oltre (193 test francesi a Moruroa e Fangataufa dal 1966 al 1974, con gli ultimi nel 1996), con drammatiche conseguenze sulla salute delle popolazioni locali, fino all'Australia e alla Nuova Zelanda, e dei veterani francesi e britannici. Si tenga conto che nelle testate nucleari più perfezionate, odierne, la percentuale di uranio o di plutonio che fissiona non arriva al 40 %, a causa della disintegrazione della testata che estingue la reazione a catena: l'uranio o il plutonio rimanenti, alle temperature di milioni di gradi dell'esplosione, si diffondono nell'atmosfera sotto forma

di nanoparticelle. I disastri ad impianti e centri nucleari in Unione Sovietica sono stati apocalittici, e non completamente documentati.<sup>26</sup>

Nel 2002 il Governo USA ha ammesso che tutti i residenti fino al 1963 sono stati esposti al fallout radioattivo di questi test. È documentata la concentrazione dello Stronzio-90 radioattivo nei denti e nelle ossa dei bambini<sup>27</sup>: dopo il 1963 i livelli di Stronzio-90 diminuirono, ma non scomparvero, per i rilasci dei test cinesi e francesi in atmosfera, dei test sotterranei statuni-



tensi e sovietici, nonché del numero crescente di reattori nucleari attivi.<sup>28</sup>

Gli effetti ritardati appaiono oggi; la popolazione statunitense soffre di un'epidemia di malattie legate alle radiazioni<sup>29</sup>: mortalità infantile, sottopeso alla nascita, cancro, leucemie, disturbi cardiaci, autismo, diabete, Parkinson, asma, sindrome da affaticamento cronico, ipotiroidismo in neonati, obesità, danni al sistema immunitario; un bambino su 12 negli Stati Uniti è considerato disabile.<sup>30</sup>

Le autorità sono sempre state consapevoli degli effetti della radioattività sulla popolazione, ma li hanno taciuti e coperti<sup>31</sup> con il pretesto della "sicurezza nazionale": in molti paesi questi effetti sono stati sperimentati su "cavie umane" ignare.<sup>32</sup> Ma la verità ufficiale - avallata dalla "autorità", tutt'altro che neutrale, della comunità scientifica - fa acqua da tutte le parti! Sternglass valuta che negli USA l'esposizione alle radiazioni ionizzanti abbia causato tra il 1945 e il 1996 un milione di decessi infantili.<sup>33</sup>

Rosalie Berteli, con una critica dei criteri ufficiali dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA) e della Commissione Internazionale sulla Radioprotezione (ICRP), conclude che: "Fino ad 1 miliardo e 300 milioni di persone sono state uccise, mutilate o ammalate dall'energia nucleare dalla sua nascita".<sup>34</sup>

Anche supponendo che tale conclusione sia eccessiva, la Commissione del Parlamento Europeo sul Rischio Radiologico nel 2003 ha contestato gli studi condotti dal Governo USA sulle conseguenze delle bombe su Hiroshima e Nagasaki, denunciando *manipolazioni dei dati e sottostime fino ad un fattore mille*, e conclude che "l'attuale epidemia di cancro è una conseguenza dell'esposizione al fallout atmosferico globale dei test del periodo 1959-1963", predicendo "61.600.000 decessi di cancro, 1.600.000 morti infantili e 1.900.000 morti fetali, [oltre a] una perdita del 10 % della qualità della vita integrata su tutte le malattie e le condizioni di coloro che furono esposti nel periodo alla ricaduta dei test"<sup>35</sup>. E l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) calcola che tale epidemia globale di cancro potrebbe aumentare del 50% di qui al 2020.<sup>36</sup>

A tutto ciò si aggiungono, *last but not least*, le conseguenze dell'uso abnorme, criminale, dei proiettili ad uranio depleto (DU, il cosiddetto uranio impoverito), che costituisce, non dimentichiamolo, la "coda" del ciclo del combustibile nucleare: mentre si paventa la realizzazione e l'uso di una *dirty bomb* (bomba sporca) radioattiva da parte di presunti terroristi, i proiettili ad uranio depleto costituiscono a tutti gli effetti una di queste armi, usata dagli USA e dai suoi alleati su larga scala, tale da configurare una vera guerra radiologica. Giacché siamo entrati nel tema delle guerre attuali, vale la pena di sottolineare, ancora, la contraddizione tra la strumentalizzazione del *pericolo di attentati terroristici* e la progettata proliferazione di centrali nucleari: sembra evidente la perfetta sintonia con il processo di militarizzazione della società civile e di svuotamento dei principi democratici. A tale proposito vale la pena soffermarsi

a titolo di esempio sulla centrale nucleare di Diablo Canyon, negli USA, sulla quale avremo occasione di ritornare per altri aspetti. Nel 2006 le *Mothers for Peace* (MFP) di San Luis Obispo avevano vinto un giudizio alla Corte Federale che obbligava la NRC [*Nuclear Regulatory Commission*] a studiare gli effetti di un attacco terroristico, come richiesto dal *National Environmental Policy Act*. La NRC ha confermato un Verdetto di Nessun Impatto Significativo [*Finding of No*

*Significant Impact*) di un attacco terroristico alla centrale.

