

**LA
PROLIFERAZIONE
DELLE
ARMI NUCLEARI**

SCRITTI DI:

S. BAKER

F. CALOGERO

R. CARACCILO

G. DEVOTO

E. JACCHIA

M. MAGGIORE

I. SMART

Istituto Affari Internazionali

Roma

Società editrice il Mulino

Bologna

Collana dello Spettatore Internazionale

La proliferazione delle armi nucleari

**Scritti di: S. Baker, F. Calogero, R. Caracciolo,
G. L. Devoto, E. Jacchia, M. Maggiore, I. Smart**

Istituto affari internazionali

Roma

Società editrice il Mulino

Bologna

La collana dello Spettatore Internazionale viene pubblicata per conto dell'Istituto affari internazionali (Iai) di Roma. Si compone di sei fascicoli all'anno aventi per tema un problema connesso con la politica internazionale. Ogni fascicolo è il risultato di ricerche promosse dall'Istituto oppure un saggio o un'antologia delle migliori pagine riguardanti l'argomento trattato.

Dirige la collana Cesare Merlini.

La Direzione e la Redazione hanno sede in Viale Mazzini 88, 00195 Roma.

L'Amministrazione è curata dalla Società editrice il Mulino, Via S. Stefano 6, 40125 Bologna.

Il prezzo di ciascun fascicolo varia in proporzione al numero delle pagine.

L'abbonamento annuo, comprensivo di sei fascicoli, L. 10.000 per l'Italia; L. 12.000 (\$ 19) per l'Europa, altri paesi esteri (via aerea) L. 15.000 (\$ 23.50).

Per abbonarsi rivolgersi a Società editrice il Mulino, Via S. Stefano 6, 40125 Bologna (c/c postale 8/12926).

Copyright © 1975 by Istituto affari internazionali, Roma
CL 27-0748-9

La proliferazione delle armi nucleari

**Scritti di: Steven Baker, Francesco Calogero,
Roberto Caracciolo, Gianluca Devoto,
Enrico Jacchia, Mariano Maggiore, Ian Smart**

a cura di F. Calogero e G. L. Devoto

Istituto affari internazionali

Roma

Società editrice il Mulino

Bologna

Indice

- pag. 7 Presentazione
- 9 I - Il Trattato di non proliferazione: situazione e prospettive
di Ian Smart
- Inserito: Posizione di tutti gli stati del mondo nei confronti del Trattato di non proliferazione (dicembre 1974)
- 27 II - Contributo italiano al Trattato di non proliferazione
di Roberto Caracciolo
- Il negoziato per il Trattato di non proliferazione e l'azione italiana
 La Conferenza di revisione ed i problemi da affrontare
- 39 III - La non proliferazione ed i controlli di sicurezza nucleare
di Enrico Jacchia
- La necessità di un'attività internazionale di controllo sulle materie prime
 Obiettivi, elementi e modelli di un sistema di controllo
 L'applicazione dei controlli di sicurezza internazionali previsti dal Trattato di non proliferazione e dai Trattati di Roma
- 59 IV - L'Italia e l'opzione nucleare: il punto di vista di un osservatore straniero
di Steven Baker

Il potenziale militare del programma italiano per lo sfruttamento dell'energia nucleare a scopi civili

Le influenze della politica interna e delle istituzioni burocratiche sulla politica estera

«Diventare nucleari»: presupposti e prospettive

pag. 87 V - L'Italia e l'opzione nucleare: la situazione dal punto di vista tecnico
di Mariano Maggiore

Gli ordigni nucleari

La separazione isotopica

L'Italia e l'U-235

L'Italia e l'U-233

L'Italia e il plutonio

Il ciclo uranio-plutonio

Conclusioni

107 VI - Una politica per l'Italia contro la proliferazione delle armi nucleari
di Francesco Calogero e Gianluca Devoto

Proliferazione nucleare e Trattato di non proliferazione

Il ruolo dell'Italia

L'Italia e la Conferenza di rassegna del Trattato di non proliferazione

Appendici

133 I - I dati tecnici
di Francesco Calogero

I principi fisici

Gli aspetti tecnologici

Gli effetti delle armi nucleari

Gli attuali arsenali nucleari

Le strategie di «impiego» delle armi nucleari

Esplosioni nucleari «pacifiche»

Bibliografia

181 II - Il testo del Trattato di non proliferazione nucleare

187 III - Lista delle abbreviazioni

Presentazione

Il 5 maggio 1975 inizierà a Ginevra la Conferenza per la rassegna del Trattato contro la proliferazione delle armi nucleari (Tnp), prevista dall'articolo VIII/3 del Trattato stesso a cinque anni dalla sua entrata in vigore. È pertanto questo un momento particolarmente opportuno per analizzare la presente situazione del Tnp e, piú in generale, il problema della proliferazione delle armi nucleari. Ulteriore motivo di interesse è la circostanza del perfezionamento formale dell'adesione completa dell'Italia al Tnp, tramite la ratifica parlamentare del Trattato, già firmato dal governo italiano sin dal gennaio 1969.

Abbiamo quindi aderito con piacere all'invito dell'Istituto affari internazionali, di curare un volume che presentasse al pubblico italiano gli aspetti essenziali del problema. L'identificazione di tali argomenti è abbastanza ovvia; ed abbiamo avuto la fortuna di trovare la pronta disponibilità a trattarli da parte degli esperti italiani cui ci siamo rivolti. Abbiamo inoltre ritenuto utile includere due contributi particolarmente interessanti scritti da autori non italiani.

Non vi è stato da parte nostra alcun tentativo di influire, nel senso di cercare omogeneità di opinioni, sugli autori dei singoli contributi, da noi scelti col solo criterio della competenza; riteniamo anzi che la diversità dei punti di vista offra al lettore una migliore possibilità di informazione. Naturalmente ciò implica che la responsabilità delle affermazioni contenute in ciascun contributo è esclusivamente dell'autore di tale scritto; e, allo stesso modo, il capitolo conclusivo dell'analisi, scritto da noi, riflette il nostro punto di vista e non necessariamente quello di altri autori del volume.

Il piano del libro è illustrato dal suo indice, che segue questa prefazione, e che non ci sembra richieda ulteriori commenti.

Desideriamo infine ringraziare la Arms Control Association (ed in

particolare il suo direttore T. Halsted) per l'autorizzazione a pubblicare l'articolo di I. Smart (la traduzione qui pubblicata è infatti la versione, aggiornata dall'autore all'inizio del 1975, di un articolo originariamente scritto per la riunione organizzata nel settembre 1974 a Divonne dalla Arms Control Association e dal Carnegie Endowment for International Peace, articolo che verrà pubblicato, in inglese, negli atti di tale convegno).

Ringraziamo anche il California Arms Control and Foreign Policy Seminar (e in particolare il suo direttore C. Zoppo) per l'autorizzazione a tradurre in italiano e pubblicare lo studio di S. Baker, da loro commissionato, che è stato completato nel maggio del 1974. Abbiamo creduto di far cosa utile presentando ai lettori italiani l'articolo completo, comprese le note, perché ci è parsa interessante anche la indicazione di quali fonti italiane siano state considerate significativamente da uno studioso straniero. Per un'analisi degli sviluppi relativi all'ultimo anno, si rimanda il lettore al capitolo 6 di questo volume.

I. Il trattato di non proliferazione: situazione e prospettive

di Ian Smart

Per un aspetto fondamentale, il Trattato di non proliferazione delle armi nucleari (Tnp) ha già mancato i suoi scopi, ed in modo tangibile. La data cruciale è quella del 18 maggio 1974, quando gli scienziati indiani hanno fatto esplodere sottoterra il loro primo ordigno nucleare. Naturalmente l'insuccesso non è senza contrappesi. La maggioranza dei governi ha firmato il Trattato, si son fatti dei progressi nel rendere operative alcune sue importanti clausole aggiuntive, e si può certo sostenere la tesi (anche senza potere dimostrarla) che dopo il 1968 vi sarebbe stata una pressione ancora maggiore per aumentare il « club » dei paesi dotati di armamento nucleare, se non vi fosse stato il Tnp. Non possiamo considerare quello del 18 maggio 1974 come l'unico insuccesso. La mancanza di appoggio al Trattato da parte di un considerevole numero di paesi, fra cui tre potenze nucleari *de facto* (Cina, Francia ed India), è di per se stessa un segno di parziale insuccesso, come lo è anche la esiguità dei progressi raggiunti dal 1968 ad oggi nel campo del disarmo nucleare e della proibizione di tutti gli esperimenti nucleari. Né il successo di partecipazione, né questi insuccessi secondari possono diminuire l'importanza cruciale di quanto è avvenuto in India nel maggio del 1974. Per la prima volta dopo la nascita nel 1968 del Tnp, un governo, direttamente deliberatamente e con appa-

Ian Smart è uno dei maggiori esperti europei di argomenti strategici. Inglese, è stato vice-direttore dell'Istituto Internazionale di Studi Strategici di Londra, ed è attualmente vice-direttore e direttore delle ricerche dell'Istituto Reale per gli Affari Internazionali (Chatam House) di Londra.

Tutte le opinioni contenute in questo saggio sono, però, personali, e non devono essere interpretate come espressione delle opinioni di alcun Istituto o di altre persone. L'autore desidera ricordare i validi consigli avuti dal prof. J. E. Spence e l'assistenza durante la ricerca di Judith Gurney. I sottotitoli sono della redazione.

rente impunità, ha sfidato la tesi centrale del Tnp: che qualunque aumento del numero dei paesi dotati di armamento nucleare porta necessariamente a un assetto internazionale meno sicuro, e quindi meno auspicabile.

Nessuna argomentazione a favore dell'azione indiana — distinguamo qui dalle giustificazioni — può negare che vi è stato un tale atteggiamento di sfida. Tanto meno possono le costruzioni verbali trasformare l'« ordigno esplosivo nucleare » indiano in uno strumento intrinsecamente pacifico. Quali che siano le differenze tecniche fra un « ordigno esplosivo nucleare pacifico » (Pned) ed un'arma nucleare, esse certo non rendono il primo un mezzo meno efficace nella distruzione di obiettivi militari o nell'uccisione di civili durante un attacco bellico. Il fatto è che il Trattato, nel venire sfidato con successo da parte dell'India, è mancato, in modo pericoloso anche se non fatale. La storia di questo insuccesso, comunque, ha messo in discussione non solo le evidenti carenze del Trattato, ma anche le sue caratteristiche essenziali. Il governo indiano, sfidando il Trattato, ha fatto sì che l'attuale Conferenza di revisione, che, secondo l'articolo VIII.3 del Tnp, si aprirà a Ginevra nel maggio del 1975, non possa limitarsi ad emendare o migliorare i dettagli del Trattato, ma debba ripensarne gli obiettivi generali.

Il Tnp sarà sempre particolarmente sensibile a qualunque azione da parte di un singolo stato che implichi un effettivo o un potenziale aumento del numero dei paesi dotati di armamenti nucleari; infatti, un tale cambiamento fa mutare l'intero contesto sul quale si basa il Trattato stesso e l'adesione degli altri paesi. Altri accordi multilaterali nel campo del controllo degli armamenti possono essere strumenti di proibizione generale (per esempio l'Accordo sulle armi batteriologiche) o di regolamentazione generale (es. il Trattato sullo spazio extra-atmosferico). Al contrario, il Tnp è uno strumento di proibizione e di regolamentazione *differenziate*, basato su di una distinzione chiara e costante fra due gruppi ben precisi di paesi: cinque paesi dotati di armamento nucleare, da una parte, ed il resto dei paesi, privi di armamento nucleare, dall'altra. Un paese che come l'India contraddica tale postulato, non solo sfida la tesi centrale del Trattato, ma altera unilateralmente il contesto generale sulla base del quale gli altri paesi decidono il loro atteggiamento rispetto al Trattato. In pratica, quindi, la decisione del governo indiano ha sollevato due domande fondamentali. Il postulato che il numero di paesi provvisti di armamento nucleare non deve aumentare è valido in termini assoluti? Se è valido, la sua accettabilità pratica subisce delle modifiche in una situazione caratterizzata, invece che da cinque, da sei paesi che *de facto* posseggono armamenti nucleari? Nello stesso tempo l'azione indiana ha evidentemente lasciato

aperte tutte le altre questioni ed interrogativi sollevati dal costante rifiuto di altri paesi di aderire al Trattato di non proliferazione. I problemi principali e quelli secondari qui esposti saranno alla base dello sforzo da farsi nel 1975 per passare in rassegna le clausole del Trattato stesso.

Le posizioni dei vari stati

L'appoggio al Tnp durante gli ultimi sette anni è stato, rispetto ad uno standard normale, molto esteso. Al momento della sua entrata in vigore, il 5 marzo 1970, 98 paesi lo avevano firmato, e tra questi 51 lo avevano anche ratificato. Nel periodo compreso tra tale data e il dicembre 1974, altri 25 firmatari hanno ratificato, mentre si sono avute 8 nuove adesioni. In complesso, quindi, vi sono 84 paesi membri a tutti gli effetti, oltre a 22 paesi firmatari che devono ancora ratificare.

Purtroppo, in questo caso le cifre hanno meno significato dell'identità dei paesi che non sono ancora membri a tutti gli effetti o che non hanno aderito al Trattato in alcun modo. Fra quelli che hanno firmato ma non ratificato troviamo, per esempio, cinque paesi membri della Comunità europea (Belgio, Germania federale, Italia, Lussemburgo e Olanda), assieme ad una serie di altri paesi (Egitto, Indonesia, Giappone, Corea del Sud, Libia, Singapore, Svizzera, Turchia e Venezuela) che, per livello di sviluppo e/o ruolo regionale, sono ovviamente importanti. Almeno alcuni dei firmatari che nel dicembre del 1974 non avevano ancora ratificato potrebbero naturalmente depositare gli strumenti di ratifica prima dell'inizio della Conferenza di revisione. È difficile immaginare che paesi come Barbados, Colombia, Sri Lanka, Panama, Trinidad e Tobago o i due Yemen abbiano buoni motivi per ritardare la ratifica, se è vero che, secondo l'articolo VIII del Tnp, possono partecipare a pieno titolo alla Conferenza di revisione solo gli stati che hanno già ratificato il Trattato stesso (o vi hanno aderito). Le stesse considerazioni valgono, a maggior ragione, per quegli stati, le cui capacità e la cui situazione rendono un'« opzione nucleare » più significativa, i quali hanno già firmato ma non ratificato il Tnp: tra questi i più importanti sono chiaramente il Giappone e alcuni membri della Comunità europea militarmente non nucleari.

La situazione politica del governo giapponese è difficile, e la sua prossimità alla Cina, che si oppone con intransigenza al Trattato, inevitabilmente complica le cose. Ci sono tuttavia segni di rinnovati impulsi, a Tokyo, verso la ratifica, e non sembra impossibile che tale processo si concluda per il maggio del 1975. Nello stesso tempo, in Europa c'è ancora speranza che i membri originari della Comunità

europea, con l'abituale eccezione della Francia, ratifichino anch'essi il Tnp e possano partecipare a pieno titolo alla Conferenza di revisione. Se questi paesi non vogliono rompere la solidarietà che hanno mantenuto per tanto tempo — il che è improbabile, ma non impossibile — questo significa che ciascuno dovrà portare a conclusione due processi: l'entrata in vigore delle clausole di salvaguardia con l'Aiea e la ratifica del Tnp. Essi si sono tutti impegnati in questo senso — tra l'altro firmando il Trattato — e nella maggior parte dei casi, incluso quello cruciale della Germania, i progressi verso il completamento del processo interno di ratifica sono stati costanti. Una responsabilità particolare ricade ormai sulle spalle dell'Italia, i cui problemi interni possono risultare l'ultimo ostacolo all'azione dei cinque paesi interessati. Data l'importanza che dobbiamo attribuire alla posizione in cui si verranno a trovare questi stati al momento dell'apertura della Conferenza, la responsabilità italiana, di determinare il completamento o meno di un processo congiunto di ratifica prima del maggio del 1975, è ovviamente pesante.

Per quanto le ratifiche dei paesi firmatari abbiano un notevole significato in rapporto alla Conferenza di revisione, la posizione di quelli che non hanno neppure firmato è ovviamente di importanza ancora maggiore dal punto di vista della proliferazione nucleare. Oltre all'India e ai due altri paesi *de facto* in possesso di armi nucleari (Cina e Francia), troviamo quasi 40 paesi sprovvisti di tali armi. Alcuni sono così piccoli, o indipendenti da così poco tempo, che non si può attribuire importanza alla loro posizione. Nel caso di alcuni altri paesi, le alleanze internazionali di fatto determinano le politiche nazionali. Non si può, per esempio, pensare che l'Albania — o anche la Corea del Nord o il Vietnam del Nord — avrebbe potuto aderire al Trattato mentre la Cina era così violentemente contraria. Si può egualmente presumere che l'opposizione dell'India ha influenzato la posizione del Bangladesh. (È un fatto interessante, però, che la grande maggioranza dei paesi africani di lingua francese, al contrario di molti loro vicini di lingua inglese, abbia aderito al Tnp, malgrado i legami con la Francia). Rimangono più di 30 paesi privi di armamenti nucleari, la cui non adesione al Trattato ha un certo peso sul piano internazionale: Spagna e Portogallo in Europa, Israele ed almeno 6 paesi arabi nel Medio Oriente, il Sud Africa ed un gran numero di altri paesi in Africa, Pakistan e Birmania nell'Asia meridionale, ed una serie di importanti paesi dell'America latina, fra cui Argentina, Brasile e Cuba. È presumibile che tutti questi stati abbiano valutato i fini e le clausole del Tnp e che abbiano deliberatamente scelto di mantenersi al di fuori dell'accordo. Se il nostro compito è quello di capire i problemi del Trattato, è di questi paesi, assieme ai tre paesi *de facto* possessori di

armi nucleari, ed ai 22 firmatari che non hanno ratificato, che ci dobbiamo occupare¹.

Sarebbe troppo lungo analizzare le specifiche motivazioni con le quali ognuno di questi paesi spiega il proprio disaccordo. Studiandole, comunque, si arriva ad individuare uno schema nel quale esse si inseriscono. Non vi sono nemmeno due paesi che abbiano avanzato le stesse critiche al Tnp, ma quasi tutti hanno riproposto i temi fondamentali sollevati dagli altri paesi. In alcuni casi, l'omogeneità delle critiche è nata come risultato di consultazioni diplomatiche riservate. Per fare solamente un esempio, la dichiarazione con cui il governo giapponese espresse le proprie riserve nel firmare il Trattato nel febbraio del 1970 si serve di un linguaggio che è pressoché identico ad alcuni brani della nota diplomatica pubblicata dal governo della Germania federale al momento della sua firma, nel novembre del 1969². In generale, comunque, è stato un processo più spontaneo quello che ha condotto, se non all'unanimità, almeno ad una certa omogeneità di consensi. Le critiche pubbliche nei confronti del Tnp da parte dei non-firmatari, e di alcuni che hanno firmato ma non ratificato, o di altri che hanno ratificato ma senza convinzione, possono in realtà raggrupparsi in tre categorie: accuse di discriminazione strategica, accuse di discriminazione nel settore dello sviluppo nucleare ad usi civili, e timori per la sicurezza nazionale.

L'accusa di discriminazione strategica

Le accuse più violente di discriminazione strategica sono state quelle formulate dalla Cina, i cui portavoce hanno definito il Tnp una gigantesca frode perpetrata dalle due superpotenze al fine di mantenere la loro egemonia nucleare³. Altri paesi sono stati meno generali nelle loro accuse, ed hanno invece basato le loro critiche sull'asserzione che il Trattato discrimina a favore di una élite strategica costituita dagli stati già militarmente nucleari, i quali non vengono chiaramente obbligati a limitare o a ridurre i loro arsenali. I rappresentanti francesi, pur confermando l'adesione del loro governo al prin-

¹ La posizione dei vari paesi rispetto al Tnp nel dicembre 1974, inclusi i paesi che non hanno firmato, o che hanno firmato ma non ratificato, è esposta nell'appendice. Sono stati omissi i territori non ancora interamente indipendenti.

² La nota della Germania federale del 28 novembre 1969 e la dichiarazione giapponese del 3 febbraio 1970 sono contenute in Usacda, *Documents on Disarmament*, 1969, pp. 609-611, e in Usacda, *Documents on Disarmament*, 1970, pp. 2-5.

³ Cfr. il discorso del rappresentante cinese, quando all'Assemblea generale dell'Onu si è discusso sul Resoconto annuale Aiea, 1 novembre 1972. Vedi anche *Jenmin Jih Pao*, 24 gennaio 1968 e 3 marzo 1968.

cipio della non proliferazione, hanno espresso una versione particolare di tale punto di vista: il Tnp, nel privilegiare un preciso gruppo di paesi, confermandoli come i soli che hanno il diritto di possedere armi nucleari, è intrinsecamente contraddittorio con lo scopo stesso del disarmo nucleare⁴.

Un'accusa meno cartesiana fatta altrove è che, quali che siano le qualità teoriche del Trattato, le sue articolazioni non equilibrano la proibizione centrale della « proliferazione orizzontale » con un efficace controllo della « proliferazione verticale » da parte degli stessi paesi possessori di armi nucleari. Il governo svedese, al momento della sua ratifica nel gennaio del 1970, faceva una dichiarazione molto ferma sull'esigenza che le potenze nucleari si muovessero rapidamente per porre fine alla « proliferazione verticale ». Il governo jugoslavo, due mesi più tardi, nel ratificare il Trattato, si esprimeva in termini analoghi. La dichiarazione ufficiale giapponese, del 3 febbraio 1970, richiamava l'attenzione sull'esigenza di eliminare la discriminazione intrinseca al Tnp attraverso il totale disarmo nucleare, ai sensi dell'articolo VI del Trattato stesso. Il governo brasiliano ha basato il proprio rifiuto a firmare il Tnp sulla mancata imposizione di un qualsiasi obbligo di disarmo nucleare per i paesi che già possiedono armi atomiche. Il ministro della difesa indiano, parlando nel marzo del 1970, ha sintetizzato questa accusa in termini caratteristicamente espliciti:

« Non potremo mai essere d'accordo di firmare un trattato di non proliferazione ... che non prenda in considerazione la proliferazione verticale e che non ci faccia fare nemmeno un passo avanti per fermare la folle corsa all'aumento dell'arsenale nucleare da parte delle superpotenze e di coloro che appartengono al "club" nucleare »⁵.

Ovviamente, le accuse di discriminazione strategiche hanno due origini. Una è il concetto generale di eguaglianza: gli obblighi imposti ai partecipanti ad un libero accordo dovrebbero essere equivalenti. L'altra si basa sull'accettazione di un assunto di politica internazionale: che il possedere o il non possedere armamenti nucleari costituisce una componente, o almeno un simbolo, dello « status » di un paese. Uno dei paradossi e dei problemi del Tnp è che i suoi ideatori, non volendo o essendo incapaci di prendere in considerazione le due alternative logiche, da una parte quella del disarmo nucleare, e dall'altra quella di un mondo costituito da numerose potenze nucleari, siano stati spinti a formalizzare lo « status » particolare dei paesi provvisti di armi ato-

⁴ Cfr. la conferenza stampa del ministro degli esteri francese, M. Schumann, all'albergo Imperial di Tokio, il 24 ottobre 1969 (Japan Times, 25 ottobre 1969).

⁵ Risposta ad una interrogazione alla camera del popolo (Lok Sabha) da parte del ministro della difesa, Swaran Singh, l'11 marzo 1970. (Lok Sabha Debates, 4ª serie, vol. XXXVII, n. 15, col. 330).

niche, nel tentativo di dissuadere gli altri paesi dal dotarsene. Il problema si complica ulteriormente quando paesi sprovvisti di armamento nucleare si convincono che, oltre a essere stati relegati ad un ruolo inferiore, sono anche stati costretti ad accettare gli obblighi piú gravosi.

L'accusa di discriminazione nel settore nucleare civile

Il sospetto che i paesi sprovvisti di armamento nucleare siano ingiustamente penalizzati oltrepassa la controversia dello « status » politico e strategico, sino a costituire la base per il secondo gruppo di accuse contro il Trattato, le accuse di discriminazione nel settore dello sviluppo nucleare a fini civili. Le critiche di questo genere sono state le piú numerose. Per di piú esse risultano particolarmente significative a causa della direzione della loro provenienza. Mentre le altre critiche vengono formulate in egual misura da paesi di tipo molto diverso, la critica che il Tnp limiti insensatamente i programmi nucleari a fini civili, è stata espressa soprattutto da paesi industrialmente sviluppati, i cui sforzi per sfruttare l'energia nucleare hanno dato origine alla loro denominazione di stati « quasi-nucleari » o di « potenze nucleari civili ». Germania federale, Giappone, Italia, Svizzera, Sud Africa, Spagna, India, Australia, Brasile, Argentina: questi ed altri, firmatari e non firmatari del Tnp, hanno espresso preoccupazioni per le sue conseguenze sui loro programmi nucleari a fini civili.

Tale preoccupazione si è manifestata in termini molto generali, ma anche in termini strettamente specifici. Il governo argentino, per esempio, ha asserito nel modo piú generale che il Tnp tende ad impedire la piena utilizzazione della tecnologia nucleare pacifica a favore dello sviluppo economico. Le dichiarazioni brasiliana e spagnola sono apparse di tono altrettanto generale. Con maggior frequenza, tuttavia, le critiche si sono dirette contro l'articolo III, che impone, sia l'obbligo di accettare misure di sicurezza sotto gli auspici della Aiea, sia la limitazione degli scambi di materiali e di equipaggiamenti nucleari. Svizzera e Spagna sono fra i paesi che hanno dubbi a proposito delle clausole sulle misure di sicurezza — anche se la prima ha almeno firmato il Trattato. Le preoccupazioni del Sud Africa, che sono dello stesso tipo, hanno soprattutto a che vedere con la volontà di proteggere la propria produzione di uranio ed il nuovo e segreto procedimento per ottenere uranio arricchito⁶. Le espressioni piú generali e nello stesso tempo piú dettagliate di tali dubbi sono venute, però, da parte di due paesi, Ger-

⁶ Assemblea generale dell'Onu (prima commissione), A/C. 1/PV.1571, 20 maggio 1968.

mania occidentale e Giappone, fra i quali i contatti sull'argomento sono stati particolarmente intensi, durante e dopo le trattative per il Trattato. Ambedue, nel firmare il Tnp, hanno insistito che l'articolo III deve essere interpretato come limitazione dell'uso della energia nucleare solamente ai fini dell'acquisizione di esplosivi nucleari, ma non per qualsiasi altro scopo; il Trattato inoltre, non deve essere interpretato come inibizione di attività nucleari, né come limitazione dello scambio internazionale di materiali o di tecnologie nucleari in base al semplice presupposto che tali attività o tali scambi *potrebbero* essere importanti per la costruzione di armi. Ambedue hanno anche insistito che il sistema delle misure di sicurezza deve essere il meno possibile intrusivo, applicato con equità a tutti, e capace di garantire la protezione dei segreti industriali. Questa presa di posizione formulata nel 1969/1970 rimane il tentativo più articolato di definire una carta per le « potenze nucleari civili » sotto l'articolo III⁷. Esso fornisce, quindi, una specie di punto di riferimento per tutte le proposte tendenti a rivedere questo aspetto del Trattato.

Un altro elemento, non ripreso dal Giappone, ma presente nella dichiarazione della Germania federale del novembre del 1969, era l'esigenza che il Tnp non ostacolasse lo sviluppo o l'impiego della tecnologia delle esplosioni nucleari a fini pacifici. La formulazione di tale richiesta si rifaceva attentamente all'articolo V del Trattato. Altri governi, però, hanno avuto meno remore nell'esprimersi su tali argomenti. Il Brasile si è battuto strenuamente, durante i negoziati per il Trattato di Tlatelolco (1967), perché ci fosse una distinzione, nella stesura del Trattato, fra armamenti nucleari e Pned, che permettesse ai paesi membri di utilizzare e sviluppare questi ultimi. Di fronte all'atteggiamento sospettoso dell'Argentina e all'opposizione del Messico, il Brasile ottenne solo l'inclusione di una formula verbale priva di sostanza. Ma le stesse richieste ed obiezioni furono sollevate più tardi a sostegno del rifiuto del Brasile di firmare il Tnp. L'India ha poi ripreso, con una certa fedeltà, le tesi brasiliane sui Pned — ed ora, ha messo in pratica, brutalmente, queste sue teorie.

L'esplosione nucleare indiana segna, in un certo senso, l'apoteosi dell'opposizione alle norme del Tnp sui programmi nucleari civili. Se essa fa anche sorgere dubbi sulla sincerità di alcune argomentazioni, questi dubbi non ci devono far dimenticare le reali apprensioni di altri governi, che gli articoli dal II al V del Tnp possano imporre una pressione discriminatoria sullo sviluppo nucleare a fini civili dei paesi privi di armamento nucleare. Si è fatto molto per dissipare questa preoccupazione. Soprattutto si sono fatti notevolissimi progressi dal 1971 in

⁷ Cfr. la nota 2.

poi nei negoziati sulle misure di sicurezza fra i firmatari del Tnp e l'Aiea; nel dicembre del 1974 erano già stati firmati 45 accordi, di cui 35 in vigore, mentre i testi di altri 7 erano stati approvati⁸. Gli accordi esistenti coprono non solo il caso chiave dei paesi dell'Euratom, ma anche i vasti programmi nucleari di paesi come il Canada. Resta il fatto che, mentre l'articolo III del Tnp trova via via le sue articolazioni, gli articoli IV e V sembrano tendere a scomparire nell'ombra causando l'irritazione di una serie di paesi non militarmente nucleari, fra cui alcuni che non hanno ancora aderito al Trattato. Non sembra che i paesi ad alto sviluppo nucleare, nell'esportazione di tecnologia nucleare civile, abbiano avuto un riguardo particolare per i paesi membri del Tnp, secondo le disposizioni dell'articolo IV.2. (Sembra ancor meno che essi abbiano sempre rispettato la proibizione dettata dall'articolo III.2 di esportare materiale fonte o materiale fissile speciale a paesi che non applicano le clausole di salvaguardia dell'Aiea a tali materiali « in tutte le attività nucleari ... sotto il loro controllo »). In tale contesto è naturalmente una sfortuna che lo statuto dell'Aiea (1956), che è precedente al Tnp, incarichi quest'Agenzia di svolgere il suo ruolo di mediazione nel trasferimento di materiale nucleare per usi civili su basi non discriminatorie; ma è perlomeno strano che si possa pensare che questo antico regolamento debba prevalere, nell'indicare la via da seguire agli stati membri del Tnp, sulle chiare disposizioni di un trattato sottoscritto in tempi più recenti.

Malgrado l'attuale mancanza di convenienza economica di tutte le possibili applicazioni delle esplosioni nucleari pacifiche, i membri non nucleari del Tnp devono trovare ugualmente strano ed insoddisfacente il fatto che non ci sia stato alcun reale progresso nei negoziati relativi alle applicazioni dei Pned, secondo l'articolo V. Non basta controbattere, anche se giustamente, che i Pned non offrono ancora dei reali « vantaggi »; l'incapacità di arrivare a negoziati multilaterali su questo tema, o anche di far circolare ampiamente sufficienti informazioni sulle quali si basino delle valutazioni reali, non può che stimolare una poco sensata simpatia con le posizioni dell'India e del Brasile; secondo loro i « vantaggi » esistono, ma le potenze nucleari sono cinicamente intenzionate a non dividerli con gli altri paesi.

I timori per la sicurezza nazionale

Naturalmente, il sospetto sui fini ultimi delle maggiori potenze nucleari è alla base di quasi tutta l'opposizione al Tnp. Ciò è del tutto

⁸ Cfr. l'inserito alla fine di questo capitolo.

ovvio nel caso del terzo gruppo di critiche al Trattato, le critiche dettate da timori per la sicurezza nazionale. Tutto quello che le tre potenze nucleari firmatarie hanno fatto in termini formali per allontanare tali paure consiste nella loro Risoluzione per le garanzie di sicurezza, adottata dal Consiglio di sicurezza dell'Onu il 19 giugno 1968, assieme alle loro dichiarazioni associate ⁹. Fu evidente allora, come in seguito, che ciò non rispondeva alle esigenze sollevate da molti paesi non dotati di armamenti nucleari. Si trattava, in fondo, di una ben modulata dichiarazione di principio, secondo la quale se un membro del Tnp non militarmente nucleare fosse minacciato o attaccato con armi atomiche le tre potenze nucleari firmatarie ricorrerebbero immediatamente all'azione del Consiglio di sicurezza, riaffermando nello stesso tempo il loro diritto, secondo l'articolo 51 dello statuto dell'Onu, di agire direttamente nel caso di un attacco effettivo. Per due versi una tale formula non soddisfaceva le critiche sollevate durante i negoziati per il Tnp. In primo luogo, accordando una tale priorità di azione al Consiglio di sicurezza, essa non rappresentava quel deterrente immediatamente credibile che era stato richiesto, in particolare e con insistenza sempre maggiore, dall'India, man mano che si sviluppavano gli armamenti nucleari cinesi. (Non c'è bisogno di dire che quando la Cina entrò a far parte del Consiglio di sicurezza, qualunque credibilità rimasta scomparve del tutto agli occhi dell'India). In secondo luogo, questa formula non soddisfaceva le richieste di paesi, di tipo svariato, come Nigeria, Egitto, Birmania e Svizzera, secondo i quali gli stati membri del Tnp dotati di armamenti nucleari avrebbero dovuto impegnarsi a non usare mai tali armi contro gli stati non nucleari aderenti al Trattato stesso. In questo senso, la risoluzione per le garanzie di sicurezza non faceva alcuna concessione alla « proposta Kossyghin » del 1966, secondo la quale era necessario un impegno di non usare mai armi nucleari contro un paese membro del Tnp non dotato di armi nucleari proprie e che non avesse armi di tale tipo nel suo territorio ¹⁰. In realtà la risoluzione era ancora più generica delle promesse del presidente Johnson nel 1964 e nel 1966 di un « forte aiuto americano contro le minacce di ricatto nucleare » ¹¹.

Dopo la fine del negoziato per il Tnp, queste carenze nel campo delle garanzie di sicurezza sono state addotte come uno dei motivi per

⁹ Consiglio di sicurezza dell'Onu, S/RES/255(1968), 19 giugno 1968. Per i testi delle dichiarazioni nazionali, cfr. Consiglio di sicurezza dell'Onu, S/PV.1430, 17 giugno 1968.

¹⁰ La « proposta Kossyghin » fu formulata per la prima volta l'1 febbraio 1966, in un messaggio all'Endc (Usacda, *Document on Disarmament*, 1966, pp. 5-8).

¹¹ Usacda, *Documents on Disarmament*, 1964, p. 468; Usacda, *Documents on Disarmament*, 1966, p. 6.

non firmare da numerosi paesi, fra cui Argentina, Brasile, Spagna ed India, e come un motivo per ritardare la ratifica da Svizzera, Giappone ed altri. Non sono quindi solamente paesi pregiudizialmente contrari al Tnp quelli che hanno ritenuto che il carattere delle misure di sicurezza, assieme ai ritardi nel campo del disarmo nucleare e gli asseriti ostacoli allo sviluppo nucleare civile, rappresentano la riprova di quanto il Trattato si basi sulla disuguaglianza.

Il dibattito sul miglioramento del Trattato

Vi sono due atteggiamenti possibili nell'affrontare il problema di migliorare, o almeno di non lasciar deteriorare, il Tnp. La prima è quella di trattare come nodi principali quelle situazioni locali o regionali dove la probabilità, nel breve o nel lungo termine, di un'ulteriore proliferazione degli armamenti nucleari sembra più alta; si deve allora cercare di determinare delle norme specifiche per tali casi. Sette di tali casi vengono subito in mente. Il primo caso è quello dell'Asia meridionale, dove l'ingresso dell'India nel « club nucleare » rappresenta chiaramente un elemento di maggiore pressione sul Pakistan. Un altro è il Medio Oriente, dove Israele ed Egitto, ormai sul punto di iniziare ambiziosi programmi di sviluppo nucleare civile sostenuti da offerte di aiuto americano, sono chiaramente i più probabili aspiranti ad entrare in possesso di armi atomiche; bisogna però tenere presente anche l'Iran. Un terzo è il caso dell'Asia orientale, dove l'« alleanza atomica » giapponese sta attenuandosi man mano che si espande il suo programma elettronucleare; altri paesi, come Formosa e la Corea del Sud hanno anch'essi gettato le basi per una più lontana « opzione nucleare ». Un quarto caso, raramente preso in considerazione, è quello dell'Asia australe: in Australia esiste una capacità potenziale e, per certi versi, una propensione ad intraprendere un programma di sviluppo nucleare bellico. Un quinto caso è quello dell'Africa meridionale, dove il rifiuto del Sud Africa a firmare il Trattato, insieme agli obiettivi ed alla segretezza del suo programma nucleare, fornisce una motivazione (o una scusa) al fatto che ben 11 paesi dell'Africa nera non sono ancora membri a tutti gli effetti del Trattato. Il sesto caso è quello dell'America latina, dove, oltre all'atteggiamento taciturno di Cuba, l'ostilità aperta del Brasile al Tnp, la cautela argentina e il costante stato di rivalità fra questi due paesi, sembrano creare un contesto in cui l'esempio indiano potrebbe avere un impatto particolare. Il settimo caso è quello dell'Europa, dove a breve termine le pressioni verso la proliferazione atomica all'interno degli attuali sistemi di alleanze sembrano poco consistenti ma, a più lungo termine, è la stessa solidarietà

di tali alleanze che sembra vacillare; inoltre, possibili atteggiamenti di paesi neutrali, come Svezia e Svizzera, con ambiziosi programmi nucleari civili, rendono il quadro ancora piú problematico.

Si è fortemente tentati di affrontare il problema della proliferazione considerando questi casi su base regionale, se non altro perché sono così chiaramente diversi l'uno dall'altro. Sembra inevitabile che un singolo trattato non possa misurarsi adeguatamente con una tale varietà di situazioni politiche, strategiche e tecniche. Ma ciò non costituisce un argomento utilizzabile seriamente contro tale trattato; semplicemente ci mostra che un trattato deve essere visto come l'inizio, e non la fine, di un processo internazionale. Il pretendere invece che ogni situazione locale o regionale debba essere trattata in modo interamente separato vuol dire non solamente distruggere la base di universalità dell'attuale Tnp, ma addirittura portare alle sue ultime conseguenze la malattia che già lo affligge: la diversità e la asimmetria di trattamento che ricevono alcuni stati o gruppi di stati all'interno del sistema internazionale. Il trattamento catartico per ogni malattia secondaria può darsi che sia stato di moda duecento anni fa, ma è certo che la polmonite e la tubercolosi non sono mai delle buone alternative rispetto al raffreddore.

Rimane la seconda possibilità di affrontare la revisione del Tnp: tentare di migliorare la qualità e l'equilibrio del Trattato, in modo che possa divenire ciò che sarebbe dovuto essere fin dall'inizio — un elemento di una valida legislazione internazionale, sulle cui basi si possa costruire un sistema efficace ed in evoluzione per gestire in modo continuativo i problemi della proliferazione, su base globale o regionale. Immediatamente si ripresentano i tre gruppi di problemi già individuati — discriminazione strategica, discriminazione nel settore dei programmi nucleari civili, timori per la sicurezza — ognuno dei quali rappresenta un aspetto delle diseguaglianze di cui si è sempre accusato il Tnp. Va lasciata ad altri un'analisi piú dettagliata. Può, tuttavia, essere utile introdurre alcune questioni preliminari suggerite dall'esame attuale dei problemi del passato.

Il problema della discriminazione strategica dipende dall'esito del disarmo nucleare, o almeno di una sostanziale limitazione delle armi strategiche. Gli accordi Salt hanno dato un importante contributo in tale direzione. Le superpotenze si sono però negli ultimi tempi sempre piú impegnate nel tentativo di ridurre l'applicazione delle nuove tecnologie: questi sforzi sono ovviamente importanti dal punto di vista bilaterale, ma in larga misura irrilevanti per i fini multilaterali che si propone il Trattato. (L'accordo di « soglia » del 1974 tra Usa e Urss sugli esperimenti nucleari sotterranei, anche se importante per il contesto in cui si situa, è nel suo contenuto talmente risibile da poter essere addirittura

considerato controproducente). Se le due superpotenze desiderano rafforzare, o anche preservare, il Tnp, esse dovrebbero dedicare una maggiore attenzione almeno alla riduzione delle loro attività e dei loro arsenali nucleari — ed anche gli altri paesi dotati di armamenti nucleari dovrebbero venir sollecitati ad agire nello stesso senso. Una riduzione globale del 10% nel numero dei vettori strategici sarebbe forse un prezzo iniziale esagerato per le superpotenze? Non dovrebbero, come minimo, riprendere in considerazione la proposta sostenuta dagli Stati Uniti dal 1956 al 1967, ma poi dimenticata, di por fine alla produzione di materiale fissile ad uso militare?

Il problema della discriminazione nel settore dei programmi nucleari civili è nello stesso tempo più complesso e meno difficile. L'efficacia dell'articolo III è stato uno dei successi dell'attuale Trattato. Tuttavia, è chiaramente specificato nel Tnp che gli articoli III.2, IV e V dovrebbero insieme costituire un sistema internazionale di cooperazione nucleare civile legato in qualche modo alla partecipazione al Trattato stesso. Perché si è realizzato così poco in questa direzione? È forse in linea con lo spirito, o anche la lettera del Tnp, che paesi membri, nuclearmente avanzati, si siano affrettati ad offrire tecnologia e materiali nucleari a stati che membri non sono? Così hanno fatto recentemente gli Stati Uniti con Israele ed Egitto; così, secondo quanto è stato riportato, hanno fatto Francia e/o Gran Bretagna con Arabia Saudita e Libia; così, a quanto sembra, hanno fatto quasi tutti con India, Pakistan, Brasile ed Argentina. Se si reputa desiderabile una partecipazione più diffusa al Trattato, non dovrebbe forse tale obiettivo diminuire l'importanza di mere valutazioni di vantaggio commerciale, che tendono, in pratica, a sfavore i paesi non nucleari meno sviluppati, anche se aderiscono al Trattato? Il sistema di ricompensa preferenziale mediante cooperazione nucleare civile, indicato dagli articoli IV e V del Tnp, non meriterebbe forse una qualche tardiva considerazione?