Le MFP asseriscono che la conclusione della NRC contraddice la significativa evidenza fattuale che l'impatto di un attacco in realtà sarebbe grave.

"*Il Giudizio Ambientale* (Environmental Assessment) della NRC è scritto così male che è impossibile decidere se e come la NRC ha considerato l'evidenza e ha raggiunto la conclusione opposta".<sup>37</sup> (Sui rischi di attentati terroristici ritornerò).

#### NOTE

14. OMS e IAEA: *Chemobyl Forum Report: Chernobyl's Legacy, Health, Environmental and Socio-Economic Impacts* (<http://www-pub.IAEA.org/MTCD/publications/PubDetails.asp?publd=7382>;

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs303/en/print.html>;  
<http://www.IAEA.org/Publications/Booklets/Chemobyl/chemobyl.pdf>).

15. R. Stone, "*Return to the inferno: Chernobyl after 20 years*", *Science*, Voi. 312, 14 Aprile 2006, p.180-82 ([www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)). Anche se bisogna evitare facilonerie e approssimazioni, sottolineando la differenza di fondo tra Hiroshima e Chernobyl: "*La bomba atomica produsse in gran parte esposizione a tutto il corpo [esterna] da raggi gamma e neutroni, esponendo uniformemente tutti i tessuti. L'esposizione di Chernobyl fu, a parte per coloro che lavoravano vicino al reattore, in gran parte interna, da isotopi radioattivi nel fallout, cosicché i diversi tessuti hanno ricevuto dosi differenti*" (D. Williams e K. Baverstock, "*Too soon for a final diagnosis*", *Nature*, Voi. 440, 20 Aprile 2006, pp. 993-4). È molto importante osservare che gli effetti biologici dei diversi tipi di radiazioni sono completamente diversi in caso di *esposizione esterna* o *interna*, cioè quando i radionuclidi vengono assunti dall'organismo o inalati: nel secondo caso, le radiazioni meno dannose per esposizione esterna, perché assorbite dagli strati cutanei (come le particelle alfa), possono risultare le più dannose, perché colpiscono direttamente tessuti e organi vitali.

16. Gli articoli di *Nature* e *Science* citati nella nota precedente, e M. Peplow, "Counting the dead", *Nature*, cit, pp. 982-3.

17.1. Fairlie e D. Sumner, *TORCH: The other report on Chernobyl* ([http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/118/118499.the\\_other\\_report\\_on\\_chernobyl\\_torch@en.pdf](http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/118/118499.the_other_report_on_chernobyl_torch@en.pdf)).

Low Level Radiation Campaign, *Another Redundant Armchair Critique (ANORAC)*

(<http://www.llrc.org/health/subtopic/fairliechernobyl.htm>).

18. Greenpeace, *The Chernobyl catastrophe, consequences on human health*, Aprile 2006

(<http://www.greenpeace.org/international/press/reports/chernobylhealthreport>).

19. J. Mangano, "Three Mile Island: health study meltdown", *Rulletin of the Atomic Scientists*, Voi. 60, n. 05, September/October 2004, pp. 30-35; M. C. Hatch et al., "*Cancer Near the Three Mile Island Nuclear Plant*", *American Journal of Epidemiology*, voi. 132, no. 3, pp. 397-412 (1990); e "*Cancer Rates After the Three Mile Island Nuclear Accident and Proximity of Residence to the Plant*", *American Journal of Public Health*, voi. 81, no. 6, pp. 719-24 (1991). S. Wing et al., "*A Re-Evaluation of Cancer Incidence Near the Three Mile Island Nuclear Plant*", *Environmental Health Perspectives*, voi. 105, no. 1, pp. 52-57 (1997).

M. Susser, "*Consequences of the 1979 Three Mile Island Accident Continued: Further Comments*", *Environmental Health Perspectives*, voi. 105, no. 6, pp. 566-67 (1997). E. O. Talbot et al., "*Mortality Among the Residents of the Three Mile Accident Area: 1979-1992*", *Environmental Health Perspectives*, voi. 108, no. 6, pp. 545-52 (2000); e "*Long-Term Follow-up of the Residents of the Three Mile Island Accident*", *Environmental Health Perspectives*, voi. 111, no. 3, pp. 341-48 (2003).