Il terzo problema, quello della mancanza di sicurezza di fronte alla minaccia nucleare, è indubbiamente il più difficile. Sicuramente la sua soluzione, se vi è una soluzione, oltrepassa i fini del Tnp, e si situa nel più ampio contesto dei processi di politica internazionale. Eppure è chiaro che questo problema, più di ogni altro, provoca in numerosi paesi che hanno un atteggiamento critico nei confronti del Trattato la sensazione d'ingiustizia. Da una parte, le potenze nucleari si sono impegnate a fare ben poco di più di quanto è previsto dallo statuto dell'Onu. Dall'altra, i membri più sviluppati del Tnp non dotati di armamento nucleare hanno rinunciato a ciò che il delegato brasiliano all'Endc definì una volta « lo strumento più efficace che essi potrebbero avere a loro disposizione per controbattere possibili aggressioni »¹². I paesi militar-

¹² Dichiarazione del 9 marzo 1967 (Usacda, *Documents on Disarmament*, 1967, p. 138).

mente nucleari non sono certo riusciti a rendere piú gradevole tale mancanza di equilibrio insistendo sul ruolo fondamentale delle armi atomiche per garantire la loro sicurezza, specie quando sostengono che queste armi sono necessarie, per esempio in Europa, come deterrente contro un attacco anche non nucleare da parte di forze superiori.

Quest'area, allora, deve essere al centro dell'attenzione della Conferenza di revisione del Trattato. L'ambiguità delle attuali misure di sicurezza è tutt'altro che soddisfacente. O sono veramente intese come articolazioni di obblighi e garanzie piú avanzate rispetto allo statuto dell'Onu, oppure sono semplicemente un esempio di banalità, se non di ipocrisia. Ma se non è così, non sarebbe possibile spiegare il fatto in termini meno nebulosi? La creazione di ciò che il rappresentante nigeriano all'Endc definì nel marzo del 1967 come « un sistema di deterrenza internazionale contro il ricatto nucleare »¹³, può richiedere qualcosa di un po' piú sostanziale che una mera riconferma dell'articolo 51 dello statuto dell'Onu. Le potenze nucleari potrebbero essere meno generiche, ed impegnarsi apertamente a fornire sostegno ed aiuto immediati, in caso di richiesta, a qualunque membro non nucleare del Tnp attaccato o minacciato apertamente con armi atomiche, pur sempre rispettando il diritto del Consiglio di sicurezza, al momento giusto, di « mantenere o ricostruire la pace e la sicurezza internazionali ». Parallelamente, non sarebbe possibile riprendere in considerazione la questione degli impegni a non usare, o a non minacciare l'uso di armamenti nucleari, contro paesi membri del Trattato non dotati di tali armamenti? È ben conosciuta la difficoltà di applicare un tale impegno all'interno dei principali sistemi di alleanze, o di rendere attuabile la « proposta Kossyghin » senza verifiche intollerabilmente intrusive. Non sarebbe possibile, però, concepire che una versione della « proposta Kossyghin » si combini con la proposta, fatta dal Canada all'Endc nell'agosto del 1967, che le potenze nucleari si impegnino a non usare armamenti nucleari contro membri del Tnp non dotati di tali armamenti e non allineati¹⁴? Un impegno al « non uso » nei confronti di membri del Tnp non dotati di armamenti nucleari, che non hanno tali armamenti sul loro territorio e che non appartengono né alla Nato né al Patto di Varsavia, risponderebbe molto bene alle paure espresse da paesi come Argentina, Brasile, Indonesia, Spagna, Svizzera, Jugoslavia, India e Giappone. Per di piú esso non risulterebbe niente di piú che un'estensione dell'impegno relativo all'America latina espresso dal Protocollo aggiuntivo II del Trattato di Tlateloco, e già accettato non solo dagli Stati uniti, dalla Gran Bretagna e dalla Francia — non, però, dall'Unione sovietica — ma anche dalla Cina.

¹³ ENDC/PV. 292, pp. 4-5.

¹⁴ Dichiarazione del generale E. L. M. Burns (ENDC/PV. 329, pp. 10-11).

Un quadro di riferimento per l'iniziativa politica

Come dimostra questo insieme di questioni, si può almeno sostenere che esistano delle possibilità che la Conferenza di revisione del Trattato affronti tutti e tre i gruppi di problemi considerati all'inizio, anche se tale tentativo, per risultare efficace, deve essere portato avanti contemporaneamente su altri fronti. Tutte le possibilità delineate hanno comunque una caratteristica in comune: esse mirano non a liquidare immediatamente le spinte verso la proliferazione, ma a contenerle nel tempo, mediante un sistema di attenta e continua gestione. L'errore più comune nei confronti del Tnp è stato quello di credere che si possa prevenire con un trattato la proliferazione nucleare. Ma quello che è stato detto ed è stato fatto dal 1968 in poi, con il culmine del test nucleare indiano, ha dimostrato che la proliferazione può essere impedita solo con un sistema sensibile e flessibile di gestione della politica internazionale, che comprenda la ricerca per un disarmo nucleare, l'elaborazione della cooperazione internazionale nel campo dello sviluppo nucleare a fini civili, e soprattutto, la costruzione e la salvaguardia di un contesto internazionale in cui sia garantita la sicurezza generale di tutti i paesi, ma soprattutto dei paesi non dotati di armi nucleari.

Il compito di un trattato non è, e non può essere, quello di raggiungere di per se stesso questi scopi, ma piuttosto di fornire una struttura di ciò che qui abbiamo chiamato una valida legislazione, entro la quale sia più facile ottenere il risultato voluto. In altre parole, il trattato generale e universale deve essere la struttura all'interno della quale sia possibile gestire le singole situazioni con un approccio particolare o regionale. Il corollario di questo assunto è che l'accettabilità di tale struttura dipenda non solo dal suo contenuto, ma anche dall'energia, dall'intelligenza e dalla buona volontà con le quali sono capaci di muoversi coloro che hanno la responsabilità della gestione politica. Proposte dettagliate per l'emendamento del Trattato alla prossima Conferenza di revisione possono essere sufficienti per risolvere alcuni problemi di obbligo legale. Ma le risposte alle due questioni più ampie sollevate all'inizio — se la proliferazione sia in generale non desiderabile, e se la sua limitazione sia possibile in un mondo che oggi contiene sei paesi dotati di armamento nucleare — dipenderanno più dalla volontà politica di tradurre gli impegni del Trattato in un sistema politico efficiente ed operativo, che dalla ingegnosità legale diretta a migliorare il testo del Trattato stesso.

Inserto

*Posizione di tutti gli stati del mondo nei confronti del Trattato di non proliferazione
(Dicembre 1974).*

Afghanistan	FR/sn	Figi	A/sv
Albania		Finlandia	FR/sv
Algeria		Francia	
Alto Volta	FR	Gabon	A/sn
Arabia Saudita		Gambia	F
Argentina		Germania federale	F/sf
Australia	FR/sv	Ghana	FR/sn
Austria	FR/sv	Giamaica	FR/sn
Bahamas		Giappone	F
Bahrein		Giordania	FR/sa
Bangladesh		Gran Bretagna	FR
Barbados	F	Grecia	FR/sv
Belgio	F/sf	Guatemala	FR/sn
Birmania		Guinea	
Bolivia	FR/sf	Guyana	
Botswana	FR/sn	Haiti	FR/sa
Brasile		Honduras	
Bulgaria	FR/sv	India	
Burundi	A	Indonesia	F
Cambogia	A/sn	Iran	FR/sv
Camerun	FR/sn	Iraq	FR/sv
Canada	FR/sv	Irlanda	FR/sv
Cecoslovacchia	FR/sv	Islanda	FR/sv
Chad	FR	Israele	
Cile		Italia	F/sf
Cina		Jugoslavia	FR/sv
Cipro	FR/sv	Kenya	FR/sn
Colombia	F	Kuweit	FR
Congo Brazzaville		Laos	FR/sn
Corea del Nord		Lesotho	FR/sv
Corea del Sud	F	Libano	FR/sv
Costa d'Avorio	FR/sn	Liberia	FR
Costarica	FR/sf	Libia	F
Cuba		Lussemburgo	FR/sf
Dahomey	FR	Madagascar	FR/sv
Danimarca	FR/sv	Malawi	
Ecuador	FR/sa	Malaysia	FR/sv
Egitto	F	Maldive	FR/sn
El Salvador	FR/sa	Mali	FR/sn
Emirati arabi uniti		Malta	FR/sn
Etiopia	FR/sa	Marocco	F/sf
Filippine	FR/sv	Mauritania	

Mauritius	FR/sv	Somalia	FR/sn
Messico	FR/sv	Spagna	
Mongolia	FR/sv	Sri Lanka	F
Nauru		Stati uniti	FR
Nepal	FR/sv	Sud Africa	
Nicaragua	FR/sa	Sudan	FR
Niger		Svezia	FR/sn
Nigeria	FR/sn	Svizzera	F
Norvegia	FR/sv	Swaziland	FR/sa
Nuova Zelanda	FR/sv	Tailandia	A/sv
Olanda	F/sf	Taiwan	FR
Oman		Tanzania	
Pakistan		Togo	FR
Panama	F	Tonga	A/sn
Paraguay	FR	Trinidad e Tobago	F
Perù	FR/sn	Tunisia	FR/sn
Polonia	FR/sv	Turchia	F
Portogallo		Uganda	
Qatar		Ungheria	FR/sv
Rep. dem. tedesca	FR/sv	Urss	FR
Rep. centroafricana	A	Uruguay	FR/sf
Rep. dominicana	FR/sv	Vaticano	A/sv
Romania	FR/sv	Venezuela	F
Ruanda		Vietnam del Nord	
Samoa occidentale		Vietnam del Sud	FR/sv
San Marino	FR/sn	Yemen (Rep. araba)	F
Senegal	FR/sn	Yemen (Rep. pop. dem.)	F
Sierra Leone	sn	Zaire	FR/sv
Singapore	F	Zambia	
Siria	FR		

Spiegazione delle sigle.

1. - Situazione del Trattato:

- F: firma
- R: ratifica
- A: adesione

2. - Situazione degli accordi con l'Aiea sulle misure di salvaguardia:

- sn: accordi in via di negoziazione
- sa: accordi approvati
- sf: accordi firmati
- sv: accordi in vigore.

II. Contributo italiano al Trattato di non proliferazione

di Roberto Caracciolo

Da piú di dodici anni ormai, e precisamente dal 14 marzo 1962, l'Italia partecipa ai negoziati internazionali sul disarmo di questo dopoguerra. Quel giorno infatti 18 ministri degli esteri, dieci in rappresentanza delle due alleanze militari Nato e Patto di Varsavia, piú otto di paesi non allineati (termine questo relativamente piú preciso che quello di neutrale) si riunirono a Ginevra dando l'avvio ai lavori di quella che allora si chiamava la Conferenza del comitato delle diciotto potenze.

In realtà le potenze rappresentate a Ginevra erano diciassette e non diciotto perché la Francia, designata come una dei cinque rappresentanti occidentali, già da allora faceva quella politica di *cavalier seul*, politica che consentiva allora al generale De Gaulle — sotto il segno della *grandeur* e dell'indipendenza francese — di negoziare aspramente qualsiasi accordo o concessione sul piano internazionale, e pertanto non aveva voluto sedersi al tavolo della Conferenza allegando, a giustificazione del suo rifiuto, che la Conferenza era dominata dai *due grandi*.

Appena riunitasi a Ginevra nel 1962 la Conferenza affrontò decisamente il problema di fondo che è quello del disarmo generale e completo. All'uopo sia gli Stati Uniti che l'Unione Sovietica presentarono due progetti di trattato. Da notare che mentre il progetto americano era piú modestamente intitolato « Linee generali di un trattato per il disarmo generale e completo in un mondo pacifico », quello sovietico portava invece il titolo piú ambizioso di « Progetto di trattato di disarmo generale e completo sotto stretto controllo internazionale » e ciò è tanto piú anacronistico in quanto, in questi ultimi anni, tutti i negocia-

L'ambasciatore Roberto Caracciolo di San Vito è stato, dal 1967 al 1972, il capo della Rappresentanza permanente italiana per i problemi e le attività del disarmo; in tale veste ha partecipato a Ginevra a tutte le trattative relative a tali argomenti, e in particolare a quelle relative al Tnp.

ti sul disarmo hanno sempre incontrato il rifiuto sovietico ad accettare qualsiasi forma effettiva di controllo internazionale.

L'entusiasmo iniziale per questi progetti a largo respiro si andò poi sempre più affievolendo attraverso anni di discussione e finì per spegnersi quasi del tutto davanti alle esigenze della *real politik* negli anni in cui, continuando la guerra fredda, la Conferenza di Ginevra rappresentava il solo foro internazionale nel quale russi ed americani mantenevano un contatto negoziale. Data infatti la difficoltà, in periodo di tensione, di poter iniziare un generale processo di disarmo, si convenne a Ginevra di concentrarsi piuttosto sull'esame di misure di disarmo parziali o collaterali, alcune delle quali consistevano più in accordi di non armamento che in effettive misure di disarmo.

Il negoziato per il Trattato di non proliferazione e l'azione italiana

Il primo negoziato fu quello per il trattato di non proliferazione delle armi nucleari.

I precedenti più lontani di un simile trattato possono trovarsi nel piano Baruch del 1946, quando gli Stati Uniti proposero la conclusione di un accordo di rinuncia da parte di tutti gli stati alle armi nucleari e la sottomissione di ogni attività nucleare al controllo di una apposita organizzazione internazionale. Il piano Baruch fallì per l'opposizione sovietica e fu persa allora una grande occasione: a quell'epoca infatti né l'Unione sovietica, né la Francia, né la Cina avevano raggiunto la soglia nucleare e l'accettazione del proposto accordo da parte della comunità internazionale avrebbe, forse, permesso di mettere la sola forza nucleare allora esistente, quella americana, sotto un controllo internazionale.

I precedenti più prossimi del trattato di non proliferazione si ritrovano, viceversa, nelle proposte americane e sovietiche per un progetto di trattato di non disseminazione delle armi nucleari, avanzate a Ginevra nell'agosto-settembre 1965, e nella proposta italiana per una moratoria nucleare. La possibilità di un trattato del genere era stata avanzata, più che altro con valore di sondaggio, nell'Assemblea generale delle Nazioni unite che, il 4 dicembre 1961, nella risoluzione 1664 (XVI) « prendeva nota del suggerimento tendente ad ottenere che si procedesse ad una indagine sulle condizioni alle quali i paesi che non possiedono armi nucleari potrebbero accettare di impegnarsi espressamente ad astenersi dal fabbricare o dall'acquisirne in altro modo ed a rifiutarsi dal riceverne in avvenire nel loro territorio per conto di un altro paese ».

Con la presentazione nel 1967 di un progetto congiunto sovietico-americano si iniziarono poi i negoziati effettivi che dovevano portare

alla conclusione del trattato. L'inizio di questi negoziati caratterizzò fortemente la Conferenza di Ginevra che da foro per dibattiti di carattere generale, spesso un po' retorici o propagandistici, divenne allora un organo negoziale nel vero senso della parola: i suoi lavori andarono pertanto assumendo un carattere sempre più tecnico, necessariamente ancorato agli aspetti concreti delle discussioni su di un Tnp. Si ebbe così a Ginevra un ampio negoziato internazionale, grazie al quale fu possibile introdurre modifiche e miglioramenti all'iniziale progetto delle due superpotenze, che giovarono alla credibilità del trattato e alla sicurezza dei Paesi non nucleari.

Vediamo adesso i lineamenti generali dell'azione italiana in quel negoziato. Fin dall'inizio degli anni sessanta, la posizione italiana nei confronti di un trattato contro la disseminazione delle armi nucleari era stata favorevole ma intesa, in pari tempo, a ribadire l'esigenza che il contenuto di un tale trattato fosse collegato alla soluzione di determinate questioni giudicate essenziali per l'interesse nazionale e generale.

In particolare i principi che caratterizzarono la posizione italiana fin dal 1961 possono essere così riassunti: collegamento della rinuncia alle armi nucleari con concrete misure di disarmo adottate dalle maggiori potenze nucleari; necessità di offrire adeguate garanzie di sicurezza ai paesi non nucleari; preciso collegamento degli specifici impegni di rinuncia con l'assicurazione di determinate garanzie. Sulla base di tali principi venne fornito un sostanziale contributo da parte italiana alle discussioni sul progetto sovietico-americano del 1967, e venne svolta una appropriata azione internazionale per la revisione, il miglioramento ed il perfezionamento di tale testo. Tale azione fu esplicata in diverse istanze multilaterali e formò anche oggetto di contatti bilaterali soprattutto con le tre potenze nucleari membri del Comitato di Ginevra (Gran Bretagna, Stati Uniti e Unione sovietica). L'azione italiana, unita a quella di altri governi interessati, produsse senz'altro utili risultati nell'elaborazione di un testo definitivo. Da parte degli Stati Uniti e dell'Unione sovietica vennero infatti riconosciute l'utilità e la ragionevolezza di numerose proposte di modifica avanzate, e fu così accettata, nel testo definitivo, una serie di importanti emendamenti, fra cui la formulazione di un preambolo più esauriente, la salvaguardia di alcuni diritti ritenuti essenziali per i non nucleari, un ridimensionamento delle procedure di controllo, ed una più chiara definizione di numerose clausole del trattato.

Sul piano generale l'impostazione data dall'Italia al problema del Tnp con l'espressione dell'esigenza che esso fosse « giusto, efficace ed equilibrato nei vantaggi e nei sacrifici » costituì un elemento catalizzatore dell'opinione di molte altre delegazioni che avevano minore conoscenza del problema e manifestavano perplessità nel valutarne le nume-

rose implicazioni.

L'atteggiamento di vari non allineati a Ginevra fu pertanto influenzato dall'azione italiana. Così la nota proposta italiana di devolvere materiale fissile a paesi non nucleari richiamò l'attenzione del Comitato sull'opportunità di prevedere nel trattato gli sviluppi pacifici dell'energia nucleare e contribuì senz'altro — come del resto fu riconosciuto dall'allora rappresentante americano — all'elaborazione di quegli articoli del trattato che si riferivano alle misure di salvaguardia e alla cooperazione tecnica internazionale. Tali articoli rispecchiano infatti proposte italiane o concetti sui quali l'Italia profuse il proprio impegno, e cioè: la limitazione dei controlli ai soli combustibili nucleari, a salvaguardia dei segreti industriali relativi agli impianti per l'uso pacifico dell'energia nucleare nei singoli paesi; la dichiarazione da parte della Gran Bretagna e degli Stati Uniti della accettazione a sottoporre anche la loro attività pacifica a controlli; un articolo specifico sugli usi pacifici dell'energia nucleare; il riconoscimento infine del diritto per i paesi non nucleari a forniture di materiale nucleare da impiegare in attività pacifiche e scambi di informazioni tecnologiche e scientifiche.

Il concetto di « flessibilità » del Tnp e di adattabilità alle mutevoli circostanze storiche, avanzato dall'Italia, divenne altresì il comune denominatore di vari emendamenti presentati da diversi membri in Comitato. Inoltre, le considerazioni svolte in tema di durata del trattato valsero ad infrangere il principio della sua durata illimitata inizialmente invocata dai paesi del Patto di Varsavia: il testo definitivo del Tnp sancì infatti la possibilità che, dopo la prima conferenza di revisione del funzionamento del trattato e di esame dello stato in cui il perseguimento degli scopi del preambolo veniva a trovarsi — conferenza prevista alla scadenza di un quinquennio dall'entrata in vigore del Tnp — altre analoghe conferenze sarebbero state convocate ogni cinque anni dietro richieste della maggioranza degli stati aderenti.

Possiamo ancora ricordare, fra i contributi alla formulazione definitiva del trattato, la proposta italiana di rafforzare la dichiarazione di intenzione delle potenze nucleari in materia di disarmo, contenuta nel preambolo del progetto iniziale del 1967: anche se non accolta integralmente, essa contribuì a produrre l'inclusione nel testo definitivo dell'articolo VI che esprime l'impegno delle potenze nucleari a proseguire i negoziati per il disarmo attribuendo così a tale impegno un peso forse maggiore di quanto inizialmente sperato dall'Italia con la sua proposta.

Questa descrizione dell'azione italiana nel negoziato sul trattato di non proliferazione ha il solo scopo di dare la misura dell'impegno con il quale la nostra delegazione alla Conferenza si è adoperata perché il Trattato da stipulare fosse il migliore che si potesse allora ottenere nella situazione politica del momento. Essa intende, inoltre, rispondere ad

una critica secondo la quale il lavoro della Conferenza del disarmo ricordava il ruolo del coro nelle tragedie greche, che approva, commenta o disapprova l'azione svolta dai protagonisti e cioè, nel caso specifico, dei due grandi nucleari. Niente, infatti, potrebbe essere più lontano dalla verità: le funzioni che le potenze minori hanno svolto in quella Conferenza avevano un triplice carattere: quello di sprone rivolto ad impedire alle grandi potenze di accantonare una volta per sempre certi problemi che imbarazzavano la loro azione politica; quello, abbastanza ovvio, di mediazione; e infine quello di catalizzatore che consisteva nel cristallizzare, e cioè nel dare la forma di testi di Trattato alle intese raggiunte tra le grandi potenze. Tale azione risulta, altresì, evidente se si paragona il testo dei progetti di trattato preparati dagli Stati Uniti e dalla Unione Sovietica con il testo del trattato risultato dai negoziati condotti con l'ausilio delle potenze minori.

È stato del resto già ricordato come la Conferenza del disarmo di Ginevra istituita quando la guerra fredda — che aveva raggiunto la temperatura più bassa al momento della crisi cubana — era in via di disgelo, sia stata, almeno fin quando non si sono iniziati i colloqui Salt, il principale se non l'unico foro di negoziato tra gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica, un foro nel quale le discussioni fra le due grandi potenze sono state rese più facili dalle mediazioni delle potenze minori. Lungi dal voler diminuire l'importanza del ruolo fondamentale svolto dalle grandi potenze, si può dire che la Conferenza del disarmo è stata, nei cinque anni che vanno dal 1967 al 1972, la manifestazione più ovvia di quel bipolarismo che ha caratterizzato la politica internazionale di quel periodo.

Né il lungo negoziato né gli sforzi dei negoziatori potevano, però, riuscire un trattato perfetto. La situazione politica dell'epoca e le posizioni assunte dai principali interessati non permettevano di evitare certi ostacoli né di colmare le varie lacune del Trattato. Più volte l'una o l'altra delegazione è stata tentata di abbandonare un negoziato ritenuto insoddisfacente ma, alla fine, è prevalsa l'opinione che era preferibile produrre un trattato imperfetto che rimanere senza alcun trattato e lasciar aperta, e quindi incoraggiare, la proliferazione nucleare orizzontale. Nessuno infatti può disconoscere che la sola esistenza di questo trattato, in questi ultimi cinque anni, ha servito da freno a molti stati che avevano la possibilità ed anche l'interesse di raggiungere la soglia nucleare.

Per quanto il testo del trattato sia ormai arcinoto non è forse inutile soffermarsi brevemente sulla genesi e la formazione di alcuni dei suoi principali articoli.

Il negoziato multilaterale del trattato di non proliferazione fu preceduto da un lungo periodo d'incubazione durante il quale gli Stati uni-

ti e l'Unione sovietica negoziavano, fra loro, bilateralmente. Il risultato di queste discussioni a due costituí, poi, il contenuto degli articoli I e II del Trattato che praticamente furono accettati dalle altre delegazioni come base del negoziato collettivo: in questi due articoli è, infatti, praticamente contenuta la rinuncia, da parte degli Stati uniti, a perseguire con immediatezza una politica multilaterale atlantica, contro un accordo da parte dell'Unione sovietica a concludere un Trattato sulla proliferazione.

A quel momento le due grandi potenze si illusero che, sormontato l'ostacolo fra di loro esistente sui primi due articoli del Trattato, sarebbe stato facile arrivare ad un accordo sui rimanenti articoli ed ottenere, sul tutto, l'accordo delle altre delegazioni. Viceversa fin dalle prime battute della discussione, nel marzo 1967, gli americani si resero conto che il problema dei controlli, lasciato in sospeso, e le altre clausole appena abbozzate nei contatti tra Washington e Mosca, erano anch'essi dei problemi di importanza capitale. Da parte loro i sovietici, incoraggiati dalle concessioni ottenute da Washington sulla rinuncia a qualsiasi forma di collaborazione atlantica in campo nucleare, sperarono, forse, di ottenere un analogo successo sulla questione delle salvaguardie internazionali sulle quali essi, da poco tempo, avevano concentrato la loro attenzione.

Infine, il Comitato della Conferenza del disarmo, sin dalle prime settimane dei lavori, si accorse che era inutile approfondire una discussione prima che Stati uniti e Unione sovietica si fossero messi d'accordo su di un testo congiunto sui controlli, e prima che gli americani fossero riusciti a superare le forti reazioni suscitate nei paesi Euratom dalle notizie che circolavano sugli intendimenti dei *due grandi*.

La sospensione della Conferenza a fine marzo e le successive consultazioni atlantiche del mese di aprile, servirono a questo necessario ripensamento e indussero gli americani ad apportare le prime modifiche al progetto discusso con i sovietici nonché ad elaborare un primo schema dell'articolo III sulle salvaguardie, nel quale venisse tenuto maggior conto degli interessi europei.

La presenza sul tavolo della Conferenza, ai primi di agosto, di un progetto di trattato piú articolato, costituí, quindi, quell'atteso elemento nuovo che consentí alle delegazioni delle allora 18 potenze, di intraprendere un dibattito concreto e fruttuoso. Infatti se l'accordo concluso in precedenza tra Washington e Mosca aveva incoraggiato i fautori della non proliferazione incondizionata, il tempo trascorso aveva, d'altro canto, dato la possibilità di sensibilizzare l'opinione pubblica internazionale e con essa le varie delegazioni dei paesi non nucleari chiamati a prendere posizione su di un trattato che, per la prima volta, si presentava con contorni ben definiti.

Sottoponendo a confronto il progetto presentato dai *due grandi* nell'agosto del 1967, con il testo di Trattato che la Conferenza del disarmo trasmise per l'approvazione all'Assemblea generale straordinaria delle Nazioni unite, tenutasi appositamente a New York nel giugno 1968, i principali miglioramenti risultati dal lungo negoziato multilaterale di Ginevra possono essere così riassunti:

a - mentre nel precedente progetto il collegamento tra il Trattato e il disarmo era solo vagamente accennato nel preambolo, sotto forma di dichiarazione di intenzioni, nel testo negoziato a Ginevra era stato aggiunto ai consideranda del preambolo un apposito articolo del dispositivo (art. VI) che stabiliva l'impegno delle parti contraenti a proseguire i negoziati in virtù della cessazione della corsa agli armamenti e del disarmo generale e completo; per di più veniva precisato che per quanto riguarda le misure parziali di disarmo, il richiamo inserito nel preambolo, al bando totale degli esperimenti nucleari, voleva fornire un'indicazione precisa circa una di quelle misure collaterali (o parziali) che potevano essere adottate con priorità, allo scopo di arrestare la corsa agli armamenti.

b - l'articolo III sui controlli, lasciato in bianco anche nel testo congiunto presentato nell'agosto 1967, fu elaborato, come si è detto, nell'autunno dello stesso anno dopo intense consultazioni con gli alleati. Visto anche alla luce dell'interpretazione data dagli americani e non contrastata dai sovietici, nella quale si chiariva la capacità dell'Euratom a trattare con l'Agenzia internazionale per l'energia atomica (Aiea), la soluzione raggiunta, sebbene frutto di un compromesso, era destinata ad attenuare molte delle preoccupazioni dei paesi europei e segnare a favore di questi ultimi un netto punto di vantaggio.

c - l'attuale articolo IV (che consacra il diritto inalienabile delle parti alle ricerche, alla produzione e all'utilizzazione dell'energia nucleare) oltre a sviluppare concetti già contenuti nel testo presentato nell'agosto '67, rafforzava le disposizioni relative alle salvaguardie degli aspetti tecnologici, inserendo altresì un richiamo alla collaborazione internazionale in tale campo.

d - gli articoli V e VII erano viceversa completamente nuovi e, cioè, non figuravano affatto nel progetto dei *due grandi*. Il primo dei due si prefiggeva di trovare una soluzione al controverso problema delle cosiddette esplosioni nucleari a fini pacifici, enunciando il principio che gli eventuali benefici da essi derivanti dovessero essere assicurati ai paesi non nucleari in via bilaterale o attraverso appropriate procedure internazionali.

L'articolo VII poi, facendo salvo il diritto di ogni gruppo di stati a concludere accordi regionali di denuclearizzazione, intendeva tener conto sia di quelle iniziative già realizzate in materia, quali il trattato

di Tlatelolco per la denuclearizzazione dell'America latina, sia di altre iniziative che potevano sorgere successivamente, quali quelle per la denuclearizzazione dell'Africa.

e - nell'articolo VIII era stata poi accettata la periodicità della conferenza di revisione del trattato, invece e in luogo di una sola conferenza da tener cinque anni dopo la sua entrata in vigore, come, invece, previsto nel progetto dell'agosto.

f - altra modifica sostanziale apportata al testo fu quella concernente l'articolo X, relativo alla durata del trattato, che i sovietici in un primo tempo volevano fosse indeterminata. Per quanto il criterio adottato nel testo definitivo di una durata venticinquennale, eventualmente rinnovabile, non coincida con una vera e propria limitazione temporale degli impegni assunti col trattato, rimane tuttavia il fatto che il trattato non venne più configurato come un accordo a tempo indefinito.

Le critiche e i rimproveri rivolti al trattato di non proliferazione sono numerose. Gli si rimprovera, tra l'altro, di essere discriminatorio nonché di essere stato imposto dai *due grandi* nucleari per rendere definitiva la differenza che li separa da quelli non nucleari, tra gli « have » ed i « have not », tra quelli che hanno acquistato il « know how » nucleare e gli altri che non potrebbero acquisirlo, sia che si tratti di sviluppare la loro tecnologia che di assicurare la loro difesa a livello strettamente nazionale o in una comunità di stati. Non rientra nel proposito di questo scritto il discutere il ben fondato di queste critiche.

I negoziatori del trattato si sono sforzati, per quanto le circostanze politiche ed i rapporti di forza lo permettevano, di assicurare, nei vari articoli, un certo equilibrio tra diritti e doveri delle parti ma, purtroppo, non tutti gli articoli sono stati, finora, implementati.

La Conferenza di revisione ed i problemi da affrontare

La Conferenza prevista dall'articolo VIII del trattato, che si riunirà a Ginevra nel maggio prossimo e alla quale potranno partecipare solo i paesi che hanno ratificato il trattato, non ha, come molti credono, il compito di rifare o di modificare da cima in fondo il trattato, bensì quello di passare in rivista (nel testo originale inglese la Conferenza si chiama, appunto, Review Conference) il funzionamento di questo trattato allo scopo di assicurarsi che gli scopi del suo preambolo e le disposizioni dei suoi articoli sono in corso di realizzazione. Anche se questa definizione limita il numero e la natura delle modifiche e dei miglioramenti che si possono sperare di ottenere, essa permette, tuttavia, la ricerca di misure necessarie per colmare le inadempienze alle disposizioni del trattato suscettibili di produrre gli squilibri che si erano

voluti evitare, e per migliorarne, complessivamente, il funzionamento.

In particolare sarà forse utile accennare ad alcuni problemi che potrebbero essere affrontati in questa Conferenza di revisione:

1 - Il problema piú importante mi sembra essere quello dell'insufficienza dei controlli sul materiale nucleare. Esiste, infatti, in questo campo una situazione paradossale: i paesi non nucleari firmatari del Trattato sono soggetti ai controlli messi a punto dall'Aiea nel cosiddetto « blue book », controlli che colpiscono tutte indistintamente le attività nucleari del paese; per contro quei paesi non firmatari che ricevono una assistenza tecnica per l'installazione di centrali nucleari da parte di paesi nucleari e firmatari del Trattato, sono finora tenuti solamente ad assoggettare ai controlli Aiea le « facilities » ricevute; tutte le eventuali altre installazioni, create da loro autonomamente, o ricevute da paesi nucleari non firmatari del Trattato, sono praticamente esenti da ogni controllo. C'è di piú: i controlli erano stati originariamente concepiti solo in funzione delle eventuali diversioni di materiale nucleare da parte dei governi firmatari: ora si pone il nuovo e gravissimo problema di rafforzare i controlli medesimi in vista di possibili diversioni da parte di terroristi, di criminali organizzati o di altri gruppi non governativi.

2 - Un altro problema di fondo è quello del diritto dei paesi non nucleari non solo a beneficiare dei vantaggi derivanti dall'utilizzazione dell'energia nucleare ai fini pacifici (diritto, del resto, garantito dagli articoli IV e V del Trattato), ma anche del « know-how » e dello « spill over » relativo; di modo che l'Italia, come già l'India, potrebbe teoricamente e al momento piú opportuno, farsi le sue esplosioni atomiche pacifiche per usarle per la realizzazione di opere che, però, (more italico) nessuno ha, finora, indicato, nemmeno approssimativamente!

Naturalmente se questo ragionamento venisse fatto, come probabilmente viene fatto, da paesi quanto noi vicini alla soglia nucleare, avremmo in breve tempo una costellazione di stati ognuno di essi capace di farsi saltare in aria a forza di esplosioni pacifiche! Sarebbe proprio il caso della « pazziella n'mane e' creature », come si dice a Napoli!

Da qui le teorie avanzate recentemente che vorrebbero responsabilizzare queste nuove categorie di stati dando loro un certo riconoscimento internazionale ed uno « status » di potenze nucleari di seconda classe.

In realtà, alla base di questo problema sta un grosso equivoco ed una verità, stranamente, misconosciuta: non vi è, infatti, nessuna differenza, sul piano tecnico e scientifico, tra esplosioni nucleari a scopo pacifico e altre a scopo militare. La differenza sta solo nell'uso e nella esistenza di un vettore per lanciare la bomba!

E ancora: esistono oggi forti dubbi sull'utilità delle esplosioni nucleari pacifiche. Il costo globale di ognuna di esse supererebbe, cioè,

la sua utilità. Per costo non si deve, infatti, intendere solo il costo della bomba (anche se ogni progetto prevede l'esplosione di non una, ma di centinaia, se non addirittura di migliaia di bombe!) ma anche il costo ecologico, e soprattutto quello necessario per spopolare, trasferendo uomini e bestie, aree grandi come interi paesi.

Naturalmente si può pensare che si arriverà un giorno a fare delle bombe « pulite » senza o almeno con limitatissime radiazioni. Ma per arrivare ad un simile risultato bisogna continuare a fare dei « tests » sempre più sofisticati; e chi può garantire che il paese il quale effettuerà delle esplosioni nucleari a scopo pacifico non condurrà anche, per conto suo o per conto di terzi, delle prove, e cioè dei « tests » che serviranno poi a fini militari?

Certo è che gli Stati Uniti, i quali, con il programma « Ploughshare », avevano iniziati degli studi avanzati su vari progetti importanti, sono praticamente fermi. I sovietici e domani forse i cinesi, godono in questo campo di condizioni più favorevoli sia perché dispongono di larghe aree poco abitate, sia perché hanno un sistema di governo che consente loro di sormontare molte obiezioni da parte delle popolazioni interessate. Ma la contaminazione nucleare non conosce frontiere! Inoltre se i russi volessero realizzare uno dei loro progetti più importanti, quello di scavare un canale che unisca le acque che scorrono oggi a nord nell'Artico con quelle che vanno a sud verso il Volga e il Mar Caspio, si troverebbero, probabilmente, in contrasto con le disposizioni del Trattato sul divieto parziale sulle esplosioni nucleari, da loro firmato.

Ecco, così, delinearsi un altro problema connesso con le esplosioni nucleari pacifiche che richiede attento esame. Da anni ormai la gran parte dei paesi non nucleari, Italia compresa, si batte per ottenere l'interdizione totale di tutti gli esperimenti nucleari. C'è quindi, da domandarsi se è possibile, da un lato insistere per arrivare a questa interdizione e dall'altro pretendere la disseminazione delle esplosioni a scopo pacifico, le quali — come si è detto — serviranno, fatalmente, come « tests » per una maggiore sofisticazione delle armi nucleari.

La prima cosa da fare mi sembra quindi quella di accertare l'esattezza di queste preoccupazioni, e quindi promuovere uno studio da parte di esperti altamente qualificati sull'utilità attuale, in termini di economia globale, delle esplosioni nucleari a scopo pacifico, sul loro grado di sicurezza e sulle loro implicazioni politiche. La necessità di questo studio è stata sottolineata dalle eminenti personalità riunite, recentemente, a Divonne, dal Carnegie Endowment for International Peace per discutere i problemi connessi con la revisione del Tnp. Per assicurare la obiettività e il rigore scientifico di questo studio, esso dovrebbe essere affidato alla personale responsabilità del segretario generale della Con-

ferenza del disarmo, dove la rappresentanza dei vari gruppi regionali è piú equilibrata che all'Assemblea generale di New York.

Frattanto, e per non pregiudicare i vantaggi eventuali che, se non oggi almeno domani, potranno essere offerti dalle esplosioni nucleari a scopi pacifici, si dovrà alla Conferenza per la revisione del Tnp indetta nella prossima primavera a Ginevra, discutere sul mezzo migliore per implementare il disposto dell'art. V del Tnp che, appunto, prevede la messa in opera di un meccanismo internazionale che ne curi l'applicazione. Al riguardo va ricordato che già nel 1971 l'Assemblea generale delle Nazioni unite espresse il parere che l'Aiea era l'organismo appropriato per svolgere questa funzione. Da parte sua il « Board » dei governatori dell'Aiea ha già iniziato a studiare la procedura necessaria per rispondere alla richiesta di servizi da parte di stati membri.

Questo sul piano tecnico-scientifico. Sul piano politico rimane, poi, il problema di come contenere iniziative incontrollate come quella recentemente presa dall'India, e come evitarne la ripetizione.

All'Assemblea generale delle Nazioni unite a New York è stato proposto, come rimedio radicale, quello delle denuclearizzazioni regionali (Africa, Sud Est asiatico, Medio Oriente ecc.) sull'esempio di quelle realizzate in America latina con il Trattato di Tlatelolco. Al momento in cui vengono scritte queste righe non si conosce ancora l'esito delle varie risoluzioni presentate al riguardo. Ma anche se è difficile pensare che esse possano avere un seguito immediato, il loro merito è quello di aver riaperta la strada a nuove discussioni su questo problema scottante.

3 - Rimarrebbe da parlare degli obblighi assunti dalle potenze nucleari con l'articolo VI del Tnp che le impegna « a proseguire in buona fede i negoziati sulle misure efficaci relative alla cessazione della corsa agli armamenti nucleari ad una data ravvicinata e al disarmo nucleare, e su di un trattato di disarmo generale e completo sotto controllo internazionale stretto ed efficace ».

È questo un discorso molto piú vasto che difficilmente potrà essere discusso in seno alla Conferenza di revisione. È il problema degli equilibri strategici mondiali attualmente in discussione tra Stati uniti e Unione sovietica nel quadro dei Salt II. L'eventuale conclusione di un trattato che limiti lo sviluppo di tutti gli armamenti nucleari strategici offensivi e difensivi, costituirebbe un primo passo verso la sua soluzione.

Un altro passo potrebbe essere quello dell'aumentata consapevolezza delle difficoltà d'impiego del deterrente nucleare, consapevolezza che ne limiterebbe automaticamente la credibilità.

III. La non proliferazione ed i controlli di sicurezza nucleare

di Enrico Jacchia

« Lo sprigionarsi della potenza dell'atomo ha cambiato ogni cosa, salvo la nostra maniera di pensare, e perciò l'umanità si sta avviando ad una catastrofe senza precedenti ».

Einstein

La competizione fra gli stati, inerente al sistema internazionale odierno, ed i conflitti ideologici che oppongono i gruppi di nazioni all'interno del sistema stesso, hanno accelerato considerevolmente il processo di sviluppo e le applicazioni dell'energia atomica. E ciò, simultaneamente, in due direzioni: quella pacifica e quella militare.

Il Trattato di non proliferazione tende a rovesciare la tendenza verso l'impiego militare, ed incoraggiare gli sforzi verso un sempre maggiore sviluppo delle applicazioni pacifiche ed a stabilire una barriera tra i due.

In sostanza, il Trattato costituisce un tentativo, di portata eccezionale, di organizzare a livello planetario un controllo politico sui processi scientifici e tecnologici che permettono l'utilizzazione della energia nucleare.

Ma, avendo riconosciuto al Trattato questo enorme merito, è necessario conservare, ci sembra, una visione realistica e non utopistica di quello che il Trattato permette di conseguire.