20. Si veda in italiano C. Lanzieri, "*Ad un anno dall'incidente di Tokaimura*", [http://guide.dada.net/fisica\\_applicata/interventi/2000/11/16173.shtml](http://guide.dada.net/fisica_applicata/interventi/2000/11/16173.shtml); Barbara Goss Levi, "What happened at Tokaimura?", *Physics Today on the Web*, <http://www.aip.org/pt/dec99/toka2.htm>; Jean Kumagai, "In The Wake of Tokaimura, Japan Rethinks its Nuclear Picture", *Physics Today on the Web*, <http://www.aip.org/pt/dec99/tokal.htm>.

21. Vietar Gilinsky (consulente sui problemi energetici, già commissario della NRC dal 1975 al 1984), *Washington Post*, 28

aprile 2002, p. BOI: <http://www.washingtonpost.com/ac2/wp-dyn?pagename=article&node=&contentId=A57994-2002Apr27&notFound=true>.

22. Il 6 marzo 2002 i lavoratori scoprirono un'apertura della lunghezza di un piede aperta per corrosione nel *vessel* del reattore dall'acqua borata: la camicia conteneva 80.000 galloni (circa 3.000 m<sup>3</sup>) di acqua radioattiva ad alta pressione. Nell'aprile 2005 la NRC infliggeva una multa di 5,4 milioni di dollari alla *First Energy*, proprietaria dell'impianto, per non avere scoperto più prontamente il problema (problemi simili erano già noti), e proponeva di escludere la *System Engineer Andrew Siemaszko* dai lavori nell'industria per 5 anni, per avere falsificato i registri del *vessel* del reattore. La camicia di acciaio aveva cominciato a gonfiarsi pericolosamente: se fosse scoppiata, avrebbe scaricato l'acqua di raffreddamento vitale per la sicurezza e minacciato anche il sistema di arresto di emergenza del reattore. "Se questo fosse accaduto in Russia, avremmo detto che non potrebbe mai accadere qui. Altrettanto inquietante è il responso appena percepibile [*barely audible*] della NRC [*Nuclear Regulatory Commission*]" (Victor Gilinsky, cit.). Comunque, il rapporto della NRC "rivela che una rete di disinformazione, scarsa vigilanza e negligenza dell'operatore fece sì che un problema prevenibile diventasse un serio rischio per la sicurezza" (<http://www.mindfully.org/Nucs/2002/NRC-Blame-Ohio10oct02.htm>). Come non bastasse, il 20 agosto 2003 uno *Slammer worm* (una nuova minaccia informatica nell'interrete mondiale Internet - conosciuto anche come DDOS.SQLP1434.A, W32/SQLSlammer, Sapphire e W32/SQL Slam-A — da molti considerato tra i peggiori di sempre, rende di fatto inutilizzabile la rete) penetrò in un computer della rete dell'impianto nucleare — per fortuna chiuso dal febbraio 2002 - mettendo fuori uso un sistema di sicurezza per cinque ore, malgrado la convinzione del personale della centrale che la rete fosse protetta ([http://www.theregister.co.uk/2003/08/20/slammer\\_wormcrashed\\_ohiojuke/](http://www.theregister.co.uk/2003/08/20/slammer_wormcrashed_ohiojuke/)).

23. F. Barnaby, *The proliferation consequences of global stocks of separated civil plutonium*, Oxford Research Group, giugno 2005, [www.oxfordresearchgroup.org](http://www.oxfordresearchgroup.org).

24. *Los Angeles Times*, "A warming world: no to nukes", 23.07.2007.

25. Nel 1963 vennero messi al bando i test nucleari nell'atmosfera (alcuni paesi li proseguirono). Con questo non si vuoi dire che i test sotterranei successivi non abbiano avuto rilasci radioattivi e conseguenze sanitarie e ambientali (è stata osservata, ad

esempio, una correlazione tra le esplosioni nucleari e l'occorrenza di terremoti).