E qui vorremmo fare, senz'altro indugio, una dichiarazione di opinione, che senza dubbio susciterà dei clamori, ma verrà condivisa appunto da coloro che propendono per il realismo: *le armi nucleari e più generalmente gli esplosivi nucleari rimarranno in possesso di un numero limitato di paesi, entro la struttura internazionale esistente, soltanto per un periodo di tempo limitato.*

È quindi un problema di fondamentale importanza quello di trovare, o di promuovere, la ricerca di soluzioni nuove che comportino i

Enrico Jacchia è stato, dal 1968 al 1972, direttore del Controllo di sicurezza dell'Euratom. È attualmente direttore generale onorario delle Comunità europee. È autore di Il rischio di radiazioni nell'era nucleare (Giuffrè, 1963) e di altre opere pubblicate in Francia e in Germania.

nuovi indispensabili cambiamenti strutturali durante il lasso di tempo in cui le norme sulla non proliferazione stabilite dal Trattato conservano tutta la loro forza costrittiva.

Il rischio piú grave, implicito nel Trattato, è forse proprio quello che la ricerca di forme nuove rimanga senza risultato.

Se, dopo aver mantenuto lo status quo contro una pressione crescente, l'impalcatura del Trattato cedesse, le instabilità che ne conseguirebbero nell'ordine internazionale sarebbero sensibilmente piú gravi e pericolose che se il corso normale della proliferazione nucleare non fosse stato interrotto.

Questo non significa, ovviamente, che i rischi inerenti al Trattato siano maggiori di quelli da cui l'ordine internazionale sarebbe minacciato se il Trattato non ci fosse, ma dovrebbe indurre ad avere una coscienza ancora piú chiara della necessità di innovazioni strutturali nel sistema delle relazioni internazionali nel critico periodo interinario.

Mentre, da un lato, il Trattato di non proliferazione conferma lo status quo per quanto concerne le armi nucleari, esso incoraggia, dall'altro, la tendenza verso una utilizzazione sempre piú diffusa dell'energia nucleare per una grande varietà di scopi. Un incoraggiamento ancora piú consistente è venuto ad aggiungersi in questi ultimi mesi con la crisi dei rifornimenti petroliferi e la conseguente tendenza a moltiplicare gli investimenti nelle centrali elettro-nucleari.

Insomma, si apre dinnanzi a noi la prospettiva di un mondo in cui il plutonio diverrà disponibile in grande quantità negli stati industrialmente progrediti ed anche in molti paesi in via di sviluppo.

L'eccezionale dimensione del rischio che comporta, per l'ordine internazionale, il diffondersi della disponibilità del plutonio e della tecnologia di produzione dello stesso è forse ancora sottovalutata dalla stragrande maggioranza dell'opinione pubblica. Non è azzardato prevedere che il controllo su entrambi diventerà nel prossimo quinquennio un problema di sicurezza interna e di sicurezza internazionale di primaria importanza.

Già di per se stessa, del resto, una potenziale capacità di produzione di plutonio, sottoposto o non sottoposto ai controlli nucleari¹, costituisce una minaccia latente per la sicurezza di uno stato vicino, che non possenga a sua volta una simile capacità potenziale. In realtà si assiste già attualmente ad una piú o meno aperta competizione tra stati che non dispongono di armi nucleari e che cercano di dotarsi di una capacità nucleare per usi civili, la quale è chiaramente non economica².

¹ Il termine anglosassone è « safeguards ». Esitiamo ad impiegare l'anglicismo, davvero orrendo, che si sta introducendo in vari testi della nostra letteratura specializzata col vocabolo « salvaguardie ».

² Ai casi di Israele, Brasile, India, ecc. si aggiunge ora quello — piú preoc-

Ora è necessario dire ben chiaro che i controlli di sicurezza (le « safeguards » stabilite dall'Aiea e nell'ambito europeo dalla Comunità europea) possono costituire un utile e indispensabile *segnale di allarme* nel caso in cui le materie nucleari vengano deviate verso un impiego militare da parte di uno stato che abbia sottoscritto l'impegno di dedicarsi esclusivamente all'utilizzazione pacifica. È questo un elemento importante poiché gli altri stati hanno la garanzia (se il sistema di controlli funziona bene) che un tentativo di utilizzazione a fini militari da parte del trasgressore verrebbe portato tempestivamente a conoscenza di tutti. Ma occorre sottolineare, con altrettanta chiarezza, che *tali controlli, da soli, non possono impedire che la deviazione abbia luogo, una volta che uno stato abbia deciso di imbarcarsi in un programma di armamenti nucleari.*

Non c'è insomma nessun meccanismo di costrizione effettiva che sia incorporato nelle « safeguards », ancorché meriti sottolineare che le disposizioni del Trattato dell'Euratom, su cui torneremo più innanzi, prevedono alcune sanzioni, quali il ritiro delle materie nucleari, che vanno lontano dal punto di vista dell'« intrusione » delle sovranità nazionali³.

I controlli di sicurezza nucleare, di cui tratteremo nelle pagine che seguono, sono quindi uno strumento indispensabile, uno strumento che a nostro avviso va reso ancora molto più rigoroso, per garantire la non proliferazione, ma non possono essere considerati una risposta completa e sufficiente alla sfida che i continui progressi e le innovazioni nel campo dell'uso pacifico dell'energia atomica rappresentano per il sistema di relazioni internazionali attualmente esistente.

Le previsioni più caute fanno valutare a molte decine di migliaia di kg. la quantità di plutonio che sarà prodotta annualmente intorno al 1980, e ad alcune centinaia di migliaia di kg. la quantità globale accumulata nel mondo (a seguito della realizzazione dei programmi nucleari per uso pacifico). La bomba che ha distrutto Nagasaki conteneva meno di 10 kg. di plutonio.

Una risposta adeguata al prevedibile impiego dell'atomo suppone quindi, a nostro avviso, un serio impegno per introdurre delle sostanziali innovazioni strutturali nel sistema politico internazionale attualmente in vigore.

cupante ancora forse, per le eccezionali disponibilità finanziarie di quel paese — costituito dall'Iran.

³ Vedi, in questo stesso capitolo, a p. 57.

La necessità di un'attività internazionale di controllo sulle materie prime

Ma, pur entro i limiti cui abbiamo accennato, limiti che ne configurano e precisano l'efficacia, un sistema globale di controllo sulle materie nucleari è indispensabile ed il suo funzionamento severo, rigoroso, è una delle premesse del mantenimento di un livello minimo di ordine internazionale.

Al lettore non specializzato questa necessità può non apparire evidente e merita quindi consacrare alcune righe ad illustrare il concetto.

Una distinzione innanzi tutto si impone tra la proliferazione concernente gli stati e la trafugazione di materie nucleari destinate a gruppi di estremisti o sovversivi che perseguano obiettivi rivolti contro l'ordine stabilito in uno stato, o, trattandosi di gruppi internazionali, attraverso azioni geograficamente disperse contro i soggetti ed i beni di un determinato paese.

PROLIFERAZIONE TRA STATI.

Per capire perché l'acquisizione di armi od esplosivi nucleari da parte di stati non militarmente nucleari aggraverebbe molto sensibilmente il pericolo di una guerra atomica è necessario mettere in luce la differenza tra il tipo di arsenale nucleare che le grandi potenze si sono costruite per consolidare il « deterrent » atomico di cui dispongono, ed il tipo di arsenale nucleare che potrebbero tentare di sviluppare gli eventuali nuovi candidati al club atomico.

Infatti gli scettici, o i meno esperti in questo campo, potrebbero porre questa ragionevole domanda: dato che Stati Uniti e Unione Sovietica, malgrado il loro colossale armamento atomico sono riuscite a creare una specie di « deterrent stabilizzato », non ci si potrebbe aspettare che si finisca per giungere ad una « stabilità » dello stesso genere se gli esplosivi e le armi atomiche cadono in mano di un maggior numero di stati nel mondo?

La risposta è: no. Stati Uniti ed Unione Sovietica hanno raggiunto una situazione di equilibrio⁴ perché ognuno dei due paesi possiede attualmente un numero sufficiente di missili a ogiva nucleare, nei silos sotterranei, a bordo di sottomarini e di aerei con capacità nucleare, da permettergli di subire un attacco atomico dal nemico, devastatore ovviamente, ma di conservare tuttavia la possibilità di lanciare una rappresaglia nucleare che infliggerebbe all'attaccante quella che i politologi chiamano una « unacceptable destruction ».

Ciò significa che l'attaccante non otterrebbe un vantaggio totale

⁴ « Equilibrio del terrore » hanno scritto, appropriatamente, alcuni autori.

e definitivo colpendo per primo e all'improvviso: il risultato finale sarebbe il suicidio per la nazione stessa.

Del tutto diversa si presenta, almeno per il prossimo futuro, la situazione per le medie e piccole potenze che volessero lanciarsi nell'avventura dell'armamento nucleare.

Colla tecnologia ed i materiali a loro disposizione, esse verosimilmente potrebbero produrre soltanto dei tipi di bombe poco sofisticate, bombe sporche, cioè con limitato effetto distruttivo ma con altissima intensità di contaminazione radioattiva, per un uso soprattutto contro i centri urbani. Ne consegue che una nuova potenza nucleare, potrebbe aver la tentazione di lanciare un attacco improvviso, qualora i suoi governanti giungessero alla conclusione di poter distruggere, senza timore di rappresaglia, lo stato nemico, annientandone, al primo colpo, le installazioni militari ed i maggiori centri di popolazione.

Ci risparmiamo di entrare maggiormente nel merito, confidando che il lettore potrà costruire un certo numero di *scenarii* immaginari ma realisti, nei quali, considerato il mondo in cui viviamo, una eventualità di questo genere non sembrerebbe assurda.

L'ATOMO NELLE MANI DEI TERRORISTI.

Diversa, ma forse ancor più preoccupante, è la situazione per quanto concerne l'eventualità che materie fissili cadano nelle mani di gruppi terroristici, insurrezionali o comunque, per usare un'espressione misurata, *malintenzionati*.

Per anni, coloro che hanno la responsabilità di prevenire il trafugamento di materie nucleari hanno ipotizzato questa situazione, costruendo modelli (quelli che nel linguaggio anglosassone si chiamano *scenarios* nucleari) di come opererebbe un'organizzazione di malintenzionati che volesse servirsi dell'atomo per raggiungere i suoi fini.

La tentazione per questa gente di utilizzare materie nucleari, invece dei mezzi di aggressione convenzionali, è grande. È grande e giustificata. Poiché, non solo un'esplosione atomica ha effetti materiali che sono senza paragone con qualsiasi altro mezzo utilizzabile; l'effetto psicologico ch'essa produrrebbe può essere, per un'organizzazione insurrezionale o terroristica, anche di maggior peso.

In pratica, coll'enorme aumento della disponibilità di plutonio nel mondo (vedi sopra) quello che si paventa è il sorgere di una specie di « mercato nero » delle materie nucleari.

Non se ne parla solo da oggi. Già nell'ormai lontano 1967, un gruppo di eminenti personaggi convocati dalla Commissione americana dell'energia atomica per studiare, in seno ad un apposito comitato⁵,

⁵ « Ad Hoc Advisory Panel on Safeguarding Special Nuclear Materials ».

questi delicati problemi sottolineava nel suo rapporto: « È indispensabile fare ogni sforzo per assicurare che le autorità abbiano una conoscenza immediata del sorgere di mercati neri nel mondo, in cui si trattino le materie fissili. È opinabile se tali mercati neri esistano già oggi, benché il Comitato sia a conoscenza che una *fessura* in questo campo si sia prodotta in seguito al recente furto di elementi di combustibile nucleari dal reattore di Bradwell in Inghilterra ».

Per le funzioni che ha ricoperto non è certo lecito a chi scrive di divulgare informazioni su questi temi. Ma gli è lecito comunque sottoporre al lettore le considerazioni che seguono.

Il prezzo del plutonio e dell'uranio 235 (le materie fissili impiegabili per una esplosione nucleare) si è aggirato negli ultimi anni tra i 25.000 ed i 40.000 dollari al kilogrammo. Parliamo del prezzo ufficiale cioè di quello a cui il materiale è venduto per esempio dalla Commissione atomica americana, ed ovviamente con tutti gli impegni di « safeguards », cioè di sottoporlo ad un controllo di sicurezza, che la Commissione stessa ha stipulato con i vari stati.

Quanto potrebbe valere in un ipotetico mercato nero? Se, cioè, il gioco dell'offerta e della domanda facesse nascere, a lato, ad esempio, dei mercati neri della droga, un luogo d'incontro in cui chi trafuga materiale fissile potesse incontrare chi vuol comprarlo?

Con circa cinque chili di plutonio si è fatta scomparire dalla faccia del globo la città di Nagasaki. Al prezzo ufficiale, una bomba del genere costerebbe, di materia prima, un paio di centinaia di migliaia di dollari.

Un'inezia per un'organizzazione terroristica internazionale. Anche per una nazionale, forse.

Un'inezia anche per un capo di stato che avesse comprato, pagandoli un milione di dollari l'uno, dei sofisticati Mirage i quali richiedono una enorme infrastruttura tecnica d'appoggio per poter poi essere operativi, quando, sborsando la stessa cifra, potrebbe avere a disposizione uno strumento micidiale, tutto sommato di più facile impiego (al limite, un Mirage, con a bordo un ordigno anche rudimentale al plutonio, può precipitarsi, alla kamikase, sulla capitale di un nemico). Potrebbe averlo a disposizione se ci fosse un mercato nero delle materie nucleari⁶.

E l'incentivo è forte quando si pensi che riuscire a vendere del plutonio trafugato, diciamo a 200.000 dollari al chilo (cioè circa 160 milioni di lire) vuol dire, per chi lo vende, realizzare dei profitti che

⁶ Che un qualche ragionamento di questo tipo possa finalmente essergli stato fatto, lo desumiamo, senza sorpresa del resto, da una notizia pubblicata, mentre questo scritto va alle stampe, sul « Corriere della Sera » in una corrispondenza da Beirut del 13 gennaio: « Il colonnello Gheddafi ha dichiarato in una intervista al quotidiano di Beirut An Nahar che sta cercando scienziati arabi in Occidente per fare della Libia una potenza nucleare ».

nessun trafficante di eroina (che pur rischia la vita) si è mai sognato di realizzare⁷.

A questo argomento, del resto, sembra dedicare, negli ultimi mesi, una maggiore attenzione la stampa, specie quella d'oltreoceano⁸. Alcuni autori americani, piuttosto discussi ma indubbiamente competenti, hanno dedicato ad esso delle opere certamente atte a provocare il dibattito. Abbiamo voluto citare in nota il volume di Ted Taylor, opera un po' *a sensazione*, per la personalità dell'autore, il quale, se ci è concessa l'espressione, è un vero « professionista » della materia.

Ricordiamo una conversazione con Ted nella sua casa di Washington un paio d'anni fa. Era ossessionato dall'idea che gruppi terroristici od insurrezionali riuscissero ad intuire che arma straordinaria avrebbero in mano se potessero entrare in possesso anche di pochi kilogrammi di plutonio. Ted è uno di quelli che hanno disegnato, e poi prodotto e infine sperimentato l'esplosione di bombe atomiche. Questa esperienza l'ha sconvolto: sa come si può produrre un aggeggio nucleare che magari scoppi male, ma che purtuttavia per la contaminazione ambientale prodotta, più che per l'effetto distruttivo dell'esplosione, potrebbe rendere inabitabile per mesi una grande città. Ormai il numero di persone che hanno lavorato, nel mondo, in impianti nucleari è elevato e Taylor è convinto che basta mettere assieme cinque o sei specialisti nelle varie discipline: tecnologia dei materiali, fisica nucleare, elettronica, per poter fare quella che si chiama, nel gergo degli addetti, una bomba « sporca ».

Comunque, siano sorti o meno dei mercati neri delle materie fissili, quella che alcuni gruppi criminali tentino un giorno o l'altro di servirsi di materie nucleari sottratte all'uso pacifico, è una prospettiva che nessuno di coloro che hanno avuto la responsabilità del controllo di sicurezza nucleare si sentirebbe di escludere.

Come dicevamo sopra, si sono elaborati degli appassionanti *scenarios* tecnici. Ma questi sono usciti dai cervelli elettronici e dall'impiego appropriato dell'analisi dei sistemi.

Ci si può peraltro chiedere, a seguito di episodi recenti, se non siamo di fronte, adesso, a degli *scenarios* veri⁹.

⁷ Facendoci premura di precisare, data la suscettibile attenzione della magistratura, che i profitti dei trafficanti di droga chi scrive li conosce solo per sentito dire.

⁸ Una fiammata di nuovo interesse l'ha portata la recentissima pubblicazione del libro di Ted Taylor e Mason Willrich: *Nuclear Theft: Risks and Safeguards*, Cambridge, Mass. 1974.

⁹ In connessione col tentativo di *golpe* dell'estate scorsa, si è parlato di un misterioso tentativo di usare materie nucleari a scopi terroristici. Le prime notizie, date alla stampa, parlavano di una valigia contenente dell'uranio, o tracce di uranio, sequestrata dalle forze dell'ordine; il nome di un ingegnere italiano del Centro nucleare di Ispra figurava tra quelli contro cui era stato spiccato mandato di

Obiettivi, elementi e modelli di un sistema di controllo

Confidiamo che risulti ragionevolmente palese da quanto precede che stiamo vivendo in un'epoca in cui il mondo è sempre più esposto alla minaccia agghiacciante dell'impiego di esplosivi nucleari, i quali vengono accumulati da chi già li possiede, e saranno forse acquisiti progressivamente da chi ambisce a possederli — senza che ciò possa servire gli interessi dell'umanità nel suo assieme, e nemmeno, oseremmo affermare, quelli di una determinata nazione in particolare.

Le tappe per riuscire a fermare questa paurosa spirale, passano obbligatoriamente per quella che viene ormai generalmente chiamata la *strozzatura* dei controlli.

Poiché non è ragionevole pensare, in politica per lo meno, che una delle parti si fidi ciecamente dell'altra, quando i mezzi di distruzione raggiungono queste dimensioni globali, l'unica maniera per pervenire ad un accordo è quella di elaborare e far accettare un sistema che permetta di verificare che i termini dell'intesa sono rigorosamente rispettati da tutte le parti contraenti.

Si giunge così alla nozione di *controllo internazionale* del rispetto di un determinato accordo. Nozione non nuova, ovviamente, nel diritto internazionale, ma che ha acquisito forme ed espressioni nuove, più « drammatiche », per usare un'espressione anglosassone, nei recentissimi

arresto nel quadro dell'inchiesta sui tentativi di golpe.

Di questa valigia non si è saputo più nulla: se conteneva dell'uranio in quantità considerevoli o solo tracce (il che potrebbe lasciar pensare che il contenuto sia stato riposto altrove) o se le tracce fossero talmente irrilevanti da far credere piuttosto ad una contaminazione accidentale in un ambiente, come quello di un centro nucleare, in cui la contaminazioni radioattive, malgrado le misure di radio-protezione, non possono essere escluse a priori.

Improvvisa, ed agghiacciante nei termini in cui è formulata, è venuta successivamente la precisazione del Sid. Nella descrizione cronologica e meticolosa del tentativo di golpe che il ministro Andreotti ha fatto alla commissione difesa, egli si è riferito ad un rapporto suppletivo del Sid del 1° ottobre scorso. Vi si annunciava « la tremenda minaccia dell'uso terroristico di materiale radioattivo persino con l'inquinamento di acquedotti, studiato analiticamente e da realizzarsi con il furto di detto materiale presso un centro nucleare del nord Italia ».

La notizia è allarmante. Il rapporto, così come è stato citato, dice, « da realizzarsi » con il furto. Ma allora questo furto c'è stato o non c'è stato? C'è un nesso tra il mandato che la stampa annunciava spiccato nei confronti del funzionario di Ispra e la valigia? Conteneva uranio, questa valigia, o biancheria da lavare?

Bisognerebbe che ci si dicesse qualcosa di più su questo piano terroristico che il rapporto definisce « studiato analiticamente ». Abbiamo davvero varcato la soglia che da anni alcuni predicano?

L'atomo è caduto in mano ai terroristi?

Che la minaccia esista non c'è dubbio. Ma saremmo tentati di vedere in questo episodio qualcosa di meno definitivo, e quindi meno apocalittico. Dopo tutto siamo in un paese in cui più che sul rigore scientifico — parlando di golpe — si può essere tentati di contare sullo stellone d'Italia.

tempi a seguito precisamente dell'esplosione delle nuove tecnologie.

Quando la possibilità di disporre di soli 5 kg. di plutonio può permettere ad una nazione, o ad un gruppo insurrezionale o terrorista, di far scomparire dalla faccia della terra una intera città, la nozione teorica di *controllo* si traduce concretamente nella necessità di adottare un sistema, altamente sofisticato, *intrusivo* nell'ambito della sovranità nazionale e delle stesse singole imprese, che non ha più nessuna analogia colle forme di controllo dell'esecuzione dei trattati cui le nazioni erano tradizionalmente abituate.

Ecco perché è proprio in campo nucleare che sono stati ideati, e poi progressivamente perfezionati in questi ultimi anni, dei sistemi di controllo che impiegano le tecniche più svariate, ma sono caratterizzati da un elemento comune: la ricerca della verità attraverso una indagine diretta e materiale sulle attività del soggetto controllato. Indagine che si spinge alla conoscenza dei minimi dettagli e che, nel caso specifico delle materie nucleari, vuol conoscere l'ubicazione, i movimenti e la destinazione finale delle minime quantità soggette a controllo (per il plutonio e l'uranio 235, si scende a quantità misurabili in grammi).

Quanto si è fatto in campo nucleare è una prefigurazione di quanto può essere applicato, ovviamente secondo modalità diverse e appropriate, in qualsiasi altro settore che si voglia sottoporre ad un controllo sistematico.

Ed è curioso constatare come soltanto ora, quando la necessità è diventata davvero impellente, ci si cominci a render conto che il *controllo* costituisce in realtà un assieme completo di *sistemi* largamente basati sull'impiego di tecniche matematiche, destinato al raggiungimento di determinati obiettivi specifici.

Naturalmente, per il raggiungimento di ciascun obiettivo determinato è necessario elaborare un *sistema* appropriato.

GLI OBIETTIVI DI UN SISTEMA DI CONTROLLO.

Ogni sistema avrà le proprie caratteristiche; gli obblighi specifici imposti ai controllati, i metodi di organizzazione, le modalità operative varieranno da caso a caso (che si tratti di controllo nucleare, o di controlli su varie operazioni di limitazione o riduzione degli armamenti). E tra l'obiettivo perseguito, gli obblighi imposti, le modalità operative etc., sussisteranno una varietà di *interconnessioni* che formeranno poi le caratteristiche del sistema prescelto.

Il discorso sugli obiettivi merita del resto di essere, a questo punto, un po' approfondito.

Una linea di partenza per cominciare a pensare ai controlli in maniera organizzata è quella di cercare di identificare degli obiettivi possi-

bili per uno specifico sistema di controlli (*Safeguards System*).

Si potrebbe pensare, in primo luogo, ad un obiettivo che fosse definito in termini relativamente imprecisi. In quest'ipotesi, l'obiettivo di un sistema di controlli nucleari potrebbe essere quello di garantire che determinate parti della tecnologia nucleare alle quali i controlli si applicano non vengano in alcun caso utilizzate per perseguire fini militari.

All'estremo opposto si potrebbe situare un tipo di obiettivo definito nella maniera meno ambigua possibile. E si preciserebbe, in questa ipotesi, che l'obiettivo di un sistema internazionale di controllo è quello di scoprire, entro un determinato periodo di tempo, l'avvenuta sottrazione (*diversion*) di una determinata quantità minima, di una determinata materia nucleare (per esempio 500 grammi di plutonio entro 30 giorni) in qualsiasi parte del mondo.

L'ambiguità implicita nella definizione del primo obiettivo ha come conseguenza che ogni gruppo di individui responsabili di far funzionare un simile sistema di controllo organizzerà quest'ultimo in maniera diversa ed imprevedibile: essenzialmente per chi lo adotta, il sistema dovrà riuscire a dare un risultato che sia giudicato in qualche modo utile.

Il secondo tipo di obiettivo è invece estremamente preciso. Ma al tempo stesso assai limitato. Si tratta solo di *scoprire* la sottrazione. Non di impedirla, né di recuperare il materiale sottratto, né di perseguire o eliminare fisicamente gli autori dell'atto criminale. Si elaborerà quindi un sistema di controllo adattato a questo preciso obiettivo. Nel nostro caso l'intero *Safeguards System* consisterà praticamente in un sistema d'allarme e niente più.

UN ELEMENTO ESSENZIALE: IL COSTO DEL SISTEMA IN RELAZIONE ALLA SUA EFFICACIA.

La definizione dell'obiettivo è, ovviamente, un elemento essenziale per poter procedere alla elaborazione di un sistema di controllo. Non meno importante è il volume dei mezzi che si vogliono impiegare, cioè, in pratica, il costo del sistema.

Un punto di riferimento per l'organismo di controllo dovrà infatti essere comunque quello di raggiungere l'obiettivo con la maggior possibile efficacia ed il minimo di spesa.

In campo nucleare, val la pena di ricordarlo, l'opposizione più violenta all'applicazione dei controlli è stata basata infatti su argomenti del tipo « il costo del sistema, per renderlo assolutamente efficace, sarà talmente elevato da rallentare, o addirittura compromettere lo sviluppo delle attività nucleari rendendone precaria l'economicità ».

In realtà il costo è legato al grado di accuratezza, in altre parole, di

verità che si vuol ottenere nell'applicazione dei controlli.

Prendiamo un esempio che illustri questo concetto. E supponiamo che l'autorità preposta ai controlli debba poter garantire al potere politico, da cui dipende, che su cento operazioni controllate, al massimo una sia fraudolenta, e questo con una probabilità di errore inferiore al 10 per cento. Il costo dell'operazione del sistema non dovrà superare, per ipotesi, l'uno per mille del valore delle produzioni controllate (oppure, non dovrà superare la somma di X miliardi l'anno).

Per risolvere questo tipo di problemi, coloro che si sono trovati a dover metter in piedi dei sistemi di controllo in campo nucleare (a livello nazionale od internazionale) hanno cercato di servirsi, nei tempi più recenti, di quell'eccellente (ancorché sofisticato, come dicevamo sopra) strumento di indagine che sono i teoremi della teoria delle probabilità. Hanno altresí studiato le leggi stocastiche che descrivono i fenomeni considerati ed osservati, e cominciato a misurare — ma l'esperienza accumulata è ancora insufficiente — l'intensità della retroazione (*feedback*) dei controlli effettuati, sulla frequenza delle operazioni irregolari o fraudolente.

Difatti, quando l'intensità dei controlli sul posto (cioè delle ispezioni) aumenta, la frequenza delle operazioni irregolari diminuisce; è qui che si manifesta l'effetto retroattivo del controllo di cui si è parlato sopra. Tuttavia, se i controlli sul posto vengono aumentati illimitatamente, la frequenza delle operazioni irregolari o fraudolente non cade a zero, e la curva che la esprime si avvicina ad una asintote, la quale rappresenta il residuo non eliminabile delle irregolarità o delle frodi.

Si tratterà quindi di trovare il punto di equilibrio ideale tra l'intensità, e quindi il costo del sistema di controllo, e la frequenza delle irregolarità considerate come accettabili. In altre parole, e abbandonando il rigore scientifico dell'esposizione, si tratterà di decidere che basterà ottenere una verità vicina al 90% impiegando 100 ispettori, quando il 92% ne richiederebbe 1000 e, per ipotesi, il 98% 10.000.

È chiaro che la scelta sarà un atto politico. Il compito dell'autorità preposta ai controlli sarà quello di spiegare agli organi politici le possibilità e le difficoltà d'esecuzione che ciascuna delle ipotesi considerate comporta, nonché le implicazioni e le conseguenze che ne deriverebbero.

Gli organismi di controllo, nazionali od internazionali, devono poter disporre di mezzi tecnici adeguati per procedere alle analisi di cui sopra ed alla realizzazione delle attività concrete di controllo.

Se l'organismo è internazionale, dovrà inoltre essere dotato di poteri adeguati per poter svolgere efficacemente la propria azione nel territorio dei soggetti controllati.

L'applicazione dei controlli di sicurezza internazionali previsti dal Trattato di non proliferazione e dai Trattati di Roma

Dotare l'organismo internazionale di controllo di poteri adeguati è appunto quanto si sono sforzati di fare gli autori dei Trattati di Roma, alla fine degli anni cinquanta, e i negoziatori del Tnp e successivamente dell'accordo sui controlli dell'Aiea, alla fine degli anni sessanta.

Nelle pagine che seguono illustreremo gli obiettivi ed il contenuto degli accordi (*Safeguards Agreements*) che l'Aiea conclude con i vari paesi e che comportano l'applicazione di controlli internazionali sulle materie nucleari in possesso di detti paesi e destinate ad uso pacifico.

Per quanto concerne le modalità operative, è da osservare che in Italia, come in tutti i paesi della Comunità europea, l'Aiea non svolge direttamente un'attività di controllo. In virtù dell'accordo concluso tra la Comunità europea e l'Agenzia di Vienna, accordo attualmente in discussione in seno alle commissioni parlamentari competenti e di cui sembra imminente il dibattito di ratifica nel parlamento italiano, l'Aiea si limita a *verificare* le attività di controllo che continuano ad essere direttamente esercitate dalla Commissione di Bruxelles sui territori dei paesi membri¹⁰.

Per evitare di ripetere una descrizione di cose in gran parte tra loro analoghe e le cui differenze possono interessare solo un ristrettissimo pubblico di specialisti, illustreremo più in dettaglio nella seconda parte di questo capitolo, di preferenza, le modalità operative del controllo di sicurezza della Comunità europea, che è appunto quello attualmente esercitato — e che continuerà ad esserlo dopo la ratifica del Tnp da parte dell'Italia — nel nostro paese.

LE « SAFEGUARDS » DELL'AIEA.

L'applicazione di controlli di sicurezza a tutte le operazioni che comportano l'impiego di materie nucleari è stata sentita come una necessità urgente ben prima della conclusione del Tnp, e, per quanto concerne i paesi europei, prima della firma dei Trattati di Roma.

Si può far risalire al 1954, l'anno in cui il presidente Eisenhower rivolse al mondo il suo messaggio « Atoms for Peace » e, di fatto, aprì la strada all'utilizzazione pacifica dell'energia nucleare — fino ad allora strettamente confinata alle applicazioni militari — l'inizio di un'intensa ricerca teorica e applicativa sui controlli.

¹⁰ Accordo Euratom-Aiea in applicazione del Trattato di non proliferazione, art. 31: « Conformemente all'art. 3, l'Agenzia, nell'esercitare la sua attività di verifica, fa pieno uso del sistema di controllo di sicurezza della Comunità ».

La decisione americana portò rapidamente alla conclusione di un certo numero di accordi di cooperazione in campo atomico tra gli Stati Uniti e vari paesi industrialmente progrediti, accordi che costituiscono la base giuridica per la cessione di materie fissili ed impianti a quei paesi, contro un impegno di questi ultimi di sottoporre ad un controllo diretto americano, od al controllo di un organismo internazionale, l'utilizzazione (dichiarata pacifica) delle forniture ricevute.

Con la creazione dell'Agenzia internazionale per l'energia atomica alla fine degli anni cinquanta, la competenza in materia venne progressivamente affidata a quest'organismo. Tra il 1960 ed il 1971, anno in cui fu adottato il nuovo sistema di *Safeguards* previsto dal Tnp, l'Agenzia aveva concluso accordi con 32 paesi, in base ai quali venivano sottoposti al controllo di sicurezza circa 200 impianti nucleari in varie regioni del mondo.

Va segnalato subito, tuttavia, che si trattava di controlli assai meno *costrittivi* ed *intrusivi* di quelli previsti successivamente alla conclusione del Tnp. Ed assai meno effettivi di quelli che venivano imposti, pressoché alla stessa epoca, ai paesi membri della Comunità europea dai Trattati di Roma, di cui, come già detto, parleremo nella parte successiva.

Merita segnalare, in particolare, a questo riguardo, che il sistema di controllo istituito dall'Agenzia tra il '60 ed il '71 non era *obbligatorio* ma si applicava unicamente ai casi di utilizzazione pacifica dell'energia nucleare che i paesi membri sottoponevano *volontariamente* al controllo, e ciò unicamente per un *periodo di tempo limitato* e previsto dall'accordo ¹¹.

I « *Safeguards Agreements* » previsti dal Tnp. Poche settimane dopo l'entrata in vigore del Tnp (marzo 1970) il consiglio dei governatori dell'Agenzia creò un comitato composto di rappresentanti degli stati membri, cui affidò il compito di « dar pareri al consiglio sulle nuove responsabilità dell'agenzia nel campo dei controlli di sicurezza in relazione alle disposizioni del Tnp ed in particolare al contenuto degli accordi di controllo di cui il Trattato stesso prevede la conclusione ».

Il comitato ebbe un parto difficile ma di decorso normale: esattamente nove mesi, dal giugno del 1970 al marzo 1971.

Il risultato fu consegnato in quello che ormai viene chiamato, nel linguaggio degli addetti ai lavori, il Blue Book. Non c'è nessuna ragione misteriosa per questo appellativo: semplicemente, il documento ha una copertina azzurra.

Il Blue Book fu pubblicato nel maggio 1971 come documento In-

¹¹ Vedi, per la differenza col sistema Euratom, p. 56.

fcirc/153 e fu probabilmente la difficoltà, per una persona normale, di riferirsi a questa impronunciabile sigla, che ispirò a qualche utilizzatore, intristito forse anche dal contenuto — 116 articoli comprendenti la definizione di innumerevoli espressioni tecniche — il riferimento più psichedelico al « libretto azzurro ». Esso conteneva le disposizioni fondamentali che debbono essere incluse dall'Aiea negli accordi di controllo conclusi ai termini dell'art. III del Tnp¹².

L'obiettivo del sistema di controllo dell'Agenzia è definito all'art. 28 del Blue Book come: « la scoperta tempestiva di una deviazione (*diversion*) di quantità significative di materie nucleari dall'uso pacifico alla fabbricazione di armi nucleari, od esplosivi nucleari o per altri scopi non conosciuti, e la dissuasione dal compiere tali attività per paura di essere tempestivamente scoperti ».

Come risulta chiaramente da questo testo, l'obiettivo primordiale dell'Agenzia è la scoperta di attività illecite e la dissuasione dal compierle. Non compete all'Agenzia di impedire fisicamente la sottrazione di materie nucleari e tanto meno di impedire la fabbricazione di esplosivi od armi. La filosofia, per impiegare un'espressione alla moda, cui si ispira il sistema è la seguente: se le procedure di controllo riescono a dare tempestivamente l'allarme quando sussiste un ragionevole sospetto che un paese sta intenzionalmente sottraendo materie nucleari agli usi pacifici, questo dovrebbe di per se stesso essere un elemento sufficiente di dissuasione¹³.

La maniera più pratica per garantire una rivelazione tempestiva di una sottrazione di materie (*diversion*) in un determinato paese è quella di conoscere ad ogni momento la quantità e l'ubicazione delle materie nucleari all'interno del ciclo di combustibile del paese stesso.

I quattro elementi fondamentali del sistema di controllo sono quindi:

1. L'obbligo di dichiarare all'Agenzia le caratteristiche tecniche fondamentali delle installazioni in modo da fornire al servizio di ispezione le informazioni che gli permettano di conoscere con sufficiente precisione gli impianti in cui le materie nucleari sono prodotte, utilizzate, trasformate o tenute in deposito.

2. L'obbligo per i responsabili degli impianti di tenere aggiornata la contabilità delle materie utilizzate o prodotte, nonché dei loro movimenti.

3. L'obbligo di trasmettere all'Agenzia dei resoconti d'operazioni

¹² Tnp, Art. III « Ogni stato non nucleare contraente s'impegna ad accettare un controllo di sicurezza (*Safeguards*) da stipularsi in un accordo che dovrà essere negoziato e concluso coll'Aiea, conformemente allo statuto di questa ed al sistema di controllo (*Safeguards System*) della detta Agenzia ... ».

¹³ Vedi *supra* p. 41.

relativi alla produzione, trasformazione o movimento delle materie detenute.

4. Infine, la possibilità per gli ispettori dell'Agenzia, regolarmente accreditati, di verificare, in loco, sia la contabilità che la presenza fisica delle materie sottoposte a controllo.

Come vedremo più innanzi queste caratteristiche sono analoghe a quelle del controllo di sicurezza dell'Euratom.

Delle importanti innovazioni sono state però introdotte nel sistema dell'Agenzia; è questo, del resto, un campo in cui l'esperienza via via accumulata continuerà a portare nei prossimi anni dei cambiamenti considerevoli.

E, soprattutto, si è largamente introdotto, nel meccanismo operativo, il concetto di analisi statistica.

È inerente alla natura stessa dell'odierna tecnologia nucleare che i movimenti e l'ubicazione esatta delle materie nucleari non possano essere determinati con una accuratezza assoluta. Se tutti i casi di perdita di materie dovuti a cause che chiameremo *normali* dovessero essere riportati come un motivo di sospetto, in pratica nessun paese sarebbe esente da sospetto. Se, d'altra parte, si venisse a considerare come accettabile una determinata quantità di perdite *operative*, prima o poi ci sarebbe qualcuno che ne approfitterebbe per camuffare come perdita una sottrazione effettiva.

Si è rivelato quindi necessario di ricercare dei metodi che permettano un computo statistico della gamma di *incertezze* accettabili per ciascuno dei diversi tipi di attività nucleari.

Si è introdotto il concetto di *Muf* (*material unaccounted for*).

E si è definito il periodo di tempo necessario (*critical time*) perché una materia prima nucleare possa essere trasformata in esplosivo nucleare, periodo che varia da un materiale all'altro.

Si è giunti infine a determinare quali devono essere le conclusioni tecniche che l'Agenzia deve trarre dall'attività di controllo svolta.

Sulla base dei concetti indicati sopra si è pervenuti a questa formulazione che le riassume in estrema sintesi: *la quantità di Muf constatato in un'area determinata e durante un periodo di tempo determinato, con una indicazione specifica dei limiti di accuratezza, deve essere dichiarata (stated) dall'Agenzia come risultato della sua attività di controllo.*

Come si vede, si è cercato di trasformare il sistema di « safeguards », per quanto possibile, in un *meccanismo scientificamente obiettivo*. Le difficoltà politiche enormi cui ci si è scontrati hanno motivato questo orientamento.

L'attività ispettiva in loco, non è più un elemento essenziale del sistema (proprio perché è necessariamente *intrusiva*). È solo uno dei di-

versi « input » del sistema, e nell'opinione di alcuni — specie nei paesi piú suscettibili alle intrusioni nelle sovranità nazionali — meno importante dell'analisi statistica e dell'esame della contabilità delle materie.

Si è anche voluto limitare la libertà di movimento degli ispettori (che invece nel caso dell'Euratom è assoluta). Essi non possono normalmente avere accesso che a certi punti predeterminati all'interno dell'impianto — chiamati « strategic points » — in modo da proteggere al massimo il segreto industriale o commerciale dell'impresa. E si è formulato il principio che, laddove sia possibile, si deve sostituire il controllo ispettivo coll'installazione di strumenti automatici di rivelazione (black boxes).

Comunque il principio di verifiche effettuate dagli ispettori all'interno degli impianti e della possibilità concessa loro di eseguire misurazioni o prelevare campioni per analisi è chiaramente espresso nei *Safeguards Agreements* che l'Agenzia conclude coi singoli stati.

Questi *Agreements* contengono altresí una serie di disposizioni (*Subsidiary Arrangements*) particolari ad ogni accordo, in cui vengono inseriti tutti quegli elementi che si riferiscono specificamente alla attività nucleare del paese con cui l'accordo è concluso. Nel modello fornito dal Blue Book figurano almeno una ventina di articoli in cui appare la dizione: « as specified in the Subsidiary Arrangements ». Questi non comportano nessun diritto od obbligo nuovo rispetto a quelli sanciti nell'Accordo modello, ma consistono in una serie di tavole, diagrammi, formulari, modelli di rapporto, ed indicano il meccanismo per tenere aggiornati i predetti documenti. In pratica, ma l'esperienza ancora insufficiente ne dimostrerà la validità, i *Subsidiary Arrangements* dovrebbero essere lo strumento che permetta di *quantificare*, in ogni specifico caso, l'attività di controllo.

IL CONTROLLO DI SICUREZZA NUCLEARE DELL'EURATOM.

Un elemento importante nella storia del negoziato, laborioso e difficilissimo, attorno all'art. III del Tnp¹⁴ è la dichiarazione di principi enumerati dal rappresentante americano in seno al Comitato del disarmo delle Nazioni unite, quando il progetto d'articolo venne presentato per la prima volta pubblicamente il 18 gennaio 1968.

Il secondo principio della dichiarazione stabiliva che gli accordi di controllo potevano essere negoziati coll'Aiea dagli stati « individually or together with other parties » e tra l'Aiea e « another international organisation ».

Il terzo principio era redatto come segue: « In order to avoid un-

¹⁴ L'articolo relativo ai controlli.

necessary duplication, the Iaea should make appropriate use of existing records and safeguards, provided that under such mutually agreed arrangements the Iaea can satisfy itself that nuclear material is not diverted to nuclear weapon or other nuclear explosive device ».

Nel trasmettere al senato per « advice and consent » il testo del Tnp, il 9 luglio 1968 il segretario di stato americano Dean Rusk sottolineava che l'adozione ai principi sopra enunciati doveva facilitare la conclusione di accordi di controllo tra l'Agenzia e gli stati non militarmente nucleari « including those who are subject to Euratom safeguards ».

Tutto il negoziato, anch'esso laboriosissimo, tra l'Agenzia e la Comunità europea ha finito per vertere su quelle tre parole chiave « can satisfy itself ».

Bisognava cioè trovare un sistema che salvaguardasse, da un lato, le competenze comunitarie in materia di controlli, competenze che come vedremo limitavano fortemente le sovranità nazionali in questo campo e rappresentavano quindi un *acquis* politico cui gli europeisti non volevano rinunciare.

Ma bisognava, d'altro canto, garantire che l'Agenzia — e perciò dietro ad essa gli Stati Uniti, l'Unione Sovietica e tutti gli stati non nucleari — potesse essere « soddisfatta » (espressione italiana che però rende male il senso del « satisfy itself ») che effettivamente, grazie ai controlli eseguiti dal servizio di « controllo di sicurezza » della Comunità, non c'era deviazione di materie nucleari dall'utilizzazione pacifica ad altre attività non pacifiche.

Il risultato dei negoziati fu l'accordo cui abbiamo accennato all'inizio di questa sezione. Commentarlo, o solamente illustrarne le varie parti, richiederebbe un'opera ad esso esclusivamente dedicata (il solo accordo comporta 98 articoli, cui si aggiungono un protocollo con 25 articoli, ed i *Subsidiary Arrangements*).

In sintesi basti dire che, se il principio dell'autonomia comunitaria in materia di controlli è stato salvato, l'attività d'intervento concessa all'Agenzia attraverso i meccanismi della *verifica* è assai pesante. Alcune modalità operative dei controlli Euratom, di cui parliamo più innanzi, dovranno essere forse in parte modificate; a meno che gli europei riescano a convincere l'Agenzia che i sistemi, così come essi li hanno applicati finora, sono migliori ... ¹⁵.

¹⁵ Il negoziato fu preparato — per quanto concerne la base scientifico-tecnica — dalla direzione « Controllo di sicurezza » della Comunità, che partecipò, coi suoi rappresentanti, a fianco delle delegazioni dei paesi membri, alle discussioni colle controparti a Vienna. È ancora forse storia troppo recente per parlarne al largo pubblico. Ma nel corso dei quasi 18 mesi intercorsi tra i preliminari e la sigla del compromesso raggiunto, sono emerse, in dibattiti spesso appassionati, le linee di forza della politica delle grandi potenze sui problemi chiave degli armamenti stra-

I fondamenti giuridici del controllo di sicurezza della Comunità europea. Se il sistema in vigore tra i paesi della Comunità europea ha fatto oggetto di così intense discussioni, tra le cancellerie prima, ed al tavolo dei negoziati, successivamente, ciò è dovuto non solo, come abbiamo sottolineato, al significato politico che gli si attribuiva, da parte dei membri della Cee, ma anche alla circostanza obbiettiva che esso è l'unico, tra i sistemi internazionali a carattere obbligatorio, a disporre di più di quindici anni di esperienza in questo campo ¹⁶.

Il controllo di sicurezza nucleare, affidato dai Trattati di Roma alla Commissione delle Comunità europee è basato sull'accettazione di regole comuni e di una autorità comune incaricata di applicarle.

Esso ha un carattere *obbligatorio* ed è *direttamente* applicabile sul territorio di ciascun stato membro.

L'organismo di controllo — cioè la Commissione — è messo infatti in rapporto diretto con i detentori delle materie sottoposte a controllo, ciò che permette alla Commissione, e più particolarmente ai suoi ispettori specificamente designati, di *rivolgersi direttamente alle imprese*.

Infine il sistema in vigore si applica *senza alcuna limitazione di durata*, a tutte le attività connesse all'utilizzazione pacifica dell'energia nucleare nei paesi membri.

La contabilità-materie centralizzata e le ispezioni. Per permettere alla Commissione di svolgere i compiti assegnatili, il Trattato impone a tutti gli utilizzatori o detentori di materie nucleari di dichiarare alla Commissione stessa le caratteristiche tecniche fondamentali delle installazioni ¹⁷.

Grazie a queste informazioni l'organismo di controllo ha una conoscenza, continuamente aggiornata, delle installazioni per quanto concerne la natura delle materie nucleari utilizzate o prodotte, i piani dei locali, la loro capacità, i procedimenti tecnici impiegati ecc.

Il Trattato impone inoltre agli utilizzatori o detentori di materie nucleari di trasmettere dei resoconti d'operazioni che permettano di tenere aggiornata la contabilità dei minerali, materie brute o materie fissili speciali utilizzate o prodotte ¹⁸.

tegici (di cui l'atomo è ormai il sistema portante), degli equilibri di potere, e quindi in definitiva delle basi stesse su cui poggia la struttura odierna del sistema politico internazionale. Chi scrive si propone di metterne in luce appena ciò sarà possibile, ed opportuno, alcuni aspetti.

¹⁶ Come è stato detto precedentemente, fino all'entrata in vigore del Tnp, il sistema di controllo dell'Agenzia di Vienna non aveva carattere obbligatorio nei confronti degli stati membri.

¹⁷ Regolamento n. 7, adottato in applicazione dell'art. 78 del Trattato di Roma-Ceea (Euratom).

¹⁸ Regolamento n. 8, adottato in applicazione dell'art. 79 del Trattato di Roma-Ceea (Euratom).

In tal modo la Commissione ha conoscenza degli stocks di materie nucleari detenute dagli assoggettati, dell'ubicazione delle materie, dei movimenti da una installazione all'altra, delle importazioni ed esportazioni coi paesi terzi.

La Commissione ha organizzato in seno ai suoi servizi una contabilità-materie centralizzata in cui tutti i dati raccolti vengono sistematicamente registrati. Questa comporta dei conti per installazione e per materia, ventilati, a loro volta, secondo l'origine delle materie ed il loro statuto giuridico.

Viene fatto un uso sempre piú esteso della meccanografia mediante una computerizzazione dei dati che è realizzata presso il centro di calcolo della Comunità a Lussemburgo.

Le dichiarazioni fatte alla Commissione dagli assoggettati e la tenuta di una contabilità-materie centralizzata sono elementi essenziali del sistema di controllo. Un altro elemento è costituito dalle verifiche sul posto effettuate dagli ispettori.

Il Trattato ha infatti conferito alla Commissione il diritto di inviare sul territorio di ciascun stato membro degli ispettori che hanno accesso, *in qualsiasi momento, a qualsiasi luogo, a qualsiasi elemento di informazione, ed a qualsiasi persona* che si occupi di materie, od impianti sottoposti a controllo. Attualmente la Commissione dispone di un corpo di una cinquantina di ispettori regolarmente riconosciuti dagli stati membri.

Sanzioni ed organi istituzionali di controllo. La Commissione deve accertarsi che le persone e le imprese si conformino agli obblighi imposti loro dal Trattato.

In caso di infrazione essa dispone di vasti poteri, e può pronunciare, nei confronti dei trasgressori, delle sanzioni che sono, in ordine di gravità: 1) il richiamo; 2) la revoca di vantaggi particolari, quali l'assistenza finanziaria e l'aiuto tecnico; 3) un provvedimento che ponga l'impresa, per un periodo massimo di quattro mesi, sotto amministrazione controllata; 4) il ritiro totale o parziale delle materie grezze o materie fissili speciali. Merita sottolineare che le sanzioni pronunciate dalla Commissione e che comportino obbligo di consegna (vedi *supra* 4) *formano titolo esecutivo*. Esse possono essere eseguite negli stati membri secondo le modalità previste dall'art. 164 del Trattato.

Un sistema di controllo così *intrusivo* nell'ambito non solo della sovranità nazionale, ma delle stesse singole imprese, non potrebbe ovviamente essere accettato se gli obblighi imposti agli assoggettati non venissero equilibrati da garanzie appropriate.

Ciò è stato previsto dal Trattato.

La Commissione delle Comunità, del cui sistema istituzionale il

servizio di controllo è parte integrante, è infatti responsabile del suo operato dinnanzi all'Assemblea parlamentare europea e gli interessati possono, in caso di contestazione, far ricorso alla Corte di giustizia della Comunità contro le decisioni della Commissione stessa.

Si trovano così combinati, in un felice equilibrio istituzionale, da un lato, i poteri di decisione che sono necessari alla Commissione e, dall'altro, la tutela dei diritti individuali contro ogni atto arbitrario.

IV. L'Italia e l'opzione nucleare: il punto di vista di un osservatore straniero

di Steven Baker

Le due superpotenze hanno riconosciuto il pericolo insito nella proliferazione di armi nucleari e hanno cooperato per ridurre questo pericolo attraverso il Trattato di non proliferazione. Se il Tnp diventerà una barriera definitiva alla proliferazione nucleare o sarà solo una specie di tregua piena di inquietudine, questo dipende dalle scelte politiche dei singoli « paesi soglia », dall'evoluzione del loro potenziale tecnologico, dal dipanarsi della loro situazione politica interna, e dalle loro valutazioni e reazioni ai cambiamenti intervenuti sulla scena internazionale. Questa ricerca è incentrata su uno di tali paesi, l'Italia, e cerca di valutare le basi tecniche che il suo programma per l'uso civile dell'energia nucleare offre a una eventuale opzione nucleare militare; si esaminano alcuni fattori di politica interna di particolare rilievo per una eventuale opzione nucleare; infine si delineano alcuni cambiamenti nella scena internazionale che potrebbero verosimilmente indurre l'Italia a prendere in considerazione tale opzione¹. Per quanto il caso dell'Italia sia il risultato di circostanze particolari, numerosi elementi della politica nucleare italiana hanno dei paralleli in altri « paesi soglia », specialmente nella misura in cui la politica nucleare italiana è stata influenzata da forze esterne. In particolare, continueranno probabilmente ad avere importanti effetti sull'atteggiamento dei « paesi soglia » le scelte politiche degli stati che già dispongono di armi nucleari. Se l'obiettivo di tali scelte è quello

Steven Baker è un giovane studioso americano, specialista di politica italiana e in particolare degli aspetti nucleari di tale politica, che sono stati oggetto della sua tesi di Ph. D., scritta sotto la guida del prof. Ciro Zoppo dell'Università di California a Los Angeles.

¹ Una più ampia trattazione sulla politica nucleare italiana si può trovare in *Technology and Politics: The Italian Nuclear Program and Political Integration in Western Europe*, tesi di laurea non pubblicata di S. Baker, University of California, Los Angeles, 1973.

di evitare la proliferazione nucleare, esse devono essere basate sulla comprensione dei problemi e delle politiche dei « paesi soglia ».

La tecnologia nucleare civile ha avuto le sue origini nei programmi militari dei paesi che disponevano di armi nucleari, ma, in futuro, un programma di armamento nucleare potrà derivare da un programma per lo sfruttamento civile dell'energia nucleare. In linea di principio, qualsiasi paese industriale che abbia al suo attivo un programma nucleare può essere accreditato del potenziale tecnologico tale da consentire una opzione di armamento nucleare — e in questa categoria di « paesi soglia » rientrano una dozzina e più di paesi. In pratica, tuttavia, i paesi dei quali si può dire che abbiano un'« opzione nucleare effettiva », quelli cioè capaci di produrre un certo numero di testate nucleari a distanza di uno o due anni dal momento della decisione, sono in numero minore ².

La chiave di un'effettiva opzione nucleare sta nell'accesso al materiale fissile, e perciò il ciclo del combustibile nucleare è la chiave per la trasformazione di un programma nucleare civile in un programma militare. Un'effettiva opzione nucleare richiede come minimo un programma nucleare nazionale di notevole autonomia, un programma che accoppi la capacità di produrre plutonio arricchito sufficientemente per costruire bombe con una adeguata capacità di estrazione di plutonio; oppure un programma che abbia i propri impianti di arricchimento dell'uranio ³. I pochi programmi nazionali che soddisfano questi requisiti non è detto che abbiano motivazioni prevalentemente militari, dato che criteri di ordine economico e tecnologico posson dar vita a un programma con tali caratteristiche. Ma qualunque sia il movente, un tale programma nucleare civile fornisce a un paese una effettiva opzione nucleare. Questo fatto fa sí che la questione dell'opzione nucleare sia un problema essenzialmente politico e strategico piuttosto che tecnologico.

² I vettori (e le piattaforme di lancio) non vengono discussi in questa sede dato che essi sono per lo più basati su tecnologie non-nucleari e pertanto non rientrano negli obiettivi di questa ricerca. È universalmente riconosciuto che vettori e piattaforme sono tecnologicamente molto più complessi e costosi delle testate nucleari e costituiscono quindi la vera differenza tra il mero possesso di armi nucleari e quello di un « deterrente credibile ». Per il prossimo futuro sembra verosimile che un deterrente credibile sia al di là delle capacità dell'Italia, ma è anche vero che nei confronti delle superpotenze le forze nucleari della Gran Bretagna, della Francia e della Cina sono di discutibile credibilità. Tuttavia nella misura in cui le armi nucleari sono uno strumento politico oltre che militare, il semplice possesso delle armi nucleari, anche se non costituisce un « deterrente credibile », può essere sufficiente per molti scopi di politica internazionale, specialmente per quanto riguarda i rapporti fra non-superpotenze. Pertanto la questione dei sistemi di trasporto e della credibilità della forza nucleare possono essere considerate questioni di minore importanza.

³ Cfr., ad esempio, Victor Gilinsky, « Military Potential of Civilian Nuclear Power », in *Nuclear Proliferation: Prospects of Control*, a cura di Boskey e Willrich, Cambridge, Harvard University Press, 1970.

Il potenziale militare del programma italiano per lo sfruttamento dell'energia nucleare a scopi civili

Un paese come l'Italia, la cui rapida industrializzazione nel dopoguerra ha creato una crescente domanda di energia elettrica, ma in cui la scarsità di combustibili fissili e le già sfruttate risorse idroelettriche hanno comportato alti costi per la produzione di elettricità e una grossa dipendenza dall'energia di importazione, ha buone ragioni economiche per promuovere un programma di energia nucleare. Ma le origini e la evoluzione del programma nucleare nazionale sono dovute più a considerazioni politiche, internazionali ed interne, che non a considerazioni economiche.

Sebbene le valutazioni siano differenti tra di loro, sembra che il governo italiano abbia speso circa 650 milioni di dollari in un arco di venti anni nel campo della tecnologia nucleare⁴. Questa somma rappresenta circa 1/4 delle spese del governo della Germania federale per la tecnologia nucleare, e circa 1/10 delle spese del governo francese per la tecnologia nucleare civile⁵. Da questo punto di vista il paese europeo che probabilmente aveva più bisogno di energia nucleare è quello che ha fatto di meno per dar vita a un programma nazionale in questo settore.

Il programma nucleare italiano, per quanto sia modesto se lo si confronta con quello della Germania occidentale e della Francia, è tuttavia considerevole in rapporto ad altre attività italiane. Un avvio ambizioso alla fine degli anni '50 fece dell'Italia il terzo produttore occidentale di energia elettronucleare, dopo gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, per tutti gli anni '60⁶. Inoltre per tutto questo periodo la tecnologia nucleare è stata una questione di primaria importanza. Nel 1967, ad esempio, le spese per la tecnologia nucleare per usi pacifici hanno rappresentato circa 1/3 del totale delle spese del governo per la ricerca e lo sviluppo⁷. Inoltre, i contributi italiani alle organizzazioni internazionali nel campo della tecnologia nucleare (come l'Euratom) sono stati considerevoli, raggiungendo spesso il 40-50% dello stanziamento nazionale annuo per l'energia nucleare⁸. La maggior parte di questi contributi in-

⁴ Per i dati fino al 1970, cfr. Achille Albonetti, « L'Economie energetique et la politique nucléaire européenne », *Institute Atlantique*, marzo 1972, tab. 28. Per il 1971 e il 1972 cfr. *Atomo e Industria*, 1 febbraio 1972. Questi dati riguardano solo il Cnen; non comprendono la ricerca nucleare finanziata da Cnr, Euratom, Cern e altri.

⁵ Cfr. A. Albonetti « L'Economie ... » già citata, tab. 22 e 25.

⁶ « Ciò che chiedono all'Enel ventun milioni di utenti », « Espansione », maggio 1969.

⁷ Pietro Nenni, « Relazione sull'attività delle Comunità economiche europee per l'anno 1968 », *Camera dei deputati*, Doc. XIX, n. 1, p. 144.

⁸ Amintore Fanfani, « Relazione sulle attività della Comunità europea econo-

ternazionali provengono dal bilancio del ministero degli esteri, e parte, ma non tutti, di questi fondi ritornano all'industria nucleare italiana sotto forma di contratti di ricerca, ordinazioni industriali, ecc. Anche se in anni piú recenti le spese per la tecnologia nucleare sono diminuite come percentuale degli stanziamenti del governo per la ricerca e lo sviluppo, il programma nucleare italiano rimane una delle maggiori priorità del governo — un programma intimamente connesso agli sforzi internazionali nel campo della tecnologia nucleare.

Il programma nazionale venne stabilito in coincidenza con la partecipazione dell'Italia all'Euratom. In realtà lo sforzo sproporzionato di ricerca e sviluppo nel campo nucleare riflette in parte un tentativo dell'Italia di mantenere la sua posizione di eguaglianza con la Francia e la Germania nel processo di integrazione europea. Attraverso due piani quinquennali (1959-64: 130 milioni di dollari; 1965-69: 250 milioni di dollari) e attraverso ulteriori stanziamenti annui (circa 70 milioni di dollari all'anno)⁹, il Comitato nazionale per l'energia nucleare (Cnen) ha raggiunto due obiettivi: contribuire a soddisfare il bisogno di energia elettrica del paese (dopo il 1962 in cooperazione con l'Ente nazionale per l'energia elettrica (Enel)); e far progredire la capacità tecnologica del paese nel campo nucleare. Nel perseguire questi obiettivi, attraverso tutta una serie di crisi politiche, si è sviluppato un ampio programma nazionale con le seguenti caratteristiche principali.

I reattori provati. L'Italia non ha dato alcun contributo indipendente da un punto di vista tecnologico nel campo dei reattori della prima generazione. Fin dai primi anni '60 sono stati in funzione in Italia tre reattori che avevano una capacità produttiva complessiva di circa 622 MWe: quello di Garigliano, un Bwr della General Electric, 150 MWe; quello di Latina, un reattore raffreddato a gas e che usa la grafite come moderatore, costruito dalla English Nuclear Power Plant Company, 200 MWe; quello di Trino Vercellese, un Bwr della Westinghouse, 272 MWe. Un quarto reattore è in via di costruzione e dovrebbe essere ultimato per il 1975 a Mezzanone di Caorso, un Bwr da 782 MWe costruito dalla Ansaldo nucleare su licenza della General Electric. Nel gennaio del 1973 l'Enel ha chiesto con insistenza che venisse ordinato un quinto reattore di potenza, e il piano quinquennale del Cnen, in sospenso dal 1969, prevede la costruzione di un minimo di 8 reattori entro il 1980, ognuno con una potenza di circa 800 MWe, e di un massimo di 16 reattori con l'aggiunta di due reattori autofertilizzanti¹⁰.

mica sulla Comunità europea dell'energia atomica, 1958-65 », *Senato*, Doc. IV, n. 92, p. 131.

⁹ *Atomo e Industria*, 1 febbraio 1972.

¹⁰ *Atomo e Industria*, 1 settembre 1971 e 1 febbraio 1973.

L'industria nucleare italiana è un microcosmo in cui si riflette la concorrenza internazionale dei tre tipi principali di reattori. Fin dal principio degli anni '60 ci sono stati tre gruppi industriali in grado di costruire interi impianti elettronucleari, su licenza, però, di imprese straniere: la Fiat e la Breda, su licenza dalla Westinghouse; l'Iri (Ansaldo meccanico nucleare), su licenza dalla General Electric; e l'Eni (Snam-progetti), su licenza dell'Ukaea e del Tnpg¹¹. La concorrenza tra i fabbricanti stranieri di reattori si è unita alla mancanza di un controllo dal centro sulla politica nucleare italiana, e questo ha creato un'industria nucleare nazionale divisa tra i tre tipi di reattori. Fatto abbastanza tipico, due imprese di proprietà dello stato (l'Iri e l'Eni) si facevano una concorrenza diretta. A differenza dei licenziatari tedeschi delle grosse industrie americane di reattori, le industrie nucleari italiane non sono riuscite a trovare spazio nel mercato internazionale, e il mercato nazionale non è stato tanto grande da giustificare un settore nucleare così differenziato. Questa forma di dispersione delle risorse è tipica di molti settori dell'economia italiana. Ma il predominio di imprese straniere competitive nel campo nucleare è stato un ostacolo per i tentativi del governo di ridurre la dispersione degli sforzi concentrando le attività, con la conseguenza di perpetuare la dipendenza dell'industria nucleare italiana dalle innovazioni tecnologiche straniere.

I reattori avanzati. Il principale sforzo italiano nel campo della seconda generazione dei reattori di potenza è il programma Cirene. Esso cerca di sviluppare una serie di reattori del tipo a contenitore pressurizzato, moderati ad acqua pesante, raffreddati ad acqua bollente, e alimentati con uranio naturale. Un prototipo di 40 MWe è in via di costruzione nei pressi del reattore di Latina e dovrebbe entrare in funzione nel 1973¹². Un reattore ad uranio naturale, come il Cirene, ha anche l'aspetto politicamente molto attraente di essere indipendente dalle forniture di uranio arricchito.

Nel campo dei reattori veloci, il programma italiano si è concentrato sullo sviluppo degli elementi di combustibile e dei principali componenti del circuito di raffreddamento a sodio liquido. Al fine di collaudare gli elementi di combustibile del reattore veloce, è in costruzione, vicino al lago di Brasimone, il reattore Pec (un reattore a due zone, 140

¹¹ A. Albonetti in *L'Europa*, 29 settembre-6 ottobre, 1967. Per varie ragioni, fra cui le magre prospettive commerciali del reattore di tipo inglese, all'Eni è stato ragionevolmente assegnato un ruolo predominante nel settore del combustibile, lasciando la costruzione dei reattori alle compagnie dell'Iri. Vedere *Atomo e Industria*, 1 settembre 1971.

¹² Mario Silvestri e altri, « Il progetto Cirene », *Notiziario Cnen*, agosto-settembre 1971.

MWt, raffreddato a sodio liquido); esso sarà completato nel 1974¹³. Questo viene considerato come un primo passo verso la costruzione intorno al 1980 di un reattore veloce con una potenza di 600 MWe, nonché come un programma che dovrebbe consentire all'Italia di partecipare ad iniziative internazionali nel campo dei reattori veloci, come il progetto del reattore veloce Unipede¹⁴.

La propulsione nucleare. L'interesse italiano nei confronti della propulsione navale nucleare è nato alla fine degli anni '50. Al principio l'interesse era concentrato su un sottomarino atomico, progetto che venne poi lasciato cadere in seguito all'opposizione degli americani. Nel 1966 venne proposta la costruzione della « Enrico Fermi », una nave di appoggio logistico di 18.000 tonnellate per la marina italiana, il cui reattore di propulsione doveva essere un Pwr da 8 MWt, costruito dalla Fiat su licenza Westinghouse. Le obiezioni americane alla natura militare dell'impresa bloccarono l'acquisto da parte della Westinghouse degli elementi di uranio arricchito da usare come combustibile, ma in seguito la Francia promise di fornire il combustibile per la prima fase di sperimentazione e per il primo carico. Il programma di propulsione nucleare ha tuttavia incontrato numerose altre difficoltà, e nel dicembre 1971 i progetti si orientarono verso la costruzione di una nave di 10.000 tonnellate per la ricerca oceanografica, che avrebbe dovuto essere costruita per la marina mercantile italiana, impresa questa meno costosa e verosimilmente meno criticabile sul piano politico¹⁵. La lezione politica che gli italiani derivarono da questo episodio è che gli Stati Uniti non sono una fonte « sicura » per quanto riguarda il rifornimento di combustibili fissili e che gli obiettivi nazionali possono essere raggiunti solo attraverso fonti di rifornimento multiple o addirittura attraverso l'autonomia nel campo dei combustibili nucleari.

Il ciclo del combustibile. Come è stato osservato in precedenza, la tecnologia del combustibile fissile è la principale area di sovrapposi-

¹³ Cnen, *Programmi e Attività*, 1970, pp. 110-116.

¹⁴ G. Nogarnolo e altri, « Il programma reattori veloci italiano », *Notiziario Cnen*, agosto-settembre, 1971. Per la tesi secondo cui la partecipazione italiana alla costruzione dei prototipi di reattori veloci francesi e tedeschi all'interno del programma Unipede è incompatibile col programma di reattori veloci Pec dell'Italia, cfr. Gino Speciale, su *l'Astrolabio*, 23 marzo 1971, e Francesco Pistoiese su *Politica ed Economia*, luglio-agosto 1971.

¹⁵ *Atomo e Industria*, 15 dicembre 1971. Il cambiamento di programmi può forse essere messo in relazione all'arresto, nella primavera del 1970, con l'accusa di spionaggio di un impiegato dell'Italcantieri; egli è stato accusato, secondo notizie di stampa, di aver venduto i progetti dell'« Enrico Fermi » a un diplomatico egiziano. Cfr. *Lo Spettatore Internazionale* (in lingua inglese), aprile-giugno 1970, p. 356.

zione fra la tecnologia dello sfruttamento dell'energia nucleare e la tecnologia delle armi nucleari. Il fatto che l'industria nucleare italiana costruisca tre tipi di reattori trova riscontro in una analoga frammentazione dei fornitori dei diversi tipi di elementi di combustibile richiesti da ciascun tipo di reattore¹⁶. Comunque, nel complesso, una parte consistente del programma nazionale è rivolta al ciclo del combustibile.

L'impianto Eurex I a Saluggia, in attività dal 1970, è un impianto pilota per il ritrattamento e la fabbricazione di elementi di combustibile, specialmente del tipo Mtr di uranio altamente arricchito adoperato nei reattori di ricerca. Con una capacità di produzione giornaliera di 30 Kg. di combustibili altamente arricchiti, l'impianto può anche lavorare fino a 100 Kg. al giorno di uranio arricchito al 5%¹⁷. Attorno al 1977 dovrebbe entrare in funzione l'impianto su scala industriale Eurex II, ma può anche darsi che questo impianto venga alla fine sostituito da iniziative di cooperazione internazionale, o che la costruzione di tale impianto venga rinviata « fino a quando non sia giustificato dalla capacità nucleare dell'Italia »¹⁸.

Nel 1975 i reattori italiani di potenza saranno in grado di produrre circa 300 Kg. di plutonio all'anno, e vi è pertanto un notevole interesse a recuperare questo plutonio per altri programmi. Al centro di ricerca del Cnen, alla Casaccia, è stato installato un laboratorio pilota per il plutonio, in grado di produrre su base sperimentale da 1 a 10 kg. al giorno di elementi di combustibile in ceramica contenenti plutonio¹⁹.

Il plutonio è naturalmente il materiale fissile, adatto alla fabbricazione di armi nucleari, che si può avere con più facilità. Il reattore di Latina alimentato con uranio naturale è il più adatto per la produzione di plutonio del tipo necessario per le armi, e ha una capacità di produzione annua di plutonio di circa 80-120 kg., ovvero l'equivalente di 16-24 testate nucleari²⁰. Col passare degli anni potrebbero essere accumulate considerevoli riserve di plutonio, poiché, secondo il contratto di fornitura del combustibile, il plutonio prodotto viene rimandato in Italia²¹.

Fino a pochi anni fa l'Italia non aveva fatto nulla sul piano dell'ar-

¹⁶ « Fabbricazione elementi combustibili », *Notiziario Cnen*, agosto-settembre 1971.

¹⁷ *Atomo e Industria*, 1 dicembre 1970.

¹⁸ F. Calleri e P. Mozzetti, « Eurex: origini e finalità », *Notiziario Cnen*, luglio 1971, specificatamente p. 92. Cfr. anche *Atomo e Industria*, 1 luglio 1971.

¹⁹ Cnen, *Programmi e Attività*, 1970, pp. 110-116.

²⁰ La capacità di produzione del plutonio è basata sulle stime di Gilinsky, p. 46. Per rendere più adatto per la fabbricazione di armi il plutonio prodotto nel reattore, gli elementi di combustibile dovrebbero essere spesso ruotati, in modo da mantenere basso il livello dell'isotopo contaminante Pu-240. Il reattore di Latina è ideale a questo fine in quanto è stato disegnato per essere rialimentato senza sospensione nella produzione di energia.

²¹ Leonard Beaton, « Nuclear Fuel for All », *Foreign Affairs*, luglio 1967.

ricchimento dell'uranio. Esclusa dal consorzio industriale anglo-tedesco-olandese del 1969 che sviluppa il sistema della centrifugazione, perché non aveva, a quanto pare, alcun contributo tecnologico da dare, l'Italia interpretò questa esclusione come un affronto politico, e intraprese una intensa campagna diplomatica che ebbe come conseguenza un invito ad entrare nel consorzio su basi che risultarono inaccettabili²². Nel frattempo il Cnen ha adottato un programma di massima nel settore della tecnologia di centrifugazione che si spera metta l'Italia in grado di dare un proprio contributo tecnico in sede internazionale²³. L'Italia ha anche continuato a fare pressioni all'interno dell'Euratom per la costruzione di un impianto europeo di separazione isotopica, facendo inizialmente affidamento sul rinnovato interesse francese per questo progetto. Ma la mancanza di interesse da parte degli altri membri dell'Euratom ha spinto la Francia a dar vita all'Eurodif il cui obiettivo è quello di costruire un impianto a diffusione gassosa basato sulla tecnologia francese; l'Italia si è unita a questo consorzio. L'Italia ha anche cercato di moltiplicare la sua possibilità di rifornimenti di combustibile sul piano internazionale, partecipando nel novembre del 1970 ai colloqui di Washington sulla possibilità di usufruire della tecnologia americana di diffusione gassosa; inoltre, nel 1972 è stato concluso un accordo con l'Unione sovietica per l'arricchimento da parte dei russi dell'uranio italiano²⁴.

In linea di principio la dimensione del programma per lo sfruttamento dell'energia nucleare dà all'Italia una opzione nucleare, ma, in pratica, la possibilità concreta di disporre di armi nucleari dipende dalla costruzione di un impianto su scala industriale del tipo dell'Eurex II, attualmente programmato per il 1977, per il ritrattamento del combustibile e l'estrazione del plutonio. I reattori di potenza, specialmente quello di Latina, danno al paese una capacità di produzione di plutonio sufficiente per costruire un numero non trascurabile di testate nucleari. Gli sforzi abbastanza consistenti nel settore dell'estrazione del plutonio, della fabbricazione di combustibile al plutonio, ecc., forniscono la base tecnologica per la produzione di armi. Sebbene si stiano facendo sforzi considerevoli per impadronirsi della tecnica dell'arricchimento dell'uranio, difficoltà tecniche ed economiche fanno sì che un'effettiva opzione nucleare attraverso l'uranio risulti una possibilità molto più problematica e certamente a più lungo termine.

²² *Atomo e Industria*, 1 settembre 1970.

²³ Cfr., ad esempio Aldo Maffey in *Il Messaggero*, 15 maggio 1972.

²⁴ P. Elagin e V. Kratstov in *International Affairs*, Mosca, 1973, n. 1.

Le influenze della politica interna e delle istituzioni burocratiche sulla politica estera

Nella misura in cui il programma nucleare civile italiano avanza lungo le linee stabilite, la capacità tecnologica del paese farà sí che sempre piú una eventuale opzione nucleare derivi da circostanze politiche piuttosto immediate. In termini di politica interna una tale decisione deriverà dall'interazione delle scelte fatte in politica estera, dalla configurazione delle forze politiche interne in quel dato momento, e dagli obiettivi delle piú importanti forze istituzionali.

LA POLITICA INTERNA ITALIANA E LE ARMI NUCLEARI.

Essendosi riprodotta nella vita politica interna la spaccatura che la guerra fredda ha causato su scala piú ampia, la politica italiana è stata particolarmente sensibile a cambiamenti del contesto internazionale: l'esclusione dei comunisti dal governo nella primavera del 1947 coincise con l'inasprimento dei rapporti Usa-Urss; i governi di centro-sinistra degli anni '60 corrispondono al periodo della ricerca di distensione tra Est e Ovest; e il fatto che oggi possa essere proposta seriamente una coalizione di governo con una base molto ampia che va dai comunisti ai democristiani di sinistra dà la misura dei cambiamenti che sono intervenuti nel clima politico del dopoguerra, con implicazioni che possono far sembrare sempre piú irrilevanti le vecchie linee politiche.

L'« europeismo » e l'« atlantismo » hanno caratterizzato la politica estera italiana del dopoguerra molto di piú del rumoroso nazionalismo del periodo tra le due guerre o del neutralismo dell'immediato dopoguerra. Ma il desiderio di essere trattata alla pari dai maggiori stati europei ha portato l'Italia ad assumere impegni a livello internazionale sproporzionati rispetto alle capacità del paese (come gli onerosi contributi all'Euratom), o discutibili sul piano degli interessi nazionali (come le basi della Nato, strategicamente provocatorie, dotate di missili Irbm).

La democrazia cristiana, cioè il partito che ha dominato tutte le coalizioni governative del dopoguerra, ha avuto l'influenza maggiore nel determinare l'orientamento generale dato alla politica estera del paese. Malgrado l'accordo unanime all'interno della Dc, nel periodo immediatamente successivo alla guerra, sulla questione dell'allineamento con il blocco occidentale, non è possibile prevedere la reazione della Dc ai rapidi cambiamenti della situazione internazionale. Oggi la Dc, profondamente divisa al suo interno in diverse fazioni, potrebbe benissimo spaccarsi su una questione di politica estera di una certa rilevanza. Sebbene il centro di gravità del partito sia slittato verso destra alla fine degli anni '60, nella primavera del 1973 è stata riesumata la formula di cen-

tro sinistra che comprende i socialisti. Poiché per tutti gli anni '60 i ministri degli esteri sono stati dei forti sostenitori della formula di centro sinistra, le politiche che essi hanno perseguito riflettono presumibilmente un accordo tra correnti e partiti di centro e di sinistra²⁵.

Come in Francia, i partiti politici ai due estremi sono quelli che più apertamente si sono espressi in favore di politiche di autonomia nazionale, con una forma di « gollismo » da parte dei neofascisti e con gli appelli dei comunisti a « ristabilire la piena sovranità nazionale ». Come questi orientamenti generali si possano tradurre in posizioni sull'opzione nucleare può solo essere materia di congetture, dato che in Italia non c'è mai stato un reale dibattito sulla questione dell'armamento nucleare. In passato, i governi italiani hanno preso posizione su questioni riguardanti l'armamento nucleare solo quando il problema è stato sollevato all'estero. Per esempio la questione sollevata dai francesi sugli effetti della creazione dell'Euratom nei confronti di un'opzione nucleare nazionale, ha portato l'Italia a schierarsi con i francesi a favore del mantenimento della libertà di scelta di ciascun paese²⁶; quando, alla fine degli anni '50, negli Stati Uniti si cominciò a mettere in dubbio l'efficacia dei bombardieri strategici come vettori delle testate nucleari, gli uomini politici italiani cercarono di ottenere lo stazionamento di missili nucleari nell'Italia meridionale al fine di migliorare la posizione politica dell'Italia nella Nato²⁷. L'unica prova di passi concreti fatti verso l'acquisto di armi nucleari è contenuta in un articolo, pubblicato postumo, dell'ambasciatore Pietro Quaroni. Egli sostiene che nell'autunno del 1957 fu firmato dai ministri della difesa francese (Chaban-Delmas), tedesco (Strauss) e italiano (Taviani) un accordo segretissimo per « la costruzione in comune della bomba atomica »²⁸. Le implicazioni di un tale accordo sarebbero state enormi. Quaroni afferma che l'avvento di De Gaulle al potere mise fuori causa il progetto. Ma, sia o meno possibile dimostrare la verità dell'accordo del 1957, sembra comunque di poter concludere che gli uomini politici italiani hanno cercato di sfruttare le armi nucleari e le questioni ad esse collegate per fini politici.

Probabilmente il precedente più importante di una reale discussione sulla questione dell'armamento nucleare è stato il dibattito sulla firma del Trattato di non proliferazione sottoposto al parlamento italiano per l'approvazione nel luglio 1968. Sotto il ministro degli esteri de-

²⁵ Cfr. p. 72.

²⁶ F. Roy Willis, *Italy Chooses Europe*, New York, Oxford University Press, 1971, pp. 57-58.

²⁷ Cfr. p. 81.

²⁸ Pietro Quaroni su *La Revue des Deux Mondes*, luglio 1971. All'epoca Quaroni era l'ambasciatore italiano a Parigi.

mocristiano Amintore Fanfani, la posizione del governo italiano sul Tnp era passata da un appoggio senza riserve ad un atteggiamento critico, sia delle implicazioni politiche che delle clausole specifiche della prima stesura del trattato proposta dagli Usa e dall'Urss. Fanfani propose che le superpotenze prendessero impegni piú espliciti sulla fornitura di materiali fissili ai paesi che non disponevano di armi nucleari, sulla compartecipazione alla tecnologia nucleare civile e sul disarmo delle stesse superpotenze²⁹. Queste erano posizioni che riflettevano non solo l'interesse dell'Italia, ma anche quello di altri paesi, in particolare della Germania occidentale. Le richieste avanzate dall'Italia perché le superpotenze facessero delle concessioni, rientravano nel tentativo di ottenere i vantaggi di un paese in possesso di armi nucleari restando al tempo stesso un « paese soglia ». Un altro aspetto di questa politica era la richiesta del governo italiano, in seguito ottenuta, di avere un seggio permanente al consiglio dei governatori dell'Aiea in cambio dell'appoggio al Tnp. Ma nella misura in cui le concessioni ottenute erano di gran lunga inferiori alle obiezioni sollevate, il Tnp in Italia fu considerato da molti come chiaramente discriminatorio e ingiusto.

In parlamento solo il piccolo partito repubblicano appoggiava apertamente il Tnp, e formalmente fece dipendere la sua ulteriore partecipazione alla coalizione di governo dall'approvazione del Trattato³⁰. I portavoce degli altri membri della maggioranza — i democristiani e i socialisti unificati (Psu) — nutrivano ambedue delle profonde riserve sul Trattato. La Dc tuttavia dichiarò che il Tnp avrebbe dovuto essere approvato come parte del processo di distensione tra Est ed Ovest, malgrado le obiezioni specifiche che si potevano fare nei confronti delle sue clausole. Quella che i partiti di governo definivano come « fedeltà agli impegni dell'alleanza », i comunisti e i socialisti di unità proletaria (Psiup) denunciavano come sottomissione ai dettami della politica americana. Tuttavia ciò non impedì a questi partiti di appoggiare il Tnp. Essi interpretarono il trattato come mirante a impedire per sempre alla Germania occidentale di diventare una potenza nucleare e sostennero l'approvazione del trattato per raggiungere questo obiettivo.

Il Tnp veniva respinto solo dalle destre. I neofascisti e i monarchici lo denunciarono come un'imposizione dell'egemonia sovietico-americana — punto di vista condiviso ampiamente anche fra i democristiani e i socialisti. I partiti di destra, a causa di questo tipo di obiezioni, si rifiutarono di appoggiare l'approvazione del Trattato. I liberali non erano in grado di conciliare le loro obiezioni con un'adesione al trattato, ma

²⁹ Cfr. pp. 79-80.

³⁰ Per i dibattiti contenenti le posizioni ufficiali dei partiti, cfr. Emilio Bettini, *Il Trattato contro la proliferazione nucleare*, Bologna, Il Mulino, 1968, appendice.

non volevano essere identificati troppo strettamente su questo genere di questioni ai neofascisti, e così decisero di astenersi. Le tesi sostenute dalla destra fecero nascere un certo interesse per il mantenimento di una opzione nucleare nazionale; si metteva in rilievo il fatto che la garanzia nucleare dell'Alleanza atlantica non era permanente. Anche la Dc si rendeva conto che il Tnp avrebbe potuto costituire un ostacolo a una forza nucleare europea. I partiti di sinistra rifiutavano esplicitamente sia una forza nucleare nazionale (posizione del Psiup), sia una forza nucleare europea (posizione del Pci), e interpretavano l'approvazione del Tnp come un modo per evitare tali sviluppi.

Se questo può rappresentare un precedente valido per un dibattito politico sull'opzione nucleare, è lecito supporre che solo governi dominati dalla destra potrebbero verosimilmente prendere in considerazione tale opzione — sia come parte della forza nucleare europea, sia come forza nazionale indipendente. Anche se è a sinistra che si trovano alcuni dei più strenui difensori dell'autonomia nazionale, i partiti di sinistra sembrano i candidati meno probabili a prendere in considerazione l'armamento nucleare come consono agli interessi nazionali dell'Italia. Le tendenze politiche a breve scadenza sembrano aver favorito la destra: le elezioni parlamentari della primavera del 1972 hanno visto i rappresentanti dei neofascisti alla camera dei deputati quasi raddoppiati, e si dice che i loro voti abbiano determinato l'elezione del candidato della Dc, Giovanni Leone, alla presidenza della repubblica, nel dicembre del 1971. Ma le tendenze politiche a lungo termine in Italia sembrano favorire i partiti di sinistra. Il passo della Dc verso destra sembra essere stato controbilanciato dalla ripresa della coalizione di centro-sinistra, e un'ulteriore apertura verso sinistra che includa i comunisti al governo è una possibilità reale che dovrebbe ulteriormente ridurre le probabilità che l'Italia diventi una potenza dotata di armi nucleari.

LE ISTITUZIONI BUROCRATICHE E LE ARMI NUCLEARI.