È interessante menzionare il fatto che la consapevolezza scientifica dei danni alla salute e all'ambiente delle radiazioni ionizzanti e dei test nucleari risale agli albori dell'era nucleare: il fatto che la gente sia stata tenuta completamente all'oscuro si configura ancor più come un vero crimine. Fino dal 1943 gli scienziati Conant, Compton e Urey inviarono al Gen. Groves (Direttore del *Mahattan Project*) un pro-memoria, tenuto allora segreto, su "*Uso di materiali radioattivi come ordigni jnj7itari*" (<http://www.mindfully.org/Nucs/Groves-Memo-Manhattan30oct43a.htm>). Se ne raccomandava appunto l'impiego sul campo di battaglia, specificando anche che le sottili particelle radioattive passerebbero attraverso tutte le maschere antigas, anticipando così l'impiego attuale dell'Uranio Impoverito (DU): non a caso il suo uso sconsigliato è avvenuto solo nel 1991, non appena il crollo dell'URSS ha distrutto l'equilibrio bipolare che aveva retto durante la Guerra Fredda. Anche per i test nucleari, è notevole che fin dal 1958 lo scienziato sovietico Sakharov aveva stimato che circa 10.000 persone avrebbero contratto tumori, mutazioni genetiche ed altre malattie per ogni megatone di potenza di un'esplosione nucleare in atmosfera, proprio per le piccole dosi: "Radioactive carbon from nuclear explosions and nonthreshold biological effects", *Soviet Journal Atomic Energy*, Voi. 4, 6, 1958 (tradotto e riprodotto in *Science & Global Security*, Voi. 1, 1990, pp. 175-86; ringrazio Paolo Bartolomei per la segnalazione).

26. Si veda il recente "L'eredità avvelenata del nucleare sovietico", *L'Atlante per l'Ambiente*, Le Monde Diplomatique - il Manifesto, 2007, pp. 30-31.

27. H.L. Rosenthal et al., "Incorporation of fallout strontium-90 in deciduous incisors and foetal bone", *Nature*, Aug. 8, 1964, Voi. 203, N. 4945, pp. 615-6; H.L. Rosenthal et al., "Strontium-90 content of first bicuspid", *Nature*, Apr 9, 1966, Voi. 210, N. 5032, pp. 210-12; H.L. Rosenthal, "Accumulation of environmental Sr-90 in teeth of children", Hanford radiobiology Symposium, Proceedings, 1969, pp. 163-171.

28. Radiation and Public Health Project, "Environmental radiation from nuclear reactor effects on children's health from startups and shutdowns", Press Conference, Apr 20, 2001, e "Environmental radiation from nuclear reactors and childhood cancer in Southeast Florida", 2003 (<http://www.radiation.org/florida.html>); J. Mangano, "An unexpected rise of Strontium-90 in U.S. deciduous teeth in

thè 1990s", *The Science of The Total Environment*, Voi. 317 (1-3), December 30, 2003, pp. 37-51 (<http://www.radiation.org/>); J. Mangano, "Improvements in local infant health after nuclear reactor closing", *Environ. Epid. & Toxic*, 2 (1-4), 2000; J. Gould, "Explanation of black infant mortality rates", *The Black World Today* (<http://www.tbwt.org/home/>).

29. Lauren Moret, "Depleted uranium weapons, the war against earth", World Depleted Uranium Weapons Conference: The Trojan Horse of Nuclear War, Hamburg, Germany, October 16-19, 2003 ([http://www.traprockpeace.org/wuwcreader4\\_civilians.pdf](http://www.traprockpeace.org/wuwcreader4_civilians.pdf)): questa relazione, da cui ho tratto molti riferimenti [la richiamerò con il simbolo LM], va molto al di là del problema del DU, ed è molto ampia e approfondita.

30. D.V. Conn, "US counts one in 12 children disabled", *Washington Post*, 7/6/02 [LM].

31. R. Berteli, *No Immediate Danger: Prognosis for a Radioactive Earth*, The Book Publishing Company, Tennessee, 1985; G. Greene, *The Woman Who Knew Too Much: Alice Stewart and the Secret of Radiation*, Univ. Of Michigan Press, 1999.

32. Si veda ad esempio: A. Baracca, *A Volte Ritornano, Il Nucleare. La Proliferazione Nucleare Ieri Oggi e Soprattutto Domani*, Milano, Jaca Book, 2005, Paragr. 3.6.

33. E.J. Sternglass, *Secret Fallout: Low Level Radiation from Hiroshima to Three Mile Island*, New York, McGraw-Hill, 1981; e successiva comunicazione riportata da Lauren Moret [LM, fig. 2].

34. R. Berteli, "Victims of the Nuclear age", *The Ecologist*, November 1999, pp. 408-411 (<http://www.ratical.org/radiation/NAVictims.html>).

35. *ECRR 2003 Recommendations of the European Committee on Radiation Risk*, European Committee on Radiation Risk, Regulator's Edition, Brussels, 2003, pp. 182-183 (<http://www.euradcom.org>).

36. World Health Organization Press release: "Global cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020", Ginevra, 2 Aprile 2003. Bisogna, a questo proposito, denunciare l'accordo gravissimo del 1959 tra la IAEA e l'OMS, per cui nessun rapporto sugli effetti sanitari del nucleare può uscire senza l'avvallo della IAEA.

37. <http://mothersforpeace.org/nrcreaffirms>.