Con un sistema parlamentare instabile, simile a quello della quarta repubblica francese, gran parte della continuità della politica italiana giace nelle mani della burocrazia. L'opzione nucleare francese fu garantita dalla burocrazia, mentre i dirigenti politici erano divisi e impegnati in un prolungato dibattito. Alla fine De Gaulle volle che la scelta venisse fatta, ed è dubbio che un qualsiasi governo di coalizione della quarta repubblica avrebbe potuto fare lo stesso, e sopravvivere. In Italia, tuttavia, non vi è stato un dibattito pubblico in merito alla questione dell'armamento nucleare. Senza una tale discussione la burocrazia non ha incontrato alcun ostacolo nel mantenere programmi che

potrebbero immediatamente dare all'Italia un'effettiva opzione nucleare³¹. Il pericolo piú grave è che la decisione di costruire la bomba atomica possa in futuro essere un semplice passo di un processo essenzialmente burocratico. Ma pur ammettendo che, come nel caso della Francia, la decisione definitiva sia politica, è verosimile che le alternative vengano modellate da parte degli alti burocrati: è probabile che siano loro a determinare l'area effettiva della scelta politica. Perciò la conoscenza di alcune realtà burocratiche — il Comitato nazionale per l'energia nucleare, il ministero degli esteri, e l'« establishment » militare — è importante per spiegare qualsiasi politica governativa in merito all'armamento nucleare.

Il Comitato nazionale per l'energia nucleare (Cnen). Confrontato con la maggior parte degli apparati burocratici italiani che sono notoriamente inefficienti, il Cnen è un modello di efficienza. Con 3.000 dipendenti e un bilancio per il 1972 di circa 80 milioni di dollari, il Cnen è al centro degli affari nucleari in Italia, ed ha stretti rapporti con il ministero degli esteri, l'Enel, le forze armate, le università, e le industrie private nel settore nucleare. Esso è la fonte principale di finanziamenti per la ricerca nucleare.

Alla fine degli anni '50 e al principio degli anni '60 il Cnen beneficiò di una convergenza d'interessi tra industrie dell'energia elettrica che volevano finanziamenti pubblici per la ricerca nucleare e la sinistra che vedeva l'energia nucleare come la chiave perché lo stato assumesse il controllo dell'energia elettrica. Il Cnen prosperò sotto la direzione di Felice Ippolito che, come la sua controparte dell'ente di stato per il gas e il petrolio, Enrico Mattei, si servì delle sue notevoli capacità politiche e imprenditoriali per allargare il ruolo dell'ente di stato, con l'atteggiamento aggressivo tipico dell'industriale privato. In questo periodo le compagnie elettriche ordinarono i primi tre reattori e vennero avviati ambiziosi programmi di ricerca. L'energia nucleare fu coinvolta nella lotta per la nazionalizzazione dell'industria elettrica, obiettivo fortemente sostenuto da Ippolito, e prezzo politico richiesto dai socialisti per l'« apertura a sinistra » del 1962. Come Mattei, Ippolito si fece dei potenti nemici sul piano politico. Così, nel periodo successivo al 1962, gli attacchi politici a Ippolito si unirono alla ristrutturazione internazionale della situazione energetica e determinarono un crollo dell'attività nucleare in Italia.

Dalla fine degli anni '60, il Cnen, fattosi piú cauto, sembra godere di un maggior grado di autonomia nei confronti del potere politico, ma la sinistra continua ad imputargli il fatto che le sue attività

³¹ Massimo Bonanni su *Il Mulino*, gennaio-febbraio 1972, p. 84.

sono subordinate agli interessi delle industrie private che, a loro volta, sono soggette al dominio delle industrie nucleari americane³². Senza un diretto controllo politico, i tecnocrati hanno stabilito gli obiettivi politici del Cnen, e gli scienziati sono diventati sempre piú politicizzati, allineandosi con correnti di partito³³. Mentre non vi sono controlli parlamentari analoghi a quelli esercitati dal Joint Committee on Atomic Energy in America, la procedura di revisione del bilancio istituita da parte del Comitato interministeriale per la programmazione economica (Cipe) ha prodotto dei cambiamenti nei programmi del Cnen. Ad esempio, la proposta di trasformare in « nave civile » l'*Enrico Fermi* è una risposta a una direttiva del Cipe³⁴.

Il Cnen è largamente responsabile del fatto che l'Italia potrebbe presto avere un'effettiva opzione nucleare. Ed è fra i burocrati del Cnen che si scopre che viene data la massima attenzione ai problemi che l'evoluzione della tecnologia nucleare — sia civile che militare — pone a chi ha in mano le leve della politica in Italia³⁵. Il Cnen si è sforzato di rendere l'Italia meno dipendente dagli Stati Uniti per i rifornimenti di uranio combustibile e ha cercato di coordinare la ricerca e lo sviluppo nel settore privato, in modo da dare all'Italia un maggior grado di indipendenza tecnologica.

Il ministero degli esteri. Il Cnen ha stretti legami col ministero degli esteri, il cui ruolo di finanziatore della partecipazione italiana nella cooperazione internazionale per la tecnologia nucleare (ad esempio l'Euratom) fa pensare a una sovrapposizione di attività. L'invito a far parte del consorzio anglo-tedesco-olandese fu il risultato di uno sforzo coordinato al livello piú alto tra il Cnen e il ministero degli esteri.

In generale il ministero degli esteri ha fama di essere conservatore, con stretti legami con la destra politica sia della democrazia cristiana che del partito liberale³⁶. Ma i principali ministri degli esteri degli anni '60 — i democristiani Amintore Fanfani e Aldo Moro, e il socialista Pietro Nenni — erano uomini con stretti legami politici con la sinistra, un fatto questo che a volte li ha messi in contrasto con l'apparato burocratico. Ad esempio, alcuni dirigenti del ministero, insieme con alcuni del Cnen, pare si siano opposti al Tnp e ne abbiano osta-

³² Cfr. F. Pistolese, su *Politica ed economia*, luglio-agosto 1971.

³³ Giovanni Russo su *Il Corriere della Sera*, 11 aprile 1971.

³⁴ *Atomo e Industria*, 1 luglio 1971.

³⁵ Cfr. ad esempio A. Albonetti, « Energia nucleare e autonomia europea », *Affari Esteri*, aprile 1969.

³⁶ Cfr. Norman Kogan, *The Politics of Italian Foreign Policy*, New York, Frederick A. Praeger, 1963, p. 53; e Fabrizio De Benedetti, « Il ministero degli affari esteri », su *La politica estera della repubblica italiana*, a cura di M. Bonanni, Milano, edizioni di Comunità, 1967.

colato la firma da parte di Nenni nel 1969³⁷. In tal modo, mentre al vertice un controllo politico può essere esercitato, le questioni di più ordinaria amministrazione vengono gestite dall'alta burocrazia ministeriale, la cui percezione dell'interesse nazionale può differire sostanzialmente da quella dei leaders politici³⁸.

I militari. L'« establishment » militare italiano è caratterizzato dal fatto che subisce un sostanziale intervento politico ai livelli più alti (per esempio nella scelta dei potenti capi di stato maggiore) appare, invece, molto ridotto il controllo politico sulla politica militare e sui programmi militari particolari³⁹. Il risultato di questa situazione è che le forze armate italiane dispongono di notevoli risorse — il bilancio del 1972 è stato di circa 2,5 miliardi di dollari, l'ottavo del mondo⁴⁰ — ma tuttavia sono universalmente riconosciute come molto poco efficienti. Sono diversi i fattori che contribuiscono a questo stato di cose. Il bilancio della difesa è in proporzione minore di quello di altri membri europei della Nato (il 2,8% del Pnl contro il 4% della Francia e il 3,3% della Germania)⁴¹. Le spese, in rapporto ad ogni uomo sotto le armi, variano da 1/3 a 1/2 di quelle della Francia e della Germania⁴²; purtuttavia il 65-75% del bilancio della difesa va alle spese di personale, sia perché l'esercito è grande, sia perché le forze armate sono estremamente inflazionate nei gradi più elevati. Vi è un numero di generali e di ammiragli tre o quattro volte superiore a quello dei posti disponibili⁴³.

La politica attuale ha come unico effetto quello di perpetuare una

³⁷ Le idee sulle armi nucleari e sulla politica estera di due alti funzionari del ministero degli esteri possono essere trovate sulle seguenti pubblicazioni: Roberto Gaja, « Contributo allo studio di una politica nazionale in campo militare », e Roberto Ducci, « La lotta delle potenze per lo *status* nucleare », Roma, Centro alti studi militari, 1965-66; R. Gaja, « Strategia e politica internazionale nell'era nucleare », Roma, ministero degli affari esteri, 1970.

³⁸ In merito al problema del controllo politico del ministero degli esteri cfr. Guglielmo Negri, « La direzione e il controllo democratico della politica estera », su *La politica estera della repubblica italiana*, già citata.

³⁹ M. Bonanni, « Tecnostruttura militare e controllo politico oggi », *Il potere militare in Italia*, di autori vari, Bari, Laterza, 1971.

⁴⁰ « Stato di previsione della spesa del ministero della difesa per l'anno finanziario 1972 », *Camera dei deputati*, Doc. V, n. 3481/12, Bilancio di previsione dello stato per l'anno finanziario 1972, tabella 12. Per le ragioni per cui il metodo dell'Iiss per valutare le spese della difesa dell'Italia può essere sbagliato per eccesso, cfr. Giuseppe Caforio, « L'Italia spende troppo per la sua difesa? », *Rivista militare*, gennaio 1972.

⁴¹ International Institute of Strategic Studies, *The Military Balance 1971-72*, p. 60. I dati si riferiscono al 1970.

⁴² Cfr. G. Caforio, « L'Italia spende troppo per la sua difesa? », *Rivista militare*, gennaio 1972, p. 72.

⁴³ Pietro Lanzara, « Le forze armate oggi: quanti generali », *Il Mondo*, 11 dicembre 1969.

situazione in cui il paese ha poco rispetto per la vita militare e in cui le forze armate, e in particolar modo gli ufficiali di professione, sono sempre piú demoralizzati⁴⁴. Nella vita politica italiana l'antimilitarismo è molto forte, specialmente a sinistra; così coloro che piú degli altri si irritano per l'« egemonia americana », sono quelli probabilmente meno disposti a favorire il rafforzamento dell'apparato difensivo del paese come alternativa alla dipendenza dagli Stati Uniti⁴⁵. Lo scarso entusiasmo dei democratici per l'esercito sembra giustificato da esempi di ufficiali scontenti che hanno abbandonato la vita militare per intraprendere la carriera politica nei partiti di estrema destra, come ad esempio il generale De Lorenzo entrato nel partito monarchico e l'ammiraglio Birindelli entrato nel partito neofascista⁴⁶. Implicitamente, uno degli ostacoli principali alla riforma dell'apparato della difesa italiano è la sensazione, tra gli uomini politici democratici, che un esercito debole piú difficilmente potrebbe approfittare della costante instabilità politica per intervenire direttamente nella vita politica italiana. « La Grecia dei colonnelli » è un'immagine ricorrente nei discorsi politici italiani, un esempio di quel tipo di situazione che gli uomini politici democratici cercano di evitare.

Un esercito malcontento, con un considerevole grado di autonomia interna, potrebbe effettivamente cooperare con altri settori della burocrazia per attuare un'opzione nucleare. Certamente le forze armate hanno risorse sufficienti perché sia possibile l'attuazione di un programma di armi nucleari con al massimo piccoli aumenti nelle spese della difesa. Secondo alcune fonti italiane, il costo di una modesta forza nucleare, con bombe al plutonio, oscillerebbe tra i 125 e i 250 milioni di dollari (senza i sistemi di trasporto)⁴⁷. Ciò è meno di un decimo degli attuali stanziamenti annui per la difesa. Inoltre i militari dispongono delle infrastrutture tecniche necessarie per rendere possibile un programma segreto per la costruzione di armi nucleari.

Fin dal 1957 il ministero della difesa ha tenuto in vita un Centro per le applicazioni militari dell'energia nucleare (Camen) a San Pietro in Grado, vicino a Pisa. Delle sue attività, che sono coperte da un rigido segreto militare, si sa molto poco. Il suo bilancio, secondo una stima, è di circa 5 milioni di dollari all'anno⁴⁸ — una somma ridotta

⁴⁴ Nino Pasti su *Il Beljagor*, estate 1969.

⁴⁵ Per le idee di uno dei pochi uomini di sinistra che hanno trattato con continuità problemi di politica militare, cfr. Luigi Anderlini, « Democrazia e forze armate: quel che spetta al Parlamento », su *l'Astrolabio*, 26 settembre 1971.

⁴⁶ De Lorenzo fu il protagonista principale dello scandalo del Sifar del 1964, uno dei pochi esempi di intervento militare diretto nella vita politica italiana del dopoguerra. La franchezza di Birindelli esacerbò i rapporti della Nato con Malta e portò alla sua destituzione da comandante della Nato nel Mediterraneo.

⁴⁷ A. Albonetti, *Affari Esteri*, 1969, p. 10.

⁴⁸ Mario Silvestri, *Il costo della menzogna*, Torino, Einaudi, 1967, p. 390.

per un centro che impiega 250 ricercatori. Il suo principale strumento di ricerca è il reattore Galileo Galilei (CP-5) (5 Mw, modello a vasca, moderato e raffreddato ad acqua), acquistato negli Stati Uniti. Sospettando che il carico originale di combustibile fosse stato destinato ad altri scopi non autorizzati, gli Stati Uniti hanno interrotto il contratto di fornitura al Camen. Il predominio del personale navale al Camen lascia supporre che il centro concentri la sua attività su problemi riguardanti la propulsione navale; in realtà, parte del lavoro preliminare per la « Enrico Fermi » sembra sia stato portato avanti al Camen dalla Fiat⁴⁹. Non soggetto al controllo internazionale, il Camen sarebbe il posto ideale per il lavoro di ricerca e sviluppo relativo a testate nucleari, come parte della realizzazione di un'opzione nucleare, e questo soprattutto nella fase iniziale e clandestina.

L'interesse dei militari ad una forza nucleare nazionale può essere dedotto solo da quelle scelte politiche che hanno favorito lo spiegamento e l'eventuale uso delle armi nucleari in Italia. All'interno della Nato i militari italiani hanno appoggiato la tesi secondo cui lo spiegamento di Irbm forniti di testate nucleari era necessario, alla fine degli anni '50, al deterrente dell'Europa occidentale; in realtà gli italiani pensavano che disponendo di tali missili sul territorio italiano avrebbero aumentato il loro peso politico nell'alleanza — e per questo cercarono attivamente di avere le basi di missili americani⁵⁰.

I militari italiani appoggiano anche la teoria di uso rapido e diffuso delle armi nucleari tattiche in battaglia, nel presupposto tradizionale che un aumento della potenza di fuoco favorisce la difesa⁵¹. Un livello generalmente basso di efficienza militare potrebbe rendere necessario un uso rapido delle armi nucleari tattiche nel caso che l'Italia venisse attaccata. Tuttavia la zona di combattimento più probabile è la frontiera nordorientale che si apre sulla ricca e popolosa pianura padana — zona in cui qualsiasi radiazione avrebbe effetti disastrosi. Se l'effetto di deterrenza delle armi nucleari strategiche dovesse fallire, l'uso di armi tattiche sembrerebbe politicamente inaccettabile e strategicamente discutibile⁵². Un « establishment » militare che accetta ben volentieri

⁴⁹ Carlo Federici in *Il potere militare in Italia*, già citato, pp. 174-175.

⁵⁰ N. Pasti, *Il Belfagor*, già citato, p. 588. Questo accordo sulle basi era politicamente talmente importante che il governo Fanfani lo tenne segreto perfino al presidente della repubblica. Uguale grado di segretezza ha circondato l'istituzione della base di sottomarini nucleari americani a La Maddalena, un'isola sulla costa settentrionale della Sardegna, nel 1972. Cfr. ad esempio Lucio Manisco su *Il Messaggero*, 23 settembre 1972; e Paul Hoffman sul *New York Times*, 2 ottobre 1972.

⁵¹ N. Pasti, *Il Belfagor*, già citato, pp. 591-92.

⁵² Per quanto riguarda le armi nucleari tattiche, cfr. L. Anderlini su *L'Astrolabio*, settembre 1971. Cfr. anche gli interventi parlamentari in merito alla posa di mine nucleari sulla frontiera nord, su *L'Italia nella politica internazionale*, gennaio-marzo 1971, p. 38.

l'uso di armi nucleari tattiche in circostanze così rischiose, potrebbe anche essere convinto dell'efficacia di una forza indipendente dotata di armi nucleari. In realtà ci sono pochi elementi per pensare che i militari italiani siano capaci di qualcosa d'altro che essere complici nella realizzazione di una forza nucleare. La volontà politica di iniziare e di mantenere in vita un programma di armamento nucleare verrebbe verosimilmente dall'esterno del mondo militare — da altri settori della burocrazia statale, o da certi settori dell'élite politica del paese.

I presupposti di politica interna per una decisione di « diventare una potenza nucleare » sembrano mancare in Italia. È difficile concepire che una qualsiasi, attualmente immaginabile, coalizione di governo riesca a sopravvivere alla decisione di costruire un armamento nucleare, senza che intervengano cambiamenti drammatici nella situazione internazionale. Ma la burocrazia nucleare italiana è riuscita a dare al paese la possibilità di esercitare l'opzione nucleare nel prossimo futuro. Alcuni membri del ministero degli esteri e delle forze armate potrebbero favorire l'armamento nucleare, ma essi non sembrano in grado di superare gli ostacoli politici per la realizzazione di tale disegno. Questo pronostico parte dal presupposto che la decisione di « diventare nucleari » resterà una questione politica di tale gravità, che possa essere decisa solo dopo un lungo e approfondito dibattito pubblico.

È però anche vero che alcuni membri della burocrazia sono stati capaci di dare al paese la possibilità sempre più concreta di esercitare l'opzione nucleare senza tale tipo di dibattito. Questo fatto solleva quanto meno la possibilità che in futuro la soglia dell'armamento nucleare possa essere oltrepassata a piccoli passi, all'interno di un processo di politica burocratica in risposta agli avvenimenti internazionali. Escludendo questa eventualità improbabile, lo stallo derivante dalla situazione politica interna fa ritenere possibile che l'Italia tenti di sfruttare la sua opzione nucleare come strumento di politica estera: non esercitando quella scelta, ed esigendo le prerogative politiche di una potenza militarmente nucleare come prezzo per non diventare tale.

LE ARMI NUCLEARI E LA POLITICA ESTERA ITALIANA.

L'Italia, come attore di secondo o terzo ordine sulla scena internazionale, tende ad avere in merito all'armamento nucleare una politica di risposta alle politiche internazionali degli altri paesi. La maggior parte dei leaders politici del dopoguerra hanno visto gli interessi italiani riassunti nelle due sfere dell'Alleanza atlantica e della Comunità europea. Questi impegni garantiscono l'ordine politico interno italiano e rispondono a una concezione di interesse strategico. Alcune delle im-

plicazioni di questi impegni per lo sviluppo della tecnologia nucleare civile sono già stati osservati (per esempio gli accordi di cooperazione e i controlli reciproci tra l'Aec e il Cnen, fra le industrie private americane e italiane, e fra l'Euratom e il Cnen). Le corrispondenti implicazioni dell'alleanza nel settore delle armi nucleari sono state l'integrazione dell'Italia nella strategia nucleare della Nato, l'adesione al Tnp, ecc. Questo tipo di rapporto di dipendenza è servito a minimizzare gli incentivi per l'Italia al possesso autonomo di armi nucleari, ma non ha impedito all'Italia di acquisire la capacità tecnica necessaria per la produzione di queste armi. Col cambiare della situazione politica post-bellica, gli incentivi dell'Italia a « diventare nucleare » potrebbero anche aumentare, rendendo più verosimile la trasformazione della capacità tecnologica in una realtà militare.

Situata alla periferia dell'Europa centrale che è stata la zona apice della guerra fredda, confinante con un'alleata (la Francia), con paesi neutrali (la Svizzera e l'Austria), e un paese non allineato (la Jugoslavia), l'Italia si è sentita meno minacciata dei suoi vicini del nord. L'emergere di un processo di distensione Est-Ovest, accelerato dopo il 1962, dovrebbe contribuire ad aumentare il senso di sicurezza dell'Italia, al punto che sembra ormai ridotta la probabilità che l'Italia venga coinvolta in un conflitto nell'Europa centrale.

Ma l'Italia è un paese mediterraneo oltre che europeo, anche se il predominio politico del Nord europeo nei confronti del Sud mediterraneo ha fatto storicamente dell'Italia, al massimo, « una potenza europea del Mediterraneo » piuttosto che una « potenza mediterranea ». Il predominio storico dell'esercito nei confronti della marina riflette quest'ordine di priorità⁵³. Ma la marina italiana, insieme con la sesta flotta americana, rappresenta il caposaldo della difesa della Nato nel Mediterraneo; e il ruolo dell'Italia nella Nato sembra destinato ad aumentare di importanza nel caso che la situazione del Mediterraneo dia crescenti motivi di preoccupazione⁵⁴.

Dopo la guerra arabo-israeliana del 1967, il Mediterraneo è diventato una zona sempre più ostile agli interessi costituiti italiani: la chiusura del canale di Suez ha danneggiato la navigazione italiana; il colpo di stato di Gheddafi in Libia ha portato nel 1970 all'espulsione degli ultimi membri della colonia italiana; il ritiro della Nato da Malta ha avuto come conseguenza il concentramento di forze e comandi a Napoli, insieme con l'installazione di una base di sottomarini nucleari americani in isole al nord della Sardegna; i terroristi arabi hanno compiuto vari attentati in Italia; e dopo il 1968 la pressione dell'Unione sovietica

⁵³ P. Quaroni, « Il Mediterraneo, la Russia e l'Europa », *L'Europa*, 22 settembre 1969, p. 14.

⁵⁴ Cfr. P. Quaroni. Cfr. anche *Il Mediterraneo: economia, politica, strategia*. a cura di Stefano Silvestri, Bologna, Il Mulino, 1968, p. 67.

sulla Jugoslavia per ottenere facilitazioni portuali è sembrata particolarmente minacciosa per l'Italia, data la crescente consistenza della presenza navale sovietica nel Mediterraneo e, soprattutto, data la situazione interna in Jugoslavia che al principio degli anni '70 sembrava stesse per offrire ai russi il pretesto per un intervento militare del tipo di quello in Cecoslovacchia. In realtà la percezione italiana della situazione strategica del Mediterraneo è probabilmente più legata agli avvenimenti in Jugoslavia che non a quelli del Medio oriente, dal momento che le preoccupazioni sulla Jugoslavia sono connesse sia con le aspirazioni nazionalistiche dell'anteguerra sia con i timori della guerra fredda⁵⁵.

Non riuscendo a imporsi come potenza mediterranea a pieno titolo, la tradizionale condotta geopolitica dell'Italia è stata quella di legare la sua politica a quella delle potenze navali dominanti nel Mediterraneo, politica abbandonata solo una volta (con conseguenze disastrose) durante la seconda guerra mondiale. L'allineamento del dopoguerra con gli Stati Uniti è coerente a questa politica. Ma dopo il 1967, la presenza di ambedue le superpotenze nel Mediterraneo ha dato all'Italia una maggior libertà di manovra di prima, mentre la distensione in Europa sembra aver diminuito i pericoli derivanti altrove da questa libertà di manovra. Dopo il 1967 l'Italia ha perseguito in Medio oriente una politica abbastanza indipendente, filoaraba, favorita sia dai comunisti che dalla sinistra cattolica⁵⁶. Come la Francia, l'Italia ha un concreto interesse economico nell'essere un interlocutore occidentale accettabile per gli stati arabi, soprattutto a causa della dipendenza italiana e francese dal petrolio arabo. Il presidente Pompidou aveva puntato su questo interesse comune nell'estate del 1972, quando cercò di persuadere il governo italiano ad adottare il sistema francese per la televisione a colori, esprimendo la sua proposta in termini di potenziale penetrazione franco-italiana nel mondo arabo⁵⁷.

L'opinione pubblica italiana rifiuta una « vocazione mediterranea », come residuo di avventurismo fascista. Ma l'interesse per il Mediterraneo è rimasto nei governi italiani del dopoguerra, e non è stato limitato agli esponenti conservatori dell'élite che si occupa di politica estera⁵⁸. La posizione ufficiale italiana nei colloqui sulla sicurezza euro-

⁵⁵ Per vari punti di vista in merito alla minaccia potenziale costituita dalla presenza sovietica nel Mediterraneo, cfr. N. Pasti, *Il Belfagor*, già citato, p. 597; Adolfo Alessandrini, « Il trattato di non proliferazione e la difesa del paese », *La Nuova Antologia*, marzo 1969, p. 315; « Malta e l'equilibrio politico strategico del Mediterraneo », *Relazioni Internazionali*, 12 febbraio 1972, p. 156; Pietro Jozzelli, « Gli Stati Uniti nel Mediterraneo », *Nord e Sud*, marzo 1972, pp. 104-108.

⁵⁶ Cfr. P. Quaroni, *L'Europa*, già citata, p. 15.

⁵⁷ Cfr. ad esempio, gli articoli di *Panorama*, nell'agosto del 1972. Per le reazioni dei tedeschi, il cui sistema di televisione a colori Pal era già stato scelto dal governo italiano, cfr. *Il Messaggero*, 9 agosto 1972.

⁵⁸ Cfr. Roberto Aliboni, « Italy's Mediterranean Role », *International Journal*,

pea di Helsinki era che quel che si fosse deciso per l'Europa centrale « avrebbe dovuto contribuire alla pace e alla sicurezza del Mediterraneo »⁵⁹. Naturalmente la preoccupazione di chi decide la politica italiana è che la distensione nell'Europa centrale non si accompagni all'intensificarsi del confronto sovietico-americano nel Mediterraneo, dove la sicurezza dell'Italia è minacciata più da vicino.

L'Italia ha avuto un ruolo particolarmente attivo nell'evoluzione della distensione attraverso la limitazione dell'armamento nucleare. Nel luglio del 1965 il ministro degli esteri Fanfani propose una « moratoria nucleare » alla conferenza sul disarmo di Ginevra. Fanfani suggerì che i paesi armati con armi non nucleari rinunziassero volontariamente a qualsiasi armamento nucleare per un periodo di tempo determinato, al fine di permettere ai paesi nucleari di fare passi sostanziali verso il controllo degli armamenti e verso il disarmo⁶⁰. La principale « pressione » sulle superpotenze era l'affermazione esplicita che se tali passi verso il disarmo non fossero stati fatti durante la moratoria, allora gli stati militarmente non nucleari sarebbero stati liberi di andare avanti nello sviluppo delle armi atomiche. Mentre questa proposta incontrò una vasta approvazione in Italia⁶¹, essa fu sorpassata dai cambiamenti intervenuti nella situazione internazionale. L'idea di Fanfani era quella di far pressione sulle superpotenze spingendole a fare cose verso le quali erano riluttanti; ma, nel giro di due anni, le superpotenze si erano esse stesse accordate sulla necessità di un trattato che proibisse la proliferazione delle armi nucleari, e cercavano di spingere gli italiani e gli altri a fare quello a cui erano riluttanti, cioè a firmare il Tnp.

Le proposte di Fanfani alla conferenza di Ginevra dell'agosto 1967 dimostrano che il governo italiano era consapevole del cambiamento di fondo, nella politica internazionale, dovuto alla presentazione del progetto congiunto sovietico-americano per il Tnp. Dalla sua precedente posizione di appoggio categorico al Tnp, Fanfani si spostò verso una posizione che era sempre più critica nei confronti del Trattato, inteso come esempio di un nascente condominio sovietico-americano sulla politica europea. Il cambiamento di politica di Fanfani fece sorgere delle controversie in Italia⁶². E mentre il governo italiano non abbandonò mai il suo appoggio in linea di principio al Tnp, i rappresentanti italiani si fecero portavoce delle obiezioni di molti paesi alle clausole del Tnp sovietico-americano. L'obiezione principale era di carattere politico: il trattato era politicamente sgradevole perché legittimava la divisione

Toronto, autunno 1972.

⁵⁹ Cfr. le dichiarazioni del delegato italiano Marco Favale alla conferenza preliminare di Helsinki il 1 dicembre 1972, su *Il Messaggero*, 2 dicembre 1972, p. 19.

⁶⁰ Cfr. Luisa Calogero La Malfa e Ennio Ceccarini, *Contro la proliferazione delle armi nucleari*, Roma, edizioni della Voce, 1967, cap. 1.

⁶¹ Ibid., pp. 42-46.

⁶² Ibid., cap. 8 e 13.

del mondo in due classi di stati, quelli nucleari e quelli non nucleari, e faceva una discriminazione contro questi ultimi. Inoltre il trattato minacciava di ostacolare lo sviluppo tecnologico e la competitività commerciale dei paesi che non disponevano di armi nucleari; sotto questo aspetto i meccanismi di sorveglianza erano da considerare discutibili sia sul piano politico che su quello commerciale. Infine, il trattato sembrava compromettere l'evoluzione futura della Comunità europea, soprattutto nella misura in cui sembrava che all'Europa fosse proibito acquisire una propria forza nucleare⁶³. Ma anziché limitare le sue obiezioni a dichiarazioni sterili, il governo italiano cercò di ottenere concessioni concrete da parte delle superpotenze, in cambio dell'adesione italiana al Tnp. Così Fanfani propose dei meccanismi specifici per il trasferimento di combustibili fissili e di tecnologia nucleare civile ai paesi che non disponevano di armi nucleari e che avessero firmato il trattato⁶⁴.

Mentre alcune delle richieste di Fanfani hanno trovato una risposta nelle generiche promesse degli articoli IV, V e VI della versione finale del Tnp, quel tipo di garanzie concrete che egli cercava erano del tutto mancanti nel documento definitivo. L'Italia firmò il Tnp nel gennaio del 1969, per l'insistenza del ministro degli esteri socialista Nenni, ma la firma fu accompagnata da un lungo protocollo che riaffermava molte delle obiezioni sollevate in passato dai governi italiani⁶⁵: il Tnp deve ancora essere ratificato dall'Italia⁶⁶. Una delle poche concessioni concrete che l'Italia ottenne fu l'appoggio degli Usa e dell'Urss per un seggio italiano permanente al consiglio dei governatori dell'Agenzia internazionale dell'energia atomica (Aiea), che ha l'incarico di sorvegliare gli impianti nucleari dei paesi firmatari del Tnp⁶⁷. Questo era

⁶³ Cfr. le dichiarazioni del delegato italiano a Ginevra, ambasciatore Cavalletti il 28 febbraio 1967, in *Contro la proliferazione delle armi nucleari*, già citato, pp. 136-39.

⁶⁴ U. S. Arms Control and Disarmament Agency, *Documents on Disarmament*, 1967, Washington, Government Printing Office, 1967, p. 312.

⁶⁵ Ancora nel gennaio 1969 A. Albonetti riaffermò le obiezioni politiche al Tnp che, egli osservava, erano condivise da un ampio spettro dell'opinione pubblica italiana. « ... il Trattato nella sua versione attuale non è una misura per il disarmo né contribuisce al disarmo; esso stabilisce oneri disuguali ed assurde discriminazioni, crea vuoti di potere; esso accetta e aggrava gli squilibri nei rapporti internazionali legittimandoli; esalta il monopolio e il potere dei paesi che dispongono di armi nucleari e facilita la loro egemonia — e quel che è peggio, permette l'instaurazione di nuove potenze egemoniche, anche se minori, nell'Europa stessa (la Gran Bretagna e la Francia); ed è un ostacolo al processo di integrazione europea ». A. Albonetti, « Abbiamo perduto una battaglia », *l'Europa*, 18 gennaio 1969.

⁶⁶ Come tutti i membri dell'Euratom che sono firmatari del Trattato, l'Italia aveva dichiarato che non avrebbe ratificato il Tnp fino a quando non fosse stato raggiunto un soddisfacente accordo sulle ispezioni fra l'Euratom e l'Aiea.

⁶⁷ Cfr. Fabrizio De Benedetti e Gianluca Devoto su *L'Italia nella politica internazionale*, aprile-giugno 1971, pp. 12-15.

un riconoscimento aperto del ruolo attivo svolto dall'Italia nella politica di disarmo nucleare.

Il dibattito sul Tnp rese evidente, all'élite politica del paese, che nel rapporto tra le superpotenze si era passati dall'epoca del confronto, tipica della guerra fredda, a un'epoca di collaborazione. Una misura degli effetti che si ripercossero sulla politica interna italiana a causa di questa nuova situazione internazionale, è il fatto che i campioni dell'autonomia nazionale si spaccarono sulla questione dell'approvazione del Tnp, con l'estrema destra che si opponeva al Trattato, mentre l'estrema sinistra lo appoggiava. Pertanto i comunisti si trovarono allineati con i democristiani su questa importante questione politica. Affermata per la prima volta l'idea di un condominio delle superpotenze, il bisogno, già avvertito, di un'alternativa a quella di affidarsi completamente al deterrente nucleare americano divenne ancora più grande, anche tra i politici di tendenza centrista⁶⁸. Crebbe la preoccupazione che gli interessi americani non fossero più necessariamente coincidenti con quelli dell'Europa occidentale in generale, o, in particolare, con quelli dell'Italia. Ma non vi era ampio consenso sulla possibilità o sulla desiderabilità di una concreta alternativa alla ancora esistente dipendenza dal deterrente nucleare americano.

Questi fatti dimostrano una chiara propensione da parte dell'Italia di fare politica internazionale agitando il problema delle armi nucleari, ma senza effettivamente « diventare nucleare ». Nella Nato l'Italia ha cercato di sfruttare le occasioni per rafforzare la sua posizione politica nell'alleanza, sia per mezzo delle armi nucleari stanziare in Italia, sia attraverso la teorizzazione di un rapido impiego delle armi nucleari tattiche in qualsiasi conflitto reale. Alla conferenza sul disarmo di Ginevra l'Italia si è servita con decisione del suo stato di « paese soglia » per cercare prima di spingere le superpotenze a procedere verso il disarmo, e poi di spingerle a migliorare i termini del Trattato per i paesi privi di armi nucleari. La determinazione dell'Italia di avere un ruolo attivo nella politica nucleare è, in una certa misura, funzione della sua vita politica interna, e della sua preoccupazione in politica estera di affermare la « presenza » dell'Italia a livello internazionale. Ma la sostanza delle scelte politiche italiane è in larga misura una risposta alle politiche nucleari degli altri. Se a un certo punto l'Italia deciderà di trasformare un'opzione in una concreta forza nucleare, questo probabilmente avverrà perché i mutamenti della situazione internazionale renderanno il possesso delle armi nucleari sufficientemente impellente e accettabile, in modo da creare quella volontà politica di « diventare nucleari », che fino ad ora è mancata.

⁶⁸ Cfr. ad esempio A. Albonetti, « The United States: Economic or Political Challenge? », *Daedalus*, autunno 1972.

«Diventare nucleari»: presupposti e prospettive

Gli stati-nazione si sono armati con armi nucleari per un insieme complesso di ragioni politiche e strategiche. Sono state esaminate le politiche estere e interne, passate e presenti, dell'Italia, e nulla lascia credere che sia alta la probabilità che il paese eserciti l'opzione nucleare. Per quanto riguarda la politica futura, l'evoluzione più probabile della politica interna — uno spostamento a sinistra con l'eventuale inclusione dei comunisti al governo — sembra diminuire ulteriormente la probabilità che l'Italia diventi mai un paese nucleare. Ma l'evoluzione della situazione politica internazionale, sia a livello regionale, sia a livello globale, potrebbe avere sulla politica italiana effetti meno prevedibili. Possibili mutamenti nella situazione internazionale sembrano essere le cause più probabili di qualsiasi eventuale decisione futura di costruire armi nucleari; può quindi valere la pena di riassumere brevemente quali siano i più ovvi tipi di cambiamento e le probabili risposte dell'Italia.

Se la garanzia nucleare degli Usa non venisse più ritenuta credibile, ma fosse ancora giudicata necessaria alla difesa dell'Italia una certa forma di deterrente nucleare, l'Italia si troverebbe costretta a prendere in considerazione l'opzione nucleare.

L'eventualità di un disimpegno americano dall'Europa non è più una questione astratta, e le ultime scelte politiche americane hanno sollevato dubbi sulla credibilità a lungo termine dell'impegno nucleare americano nell'Europa occidentale. Gli Stati Uniti hanno chiaramente cercato un tipo di distensione in cui il rischio di una aggressione sovietica sarebbe stato ridotto al punto che un deterrente nucleare non dovrebbe in realtà essere necessario. Il sistema di sicurezza europea che sta nascendo è presumibilmente il risultato di questo tipo di distensione. Ma i modi di percepire la minaccia da parte degli europei e degli americani non sono identici, ed anche il processo di distensione non è irreversibile. Se allora, in un qualsiasi momento, l'Italia dovesse avere la sensazione che il sistema di sicurezza europeo che sta nascendo ha reso la garanzia nucleare americana non più credibile senza peraltro rendere incredibile la minaccia da parte dell'Est, la ricerca di un'alternativa nucleare al deterrente americano sarebbe uno sbocco logico⁶⁹. Esistono almeno due possibili risposte da parte dell'Italia a tal genere

⁶⁹ Questo non vuol dire che la decisione di diventare « nucleare » sarà determinata esclusivamente da preoccupazioni di carattere strategico; chiaramente una tale decisione sarà sempre dovuta a un insieme di considerazioni strategiche e politiche, in cui « sicurezza » e « prestigio » appaiono inestricabilmente interconnessi. Ma normalmente si ammette che una qualche forma di teoria strategica è necessaria perché in un paese prevalga la volontà politica di costruire armi nucleari; il solo appello al prestigio non sarebbe sufficiente.

di situazione: una forza nucleare europea collettiva, o un'indipendente forza nucleare italiana.

Una forza nucleare europea è ancora una volta argomento di speculazione, e come prima, non vi è intesa sul modo di considerare tale forza: come un « mezzo » per l'ulteriore aggregazione politica dell'Europa occidentale, o come la « conclusione » logica della Comunità europea integrata. È discutibile se l'allargamento della Comunità europea alla Gran Bretagna renda la nascita di una forza nucleare europea più o meno verosimile. Certamente l'allargamento della Comunità non aumenta la complementarità degli interessi strategici dei suoi membri, né risolve la questione essenziale del ruolo della Germania in un'Europa armata di armi nucleari. La nascita di una forza nucleare europea non costituirebbe necessariamente una forma di proliferazione nucleare se fosse il risultato della fusione delle forze inglesi e francesi, almeno secondo le dichiarazioni degli Stati Uniti che accompagnavano il Tnp. Ma, di fatto, un'opposizione americana si verrebbe sicuramente a creare e si unirebbe a quella dell'Unione sovietica, dato che ad ambedue interessa meno il numero delle forze nucleari esistenti nel mondo che non la loro identità e la loro credibilità; nessuna delle due superpotenze ha interesse nel vedere un'Europa armata nuclearmente in grado di trattare con esse alla pari.

La maggior parte dei sostenitori di un ruolo per l'Italia nel settore dell'armamento nucleare si è concentrata sull'idea di una forza nucleare europea. Ma quale sarebbe il contributo italiano a tale forza? L'Italia ha imparato che l'uguaglianza politica con gli altri paesi europei è necessaria per la difesa dei suoi interessi nazionali, ma ha anche imparato che questa uguaglianza può essere ottenuta solo attraverso uno sforzo eccessivo rispetto alle sue capacità. È difficile vedere la ragione per cui l'Italia dovrebbe avere maggior fiducia nella garanzia nucleare franco-inglese che in quella americana. È anche difficile vedere la ragione per cui la Gran Bretagna e la Francia dovrebbero accordare una totale uguaglianza politica — ad esempio la cogestione nel controllo effettivo sulle loro armi nucleari — a un paese che non apporta alcun contributo. Sembra quindi abbastanza probabile che il nascere di una forza nucleare europea rappresenterebbe un forte incentivo per l'Italia a intraprendere un programma limitato di armamento nucleare, con l'obiettivo ultimo di integrare le sue forze con quelle degli altri membri della Comunità su basi di uguaglianza politica.

Ma il fatto che sia improbabile che nasca un'entità europea sufficientemente omogenea nella scia di un eventuale disimpegno americano, conduce alla seconda possibile risposta italiana, che è quella di una forza nucleare nazionale. Il risultato più probabile di un disimpegno dell'America dall'Europa, è la frammentazione dei sistemi difensivi

europei, unita a un tentativo di ottenere su basi nazionali o bilaterali quella sicurezza che in precedenza si basava, attraverso la Nato, sulla garanzia nucleare americana.

Se un'Europa occidentale unificata non riesce a nascere, allora coloro che difendono la partecipazione dell'Italia a una forza nucleare europea potrebbero essere indotti ad appoggiare la forza nucleare nazionale come « seconda migliore » alternativa. Strategicamente l'Italia non avrebbe per tale forza più giustificazioni di quante ne avesse la Francia alla fine degli anni '50, ma non ne avrebbe neanche di meno. Se la situazione del Mediterraneo apparisse particolarmente minacciosa, l'Italia potrebbe avere una giustificazione strategica migliore di quella che aveva la Francia. Per quanto riguarda la credibilità strategica ed i vantaggi politici internazionali, nonché gli svantaggi di una tale forza, ci si può aspettare lo stesso tipo di dibattito inconcludente che si è avuto in Francia, a proposito dell'efficacia di una piccola forza nucleare nazionale.

Vi è una lontana possibilità che, anche nel caso di un eventuale disimpegno americano, possa essere negoziato un accordo Italia-Stati Uniti che dia all'Italia la sicurezza di un deterrente nucleare in precedenza accordato solo collettivamente attraverso la Nato. Mentre le condizioni di un disimpegno americano dall'Europa centrale sono abbastanza facili da prevedere, l'America resta profondamente coinvolta nel Medio Oriente a causa dell'impegno politico a difendere Israele e a causa degli interessi economici per il petrolio arabo. Gli interessi americani ed italiani potrebbero verosimilmente convergere a un punto tale da spingere gli Stati Uniti a fornire all'Italia un ombrello nucleare in cambio del diritto di usufruire delle basi navali e della cooperazione nei rapporti con gli arabi. Ma è molto più probabile che le differenze tra Italia e Stati Uniti sulla politica mediorientale rafforzino in Italia l'idea che gli americani non siano accettabili come alleati speciali. Questa concezione incoraggerebbe una politica di autonomia nazionale che comporterebbe un più ampio ruolo dell'Italia nel Mediterraneo, a difesa dei suoi interessi nazionali e in qualità di mediatrice tra Usa, Urss, Israele e stati arabi.

In ambedue i casi una decisione italiana di « diventare nucleare » sarebbe la risposta alle politiche di altri attori sulla scena mondiale. Ovviamente la composizione del governo in quel momento sarebbe determinante per il modo in cui verrebbe interpretato il bisogno di sicurezza e per i calcoli dei vantaggi politici che governerebbero tale tipo di decisione. Ma, in generale, essendo incapaci di imporre le « regole » del gioco internazionale, i governi italiani possono solo cercare di ottimizzare le capacità « di giocatore » dell'Italia in un gioco stabilito da altri. Il fatto che sovietici ed americani siano d'accordo sull'op-

portunità di stabilizzare il contesto della dissuasione mediante politiche come la creazione di una perfetta mistura di forze nucleari, può incoraggiare un'ulteriore proliferazione nucleare, rendendo le armi atomiche una componente permanente del calcolo della potenza nazionale.

Fino a quando alcuni paesi possiedono armi nucleari e cercano di influenzare le scelte politiche dei paesi che non le hanno, vi sarà un incentivo alla proliferazione nucleare. Cambiare i sistemi di competizione internazionale, facendo dei passi sostanziali verso il disarmo nucleare, rientra nei poteri dei paesi che dispongono di armi nucleari e, in particolare, delle due superpotenze. La loro attuale riluttanza a fare questi passi è l'incentivo più potente per l'Italia e per altri paesi a prendere seriamente in considerazione l'armamento nucleare.

V. L'Italia e l'opzione nucleare: la situazione dal punto di vista tecnico

di Mariano Maggiore

La disponibilità di una « opzione nucleare » viene generalmente definita come la capacità, da parte di un certo paese, di produrre una serie di ordigni nucleari esplosivi nel giro di 1-2 anni a partire dalla relativa decisione politica. È ovvio tuttavia che una tale opzione diventa verosimile solo quando sia accompagnata da una parallela capacità di dotarsi di vettori adeguati per le armi prodotte: gli aerei, anche i più moderni e veloci, si collocano al limite inferiore dell'adeguatezza, per la loro intercettabilità da parte di sistemi missilistici di difesa già largamente diffusi¹. I vettori più « adeguati » sono in questo momento i missili a lunga gittata, a condizione che la vulnerabilità delle basi di lancio sia ridotta al minimo; queste caratteristiche hanno reso i sottomarini nucleari le basi di lancio ideali.

Va sottolineato che i sottomarini non nucleari sono meno adatti a servire da piattaforma a missili con testata nucleare; la loro scarsa autonomia, e le basse prestazioni subacquee (in termini di velocità e di rumorosità) li rendono bersagli più facilmente identificabili e vulnerabili.

Il problema del « vettore » si divide quindi in due parti: quella relativa al missile, non nucleare in se stessa; e quella relativa al sottomarino a propulsione nucleare. Non tratteremo qui dei problemi di messa a punto di missili balistici di media e lunga gittata, perché si tratta di problemi tecnico-economico-industriali di tipo « convenzionale », la cui soluzione, sostanzialmente condizionata solo da considera-

Mariano Maggiore dal 1957 è redattore-capo di Atomo e Industria, organo del Fien, Forum italiano per l'energia nucleare; è corrispondente dall'Italia della rivista americana Nuclear Industry e della rivista inglese Nuclear Engineering International.

¹ Il rinnovato interesse degli americani per i bombardieri (programma B-1) è dovuto soprattutto alla possibilità di utilizzare missili aria-terra (Sram) con gittate dell'ordine delle centinaia di chilometri.

zioni economiche, potrebbe essere cercata anche al di fuori della ricerca dell'« opzione nucleare »: per esempio, nell'ambito di un ambizioso programma spaziale, e perfino nel quadro di una qualche collaborazione internazionale.

Per quanto riguarda il sottomarino nucleare, la sua messa a punto è impresa formidabile per costo e complessità tecnologica, e coperta da segreto quanto le stesse tecniche di fabbricazione degli ordigni nucleari e di separazione isotopica. Anche se il reattore nucleare è del tipo più largamente diffuso sul piano commerciale (il reattore ad acqua in pressione, Pwr), le speciali caratteristiche di compattezza e flessibilità di funzionamento richieste dall'impiego nei sottomarini ne fanno qualcosa di molto diverso dai Pwr utilizzati negli impianti elettronucleari. Tale diversità ha portato l'ammiraglio Hyman G. Rickover, creatore della flotta sottomarina nucleare statunitense, a chiedere, e il congresso Usa a concedere, fin dal 1965, che il blocco più rigoroso venisse disposto all'esportazione di qualsiasi informazione tecnica nel settore della propulsione navale, invalidando per tale parte anche gli accordi di licenza già conclusi. Per l'Italia tale provvedimento ebbe la grossa conseguenza di arrestare la collaborazione già avviata tra la Westinghouse e la Fiat, licenziataria della prima in campo nucleare: mentre tutto il « know-how » sui Pwr per gli impianti elettronucleari veniva fornito senza riserve (consentendo così la formazione del consorzio Elettronucleare italiano tra Fiat, Breda e Franco Tosi, al quale l'Enel ha recentemente commissionato la realizzazione di due centrali), ogni forma di collaborazione nel settore della propulsione nucleare navale veniva bruscamente interrotto, non ostante che il programma italiano non avesse nulla a che fare con i sottomarini, e anzi riguardasse la messa a punto di navi tecnicamente ed economicamente vantaggiose sul piano strettamente commerciale. Il fatto che Rickover e il congresso americano abbiano voluto troncar di netto ogni canale « navale » tra le industrie estere e la società statunitense responsabile degli apparati propulsivi delle unità nucleari della marina, malgrado le grosse differenze tra i Pwr dei sottomarini e quelli previsti per le navi mercantili, è la riprova che l'area « sensibile » della tecnologia è ben più vasta di quella del reattore: include le valvole, i circuiti, gli schermaggi, che nei sottomarini nucleari hanno raggiunto un livello di complessità e sofisticazione estreme. L'embargo indiscriminato all'esportazione ha voluto escludere la possibilità che, cooperando in tale area, l'industria americana finisse col passare anche dati utilizzabili nei sottomarini².

² Dopo un primo periodo di studi sulla possibilità di costruire una petroliera a propulsione nucleare, e accertata la non disponibilità di finanziamenti « civili » (cioè dei circoli armatoriali e/o del ministero della marina mercantile) il Cnen cercò, per dare uno sbocco ai suoi sforzi, la « scorciatoia » militare. La ma-

Si giunge così ad una prima conclusione. Se per disponibilità di un'opzione nucleare si intende anche quella di una tecnologia e di una capacità manifatturiera nel campo dei vettori (missili e sottomarini nucleari), l'Italia non dispone di tale opzione. Il procurarsela richiederebbe un arco di tempo dell'ordine dei dieci anni, e una spesa dell'ordine di 2000-3000 miliardi di lire.

rina militare, si disse, aveva i soldi, ed era disposta a finanziare il progetto di una nave di « supporto logistico », che sarebbe stata militare di nome, ma civile di fatto.

Il 9 dicembre 1966 venne quindi firmata solennemente una « convenzione » tra il Cnen, rappresentato dal suo presidente e ministro dell'industria on. Giulio Andreotti, e la marina, rappresentata dal ministro della difesa, on. Roberto Tremelloni, la quale prevedeva nel giro di cinque anni la costruzione della nave « Enrico Fermi », 18.000 tonnellate di dislocamento a pieno carico, reattore ad acqua in pressione di ben 80 MW termici, apparato propulsore di 22.000 cavalli, velocità 20 nodi. Parve cosa fatta. Mentre il Cnen e la Fiat portavano avanti lo studio del reattore « compatto », si cercò l'uranio arricchito presso il fornitore abituale dell'Italia, gli Stati Uniti: ma ci si trovò di fronte ad un rifiuto. La nave, dissero gli americani, era militare, e la legge nucleare statunitense (oltre che l'accordo bilaterale Italia-Usa) proibiva le forniture di materiali nucleari a fini militari. Da parte italiana si cercò invano di spiegare che si trattava di un « trucco »: che in realtà, in Italia, si era fatto esattamente il contrario di quel che ci si sarebbe potuti attendere (cioè, invece di coprire impieghi militari sotto camuffamenti civili, si era messa la divisa ad una nave « borghese »). Gli americani furono incapaci di cogliere la sottigliezza, e mantennero testardamente il rifiuto.

Da parte italiana, allora, ci si rivolse al generale De Gaulle. In genere, Italia e Francia si trovavano su posizioni opposte in seno alle istituzioni europee (con esito regolarmente disastroso per le tesi italiane); la Francia era nel pieno del perseguimento della sua politica di « grandeur », e all'inizio della costruzione del suo armamento nucleare, che il governo italiano non ha mai dato segno di approvare; il rivolgersi alla Francia in cerca di uranio rifiutato dall'America, per una nave formalmente militare, poteva quindi sembrare una grossa « perdita di faccia » politica. Ma queste considerazioni non fecero inibizione ai negoziatori italiani. E il generale De Gaulle fu anche troppo lieto di dir di sí.

L'uranio francese per il programma navale italiano, arricchito nell'impianto militare di Pierrelatte, pervenne regolarmente al Cnen; esso fu scambiato, in regime di affitto, contro 200 kg di plutonio prodotto dalla centrale di Latina, che venne usato per alimentare il reattore veloce sperimentale Rapsodie, nel centro di Cadarache. Ma la nave italiana non venne fatta. Nonostante la solenne convenzione Cnen-difesa, questo ministero scoprì successivamente, cambiato il ministro, di non avere in realtà i quattrini che credeva di avere; inoltre, di essersi « disaffezionato » all'idea.

Nel 1971 il Cipe, in una delibera sul Cnen, riportava tutto in discussione, e incaricava ben sei ministeri di procedere ad una revisione del programma navale. Infine, dopo tre anni di silenzio e di inerzia, il 10 luglio 1974 il Cipe, nell'approvare il piano quinquennale 1974-78 del Cnen, diceva, per quanto riguarda la propulsione navale, esattamente quanto segue (e niente di più): « Per questo settore, visti gli studi fin qui svolti dall'apposito gruppo di lavoro costituito in sede Cipe, pur confermando l'interesse italiano per nuove iniziative nel settore stesso, decisioni circa ulteriori finanziamenti potranno essere assunte in tempi successivi, anche durante il periodo di validità del presente piano, promuovendo eventualmente collaborazioni internazionali ».

E l'uranio arricchito francese? Dopo aver giaciuto qualche anno nel centro del Cnen alla Casaccia, sarà restituito alla Francia nel marzo di quest'anno. Il plutonio fornito dall'Enel resterà invece alla Francia, in conto del contributo italiano al programma congiunto nel campo dei reattori veloci.

Gli ordigni nucleari

Le bombe che si basano sulla liberazione istantanea di una certa quantità di energia nucleare sono di due tipi fondamentali: quelle a fissione, in cui l'energia viene prodotta dalla scissione (o « fissione », per analogia con i processi cellulari) di nuclei di elementi pesanti; e quelle a fusione, in cui l'energia viene liberata dalla fusione di nuclei leggeri ³.

A loro volta, gli ordigni a fissione (per comodità designati come « bombe A », dall'iniziale dell'atomo) sono di due tipi: quelli che utilizzano l'isotopo fissile dell'uranio, cioè l'uranio-235 contenuto nella misura dello 0,7% nell'uranio come si trova in natura; e quelli basati sul plutonio, elemento prodotto artificialmente nei reattori nucleari per effetto dell'irraggiamento neutronico dell'uranio-238, che rappresenta il 99,3% dell'uranio che si trova in natura ⁴.

A questi due tipi se ne deve aggiungere un terzo, quello basato sull'uranio-233. Questo isotopo dell'uranio viene prodotto artificialmente, come il plutonio, irraggiando il torio nei reattori nucleari.

Nelle bombe dette a fusione (o « H », dal simbolo chimico dell'idrogeno), le condizioni di densità e di temperatura (dell'ordine delle centinaia di milioni di gradi centigradi) necessarie a provocare la reazione termonucleare ⁵ sono ottenibili solo utilizzando il calore e l'energia generati da una bomba a fissione, che rappresenta quindi il primo detonatore. È dunque chiaro che la bomba H costituisce uno stadio ulteriore, di cui la messa a punto della bomba A rappresenta requisito indispensabile. Di « opzione » per quanto riguarda le bombe a fusione si può quindi parlare solo dopo che si sia superato lo stadio delle bombe a fissione: in particolare, quello delle bombe a U-235, dato che le bombe al plutonio non sono adatte ad innescare una reazione di fusione (probabilmente per la presenza nel plutonio di un maggior flusso di neutroni spontanei che nell'U-235).

Non si può dire quindi, per esempio, che l'India, disponendo di ordigni al plutonio, sia sulla via della bomba a fusione termonucleare. Mentre la disponibilità di plutonio è relativamente facile (specialmente per l'India, che dispone di reattori ad uranio naturale ed acqua pesante, di concezione canadese, ottimi produttori di plutonio), quella di U-235 è estremamente difficile e costosa.

³ Cfr. l'appendice 1.

⁴ L'esatta composizione isotopica dell'uranio naturale è la seguente: U-238, 99,282%; U-235, 0,712%; U-234, 0,006%.

⁵ Cfr. l'appendice 1.

La separazione isotopica

Se per l'India è dubbio che si possa parlare di una situazione di soglia rispetto alle bombe H, a maggior ragione è evidente che l'Italia è certamente lontana da una tale situazione, da cui la separa, prima che ogni altra cosa, la non disponibilità attuale di bombe a fissione, al plutonio o all'uranio che siano.

La discussione di una possibile opzione nucleare italiana intesa nei termini enunciati all'inizio è plausibile quindi solo nei confronti della messa a punto di ordigni a fissione. Va tenuta presente, a tale riguardo, la distinzione tra bombe a uranio-235, uranio-233 e al plutonio.

La separazione dell'uranio-235 dall'uranio-238, che non è fissile, è operazione, come abbiamo accennato più sopra, estremamente difficile e costosa. Si tratta di separare con mezzi puramente fisici atomi che differiscono tra loro solo per la presenza di tre neutroni in più nell'uranio-238. Diversi metodi sono utilizzabili, con diversi gradi di affidabilità industriale.

Perfettamente provato ed affidabile è il metodo della diffusione gassosa, nel quale la separazione degli atomi più pesanti dell'uranio-238 da quelli più leggeri dell'uranio-235 si ottiene mediante la diffusione del gas esafluoruro di uranio attraverso numerose serie di barriere porose. Ogni passaggio accresce la percentuale di uranio-235 contenuto nel gas diffuso, finché, alla fine del processo, è possibile ottenere l'isotopo fissile in forma pura. Tale processo è quello impiegato nei tre grandi impianti americani di Oak Ridge (Tennessee), di Portsmouth (Ohio) e di Paducah (Kentucky), nell'impianto inglese di Capenhurst, in quello francese di Pierrelatte, in quello sovietico (di cui non si conosce l'ubicazione) e presumibilmente in quello cinese. È inoltre in fase di avviamento la costruzione in Francia (a Tricastin, vicino a Pierrelatte) del grosso impianto della società internazionale Eurodif (di cui la Francia ha recentemente acquisito il controllo)⁶; tuttavia tale impianto è desti-

⁶ All'atto della decisione di creare l'Eurodif, la partecipazione e la suddivisione delle quote era la seguente: Francia, 47,7%; Italia, 22,5% (Cnen e Agip nucleare alla pari); Belgio, 10%; Spagna, 10%; Svezia, 10%.

Successivamente la Svezia decise di ritirarsi dal consorzio, e si aprì quindi il problema della risuddivisione del suo 10% tra gli altri soci. La Francia si dichiarò subito disposta ad acquisire un altro 5%, il che le avrebbe dato la maggioranza assoluta, lasciando tuttavia liberi gli altri paesi di impedirglielo, provvedendo loro a suddividersi l'intera quota svedese.

Nonostante l'ovvia delicatezza di lasciare ad un solo paese la quota di controllo di un organismo di importanza vitale come un impianto di separazione isotopica, da cui dipenderà il futuro approvvigionamento di gran parte degli impianti elettrogeneratori europei; nonostante i possibili dissensi futuri sulla politica di tali approvvigionamenti, sia tra i soci che verso i paesi terzi, politica che potrebbe diventare strumento importante della politica generale; gli altri paesi non hanno creduto di fare lo sforzo relativamente piccolo (e certamente remunerato in futuro

nato solo alla produzione di materiale da impiegarsi come combustibile nei reattori di potenza ad acqua leggera che costituiranno il grosso delle costruzioni elettronucleari europee per i prossimi 15 anni almeno. Ciò significa che l'uranio prodotto sarà arricchito ad un massimo del 5% nel contenuto di isotopo 235, ad esclusione, per ovvii motivi di economicità, di ogni arricchimento ulteriore: il che esclude che l'impianto Eurodif e il suo prodotto possa mai venire utilizzato direttamente per la fabbricazione di bombe.

Un altro metodo di separazione isotopica dell'uranio è quello dell'ultracentrifugazione, nel quale i due isotopi di diverso peso vengono separati dalla forza centrifuga cui viene sottoposto il gas esafluoruro passando attraverso migliaia e migliaia di successive centrifugazioni, che portano la concentrazione del 235, dal livello di partenza dell'uranio naturale, al livello desiderato. Su tale sistema ha puntato, per il futuro, il consorzio Urenco-Centec formato da Gran Bretagna, Olanda e Germania federale con la messa in comune delle tecnologie sviluppate indipendentemente: due impianti di tipo dimostrativo sono in costruzione ad Almelo, in Olanda, e a Capenhurst, in Gran Bretagna, e l'Urenco-Centec ha già accettato grosse ordinazioni per la fornitura di uranio arricchito agli impianti elettronucleari tedeschi e olandesi. Anche in questo caso, tuttavia, non si parla dell'eventualità di portare l'uranio ad un livello di arricchimento superiore a quello (5% circa) necessario ad alimentare gli impianti commerciali per la produzione di elettricità.

Il metodo della centrifugazione è largamente sperimentato anche negli Stati Uniti, in Giappone e nell'Unione sovietica. Non si hanno notizie al riguardo delle attività in Cina, mentre si sa che l'India segue gli

dagli utili della società, che ha già venduto per molti anni tutto il prodotto dell'impianto, prima di cominciare a costruirlo) necessario a far restare Eurodif un organismo veramente internazionale, invece che una società francese che si avvale di apporti di capitale straniero. La cosa appare particolarmente sorprendente per l'Italia, maggiore azionista dopo la Francia.

Attualmente, dopo l'intervento dell'Iran (che ha pagato alla Francia un miliardo di dollari per finanziare l'impianto Eurodif), la situazione è la seguente:

— Francia: attraverso la Seru, società del Commissariat à l'Energie Atomique,	27,78%	
attraverso l'Uradis (Francia, 60%; Iran, 40%)	25,00%	52,78%
— Italia: Cnen	12,50%	
Agip nucleare	12,50%	25,00%
— Belgio		11,11%
— Spagna		11,11%
		<hr/> 100,00%

La società ha recentemente deciso di accrescere da 9,3 milioni a 10,7 milioni di kg-unità di lavoro separativo (l'unità di misura della capacità di separazione isotopica dell'uranio) la capacità annua dell'impianto di Tricastin.

sviluppi su scala ridotta.

Altri processi sono la separazione per ugelli, studiato specialmente in Germania e che sembra essere stato successivamente perfezionato in Sud Africa, dove si preannuncia come prossima la costruzione di un impianto industriale basato su tale sistema; e, piú recente di tutti, quello che prevede l'impiego del laser, per stimolare le transizioni atomiche in U-235. Ma quest'ultimo metodo, per quanto promettente, è ancora in uno stadio preliminare di sviluppo.

L'Italia e l'U-235

In Italia, dopo un troppo lungo periodo di inattività completa che va dall'inizio delle azioni di ricerca nucleare (databile convenzionalmente dalla nascita del Cise — Centro informazioni studi esperienze — di Milano nel 1946 e da quella del Comitato nazionale per le ricerche nucleari — Cnrn — nel 1952) fino al marzo 1968, per la suggestione di tutta una serie di grida d'allarme negli Stati Uniti e altrove circa l'incertezza futura degli approvvigionamenti di uranio arricchito nel mondo, e sotto lo stimolo dell'esempio anglo-tedesco-olandese nel campo dell'ultracentrifugazione, il Comitato nazionale per l'energia nucleare (Cnen) ha dato vita al Gruppo italiano arricchimento uranio (Giau), di cui fanno parte i maggiori gruppi industriali pubblici e privati attivi in campo nucleare⁷. Il Giau ha elaborato e portato avanti un programma comune di ricerca e sviluppo che rappresenta forse uno dei pochi fatti positivi della storia dell'industria nucleare italiana negli ultimi dieci anni. Il lavoro programmato in comune è stato ripartito, a seconda delle capacità e delle vocazioni, tra le varie industrie e i centri di ricerca, tanto nel settore della diffusione gassosa che in quello della centrifugazione. Al centro studi nucleari del Cnen alla Casaccia, presso il Nuovo Pignone (gruppo Eni) di Firenze, alla Montedison e altrove, le ricerche coordinate hanno condotto alla messa a punto di centrifughe sperimentali e barriere porose che hanno consentito la separazione di quantità sperimentali di isotopi di uranio. Un compressore assiale per esafluoruro è stato realizzato dal Nuovo Pignone ed è attualmente in prova a Pierrelatte, nel quadro della collaborazione Eurodif. Nel complesso l'azione del Giau conferisce una certa sostanza alla partecipazione italiana all'impianto di Tricastin, così che le forniture italiane potranno inserirsi ad un rispettabile livello tecnologico.

Ciò detto, va subito aggiunto che l'ammontare delle conoscenze

⁷ Del Giau fanno parte l'Eni, l'Enel, l'Iri, la Fiat, la Montedison e la Snia Viscosa.

e delle capacità realizzative messe insieme dal Giau è ben lungi dal porre l'Italia in condizione di realizzare da sola, in un tempo sufficientemente breve per rientrare nell'ipotesi opzionale, un impianto di separazione isotopica dell'uranio. L'azione finora svolta dal Cnen e dagli enti associati nel Giau è stata sostanzialmente una raccolta di informazioni sulla tecnologia di base: essa è servita a definire i problemi, a misurare capacità e carenze e a sviluppare alcuni dei componenti chiave dell'impianto.

Per giungere alla progettazione dettagliata di un impianto in grado di produrre U-235 puro o quasi, anche di dimensioni modeste (in confronto agli impianti americani) come quello di Pierrelatte, sarebbe necessario un formidabile lavoro di sviluppo tecnologico, con ingenti mezzi. Tutto considerato, si può valutare che la realizzazione di una Pierrelatte italiana richiederebbe, in un'ipotesi media, 10 anni di lavoro e oltre 1000 miliardi di lire.

Ciò non significa che la possibilità di realizzare in Italia qualche bomba all'U-235 debba essere senz'altro esclusa: esiste infatti in Italia uranio altamente arricchito, teoricamente utilizzabile a tal fine. Si tratta di circa 140 kg di uranio arricchito al 93%, per buona parte già in forma metallica e per il resto in lega con alluminio negli elementi tipo Mtr dei reattori di ricerca⁸. Il 93% non è un arricchimento ideale per una bomba, per la quale sarebbe invece desiderabile avere U-235 al 100%: ma è tuttavia un livello sufficiente ad ottenere un ordigno esplosivo. Inoltre esiste in Italia anche la capacità di estrarre l'uranio dagli elementi combustibili dei reattori dopo l'irraggiamento. L'impianto Eurex del Cnen, a Saluggia (Vercelli), progettato e realizzato come impianto-pilota in base ad una concezione originale italiana, svolge regolarmente questa funzione per tutti i reattori di ricerca italiani e per qualcuno europeo, ed ha finora recuperato, dalla sua entrata in funzione nel 1970, un totale di circa 100 kg di uranio, per circa l'80% con arricchimento originario del 93%.

Tutto l'uranio altamente arricchito esistente in Italia proviene dagli Stati Uniti ed è sottoposto alle salvaguardie di sicurezza contro la diversione a fini militari, sia da parte della Commissione per l'energia atomica americana (nell'ambito dell'accordo bilaterale Italia-Usa del 1957, emendato nel 1959) che da parte della Comunità europea dell'energia atomica (Euratom). Fino all'anno scorso il materiale era con-

⁸ Tale uranio arricchito al 93% è distribuito tra una ventina di utenti, in maggior parte i reattori di ricerca e sperimentali del Cnen, del Camen (Centro applicazioni militari energia nucleare) e delle università. I blocchi più importanti sono i 22 kg che formano il « nocciolo » del reattore veloce « Tapiro » nel centro del Cnen alla Casaccia; la decina di kg in possesso dello stesso centro della Casaccia per esperienze varie; e i quantitativi estratti dall'Eurex e passati all'impianto di rifabbricazione del combustibile del Cnen a Saluggia.

cesso in affitto, ma a partire dal 1° gennaio 1975, per decisione americana, l'affitto è stato trasformato in vendita, con un pagamento a saldo da parte italiana e il passaggio all'Italia della proprietà.

L'Italia è quindi oggi proprietaria di U-235 di qualità e quantità sufficienti a fabbricare alcune (quattro o cinque) bombe. Per far questo, dovrebbe naturalmente denunciare il Trattato Euratom per sottrarsi ai controlli relativi (oltre, naturalmente, a ritirarsi dal Tnp).

In conclusione, se l'opzione nucleare non può essere totalmente esclusa per quanto riguarda ordigni che utilizzino l'U-235, è chiaro che si tratta di un'opzione assai debole, la quale, a fronte di un elevatissimo costo politico, non può offrire in alcun modo un vero « status » di potenza nucleare; e neanche (cosa che dal punto di vista tecnico è più importante) aprire la strada all'opzione di secondo grado, quella della bomba H. Per quest'ultima infatti si deve poter contare su di una produzione continua di U-235, quale solo la disponibilità di un impianto di separazione isotopica esente da controlli può garantire.

L'Italia e l'U-233

Il torio è un elemento abbondante in natura, nella forma di Th-232. Sottoposto ad irraggiamento neutronico in un reattore nucleare, si trasforma, in circa un mese, in uranio-233⁹, elemento fissile, e adatto sia alla fabbricazione di bombe che ad alimentare reattori nucleari elettrogeneratori.

La massa critica dell'U-233 è di circa il 10% superiore a quella del Pu-239, e l'efficienza esplosiva è sostanzialmente uguale. Tuttavia, insieme all'U-233 si produce anche l'U-234, non fissile, che diluisce il materiale ed accresce di circa il 10-20% la massa critica; nonché l'U-232, che decade in altri elementi i quali emettono raggi gamma. Questo complica considerevolmente la lavorazione dell'U-233, richiedendo la costruzione di pesanti schermaggi protettivi contro i raggi gamma.

Attualmente in Italia non vi sono reattori alimentati in base al ciclo uranio-torio (cioè il ciclo che prevede, partendo da un « nocciolo » di uranio-235 mescolato a torio, di produrre uranio-233 e quindi di continuare ad alimentare il reattore con quest'ultimo, producendone sempre di nuovo dal torio fresco). Anzi, tale ciclo non è per il momento applicato industrialmente in alcun paese: si prevede però di

⁹ Il Th-232, sottoposto ad irraggiamento neutronico in un reattore nucleare, cattura un neutrone e si trasforma in Th-233; questo, con un tempo di dimezzamento di 23,5 minuti, decade in protattinio-233, che in 27,4 giorni, si trasforma in uranio-233.

utilizzarlo largamente in futuro, specialmente se, come tutto sembra far ritenere, i reattori raffreddati a gas ad alta temperatura, moderati a grafite, si affermeranno commercialmente negli anni '80.

L'Italia ha tuttavia una sua esperienza originale, anche se non felice, nel campo del torio. Negli anni '60 venne costruito dal Cnen in Basilicata, in località « la Trisaia » presso Rotondella, in provincia di Matera, un impianto originariamente denominato Pcut (« Programma del ciclo uranio-torio »), destinato appunto a ritrattare il combustibile uranio-torio irraggiato, ad estrarre da esso l'U-233 e a rifabbricare combustibile fresco basato sul nuovo isotopo per riutilizzarlo nel reattore di origine, che era il reattore sperimentale ad acqua bollente (Bwr) di Elk River, nel Minnesota, della Commissione per l'energia atomica degli Stati Uniti (Usaec). Tutto il progetto si basava su di un accordo Cnen-Usaec e fu sfortunato su ambedue i lati dell'Atlantico. Il Bwr da 22 Mwe di Elk River, entrato in funzione nel novembre 1962, dopo cinque anni di vita difficile, tormentato da guai tecnici di ogni genere, venne definitivamente posto fuori servizio nel 1968.

Quanto all'impianto Pcut, il solo al mondo (per quanto se ne sappia) concepito per lavorare combustibile contenente U-233, incontrò anch'esso troppi problemi, e venne praticamente ucciso dalla decisione americana di chiudere Elk River, che lasciava l'impianto senza materiale da lavorare. Il Cnen gli cambiò nome, facendolo diventare l'Itrec (« Impianto per il trattamento di elementi di combustibile ») e pensò di trasformarlo in impianto a finalità più generali, ma anche quest'idea si dimostrò non pratica. Attualmente l'impianto della Trisaia attende, secondo il disposto del terzo piano quinquennale del Cnen 1974-78 (approvato nel luglio 1974 dal Cipe ma, mentre scriviamo, ancora in attesa di essere presentato al parlamento), di essere trasformato in centro per il trattamento e il deposito dei rifiuti radioattivi.

Si può dunque dire che non esiste attualmente, in Italia, né un reattore in grado di produrre U-233 né un impianto per la sua estrazione dal combustibile irradiato (operazione che presenta certe particolari difficoltà).

L'Italia e il plutonio

Del tutto diversa è la situazione per quanto riguarda il plutonio. In questo campo si può parlare con buona approssimazione di una situazione di « soglia » per l'Italia. Esistono infatti:

— un reattore, quello della centrale di Latina, in grado di produrre, volendo, 40-50 kg all'anno di plutonio adatto alla fabbricazione di bombe;

— un impianto, l'Eurex, in grado, in breve tempo e con poca spesa, di estrarre una certa quantità di plutonio dal combustibile irradiato, e la capacità di costruirne uno su scala maggiore;

— la tecnologia di trasformazione dell'ossido di plutonio risultante dall'Eurex nel metallo necessario. L'impianto relativo potrebbe essere realizzato rapidamente a costi modesti.

Si è generalmente d'accordo negli ambienti tecnico-scientifici che la tecnologia della fabbricazione di un ordigno al plutonio (o all'uranio) non presenta difficoltà che non siano superabili, da parte dei « quadri » italiani, nel giro di un paio d'anni, una volta presa la decisione di procedere.

Vediamo ora separatamente la situazione della produzione di plutonio e della sua estrazione dagli elementi irradiati.

Il plutonio che si produce nei reattori, per effetto della trasformazione dell'U-238 sotto irraggiamento neutronico, è di diversa composizione isotopica a seconda del tempo e dell'intensità dell'irraggiamento. La prima trasformazione, conseguenza della cattura di un neutrone da parte del nucleo dell'U-238 (e di successive trasformazioni di esso)¹⁰, produce il plutonio-239, fissile, di lunghissimo periodo di dimezzamento (24.100 anni), materiale ideale per la fabbricazione delle bombe.

Un prolungarsi dell'irraggiamento neutronico causa la cattura di un altro neutrone da parte di una certa percentuale di Pu-239, che si trasforma così in Pu-240. Il Pu-240 ha la caratteristica di fissionarsi, talvolta, spontaneamente, senza esser colpito da neutroni, e gli atomi che si scindono liberano una notevole quantità di neutroni. Questi ultimi possono a loro volta provocare una serie di fissioni nel Pu-239 e causare così una « predetonazione » indesiderabile. La presenza di Pu-240 è dunque sfavorevole alla fabbricazione di ordigni esplosivi.

Un ulteriore irraggiamento del materiale dà luogo alla generazione di Pu-241, isotopo fissile, ma di tempo di dimezzamento piuttosto corto (14 anni), che lo trasforma in americio, non fissile.

Risulta evidente da questa schematica esposizione che solo il primo degli isotopi di plutonio che si producono in un reattore, il Pu-239, è desiderabile ai fini della fabbricazione delle bombe. L'accumulo di Pu-240 oltre una certa percentuale riduce la fissionabilità del materiale e rende incerti i calcoli della massa critica e della geometria relativa; mentre la presenza di Pu-241, quando si intenda immagazzinare il materiale o gli ordigni, comporta un contenuto crescente di americio, che deteriora il prodotto.

¹⁰ Con la cattura di un neutrone, l'U-238 si trasforma in U-239, il quale, al termine di un periodo di dimezzamento di 23,5 minuti, si trasforma in nettunio-239; a sua volta il nettunio, dopo 2,33 giorni, si trasforma in plutonio-239.

È importante tener presente che la separazione degli isotopi di plutonio, una volta che Pu-239, Pu-240 e Pu-241 siano stati prodotti, è praticamente impossibile: anche se teoricamente ipotizzabile, i costi e i problemi tecnologici sarebbero tali da rendere assurdo pensare ad una sua attuazione. Esiste dunque un solo modo di procurarsi il Pu-239 quasi puro idoneo alla produzione di bombe A: calcolare esattamente, in anticipo, il tempo e l'intensità dell'irraggiamento neutronico cui sottoporre l'uranio-238.

In pratica, questo significa che la permanenza degli elementi di combustibile (formati inizialmente da U-238 e U-235) nel « nocciolo » del reattore deve essere breve, e che la densità di potenza generata (proporzionale all'intensità del flusso neutronico) deve essere bassa. In altre parole, il grado di sfruttamento energetico del combustibile deve essere minore di quanto possibile.

L'unità di misura del tasso di utilizzazione energetica del combustibile nucleare è il megawatt-giorno per tonnellata (MWg/t): esso indica l'energia — espressa in milioni di watt-giorni — estratta in totale da una tonnellata di combustibile. Un MWg/t è uguale ad un MW erogato per un giorno da una tonnellata di combustibile; o a 0,1 MW erogato dalla stessa tonnellata di combustibile per 10 giorni.

Si può dunque dire che per ottenere Pu-239 con il contenuto più basso possibile di Pu-240 e Pu-241, il numero di MWg/t deve essere basso. È evidente che tale esigenza è in netto contrasto con l'economicità di esercizio di reattori utilizzati per la produzione di elettricità. Si deve dunque scegliere: o plutonio per le bombe, o elettricità a costi economici. Per questo, i paesi che si sono impegnati nella produzione di bombe al plutonio hanno destinato alla produzione di Pu-239 appositi reattori, detti appunto plutonigeni, con caratteristiche particolari di struttura e di esercizio.

Veniamo qui ad un altro punto importante. Tutti i reattori producono plutonio, ma solo i reattori ad uranio naturale sono dei buoni produttori — quando vengano gestiti con i criteri adatti — di Pu-239. Infatti nei reattori ad uranio leggermente arricchito (come i reattori ad acqua bollente e in pressione, che rappresentano la stragrande maggioranza di quelli attualmente in esercizio, in costruzione e in progetto) la densità di potenza è sempre molto alta, e in breve tempo si raggiungono tassi di combustione (espressi in MWg/t) elevatissimi: di conseguenza, il contenuto di Pu-240 e Pu-241 è inevitabilmente troppo elevato. Anche se alcuni ritengono ¹¹ che un contenuto tra il 10 e il 20%

¹¹ Una concentrazione dal 10 al 20% di plutonio-240 « non impedisce che il plutonio prodotto nei reattori elettronucleari possa essere usato in bombe a fissione probabilmente in grado di produrre esplosioni dell'ordine di grandezza dei kilotoni » (Mason Willrich e Theodore B. Taylor, *Nuclear Theft: Risks and*

di Pu-240 non renda il materiale del tutto inutilizzabile per la fabbricazione di un ordigno esplosivo, si tratta certamente di una pessima caratteristica; e il corrispondente contenuto di Pu-241 si incaricherebbe, nel giro di pochi anni, di degradare il materiale ad un livello inaccettabile.

Per queste ragioni abbiamo detto, all'inizio di questo paragrafo, che l'Italia dispone di un reattore — e di uno solo — eventualmente in grado di produrre plutonio adatto alla fabbricazione di bombe: il reattore della centrale elettronucleare di Latina. Si tratta infatti di un reattore ad uranio naturale, moderato a grafite e raffreddato ad anidride carbonica. Di concezione e realizzazione britannica, la sua potenza di progetto è di 200 MW di elettricità, ed è entrato in funzione alla fine del 1962. Qualche anno fa si è rilevato in Gran Bretagna, in reattori analoghi, un pericoloso fenomeno di ossidazione di perni di sostegno in acciaio dolce nel nocciolo del reattore, per effetto della corrosione esercitata dalla anidride carbonica ad alta temperatura: è stato quindi deciso, in tali reattori come in quello di Latina, di ridurre la temperatura della CO₂, e di conseguenza la potenza di esercizio. Attualmente, il livello massimo di esercizio consentito a Latina è di circa 160 MW elettrici.

Il ritmo di produzione di plutonio e la sua composizione isotopica nei reattori delle tre centrali elettronucleari italiane funzionanti (Latina, Garigliano e Trino Vercellese), ai diversi tassi di combustione indicati in MWg/t, sono specificati nelle quattro tabelle che riproduciamo (da L. Sani, relazione presentata al « panel » dell'Agenzia internazionale dell'energia atomica sull'utilizzazione del plutonio per la produzione di energia, Vienna, dicembre 1964). Da tali tabelle risulta chiara la differenza fra i tre reattori, e specialmente tra quello di Latina, e gli altri due: solo a Latina si registra, al tasso di 1000 MWg/t, una produzione di plutonio con una percentuale del 91% di Pu-239. Al contrario, ai minimi tassi registrati per Trino (9.000 MWg/t) e per il Garigliano (11.000 MWg/t) il contenuto di Pu-240 salta subito, rispettivamente, all'11,2 e al 19,14%.

Neanche il 91% è un contenuto ideale di Pu-239 quando si voglia fabbricare bombe. Per ottenere di meglio, si dovrebbe mantenere il tasso di combustione al di sotto, anche notevolmente, dei già scarsi 1000 MWg/t: dare cioè agli elementi di combustibile solo « una scottata » nel reattore (diciamo non più di 600 MWg/t). Per ottimizzare il reattore di Latina alla produzione di Pu-239, si dovrebbe cioè rinunciare decisamente ad ogni criterio di economicità di esercizio dell'impianto elettrogeneratore.

Safeguards - A report to the Energy Policy Project of the Ford Foundation, Cambridge, Mass., 1974, p. 12).

TAV. 1. Uranio-235 e Plutonio contenuti nel combustibile irradiato del reattore di Latina (tipo « magnox », a uranio naturale, moderato a grafite e raffreddato ad anidride carbonica; potenza di progetto, 200 MWe, potenza di esercizio massima attuale, 160 MWe circa).

	Contenuto iniziale	1.000 MWg/t	2.000 MWg/t	3.000 MWg/t
Uranio-235 (kg/t)	7,1	6,1	5,2	4,6
Plutonio (kg/t)	0	0,79	1,35	1,8
di cui:				
Pu-239 (%)		91,0	83,4	77,2
Pu-240 (%)		7,9	13,7	18,0
Pu-241 (%)		1,1	2,9	4,8

(Fonte: L. Sani, relazione presentata al « panel » Aiea sull'uso del plutonio - Vienna, 1964).

TAV. 2. Uranio 235 e Plutonio contenuti nel combustibile irradiato del reattore del Garigliano (ad uranio leggermente arricchito, moderato e raffreddato ad acqua bollente; potenza 150 MWe).

	Contenuto iniziale	11.000 MWg/t	12.000 MWg/t	13.000 MWg/t
Uranio-235 (kg/t)	20,2	10,4	9,79	9,1
Plutonio (kg/t)	0	5,22	5,36	5,45
di cui:				
Pu-239 (%)		78,51	77,83	77,18
Pu-240 (%)		19,14	19,59	20,0
Pu-241 (%)		2,35	2,58	2,82

(Fonte: L. Sani, relazione presentata al « panel » Aiea sull'uso del plutonio - Vienna, 1964).

TAV. 3. Uranio-235 e Plutonio contenuti nel combustibile irradiato nel reattore di Trino Vercellese (ad uranio leggermente arricchito, moderato e raffreddato ad acqua in pressione; potenza 257 MWe).

	9.000 MWg/t	15.800 MWg/t	19.100 MWg/t	19.900 MWg/t	21.500 MWg/t	22.500 MWg/t
Blocco scaricato (1/3 del nocciolo)	1°	2°	3°	4°	5°	6°
U-235 iniziale (kg/t)	27,3	31,2	39,0	39,0	44,0	49,0
U-235 finale (kg/t)	19,0	18,0	22,5	22,0	26,0	31,0
Plutonio (kg/t)	4,43	6,18	6,72	6,86	7,18	7,25
di cui:						
Pu-239 (%)	83,6	76,4	73,8	73,4	72,6	72,4
Pu-240 (%)	11,2	14,0	14,6	14,8	14,9	15,0
Pu-241 (%)	5,2	9,6	11,6	11,8	12,5	12,6

(Fonte: L. Sani, relazione presentata al « panel » Aiea sull'uso del plutonio - Vienna, 1964).

TAV. 4. Produzione totale di plutonio e di plutonio fissile dei tre reattori di potenza in funzione in Italia.

Impianti	MWg/t	Utilizzazione media annua di combustibile (tonn., fattore di carico 80%)	Produzione totale di Pu in kg/MWe-anno	Produzione di Pu fissile (Pu-239+Pu-241) in Kg/MWe-anno	Produzione totale di Pu per tonn. di uranio naturale consumato (kg)	Produzione di Pu fissile (Pu-239+Pu-241) in kg/t di uranio naturale consumato	Produzione di Pu-239 in kg/t di uranio naturale consumato ^b
Latina	2.000	90,2	0,580	0,500	1,35	1,165	1,126
	3.000	68,4	0,555	0,455	1,8	1,476	1,389
Garigliano	11.000	12,26 ^a	0,400	0,323	1,35	1,09	1,059
	12.000	12,26	0,411	0,330	1,39	1,12	1,082
	13.000	12,26	0,418	0,334	1,41	1,13	1,088
Trino	9.000	13,1 ^a	0,213	0,19	0,82	0,73	0,685
	15.800	13,1	0,298	0,256	0,98	0,84	0,748
Vercellese	19.100	13,1	0,324	0,277	0,85	0,725	0,627
	19.900	13,1	0,331	0,283	0,865	0,74	0,635
	21.500	13,1	0,346	0,295	0,795	0,675	0,577
	22.500	13,1	0,350	0,298	0,72	0,61	0,521

^a La quantità di combustibile utilizzata annualmente viene mantenuta costante nel caso dei reattori ad uranio leggermente arricchito (Garigliano e Trino), anche aumentando il tasso di combustione, con il risultato che il combustibile scaricato ha un più basso contenuto di materiale fissile (v. le tabelle rispettive) (*n.d.a.*).

^b Colonna aggiunta dall'autore.

(Fonte: L. Sani, relazione presentata al « panel » Aiea sull'uso del plutonio - Vienna 1964).

Quanto plutonio si produce in Italia? La potenzialità produttiva dei tre impianti si desume dalle tabelle. Per quanto riguarda l'effettiva produzione attuale, la centrale di Latina genera all'incirca 60 kg di plutonio all'anno. In passato, prima della riduzione della potenza di esercizio, ne produceva tra i 75 e i 100 kg, ma la sua potenzialità produttiva è, anche adesso, certamente superiore ai 60 kg. Si parla tuttavia di tassi di irraggiamento dell'ordine dei 3000-3200 MWg/t, ottimizzati cioè alla produzione di elettricità: nel caso che si decidesse di fare dell'impianto di Latina un reattore plutonigeno a fini militari, la sua potenzialità produttiva sarebbe ridotta nettamente, intorno ai 40-50 kg all'anno.

Quante bombe al plutonio possono prodursi con, diciamo, 50 kg di Pu-239 quasi puro? La risposta varia, a seconda della raffinatezza della tecnologia impiegata, da un minimo di circa 5 ad un massimo di circa una dozzina ¹².

Ciò significa che, se l'Italia decidesse, oltre a ritirarsi dal Tnp:

1 - di denunciare l'accordo bilaterale con la Gran Bretagna, che stabilisce le salvaguardie sui materiali nucleari di Latina, contro la diversione a fini militari;

2 - di denunciare il Trattato Euratom, che stabilisce un regime analogo di salvaguardie;

3 - di procurarsi l'uranio naturale da fonti indipendenti dai suddetti o da altri controlli;

4 - di ottimizzare il reattore di Latina alla produzione di Pu-239;

5 - di estrarre da sola il plutonio dal combustibile irradiato;

6 - di fabbricare bombe,

potrebbe procurarsi, ogni anno, da 5 a 12 bombe della potenza unitaria di qualche decina di kilotoni (migliaia di tonnellate di tritolo equivalente).

Il ciclo uranio-plutonio

Ci sono due punti di questo elenco che abbisognano ancora di qualche chiarimento: la disponibilità di uranio naturale e il problema dell'estrazione del plutonio dal combustibile irradiato.

Il procurarsi uranio naturale esente da controlli è tutto sommato solo un problema economico. I maggiori produttori attuali — Stati

¹² Secondo Willrich e Taylor (*op. cit.*), una sfera di Pu-239 quasi puro, « fase alfa » (alta densità), circondata da un riflettore di berillio metallo (il migliore) raggiunge la criticità con 5 kg; la massa critica di una sfera di plutonio « fase delta » (densità minore), in miscela « normale » di Pu-240 e Pu-241, circondata da uno spesso riflettore di acciaio o rame, è di 8 kg; con un riflettore di uranio-238, di circa 10 kg.

uniti, Canada, Sud Africa, Australia, alcuni paesi dell'Africa e del Sud America — sono quelli in cui il minerale si presenta con le maggiori concentrazioni di uranio contenuto, con costi di estrazione conseguentemente piú bassi. La ricerca di uranio naturale a buon mercato è certamente importante per le applicazioni commerciali dell'energia nucleare (sebbene l'incidenza del costo del combustibile sia nettamente inferiore, su quello dell'energia prodotta, che per i sistemi termoelettrici a combustibili fossili, e sia destinata a diminuire ancora, rapidamente, con l'avvento dei reattori avanzati e veloci): ma perde quasi tutto il suo rilievo quando si parli di applicazioni militari. Non tanto per la regola generale che privilegia le esigenze militari rispetto a quelle economiche (salvo che nel quadro di quella speciale economia fondata sul rapporto costo-efficienza di un determinato mezzo bellico), quanto perché il costo dell'uranio naturale, per quanto elevato, resta sempre una percentuale molto piccola dei costi complessivi: basta tener presente la grave perdita economica rappresentata dalla rinuncia all'esercizio commerciale di un impianto elettronucleare come quello di Latina, e il costo di messa a punto e di produzione degli ordigni esplosivi.

Una volta stabilito che il prezzo non è un problema, l'uranio esente da controlli potrebbe trovarsi sia in molti paesi che non aderiscono ad alcuna organizzazione internazionale regionale di controllo e che non hanno intenzione di aderire al Trattato di non proliferazione (per esempio, l'India e il Brasile), sia nella stessa Italia. In Italia, infatti, sono state accertate riserve di uranio in quantità notevolissime¹³, che oggi non è conveniente sfruttare solo per ragioni di costo.

C'è poi il problema dell'estrazione del plutonio. Attualmente tutto il combustibile irradiato nei reattori di potenza italiani viene inviato per il ritrattamento all'impianto britannico di Windscale, della British Nuclear Fuels Ltd., la quale provvede a rispedire in Italia, all'Enel, il plutonio estratto in forma di ossido. Una volta provveduto ad ottimizzare il tasso di combustione del combustibile di Latina per il massimo contenuto di Pu-239, l'ossido proveniente dalla Gran Bretagna potrebbe facilmente essere convertito in metallo e quindi usato per le bombe. Tale azione comporterebbe tuttavia il sottrarsi ai controlli britannici ed Euratom: subito dopo, quindi, ci si troverebbe nella necessità di provvedere da soli all'estrazione del plutonio.

¹³ « Gli autori non esitano ad affermare che, quando i reattori veloci saranno divenuti operativi, l'uranio necessario per il loro funzionamento potrà essere reperito in quantità estremamente importanti e pressoché illimitate in Italia e che il suo costo dipenderà unicamente dall'impegno di ricerca — umano e finanziario — che si sarà voluto destinare a questo fine » - Dalla relazione « Disponibilità immediate e future di uranio nel mondo e in Italia », di Fabio Pantanetti e Carlo Bettinali, Cnen e Paolo Piga, università di Roma, presentata il 13 dicembre 1974 alle XIII giornate dell'energia nucleare, Milano, 12-14 dicembre 1974.

Al riguardo di questa possibilità, abbiamo già brevemente accennato all'Eurex, l'impianto Cnen di ritrattamento del combustibile irradiato a Saluggia. Attualmente questo impianto, nato come struttura « pilota » in vista della realizzazione di un impianto su scala industriale, non è in grado di recuperare il plutonio: le piccole quantità presenti nel combustibile ad uranio altamente arricchito dei reattori di ricerca non vengono estratte dai rifiuti liquidi. La funzione originaria dell'impianto è infatti solo quella di recuperare l'uranio arricchito (Eurex vuol dire « Enriched Uranium Extraction »).

L'adattamento dell'Eurex all'estrazione del plutonio è possibile in meno di due anni¹⁴. Tuttavia, le modifiche consentirebbero di estrarre un massimo di 100 grammi di plutonio al giorno da 50 kg di combustibile trattato, nei periodi di funzionamento dell'impianto. Si resterebbe cioè al di sotto della capacità necessaria ad estrarre il plutonio prodotto a Latina e a fornire la base per la fabbricazione degli ordigni al ritmo desiderato.

L'Eurex potrebbe quindi servire da banco di prova e da fonte di approvvigionamento per la fase di messa a punto e di sperimentazione dei primi ordigni esplosivi. Invece, quando il sistema « andasse a regime », cioè si passasse alla fabbricazione a ritmo regolare delle bombe, sarebbe necessario costruire l'impianto di ritrattamento di combustibile su scala industriale. Tale impianto sarebbe anche necessario per un'altra ragione: l'inevitabile denuncia da parte dell'Italia degli attuali trattati ed accordi internazionali renderebbe impossibile contare sugli impianti di ritrattamento attualmente disponibili in Europa e in America, e si dovrebbe quindi per forza provvedere autonomamente.

La realizzazione di un impianto italiano di ritrattamento del combustibile irradiato sarà in ogni modo una necessità a termine relativamente breve. Il programma relativo è stato da tempo approntato dal

¹⁴ Nel quadro della collaborazione con il Canada per lo studio dei reattori ad acqua pesante, l'Eurex ha in programma l'attuazione di tali modifiche, in vista di un'esperienza di estrazione di plutonio da combustibili irradiati canadesi. L'esperienza dovrebbe iniziare nel 1976 e durare un anno (20 settimane di funzionamento effettivo dell'impianto). Nell'arco di tutta l'esperienza saranno trattate 1,6 tonnellate di combustibile (uranio naturale irradiato nei reattori ad acqua pesante tipo Landu), che avranno un contenuto di plutonio di quasi 7 kg. Il plutonio estratto, del valore di circa 44 milioni di lire, resterà all'Italia in pagamento dei costi dell'esperimento. Va detto subito che si tratterà di combustibile a tasso di irraggiamento molto elevato (dell'ordine di 9.000 MWg/t), e quindi il plutonio avrà un alto tenore di Pu-240 e Pu-241.

Successivamente, sono previste per l'Eurex ulteriori modifiche. Con un costo di circa 5-6 miliardi sarà possibile ottenere insieme il recupero del plutonio e dell'uranio naturale metallo, ed è prevista una campagna di estrazione sul combustibile di Latina; nella fase ancora successiva, si prevede di estrarre plutonio e uranio leggermente arricchito in forma di ossido dai reattori ad acqua leggera (tipo Garigliano e Trino Vercellese).

Cnen e dall'Agip nucleare (originalmente denominato Eurex II), ed esiste d'altra parte una prospettiva di netta penuria di tale servizio a livello internazionale (anche a seguito della mancata disponibilità, per difficoltà tecniche, di un nuovo impianto statunitense, che causerà una divergenza nei prossimi anni tra domanda ed offerta di servizi di ritratramento negli Stati Uniti e quindi anche in Europa).

Attualmente l'entrata in funzione di un impianto italiano commerciale è programmata in linea di massima per la metà degli anni '80, ma non sarebbe difficile anticiparla. La realizzazione richiederebbe da 4 a 5 anni, e una cifra tra i 60 e gli 80 miliardi. Essa potrebbe giungere tempestivamente, al termine del lavoro di messa a punto degli ordigni e al limite delle possibilità di sfruttamento dell'Eurex.

Conclusioni

L'Italia è dunque in grado di procurarsi, in un tempo abbastanza breve e facendo uso con poche modifiche dei suoi mezzi e delle sue conoscenze attuali, la disponibilità di una decina di bombe al plutonio all'anno. Inoltre, utilizzando i 140 kg di uranio altamente arricchito di cui è ora proprietaria, potrebbe fabbricare quattro o cinque bombe ad U-235.

Un problema laterale, ma di non facile soluzione, sarebbe quello della sperimentazione degli ordigni: poiché l'Italia non dispone di grandi aree spopolate, né di colonie nel Pacifico, la sola via sembra essere quella « indiana », della sperimentazione sotterranea. Anche in questo caso, la scelta del sito presenterebbe difficoltà considerevoli.

Resta invece esclusa dalle possibilità attuali la fabbricazione di bombe a fusione termonucleare.

Pure esclusa è la disponibilità di vettori al livello dell'attuale sistema nucleare-militare internazionale: missili balistici intercontinentali, sottomarini nucleari in grado di lanciarli in immersione, « silos » sotterranei e segreti. I soli mezzi di trasporto e « consegna » delle bombe che l'Italia potrebbe procurarsi in un termine ragionevolmente breve sono gli aerei e forse i missili di media gittata.

Il sistema di armamento nucleare che così si configura è quindi composto da bombe a basso rendimento trasportate da vettori di facile intercettazione. Un tale sistema potrebbe difficilmente conferire all'Italia lo « status » di potenza nucleare, neppure a livello delle nazioni mediorientali, dotate di modernissimi sistemi di vigilanza radar ed intercettazione antiaerea.

D'altra parte, la creazione di una tale forza nucleare avrebbe un costo politico altissimo: la denuncia dei Trattati di Roma, la revisione

di tutto il sistema di alleanze, l'insorgere di un'atmosfera di profonda diffidenza verso l'Italia in tutti i paesi mediterranei, e probabilmente l'avvio o l'accelerazione della corsa alla « piccola bomba » in tutta la regione.

In considerazione del confronto costi-benefici, si deve quindi concludere che l'Italia non dispone, oggi, di una realistica « opzione nucleare ». Nel caso che la strada dell'armamento nucleare volesse essere presa, sarebbe necessario dare il via ad un ingente sforzo finanziario, tecnico-scientifico ed industriale in settori nuovi, che dovrebbe proiettarsi su di un arco di 10-15 anni, con una previsione di spesa dell'ordine di diverse migliaia di miliardi.

VI. Una politica per l'Italia contro la proliferazione delle armi nucleari

di Francesco Calogero e Gianluca Devoto

Sebbene vi sia chi auspica la diffusione delle armi nucleari a un numero sempre maggiore di stati, la grande maggioranza degli osservatori di politica internazionale (e, piú in generale, degli uomini di buon senso) considera tale prospettiva come l'anticamera di una catastrofe, o di una serie di catastrofi. Sarebbe infatti ben poco giustificato sperare, in un mondo in cui tali armi fossero sempre piú largamente diffuse, che l'autocontrollo di tutti quelli che ne dispongono potesse continuare a garantire per molto tempo quel « non uso » delle armi nucleari, che ha caratterizzato l'era atomica, da Nagasaki (9 agosto 1945) ai giorni nostri; ed è chiaro che qualunque uso bellico di armi nucleari avrebbe conseguenze catastrofiche (chi desiderasse una giustificazione tecnica di questa affermazione, veda l'appendice 1 di questo libro).

È quasi unanime la valutazione dei rischi che sarebbero impliciti nella proliferazione delle armi nucleari. Meno universale è invece il consenso circa i modi per impedire, o quanto meno allontanare nel tempo, un cosí pericoloso sviluppo. Piú esattamente, al riconoscimento dei rischi non sempre si accompagna un risoluto riconoscimento dell'alta priorità che merita ogni tentativo di bloccare, o almeno scoraggiare e rallentare, ogni tendenza alla proliferazione.

Il tentativo di affrontare il problema della proliferazione delle armi nucleari su scala globale ha finora trovato la sua piú coerente espressione politica nel Trattato contro la proliferazione delle armi nucleari (Tnp). In altri capitoli di questo libro, dai diversi punti di

Francesco Calogero è un fisico teorico; si occupa da oltre dieci anni dei problemi connessi al controllo degli armamenti nucleari.

Gianluca Devoto è un collaboratore dell'Iai; si occupa di problemi strategici e militari, ed in particolare di quelli connessi all'industria degli armamenti.

vista che corrispondono alle opinioni dei diversi autori, sono stati illustrati la genesi, la struttura, il grado di successo finora conseguito, le prospettive future del Tnp. In questo capitolo conclusivo vorremmo riassumere quelle considerazioni che a noi sembrano particolarmente rilevanti per giudicare l'utilità del Tnp e la politica dell'Italia in questo settore.

Proliferazione nucleare e Trattato di non proliferazione

Occorre anzitutto sgombrare il campo da un equivoco, che ha larga circolazione. Si ritiene cioè che il Tnp faccia soprattutto l'interesse delle potenze militarmente nucleari, le quali vengono autorizzate a conservare le armi nucleari, e che rappresenti invece un « sacrificio » per le potenze militarmente non nucleari, le quali si impegnano a rinunciare a tali armi. Si dimentica però che i rischi della proliferazione, che sono gravi per tutti, sono certamente minori per le due superpotenze, Usa ed Urss. Sono dunque gli stati militarmente non nucleari quelli che hanno — o almeno, dovrebbero avere — il più forte interesse a che una politica contraria alla proliferazione sia efficace; e, nella misura in cui il Tnp è il principale strumento di tale politica, sono gli stati militarmente non nucleari quelli che dovrebbero più decisamente adoperarsi per il suo successo, non per spirito di sacrificio, ma semplicemente per motivi d'interesse. Il fatto che tale interesse sia anche quello delle potenze militarmente nucleari, e più in generale dell'intera umanità, non dovrebbe essere un argomento contro il Tnp, ma semmai un ulteriore argomento a favore; a meno che non si sia, magari inconsciamente, prigionieri di una concezione che identifica la politica internazionale con un gioco a somma nulla, nel quale il vantaggio altrui può darsi solo a spese proprie; concezione la cui logica conseguenza è la negazione che qualunque accordo internazionale possa risultare reciprocamente vantaggioso.

È certamente vero che nella fase di negoziato del Tnp le due massime potenze nucleari, Usa ed Urss, hanno tenuto una posizione di *leadership* (che si manifestava formalmente nella co-presidenza della Conferenza del comitato sul disarmo di Ginevra). Ma ciò corrispondeva, e corrisponde, alla maggiore responsabilità che questi due paesi hanno, su scala planetaria, per la loro dimensione obiettivamente diversa da quella di ogni altro paese, dal punto di vista militare, economico e politico. A noi sembra che vi sia solo da rallegrarsi quando le due superpotenze rispondono con un'azione coerente e positiva, come quella da loro condotta a favore del Tnp: e che l'azione da svolgere da parte degli altri paesi debba essere diretta a far estendere un simile compor-

tamento anche ad altre aree (in particolare, al controllo della cosiddetta « proliferazione verticale »; ma su questo punto torneremo piú oltre).

Le semplici considerazioni svolte finora non sono accettate universalmente, almeno a giudicare dal comportamento di molti paesi, compreso il nostro. E ciò accade generalmente non perché prevalga una diversa visione politica, ma piuttosto per mancanza di coerenza e rigore nella conduzione della politica estera. Avviene così che si cerchi di barattare la propria adesione ad una politica antiproliferatoria contro piccoli vantaggi, nella sbagliata ottica del « sacrificio » che richiede un compenso, o nella meschina concezione, comune a molti ambienti diplomatici, di dover sempre cercare di strappare, per il proprio paese, qualche tangibile immediato « premio ».

Anche nei casi in cui un paese riesce, in questo modo, ad ottenere qualche « premio », resta il dubbio circa la reale convenienza di un tale metodo di conduzione della politica estera: la scelta del ruolo di *mendicante-ricattatore* comporta un discredito che, a lungo andare, si paga caro. Anzi talvolta il costo è immediato; ed il caso della proliferazione nucleare è proprio un esempio di questo tipo. Infatti un importante ruolo di stimolo, o di freno, alla proliferazione, è giocato da considerazioni di natura squisitamente politica e psicologica. L'adesione decisa e convinta di uno stato ad un programma politico antiproliferatorio stimola altri paesi ad aderire a tale programma; un'adesione tardiva, incerta e manifestamente concessa *obtorto collo*, può risolversi invece in un obiettivo incoraggiamento alla altrui proliferazione. Se si ritiene dunque importante scoraggiare la proliferazione (e su questo obiettivo, come si è detto, vi è praticamente universale consenso), non basta aderire ad un programma planetario come quello concretatosi nel Tnp, ma occorre farlo con rapidità, decisione e chiarezza; il che è evidentemente incompatibile con l'intenzione di mercanteggiare la propria adesione allo scopo di ottenere qualche regalia.

Vi è insomma un chiaro conflitto di priorità fra l'appoggiare la strategia antiproliferatoria (nell'interesse proprio e del resto del mondo), e il cercar di strappare qualche concessione (per esempio, una piú qualificata rappresentanza in un ente internazionale); comportamento, quest'ultimo, che si risolve di fatto in un sabotaggio dell'azione coordinata in sede internazionale per scoraggiare la proliferazione stessa. Chi riconosce la dimensione del rischio associato alla proliferazione nucleare, non ha dubbi fra quale priorità debba prevalere. Questo, naturalmente, non significa che l'adesione ad un programma mondiale di non proliferazione nucleare debba essere cieca e incondizionata; anzi, riconosciuta l'importanza della riuscita di un tale piano, è opportuno che ad una decisa azione di adesione ed appoggio sia associato un atteggiamento di critica positiva, volto ad individuare i punti deboli

di tale programma e ad adoperarsi per correggerli.

Quanto si è scritto finora implica un giudizio positivo sulla validità di quel tentativo di evitare la proliferazione delle armi nucleari che ha come fondamento il Tnp. Vi è, però, chi, pur condividendo la preoccupazione circa la proliferazione, non riconosce al Tnp alcun merito come strumento antiproliferatorio, sottolineando che il Trattato non può certo impedire ad un paese che lo voglia di acquisire armi nucleari (magari anche dopo aver aderito al Tnp, dal quale è del resto possibile recedere unilateralmente, salvo l'impegno a fornire un breve preavviso ed una spiegazione dei motivi che giustificano tale decisione).

In effetti nel presente assetto internazionale, se un paese decide di volersi dotare di un armamento nucleare autonomo, non c'è modo di impedirglielo; si può solo rendergli tale opzione particolarmente difficile dal punto di vista tecnico, e costosa, interrompendo ogni forma di aiuto o collaborazione tecnologica in tutti quei campi che potrebbero di fatto facilitare il programma nucleare militare.

Il problema principale è dunque a monte; si tratta cioè di creare una situazione in cui vi sia un minore incentivo per tutti a prendere la decisione di acquisire un armamento nucleare autonomo. È questo il vero terreno sul quale giudicare l'utilità ed efficacia del Tnp come strumento di una politica contro la proliferazione delle armi nucleari.

I motivi che potrebbero spingere un paese a optare per un armamento autonomo dipendono dalle particolari circostanze — politiche e strategiche — che caratterizzano la sua particolare situazione: ogni politica antiproliferatoria deve avere gli strumenti per affrontare il problema caso per caso. È questa una responsabilità prevalente, anche se non esclusiva, delle maggiori potenze, che devono cercare di favorire la creazione di equilibri internazionali in cui nessun paese creda che per la propria sicurezza sia indispensabile la piena disponibilità di armi nucleari. Ma la politica antiproliferatoria deve anche prevedere delle iniziative di carattere globale, che valgano nella maggior parte dei casi e che creino una cornice ed un clima non favorevoli alla proliferazione. È in questa prospettiva che va visto, e giudicato, il Tnp: non si può certo né sperare né pretendere che esso rappresenti il più opportuno approccio al problema per ogni singolo paese; si tratta invece di valutare se, nella maggioranza dei casi, esso costituisca una appropriata risposta, di natura globale, alla questione di come evitare — o almeno ritardare — la proliferazione delle armi nucleari.

Se si accetta che la valutazione del Tnp vada fatta in questo contesto (né si vede come altrimenti potrebbe essere fatta), allora essa non può che essere positiva. Il problema, in ultima analisi, è quello di fornire validi argomenti a quelle forze che nell'ambito del sistema decisionale di ciascun paese si battono contro la decisione di imboccare

la via di un armamento nucleare nazionale; o, in altre parole, di togliere validi argomenti a quei gruppi che sostengono, al contrario, la convenienza, o addirittura la necessità, di « accendere » l'opzione nucleare militare.

In generale, uno dei meriti del Tnp, nella misura in cui esso ha riscosso e riscuote un largo successo, è quello di rafforzare l'idea dell'inutilità delle armi nucleari come strumento di politica.

Ma il pregio fondamentale del Tnp è piú specifico. L'argomento piú forte per spingere un paese verso l'opzione nucleare militare è il timore di trovarsi in ritardo, mentre altri stati hanno già imboccato tale strada; non si deve dimenticare che debbono passare molti anni fra il momento in cui la decisione politica viene presa e quello in cui un armamento nucleare diventa effettivamente disponibile, e che questo « gap » tende ad accrescere timori e incertezze. Il Tnp toglie efficacia a questo argomento, in quanto ogni paese che vi abbia aderito non può essere sospettato di star costruendo clandestinamente bombe nucleari; ed è qui che giocano un ruolo essenziale i controlli sui materiali fissili previsti dal Tnp stesso, che certo non potrebbero impedire ad un paese di scegliere l'opzione nucleare militare il giorno che decidesse di farlo, ma che però garantiscono che tale opzione non possa essere esercitata clandestinamente.

Altro importante merito del Tnp è quello di fornire un quadro razionale capace di permettere l'ordinato sviluppo di tutte quelle applicazioni a scopi pacifici dell'energia nucleare (soprattutto la produzione di energia elettrica) che possano contribuire al progresso economico e civile. Data la connessione fra la tecnologia nucleare a scopo pacifico ed a scopo militare, e dato specialmente il cruciale ruolo giocato dai materiali fissili, in assenza del Tnp sarebbe difficile, in questo campo, quel largo sviluppo di collaborazione scientifica e tecnologica che è nell'interesse di tutti, ma solo nella misura in cui sia sicuramente escluso ogni dubbio di storno dei materiali e delle tecnologie a fini bellici. Naturalmente è essenziale che il Tnp non comporti per i suoi membri alcun danno, ma anzi solo vantaggi, nel campo delle applicazioni a scopi pacifici dell'energia nucleare. Questo è esplicitamente previsto dall'articolo IV.

Quanto a problemi di tipo piú tecnico relativi alla applicazione delle salvaguardie, vi torneremo in seguito; è però forse il caso di notare subito come, a parte alcune questioni specifiche che verranno presumibilmente discusse in sede di Conferenza di rassegna, sia praticamente sparita l'opposizione ai controlli Aiea previsti dal Tnp, che era stata inizialmente molto forte. Ciò anche grazie al buon lavoro tecnico compiuto dall'Aiea stessa per mettere a punto procedure di « salvaguardia » razionali e, nei limiti del possibile, non intrusive (cfr.

il capitolo 3 di questo libro).

Vi è infine un importante argomento di carattere generale che dovrebbe raccomandare il Tnp a tutti coloro che si rendono conto delle necessità ed urgenza, nel mondo moderno, di procedere verso un sistema internazionale che non sia basato solo sulla coesistenza di un gran numero di entità nazionali, nessuna delle quali disposta a rinunciare nemmeno in minima parte alla propria sovranità. È infatti chiaro che già nel prossimo futuro l'assetto mondiale sarà tanto più vitale, quanto più sarà possibile contemperare i diritti delle autonomie e sovranità nazionali con le necessità di coordinamento ed aggregazione internazionali che comportano qualche rinuncia di sovranità. Il Tnp, nella misura in cui riflette un accordo liberamente e largamente accettato in nome del comune interesse, deve essere interpretato come un passo nella giusta direzione.

Una riprova in negativo della validità di questa asserzione è riscontrabile nella matrice nazionalistica che sottende a quasi tutti gli atteggiamenti di opposizione al Tnp; matrice nazionalistica che è scoperta in taluni casi, ed è presente invece a livello quasi inconscio in altri, come risulta dall'emergere di visioni così evidentemente distaccate dalla realtà internazionale quale essa è oggi. Molti degli argomenti a favore del Tnp sono da alcuni condivisi solo nella misura in cui si applicano ad altri paesi e non al proprio. In altri termini si vede l'utilità e il vantaggio che il Tnp esista e vi sia una larga adesione altrui; si recalcitra invece all'idea della adesione propria, ed in tale contesto si dimenticano i vantaggi e si notano solo i rischi e i difetti. Questo atteggiamento è abbastanza istintivo, ma non può evidentemente costituire la base di una coerente politica estera. Nello stesso modo, non si può dar troppo credito a chi, pur dichiarandosi non ostile al Tnp, manifesta esitazione rispetto alla possibilità di adesione del proprio paese, adducendo come pretesto la non ancora avvenuta adesione di tutti gli altri: è chiaro che se tutti ragionassero così, non solo non si potrebbe mai giungere ad una adesione « universale », ma anzi nemmeno ad una sola adesione.

Vale ancora la pena di osservare che vi è almeno una buona ragione per auspicare l'adesione al Tnp del proprio paese, anche a prescindere dal comportamento degli altri. Come abbiamo visto, tale adesione comporta, in sostanza, la rinuncia alla costruzione *segreta* di armi nucleari. È proprio questa preclusione che può esser considerata desiderabile non solo per gli altri paesi, ma anche per il proprio. A questo proposito non si deve dimenticare l'esempio francese: solo un ristrettissimo numero di persone era al corrente della decisione iniziale di procedere con un programma nucleare militare, e la maggioranza degli stessi membri del governo (per non parlare dei parlamentari) venne a conoscenza delle cose solo molto più tardi, in una situazione in cui

ormai aveva peso decisivo l'argomento del « fatto compiuto ». Una situazione analoga non potrebbe verificarsi in un paese che avesse aderito al Tnp.

La convinzione dell'utilità del Tnp, e la conseguente decisione che esso debba essere sostenuto, non sono necessariamente associate ad una visione ottimistica del futuro: una cosa è l'impegno nella campagna per evitare la proliferazione nucleare; altra cosa è la previsione circa il probabile successo o insuccesso di tale campagna. In verità non vi è dubbio che, a medio e lungo termine, un certo pessimismo possa essere giustificato.

Ad un certo pessimismo della ragione, suggerito dall'analisi della situazione internazionale e della corsa agli armamenti nucleari nel passato e nel presente, deve però accompagnarsi l'ottimismo della volontà, che cerca di influire positivamente per bloccare, o almeno ritardare, tali sviluppi degenerativi.

In questo quadro un suggestivo paragone ci sembra illuminante (e se è macabro, ciò forse si addice al soggetto in discussione); esso raffronta il Tnp ad una terapia di cortisone, da somministrare ad un ammalato di cancro. I medici ben sanno che tale terapia non cura il cancro; che solo per altre vie si può tentare di guarire il malato; e che forse ciò non sarà possibile. Ma sanno anche che il cortisone rallenta l'azione del cancro, prolunga la vita del malato, forse permette di guadagnare abbastanza tempo perché una più efficace cura possa essere scoperta e somministrata, ed abbia effetto. Sono questi motivi sufficienti per considerare la somministrazione di cortisone una terapia utile; né avrebbe valore l'obiezione di chi la sconsigliasse in quanto non è una « cura » del cancro. A meno, ovviamente, che non avesse da suggerire, in alternativa, una diversa terapia; di attendibile efficacia, però, non basata su pratiche magiche o sugli unguenti dei guaritori.

Il ruolo dell'Italia

L'atteggiamento italiano va visto in questo quadro generale: ed è in questo quadro che risalta la mancanza di una politica coerente. Nel 1965, sotto l'impulso dell'on. Fanfani, l'Italia era stato il primo paese a proporre una moratoria nucleare per gli stati che ancora nucleari non erano. Ma negli anni successivi, compiuto questo *gesto*, mentre il Tnp prendeva forma, l'entusiasmo si è smorzato. Questo non è in realtà l'unico caso di lancio fragoroso da parte dell'Italia di un tema che poi viene abbandonato: basti pensare alla scoperta, successiva di un paio d'anni, e in seguito rapidamente dimenticata, del « gap tecnologico ».

In Italia lo spettro politico ha sempre visto schierati a favore del

Trattato comunisti, socialisti e repubblicani; ufficialmente favorevoli al Tnp sono anche i democristiani; dichiaratamente contrari solo i missini. Ma nel dibattito che si sviluppò in Italia prima della firma del Trattato, le posizioni erano più sfumate, spesso più ambigue: in realtà molti avversari del Tnp non osavano venire direttamente allo scoperto. È comunque probabile che in seno alla diplomazia, tra gli esperti e più in generale tra i partecipanti alle polemiche di quel periodo, il grado di consenso al Trattato non fosse particolarmente elevato, ed in ogni modo minore di quanto non apparisse dalle prese di posizioni ufficiali del mondo politico italiano. Tale atteggiamento derivava probabilmente, come abbiamo già accennato, oltre che da preoccupazioni rispettabili, da residui di mentalità nazionalistica e dall'incomprensione dei reali problemi posti dalla proliferazione nucleare. Per il mondo politico la scelta appariva quasi obbligata; ma in compenso poteva risultare abbastanza ridotto l'impegno effettivo a sostenere le ragioni del Trattato. Negli anni tra il 1966 e il 1968 forse solo i repubblicani considerarono l'adesione italiana al Tnp un problema veramente importante.

Non è quindi un caso se, quando il Tnp si è aperto alle firme, il 1° luglio 1968, il rappresentante italiano, pur ribadendo il proposito del governo di firmare il Trattato, abbia fatto una dichiarazione in cui, chiarendo i punti di vista del nostro paese, si avanzavano alcune riserve: 1) il Tnp si doveva considerare compatibile con il Trattato Euratom; 2) il Tnp non doveva essere in alcun modo un ostacolo all'unificazione dell'Europa occidentale; 3) il Tnp non doveva limitare in alcun modo la ricerca scientifica e tecnologica; 4) la proibizione delle esplosioni nucleari pacifiche si doveva intendere legata all'attuale impossibilità di distinguere tra esplosivi nucleari pacifici e bombe; 5) l'Italia avrebbe applicato uno stesso tipo di controlli alle esportazioni di materiali nucleari, senza discriminazioni tra gli stati acquirenti.

Queste interpretazioni riduttive non erano di poco conto. Il punto 2) rifletteva una preoccupazione largamente condivisa in Europa, quella della cosiddetta « clausola europea », cioè la possibilità, sostenuta soprattutto dalla Germania federale e contestata dall'Unione sovietica, che una futura Europa unita abbia il diritto di ereditare da Francia ed Inghilterra lo status di potenza militarmente nucleare. Il punto 4) era invece estremamente equivoco, perché faceva intravedere l'eventualità, in realtà inesistente, di esplosivi nucleari intrinsecamente « buoni », cioè pacifici.

D'altra parte nel corso delle trattative l'Italia, insieme all'Olanda, aveva sostenuto un'altra posizione discutibile. Secondo questi due paesi, le clausole di salvaguardia del Tnp si sarebbero dovute applicare solo alle attività nucleari « pacifiche », e non ad eventuali attività nucleari, consentite dal Trattato, che si svolgessero nell'ambito militare (per

esempio la propulsione nucleare per navi militari). In questo modo si apriva una breccia nei controlli (si è parlato di clausola « loophole »), che potrebbe consentire lo storno di materiali fissili per la costruzione di ordigni bellici. Su questo punto torneremo nel seguito.

Diciamo però subito che non intendiamo suggerire che l'Italia abbia preso questa posizione per lasciarsi aperta la possibilità di violare lo spirito del Trattato, accumulando materiale fissile non controllato. Il motivo è probabilmente un altro: il desiderio che le attività del Camen, gestite dalla Difesa, non venissero sottoposte a controlli internazionali. Resta il fatto che il comportamento dell'Italia poteva, e talvolta veniva, giudicato in modo ben diverso all'estero, secondo un'ottica che non riesce a tener conto dei motivi « interni » e di « prestigio » che tanto spesso determinano i concreti atteggiamenti italiani in sede internazionale.

L'invasione della Cecoslovacchia, nell'estate del 1968, forniva l'occasione per ritardare la firma italiana del Tnp di alcuni mesi (fino al 28 gennaio 1969); il che poteva essere considerata una conferma che l'adesione del nostro paese al Trattato non era molto convinta.

Negli anni successivi l'interesse dell'Italia ai problemi della proliferazione sembrò diminuire. Da una parte essa riusciva ad ottenere un seggio permanente, nel consiglio dei governatori dell'Aiea, facendosi forte della propria firma al Tnp. Dall'altra, si allineava alle posizioni degli altri paesi non nucleari dell'Euratom, che avevano deciso di non ratificare il Trattato fino a quando non fosse stata risolta la questione dei controlli sul materiale fissile usato a scopi pacifici: tali controlli, in base al Tnp dovevano essere concordati fra l'Euratom e l'Aiea (cfr. il capitolo 3).

Dopo laboriose trattative l'accordo tra Euratom ed Aiea veniva firmato il 5 aprile del 1973. Però, mentre la Germania ed i paesi del Benelux avviavano rapidamente l'iter interno di approvazione dell'accordo Aiea-Euratom e della ratifica del Tnp, il governo italiano non dimostrava uguale sollecitudine, ed anzi presentava in parlamento solo l'accordo Aiea-Euratom, pur dichiarando che in seguito, dopo l'approvazione di tale accordo, sarebbe stata discussa anche la ratifica del Tnp. Nel momento in cui scriviamo, a quasi due anni di distanza, il progetto di ratifica del Tnp non è stato ancora presentato nei due rami del parlamento.

La polemica sulla proliferazione nucleare si è riaperta, dopo l'esplosione nucleare sperimentale indiana, nel maggio del 1974. L'avvicinarsi della Conferenza di revisione del Trattato e il rischio che l'Italia non vi possa partecipare a pieno titolo, a causa del troppo lento iter di approvazione parlamentare e della conseguente impossibilità di depositare in tempo gli strumenti di ratifica del Tnp, favorivano il rilancio di un

dibattito, in realtà abbastanza strano; esso ha visto schierati da una parte alti funzionari del ministero degli esteri e del Cnen su posizioni in piú o meno chiaro contrasto con la politica ufficiale del governo; dall'altra la quasi totalità del mondo politico e giornalistico.

Le opinioni del segretario generale della Farnesina, ambasciatore Gaja, sono diventate di dominio pubblico grazie ad alcuni articoli firmati con lo pseudonimo di Roberto Guidi. In tali articoli si dà per scontata, dopo l'esperimento nucleare indiano, una diffusione delle armi atomiche nel mondo e si esamina la possibilità che l'Italia diventi un « paese nucleare non militare » (il significato di questo termine appare, forse volutamente, ambiguo: si intende un paese che sarebbe tecnicamente in grado di costruire la bomba ma che rinuncia a farlo? si intende un paese che, come l'India, si prova a costruire qualche bomba, ma gli dà il nome di « esplosivo nucleare pacifico »?).

Gli argomenti a favore di tali sviluppi sono abbastanza singolari. Per esempio si parla ripetutamente, a proposito del caso « indiano », di *status* nucleare, che da un lato bilancerebbe il maggior peso dei paesi produttori di petrolio e dall'altro potrebbe permettere la creazione di una nuova categoria di stati — i membri semipermanenti del Consiglio di sicurezza dell'Onu, caratterizzati appunto dal possesso di tali « capacità nucleari »; si asserisce che « un riavvicinamento fra i membri della Comunità europea sul piano della *dignità nucleare* sarebbe estremamente importante » per la costruzione europea; si sostiene infine che dovrebbe spettare all'Italia un'iniziativa perché « l'Europa occidentale, nel suo insieme, possa fin d'ora essere classificata nella categoria degli stati nucleari o potenzialmente nucleari, anche se non militarmente ».

Ci sembra giusto di dover contestare tutto il contenuto degli articoli di Gaja, per la loro intrinseca pericolosità. Lasciamo stare l'uso di concetti come quelli di *status*, che appaiono residui di un passato in cui i « limiti all'indipendenza » non erano neppure all'orizzonte: il bisogno, caratteristico della società contemporanea, di un salto di qualità nella cooperazione mondiale, come unico mezzo per evitare una serie di gravi crisi, sembra sostanzialmente in contrasto con una visione gerarchica, addirittura codificata, del ruolo delle nazioni. Quello che comunque pare di poter negare è che lo *status nucleare* fornisca ad un paese di fatto, nella comune percezione, una qualche dignità piú elevata. Lo *status* internazionale di un paese è semmai misurato da ben altri parametri: e quelli economici in senso lato sono nettamente prevalenti. Se proprio ci si vuole divertire a fare delle classifiche, il peso internazionale di due paesi militarmente non nucleari, come Germania e Giappone, è probabilmente superiore a quello di due paesi militarmente nucleari, a loro comparabili, come Francia e Inghilterra.

Inoltre, per chi crede nei pericoli della proliferazione delle armi

nucleari, il fondamentale difetto di un riconoscimento formale, in sede Onu, della *dignità nucleare* è ovvio: in questo modo si premierebbero quegli stati che si costruissero un armamento atomico e, all'interno di ogni singolo stato, si aiuterebbero i fautori di tale opzione.

Gli altri argomenti dell'ambasciatore Gaja riflettono una profonda sfiducia nelle possibilità di creare un ordine internazionale basato su interdipendenze positive anziché su una rete di paure bilaterali. Non è, però, questo il punto. Il punto fondamentale, come abbiamo cercato di chiarire più sopra, è che indipendentemente dal proprio ottimismo o pessimismo circa i futuri sviluppi della dinamica internazionale, un mondo basato sul bilanciamento di tante potenze nucleari non è altro che l'anticamera di una, o di tante, catastrofi. Occorre dunque adoperarsi in ogni modo per evitare che si giunga a tanto; e ove mai ci si arrivasse, sarà ancora da dimostrare che, in quella situazione, disporre di armi nucleari sia meglio che non disporne affatto. Ma ritorniamo alle altre affermazioni di Gaja relative alla posizione dell'Italia.

L'accenno ai paesi produttori di petrolio fa subito pensare al Mediterraneo la cui situazione è evidentemente complessa e delicata, e potrebbe anche esplodere. Su questo punto si deve però essere molto chiari: il ruolo dell'Italia è limitato e il suo interesse è nell'allentamento delle tensioni. Un'eventuale opzione nucleare non rappresenterebbe una crescita di peso nei confronti dei paesi arabi produttori di petrolio, ma solo un elemento di confusione e di provocazione che non potrebbe non risvegliare velleità dello stesso tipo in altri paesi mediterranei.

Quanto al problema di una eventuale opzione nucleare « europea », è giusto partire dal riconoscimento che il problema della difesa dell'Europa è serio e forse troppo trascurato nel dibattito italiano. Seri dubbi sono però leciti circa la ragionevolezza della tendenza verso una Europa « forte », se a tale aggettivo si attribuisce un significato — tutto legato agli attributi militari — che era forse adeguato mezzo secolo fa, ma non più oggi. Tali dubbi sono principalmente fondati sulla compatibilità di un tale progetto con la continuazione della politica di distensione.

Ma mentre questi dubbi possono certo essere opinabili, quel che non si può contestare è che il problema di un armamento nucleare europeo non è attuale. Può essere giusta la preoccupazione di lungo periodo relativa alla « clausola europea »; nulla vieta di ribadire, in sede di ratifica del Tnp, la validità di tale interpretazione. Ma presentare tale opzione come realizzabile nel breve periodo è del tutto fuori dalla realtà (non si deve fra l'altro dimenticare che la natura stessa delle armi nucleari richiederebbe un potere esecutivo europeo capace di prender decisioni cruciali con tempi di reazione di pochi minuti).

Per quel che riguarda la tesi secondo cui l'Italia dovrebbe avere

un ruolo speciale affinché « l'Europa occidentale, nel suo insieme, possa essere classificata nella categoria degli stati nucleari », c'è da rilevare che, o si dà la « qualifica nucleare » all'Europa in quanto essa include Francia e Inghilterra (e questo è appunto il contenuto della « clausola europea »), oppure gliela si nega, e allora non si vede quale differenza farebbe l'eventuale status « potenzialmente nucleare » dell'Italia. Si rilegga insomma il primo degli articoli di Guidi (*La Stampa*, 20-6-74), e ci si renderà conto di quanto siano contorti gli argomenti che tentano di fornire una qualche base logica ad una posizione la quale non sembra avere altro reale fondamento che una totale sfiducia nelle possibilità di contrastare la proliferazione.

L'intervento di Gaja, che pur nella sua ambiguità confermava una opposizione della Farnesina al Tnp già abbastanza evidente da vari altri indizi, suscitava vivaci reazioni in tutto l'arco politico italiano, dai comunisti ai repubblicani ai democristiani ai socialisti alla stampa indipendente. Le illazioni più disparate venivano avanzate, tanto da richiedere una formale smentita del ministro della difesa circa eventuali velleità nucleari italiane. Anche il ministro degli esteri Moro, in un intervento alla Commissione esteri della Camera (1-8-74), interveniva confermando l'intenzione italiana di ratificare il Tnp, e smentiva decisamente ogni voce di possibili atteggiamenti men che limpidi dell'Italia.

La polemica veniva però riaccesa da una incauta sortita di Achille Albonetti, massimo dirigente per il settore internazionale del Comitato nazionale energia nucleare (Cnen) e rappresentante dell'Italia (con rango di ambasciatore) nel consiglio dei governatori dell'Aiea. Egli pubblicava un articolo in cui attaccava il Tnp, analizzava i programmi del Cnen dal punto di vista delle possibilità di sviluppare un'opzione nucleare autonoma, e valutava i costi che un tale programma avrebbe richiesto.

Le idee di Albonetti erano ben note, tanto più che egli le aveva sempre manifestate chiaramente (e per questa ragione già al momento della sua nomina all'Aiea la scelta era parsa assai poco opportuna). Non le aveva però finora mai pubblicate in un contesto tanto provocatorio: la rivista *Politica e Strategia*, in cui compariva per primo l'articolo di Albonetti, si apriva con un editoriale firmato dal direttore Filippo De Jorio, dove si chiedeva per l'Italia l'acquisizione di armi nucleari. Per di più il De Jorio stesso, insieme al generale Duilio Fanali (presidente dell'Istituto di studi strategici e per la difesa, di cui *Politica e Strategia* è l'organo), risultava essere sotto inchiesta giudiziaria in relazione ai recenti tentativi eversivi.

L'articolo di Albonetti suscitava nuove reazioni, questa volta anche assai dure. Alcuni facevano notare il danno obiettivo che derivava all'Italia in sede internazionale da tali prese di posizione: esse indicavano infatti o che l'Italia aveva in realtà ben diverse intenzioni, in cam-

po nucleare, da quelle che governo e Cnen volevano far credere; o che questo è un paese così poco serio, da tollerare che su argomenti tanto delicati un alto funzionario parli a ruota libera (è da notare che l'articolo di Albonetti non conteneva alcuna indicazione che ne limitasse la portata ad opinioni personali non coinvolgenti gli enti in cui egli ricopre incarichi direttivi).

Chi scrive ritiene che la seconda interpretazione sia la più corretta; ma, nella misura in cui essa all'estero appare poco credibile, ne è risultato un danno di indubbia gravità. In effetti, si dava adito in questo modo ai peggiori sospetti sulla reale politica dell'Italia in campo nucleare.

È inoltre presumibile che il Cnen pagherà cara la sortita di Albonetti (che resta a capo della direzione centrale per le relazioni esterne), quando andrà a trattare forniture nucleari con paesi che sono preoccupati dei rischi di proliferazione. Per esempio il Canada ha subito la bruciante esperienza indiana (materiali e tecnologie ceduti in buona fede a scopi pacifici e surrettiziamente usati per realizzare esplosivi nucleari); con che spirito esso negozierebbe la cessione di materiali, impianti, tecnologie nucleari ad un paese, come l'Italia, in cui il massimo dirigente internazionale in campo nucleare va facendo piani ad alta voce sul modo di acquisire una autonoma opzione nucleare militare?

Spiace dover constatare che i dirigenti del Cnen non hanno voluto (o non hanno potuto) rettificare la situazione che si è venuta a creare. A loro giustificazione c'è da osservare che nemmeno il ministero degli esteri ha ritenuto opportuno intervenire per sanare la incredibile situazione che vede il rappresentante ufficiale italiano nel consiglio dei governatori dell'ente preposto alla applicazione del Tnp dichiaratamente e pubblicamente contrario al Tnp stesso, e sostanzialmente interessato alla possibilità che l'Italia si costruisca le proprie armi nucleari. Se poi si ricorda che il posto permanente nel consiglio dei governatori dell'Aiea è stato dall'Italia strappato come merce di scambio per firmare il Tnp, si capirà perché tutta la situazione venga considerata, in sede internazionale, materia di sorriso (ma anche un ottimo argomento nelle mani degli oppositori del Tnp e dei fautori di un armamento nucleare autonomo, i quali, in vari altri paesi, possono ora far credere che l'Italia, sotto banco, si prepari a far la bomba).

Nel dibattito suscitato dagli interventi di Gaja e di Albonetti (fra i quali bisogna comunque distinguere, per la notevole differenza nel tono e nella sostanza), si è inserita una presa di posizione dei fisici italiani, che già nel passato avevano fatto sentire la loro opinione sul Tnp e sui rischi della proliferazione. Tale intervento si è manifestato nella forma di una lettera aperta al ministro degli esteri (scritta prima che fosse noto l'articolo di Albonetti, ma resa pubblica proprio mentre era viva la

polemica suscitata da tale articolo).

Nella lettera i fisici sottolineano l'importanza del Trattato di non proliferazione e della sua ratifica da parte dell'Italia:

« La speranza che il processo di distensione continui, e riesca a porre sotto controllo, ad arrestare, ed infine ad invertire la corsa agli armamenti nucleari, è quasi universalmente condivisa. Particolarmente desiderabile sarebbe un accordo estendente la proibizione delle esplosioni nucleari sperimentali anche a quelle sotterranee (Comprehensive Test Ban); nonché limitazioni allo sviluppo numerico e qualitativo dei vettori nucleari strategici, più efficaci di quelle concordate nel maggio del 1972, quale primo passo verso un programma di graduale riduzione. Nel frattempo, è essenziale frenare ogni tendenza alla proliferazione delle armi nucleari, che rappresenta evidentemente un pericolo immenso per l'intera comunità internazionale.

Merito del Tnp è aver stabilito un sistema di riferimento internazionale, nel cui ambito la rinuncia all'arma nucleare assume veste formale, ed è controllabile. Ciò costituisce indubbiamente un potente disincentivo alla proliferazione delle armi nucleari. (...)

Il ritardo nella piena adesione dell'Italia al Tnp impedisce inoltre l'accessione degli altri quattro paesi del gruppo Euratom, a meno che non venga rotta l'intesa di depositare simultaneamente gli strumenti di ratifica; né sarebbe comunque possibile per gli altri paesi procedere, prima che l'Italia abbia ratificato almeno l'accordo Aiea-Euratom; è anzi assai dubbio che una accessione non simultanea al Trattato dei cinque paesi sia compatibile con la lettera dell'accordo Aiea-Euratom. Se si tiene conto dell'importanza, da noi già sottolineata, che la conclusione del Tnp ha avuto per il processo di distensione, e del ruolo chiave che gioca in tale contesto l'adesione della Repubblica federale tedesca, si deve riconoscere la grave responsabilità che l'Italia viene assumendo con una politica dilatoria, che rischia di bloccare la piena accessione al Tnp della Germania (e forse anche del Giappone, che attende per ratificare di vedere come si comportano i paesi dell'Europa occidentale) ».

La presa di posizione dei fisici è inoltre molto significativa, perché chiarisce alcune questioni squisitamente tecniche (come quella delle « esplosioni nucleari pacifiche »), e rappresenta quindi un documento il cui valore va oltre la circostanza in cui è stato stilato.

In conclusione, che cosa può e deve fare l'Italia?

Riducendo il problema all'essenziale, la scelta sembra davvero obbligata. Se è vero, come crediamo sia vero, che in Italia i fautori della bomba sono solo una trascurabile frangia, non resta chiaramente che adoperarsi perché nessun altro paese imbocchi la via della opzione nucleare. Ciò significa impegnarsi in una decisa azione antiproliferatoria; nell'immediato futuro, tale azione si concreta nel provvedere al più presto alla ratifica del Tnp, e nell'elaborare una seria e meditata piattaforma per la partecipazione alla Conferenza di rassegna, che si aprirà a Ginevra il 5 maggio prossimo.

Mentre scriviamo (febbraio 1975), la posizione ufficiale del gover-

no è dichiaratamente favorevole alla ratifica del Tnp, che certamente verrà appoggiata in parlamento da un ampio arco di forze politiche (la firma del Tnp, nel gennaio 1969, fu approvata in parlamento da tutti i gruppi politici, con la sola astensione dei liberali, e l'isolata opposizione della estrema destra neofascista). Noi naturalmente speriamo che, nel momento in cui questo libro raggiungerà il pubblico, la ratifica sia già avvenuta.

L'Italia e la Conferenza di rassegna del Trattato di non proliferazione

Prevista dall'articolo VIII/3, la Conferenza di rassegna del Tnp si aprirà il 5 maggio a Ginevra. (Sebbene nella letteratura italiana si usi generalmente la dizione « Conferenza di revisione » per assonanza con l'inglese « Review Conference », noi preferiamo usare il piú appropriato e corretto nome di « Conferenza di rassegna », che è senza dubbio piú aderente a quanto previsto dall'articolo VIII/3 del Tnp). L'Italia parteciperà a tale conferenza: a pieno titolo, se avrà ratificato il Tnp in tempo; in posizione subalterna, se la tattica dilatoria dell'alta burocrazia della Farnesina, unita alla ben nota lentezza del meccanismo costituzionale italiano, avrà impedito il tempestivo perfezionamento della ratifica parlamentare. È dunque importante accennare a quali saranno i principali argomenti sul tappeto, e indicare quale potrebbe essere un ragionevole atteggiamento per l'Italia.

Le principali questioni che verranno presumibilmente discusse sono quattro: le garanzie di sicurezza; le « salvaguardie » relative alla possibile diversione di materiali fissili da scopi industriali a fini bellici; le cosiddette « esplosioni nucleari a scopi pacifici »; la connessione con la « proliferazione verticale » (articolo VI del Tnp).

Quanto alle garanzie di sicurezza, è questo un problema importante per i paesi del Medio Oriente o per altri stati come ad esempio l'India e il Pakistan (cfr. il capitolo 1 di questo libro); non tanto per l'Italia, per la cui sicurezza ha scarso peso ogni garanzia che possa essere fornita nel quadro del Tnp, essendo ben piú rilevanti gli sviluppi della distensione in Europa e nel Mediterraneo. È tuttavia importante che l'Italia abbia una sua posizione su questo argomento e che sia aperta ad una valutazione senza pregiudizi delle varie proposte ed alternative.

Di notevole interesse appare il quadro delle possibili garanzie quale è stato formulato dai partecipanti a quella « Preview Conference » sul Tnp che è stata organizzata nel settembre 1974 a Divonne dal Carnegie Endowment for International Peace e dalla Arms Control Association:

« Una delle principali preoccupazioni degli stati militarmente non nu-

cleari nel negoziato sul Tnp era in che misura gli impegni previsti dal Tnp avrebbero indebolito la loro sicurezza, lasciandoli esposti ad un'aggressione nucleare. La reazione delle potenze nucleari a questo problema fu la risoluzione tripartita sulle garanzie di sicurezza, adottata dal Consiglio di sicurezza dell'Onu il 19 giugno 1968. Già in quel momento tale iniziativa era assai meno di quanto molti paesi militarmente non nucleari ritenessero necessario. Inoltre, nel momento presente, si ritiene generalmente che tale risoluzione abbia perso ogni valore pratico. Gli eventi internazionali intercorsi da allora ad oggi hanno infatti talmente indebolito l'efficacia di tale risoluzione da averle fatto perdere ogni valore pratico. È essenziale che si studino altre forme di garanzia di sicurezza, o misure che possano in modo più adeguato alleviare i reali timori dei paesi militarmente non nucleari aderenti al Tnp; e occorre prendere in considerazione i problemi di taluni paesi che non hanno ancora aderito al Tnp. Due soluzioni possibili che sono state spesso discusse nel negoziato internazionale meritano seria attenzione.

Una possibilità implicherebbe un formale impegno da parte delle potenze nucleari a non impiegare mai per prime armi nucleari contro uno stato militarmente non nucleare aderente al Tnp, salvo il caso in cui tale stato fosse impegnato in un attacco armato di concerto con una potenza militarmente nucleare. Un siffatto impegno di "non uso" da parte delle potenze nucleari soddisferebbe le specifiche richieste di varie potenze non militarmente nucleari tuttora non aderenti al Tnp. Inoltre, dal punto di vista delle potenze nucleari, rappresenterebbe una semplice estensione geografica dell'impegno già preso col Trattato di Tlatelolco (il Trattato per la proibizione delle armi nucleari nell'America latina). Un precedente può infatti essere reperito nel Protocollo II di tale Trattato, nel quale quattro delle potenze nucleari si impegnano a rispettare la zona denuclearizzata stabilita nell'America latina, e a non usare, o minacciare di usare, armi nucleari contro gli stati che fanno parte di tale zona.

La formulazione qui suggerita per l'impegno, lo renderebbe automaticamente nullo nel caso di un conflitto intrapreso da uno stato militarmente non nucleare legato da una formale alleanza ad una potenza nucleare, se anche tale potenza intraprendesse delle operazioni militari. D'altra parte proteggerebbe i paesi non militarmente nucleari aderenti al Tnp dalla minaccia di un ricatto nucleare. Tutta una serie di altri accordi di "non uso" è stata presa in considerazione; essi vanno da un impegno senza restrizioni ad uno che non si applica affatto agli alleati di una potenza nucleare.

Le proposte sono state discusse nel contesto di impegni concordati di "non uso" rispetto a stati aderenti al Tnp, in quanto questo è l'argomento che si sta considerando. Ciò non esclude il negoziato in altra sede di un tipo concordato di impegno di applicazione più generale.

Un'altra procedura per alleviare i problemi di sicurezza che si potrebbero presentare a stati militarmente non nucleari al momento di rinunciare formalmente all'opzione nucleare è di natura geografica: si tratta cioè dell'idea delle zone denuclearizzate. L'esperienza del negoziato della zona denuclearizzata latino-americana (Trattato di Tlatelolco) ha mostrato che le proposte di denuclearizzazione in varie parti del mondo hanno il vantaggio di trattare separatamente i problemi politici, strategici e tecnici peculiari di ciascuna regione. E soprattutto, tali zone possono offrire un miglioramento della sicurezza in quanto sono negoziate direttamente dagli stati in questione.

Garanzie reciproche della rinuncia ad armi nucleari in un'area geografica, corredate da soddisfacenti procedure di verifica, possono creare maggior sicu-

rezza che gli impegni presi dai soli stati nucleari. Proposte per zone denuclearizzate nel Medio Oriente e nell'Asia meridionale sono state fatte di recente. Anche gli stati africani potrebbero voler dar corso ad un analogo progetto. Vi sono state proposte per zone denuclearizzate in Europa. Le grandi potenze dovrebbero rispettare queste zone se esse vengono concordate fra i paesi interessati ».

Quanto alle « salvaguardie », si è già visto che questo problema è stato in larga misura superato. Man mano che l'industria nucleare prende piede, la necessità di un qualche tipo di controllo sui materiali fissili viene riconosciuta da tutti, e la possibilità di collaborazione in questo settore con l'Aiea (che ha una larga esperienza in questo campo) presenta degli indubbi vantaggi anche a prescindere dal Tnp. Sono però aperti un certo numero di problemi tecnici — che verranno certamente sollevati in sede di Conferenza di rassegna — nei quali l'Italia ha interesse, nella sua duplice veste di paese importatore di tecnologie e materiali nucleari, e di esportatore potenziale od attuale (è questo il caso per alcune tecnologie accessorie, ad esempio nel campo edile). I due più importanti problemi riguardano la estensione delle salvaguardie, e la questione della protezione effettiva dei materiali fissili.

Anche a questo proposito è interessante riportare alcune delle osservazioni originate nella « conferenza di prerassegna » di Divonne:

« I paesi non militarmente nucleari aderenti al Tnp hanno accettato le "salvaguardie" su *tutti* i materiali fissili in *tutte* le loro attività nucleari a scopi pacifici, laddove tali materiali vengono venduti da alcuni stati aderenti al Tnp ad altri stati non aderenti sotto salvaguardie che si applicano *solo* al particolare materiale che viene trasferito.

Vi è stata discussione se questo comportamento costituisca una violazione dell'articolo III del Tnp. Su questo punto sono state espresse opinioni in un senso e nell'altro; ma comunque, indipendentemente da quale opinione sia corretta, questo comportamento mal si concilia con gli scopi del Tnp. In effetti esso disincentiva gli stati dall'aderire al Tnp. Tende inoltre a minare l'efficacia dell'intero sistema delle salvaguardie, che funziona più efficientemente quando si applica a tutte le installazioni nucleari di uno stato.

Su tale questione sono state formulate varie opinioni. Alcuni hanno sostenuto che i paesi aderenti al Tnp dovrebbero fornire materiali nucleari solo a paesi a loro volta aderenti, e che una politica dovrebbe essere concordata fra tutti i paesi fornitori per impedire il cattivo uso dei materiali forniti.

È stato anche suggerito che ogni scambio di materiali e di tecnologie nucleari, tra stati aderenti e non aderenti al Tnp, dovrebbe essere proibito. Questo dovrebbe spingere potenziali fornitori di materiali e tecnologie nucleari ad aderire al Tnp.

Un altro punto di vista suggeriva che, per eliminare la presente discriminazione fra paesi militarmente nucleari e non nucleari che hanno aderito al Tnp, tutti i paesi importatori di impianti nucleari dovrebbero accettare le stesse "salvaguardie", siano essi militarmente nucleari o no.

Un altro suggerimento era il seguente: per eliminare ostacoli alla formazione e all'azione di società multinazionali agenti nel settore nucleare e

per facilitare l'estensione delle salvaguardie Aiea alla maggior parte possibile dell'industria nucleare mondiale, ogni collaborazione ed assistenza nel settore nucleare dovrebbe essere fornita solo se i relativi materiali ed impianti (nonché tutti i materiali prodotti) fossero assoggettati alle salvaguardie Aiea » (...).

« È chiaro che le salvaguardie, siano esse applicate agli specifici fini del Tnp, o alle più ampie questioni associate all'era dell'energia nucleare, sono destinate a diventare un elemento corrente di ogni attività nucleare.

Il problema della sottrazione di materiali fissili da parte di terroristi, organizzazioni criminali o altri gruppi non statali, dovrebbe ricevere la più pronta attenzione. Poiché non vi è dubbio che in certe circostanze la possibilità di siffatte azioni sussiste, sono evidenti i rischi per la emergente industria nucleare e per la sicurezza internazionale. Le salvaguardie previste dal Tnp, che hanno per scopo di rivelare l'eventuale storno di materiali fissili da parte governativa, non prevedono misure contro il furto o il sabotaggio da parte di gruppi privati o di singoli, e pertanto debbono essere sviluppati sistemi adeguati per affrontare questi problemi. Indipendentemente dal loro atteggiamento rispetto al Tnp, tutti i governi hanno qui un interesse comune, che potrebbe logicamente estrinsecarsi nell'ambito Aiea. Infatti, sebbene l'Aiea non possa essa stessa esercitare poteri di vigilanza effettiva, perché non dispone di poteri di intervento esecutivo, può però, nel nuovo spirito di cooperazione esistente fra sistemi di salvaguardia nazionali e internazionali, formulare delle norme per la sicurezza effettiva dei materiali fissili, che debbono essere messe in atto dai singoli stati perché siano considerati adempienti. Lo stesso tipo di protezione dovrebbe applicarsi agli incidenti nell'industria e alle norme di sicurezza per trattare materiali altamente tossici ».

Senza entrare a questo punto in una analisi tecnica dettagliata di questi problemi, ci limiteremo ad auspicare che, nella linea di suggerimenti emersi a Divonne e qui riportati, l'Italia appoggi una estensione del campo di applicazione delle salvaguardie e si adoperi per sottolineare l'enorme importanza che riveste per l'intera comunità internazionale una appropriata, responsabile e tempestiva reazione ai rischi, di tipo terroristico e criminale, associati alla disponibilità di materiali fissili (specialmente plutonio; cfr. l'appendice 1). Su ambedue questi temi, e specialmente sul primo, sarà molto importante ogni tentativo di accordo che possa o coinvolgere, o condizionare, anche paesi che non hanno ancora aderito al Tnp, come la Francia (che ha del resto dichiarato unilateralmente l'intenzione di agire come se avesse aderito). A questo proposito è interessante, e meritevole di attenzione, l'atteggiamento molto più possibilista rispetto al Tnp manifestato dalla nuova presidenza giscardiana, che potrebbe perfino preludere ad un'adesione. Una politica, ed una prassi, della applicazione delle salvaguardie, che apparisse chiaramente diretta a favorire gli aderenti al Tnp, sia come fornitori che come importatori di tecnologia e impianti nucleari, spingerebbe ulteriormente la Francia in tale direzione.

È inoltre auspicabile che l'Italia cessi dal difendere l'assurda norma, secondo cui le salvaguardie su materiali ed impianti nucleari, an-

che nei paesi aderenti al Tnp, si applicano solo nell'ambito degli « usi pacifici » dell'energia nucleare. È infatti giusto che i paesi militarmente non nucleari aderenti al Tnp non rinuncino ad eventuali impieghi della energia nucleare nell'ambito militare (naturalmente a condizione che non si tratti di applicazioni aventi a che fare con esplosioni nucleari); tipico esempio di tali impieghi è la propulsione navale, che può evidentemente applicarsi a navi per usi civili, ma anche a navi militari. Ma la pretesa che i materiali e gli impianti destinati a questi usi sfuggano alle salvaguardie previste del Tnp crea ovviamente una così facile scappatoia per un eventuale programma nucleare clandestino, da indebolire l'intera struttura del Tnp. Inoltre ogni sistema di salvaguardia (e in particolare i sistemi Aiea ed Euratom) funziona molto meglio, per ovvie ragioni, se copre *tutte* le attività ed i materiali di un paese.

La posizione italiana era giustificata dall'esistenza di un progetto italiano di realizzazione di una nave a propulsione nucleare battente bandiera militare, progetto ora caduto, e dall'esistenza in Italia di un laboratorio militare che si occupa delle « applicazioni militari dell'energia nucleare », il Camen (cfr. il capitolo 3); nonché dalla segretezza che tradizionalmente copre in Italia tutto il settore militare. Non ci si voleva cioè mettere in conflitto con la tradizionale posizione dei militari, allergici ad ogni indiscreto sguardo che violi il segreto militare. E così, per evitare possibili « fastidi » di politica interna, si è presa una posizione di politica internazionale palesemente poco sostenibile sul piano logico ed evidentemente tale da indebolire il Tnp. Si tocca di nuovo con mano, a questo proposito, quale sia la priorità assegnata, nel gestire la politica estera italiana, all'obiettivo di evitare la proliferazione nucleare. Salvo poi a sentire le lamentele, se altri paesi dovessero profittare della breccia aperta nel Tnp, che l'Italia ha per prima contribuito ad aprire.

Ora che il piano di costruire in Italia una nave militare a propulsione nucleare è caduto, dovrebbe essere più facile per l'Italia rettificare la propria posizione, appoggiando una modifica nella lettera (o meglio nella interpretazione) del Tnp, nel senso di una estensione delle salvaguardie Aiea a tutte le attività nucleari (e non solo a quelle « pacifiche »).

Resta ancora, in Italia, il Camen; ma per l'appunto la presenza di tale ente, rafforza la necessità di una modifica dell'interpretazione del Tnp nel senso proposto. In tal modo verrebbero fugati quei sospetti di altri paesi sul reale comportamento italiano, che in parte potrebbero essere alimentati anche da quelle incaute prese di posizione di cui si è detto sopra. Oltre a fugare ogni sospetto che potesse nascere o essere alimentato in altri paesi, l'applicazione delle salvaguardie Aiea al Camen tranquillizzerebbe anche molti italiani, e li indurrebbe a guardare con minor sospetto a un ente troppo segreto, nel quale probabilmente si svolgono ricerche di indubbia utilità (specialmente nel settore della radioprotezione).

Un altro tema che verrà certamente agitato in sede di Conferenza di rassegna sarà quello delle « esplosioni nucleari pacifiche ». Su questo punto ci auguriamo che la posizione dell'Italia sia ben chiara, dal momento che l'argomento si presta agli equivoci; ma solo per chi negli equivoci voglia cadere, o restare (cfr. l'appendice di questo libro). In effetti, qualsiasi tentativo di legittimare l'acquisizione della capacità tecnologica di effettuare esplosioni nucleari « a scopo pacifico » non può esser visto che come un sistema per consentire, anzi per stimolare, la proliferazione delle armi nucleari. Ed anche una forte insistenza sulle potenze nucleari, affinché procedano oltre nella direzione prevista dall'art. V del Tnp, appare per il momento prematura, dal momento che gli eventuali o potenziali benefici (« potential benefits ») di tale tecnologia sono ancora tutti da dimostrare.

A questo proposito un minimo di attenzione dovrebbe essere dato al dibattito che si svolge all'interno dei sistemi decisionali delle maggiori potenze nucleari (specialmente negli Stati Uniti, più trasparenti all'osservazione dell'Urss); si riconoscerebbe allora quali siano gli interessi, e i gruppi di pressione, che si agitano a favore delle « esplosioni nucleari pacifiche »; e quanto sia invece largo ed autorevole il punto di vista di coloro che ne sottolineano la tuttora indimostrata utilità economica, e l'evidente incompatibilità con una politica di controllo degli armamenti nucleari.

Per quel che riguarda l'Italia, essa (a meno che non voglia nascondere altri inconfessabili scopi), per evidenti ragioni geografiche, non ha alcuna prevedibile necessità in questo campo; non si vede dunque perché dovrebbe farsi parte diligente nell'agitare un problema, dal quale nulla ha da guadagnare, e molto da perdere (se è vero che la non proliferazione, e il controllo degli armamenti nucleari, ci stanno a cuore). Ed anche in questo senso è unanime e chiaro il parere dei fisici italiani, come risulta dalla recente presa di posizione, riportata nell'appendice 1 di questo libro.

Naturalmente la questione delle esplosioni nucleari pacifiche non potrà essere ignorata del tutto, dopo la rumorosa iniziativa indiana del 18 maggio 1974. Ma è bene che sia reso per quanto è possibile esplicito il carattere pretestuoso della giustificazione « pacifica » dell'esperimento indiano; e nello stesso tempo che in nessun modo si riconosca alcun particolare diritto o « status » all'India, per il fatto di aver compiuto un inutile esperimento (che molti altri avrebbero avuto, e avrebbero, la possibilità di fare, se solo avessero avuto, o avessero, meno senso di responsabilità). In tal modo la inutilità, anche sul piano del « prestigio », dell'*exploit* indiano verrà resa ancor più evidente, con una positiva influenza sulla politica antiproliferatoria. Quale altro paese vorrà imbarcarsi in tali programmi, se l'esempio indiano fornirà una

evidente dimostrazione d'inutilità, oltre che sul piano pratico, anche dal piú elusivo punto di vista del prestigio?

Per quel che attiene infine all'articolo VI del Tnp, sembra giusto che venga data una valutazione realistica degli accordi Salt tra Usa e Urss per la limitazione delle loro armi strategiche. Il bilancio non può essere considerato del tutto negativo: i Salt non sono stati certo solo un esercizio di relazioni pubbliche. Quel che si è realizzato finora è però troppo poco; e specialmente appare sbagliata l'eccessiva preoccupazione di ciascuna delle due superpotenze per marginali vantaggi nel confronto strategico, che sono evidentemente privi di qualunque reale rilievo pratico; preoccupazione che finisce per essere invece prioritaria rispetto ad altri obiettivi, quali quello di evitare la proliferazione, che dovrebbero venire riconosciuti come assai piú vitali per la sicurezza del mondo intero. Ma questi atteggiamenti discendono, molto piú che da decisioni razionali, dai dissidi fra i « falchi » e le « colombe » all'interno dei sistemi decisionali di ciascuna delle due superpotenze. Comprendere questo, e concluderne che occorre una sistematica azione di collegamento, e di obiettivo appoggio, alle « colombe », è il compito principale che hanno paesi quali l'Italia. Questa azione dovrebbe svolgersi tanto in sede di Conferenza di rassegna del Tnp, quanto al di fuori (per esempio, in sede Nato).

In effetti è su questo terreno che alla fine si gioca lo stesso destino dell'umanità, nel futuro a lungo e medio termine. Perché, se il Tnp può contribuire ad evitare la proliferazione nel breve periodo, è solo la creazione di un assetto internazionale, in cui l'importanza delle armi nucleari come strumento di politica risulti sempre piú chiaramente insussistente, che può impedire permanentemente la proliferazione. E questo non è certo possibile se le potenze nucleari, ed in primissimo luogo le due superpotenze, continuano ad essere protagoniste di una corsa verticale agli armamenti nucleari, sia in senso quantitativo che qualitativo.

Un assetto internazionale stabile non può essere fondato su una spartizione del mondo in zone di influenza; non certo questo si può avere in mente quando si auspicano accordi fra sovietici ed americani. Può invece essere fondato sul riconoscimento della necessità di una collaborazione globale per affrontare quei problemi del futuro — del prossimo futuro — che, non risolti, promettono, letteralmente, morte e distruzione per tutti.

La necessità di collaborazione discende dall'esame del mondo che ci circonda; un ruolo dominante, e sconvolgente, è giocato dalle nuove possibilità, sia in campo bellico che in ogni altro settore, aperte dallo straordinario e tumultuoso sviluppo scientifico e tecnologico degli ultimi decenni; e fra queste possibilità deve esser compresa la disponibilità

di strumenti di enorme potenzialità distruttiva, fra i quali, in primo luogo, le armi nucleari.

La distensione è il presupposto fondamentale perché questi sviluppi non si ritorcano contro l'umanità intera. Ma la distensione è un processo lento; il controllo degli armamenti deve invece affrontare ogni anno una situazione con elementi nuovi, costituiti dalle nuove potenzialità e possibilità tecnologiche. Eppure lo stesso processo di distensione rischia di entrare in crisi, se non si riesce a mettere sotto controllo la divergenza quantitativa e qualitativa della corsa agli armamenti, e se non si riesce ad evitare uno sviluppo così dirompente per l'intero sistema internazionale, quale sarebbe la proliferazione delle armi nucleari; un processo che è stato finora bloccato, ma che, una volta messo in moto, acquisirebbe una sua intrinseca dinamica, con una serie di azioni e reazioni, risultanti in un effetto di valanga. Fra l'altro — come l'esempio inglese bene dimostra — nulla è più difficile che il tornare indietro, una volta presa la fatale decisione di acquisire in proprio armi nucleari.

La creazione di un qualche schema di ordine globale, fondato sul comune riconoscimento della sua necessità (e di cui il Tnp potrebbe rappresentare un primo elemento), è necessaria per tentare di sciogliere tutta una serie di nodi e mantenere sotto controllo tutta una serie di potenzialità; basti pensare ai problemi delle risorse (compresi quelli posti dalla possibilità di sfruttamento di nuovi ambienti, come il fondo marino), dell'alimentazione, della sovrappopolazione, dell'ecologia in senso generale; si pensi anche ad alcune possibilità tecnologiche che si renderanno disponibili entro qualche decennio, come il controllo, o perlomeno la modificazione, di alcuni elementi del clima, su grande scala geografica. Fra tutti questi problemi, quello delle armi nucleari è forse il più imminente, il più drammatico.

Tale problema ha due componenti: il rischio della proliferazione di armi nucleari da parte di stati; il rischio della disponibilità di armi nucleari a privati (terroristi, criminali, ricattatori, pazzi), rischio implicito nel prossimo prevedibile sviluppo delle applicazioni pacifiche dell'energia nucleare. In questo libro si è prevalentemente parlato del primo aspetto del problema; al secondo è stato dedicato molto meno spazio. Anche se non è questa la sede per approfondire tale questione, vorremmo concludere raccomandandolo all'attenzione di tutti.

Se si considera che uno sviluppo assai consistente della produzione di energia elettrica per via nucleare è prevedibile per i prossimi decenni; che tale sviluppo renderà il problema qui considerato serissimo (e di ciò solo ora comincia a diffondersi la coscienza); che non esistono soluzioni su scala nazionale (materiali fissili trafugati in un paese potrebbero essere usati in ogni altro paese); appare chiaro che anche per af-

frontare la questione del *terrorismo nucleare* sono indispensabili forme di cooperazione internazionale assai spinte, possibili solo nell'ambito di un quadro generale di cui la distensione, il Tnp, il controllo degli armamenti nucleari, sono tutti elementi congruenti.

Appendici

I. I dati tecnici

di Francesco Calogero

In questa appendice si riportano, in un linguaggio accessibile a tutti, le principali informazioni di carattere scientifico e tecnologico relative alle armi nucleari. Nella prima sezione si accenna ai principi fisici che stanno alla base sia delle armi nucleari che della produzione di energia elettrica di origine nucleare; la comprensione dei dati forniti in questa sezione è utile ma non indispensabile per acquisire le ulteriori informazioni fornite nelle sezioni seguenti. Nella seconda sezione si trattano gli aspetti tecnologici della produzione di energia elettrica di origine nucleare, e della costruzione di armi nucleari. Nella terza sezione si illustrano gli effetti di un eventuale impiego bellico di armi nucleari. Nella quarta sezione si discutono le cosiddette « esplosioni nucleari a scopo pacifico ». Infine, nella quinta sezione, si riporta una succinta bibliografia ragionata sugli argomenti trattati in questa appendice.

I principi fisici

MATERIA ED ENERGIA.

La materia che ci circonda è costituita da atomi le cui « dimensioni » sono di qualche ångstrom ($1 \text{ ångstrom} = 10^{-8} \text{ cm}$). Ciascun atomo è costituito da un nucleo, carico positivamente e circondato da una nube di elettroni, la cui carica elettrica negativa bilancia esattamente quella del nucleo. Le « dimensioni » dell'atomo sono appunto le dimensioni di tale nube elettronica. Le forze che si esercitano tra atomi e che li legano in molecole o cristalli, hanno la loro origine nelle interazioni elettrostatiche che si esercitano tra elettroni ed elettroni, tra elettroni e nuclei e fra nuclei e nuclei. Queste forze elettrostatiche sono quindi, in ultima analisi, all'origine delle proprietà della materia ordinaria, quali il colore, lo stato (solido, liquido o gassoso, alle diverse temperature e pressioni) e la capacità di assorbire o liberare energia, generalmente sotto forma di calore, nelle reazioni chimiche e nei cambiamenti di stato.

I nuclei atomici sono costituiti da neutroni (particelle neutre) e protoni (particelle cariche positivamente), tenuti insieme dalle forze nucleari, che

sono molto piú intense delle forze elettrostatiche, ma agiscono solo a piccolissime distanze (le forze elettrostatiche diminuiscono all'aumentare della distanza, in modo inversamente proporzionale al suo quadrato; le forze nucleari diminuiscono invece molto piú rapidamente, con andamento esponenziale). Da queste caratteristiche delle forze nucleari consegue che i nuclei atomici hanno « dimensioni » assai piccole, cioè di qualche fermi (1 fermi = 10^{-13} cm = 10^{-5} ångstrom) e che le « energie di legame » sono di molti ordini di grandezza (un milione di volte e anche piú) maggiori delle « energie di legame » degli atomi, delle molecole e dei cristalli. Ricordiamo che « l'energia di legame » di un sistema composto è l'energia necessaria per separare completamente i componenti.

Per questa ragione la quantità di energia « nucleare » *contenuta* entro un certo ammontare di materia — per esempio, un chilogrammo di carbone o di uranio — è di gran lunga maggiore della quantità di energia « atomica » o « molecolare », cioè di quella caratteristica delle reazioni chimiche:

Liberazione di energia	chimica	nucleare	
		fissione	fusione
in maniera esplosiva	esplosivi ordinari	bombe « atomiche »	bombe H (termonucleari)
in maniera controllata	combustione, reazioni chimiche	reattori nucleari	reattori termonucleari (non ancora realizzati)
Quantità di energia liberata per grammo	$4 \cdot 10^3$ joule/g (esplosione di tritolo)	10^{11} joule/g	$\sim 3 \cdot 10^{11}$ joule/g

Come è riassunto nella tabella ambedue queste forme di energia possono essere liberate artificialmente, sia in forma improvvisa che sotto controllo; l'energia che si può ottenere in questa maniera per ogni grammo di combustibile è enormemente maggiore nel caso delle reazioni nucleari.

Nelle pagine seguenti si descriveranno, in maniera molto schematica e forzatamente approssimata, ma speriamo sufficiente per una comprensione anche (parzialmente) quantitativa, i modi come l'energia nucleare può venire liberata e i problemi collaterali associati a tale fenomeno. A questo proposito è importante tener presente che le proprietà chimiche e fisiche dei materiali (elementi chimici o loro composti) dipendono dalle strutture degli atomi e delle molecole (aggregati di piú atomi) che ne sono i costituenti, e piú precisamente dalla configurazione delle nuvole elettroniche disposte, negli atomi o molecole, intorno ai nuclei (i quali, come abbiamo visto hanno dimensioni piccolissime rispetto a quelle degli atomi o molecole, ma in cui è invece concentrata praticamente tutta la massa; vedi sotto). Tale struttura è influenzata solo dalla carica elettrica dei nuclei (cioè dal numero di protoni contenuti nel nucleo; non, invece, dal numero di neutroni). Atomi i cui nuclei hanno lo stesso numero di protoni ma diverso numero di neutroni (cioè, stessa carica elettrica ma diversa massa) sono detti *isotopi* (perché occupano lo stesso posto nella tabella degli elementi di Men-

deleiev); i materiali costituiti da tali atomi hanno proprietà chimiche e fisiche praticamente identiche, sicché la separazione di diverse specie isotopiche è molto difficile (vedi sotto). Viceversa gli atomi di diversi isotopi dello stesso elemento hanno proprietà assai diverse dal punto di vista della fisica nucleare, in quanto i loro nuclei sono diversi. La maggior parte degli elementi chimici esistenti in natura è costituita da una miscela di diversi isotopi, in proporzioni fisse (che dipendono da una serie di cause; in ultima analisi, dalla storia dell'universo e del pianeta Terra). Per esempio, l'uranio esistente in natura è costituito essenzialmente da due isotopi; su ogni mille atomi di uranio naturale, 993 sono di un tipo e 7 dell'altro; le proprietà dei nuclei delle due diverse specie sono molto diverse, come vedremo, mentre sono quasi del tutto indipendenti dalla composizione isotopica le proprietà fisiche e chimiche di un campione di uranio (per esempio, la temperatura a cui avvengono i cambiamenti di stato, quali l'ebollizione o la liquefazione; l'affinità con altre sostanze, per formare composti mediante reazioni chimiche; ecc.).

REAZIONI NUCLEARI.

Tutti i nuclei sono composti da Z protoni e N neutroni; il *numero di massa* è dato da $A=Z+N$. Un nucleone ha la massa $m=1,7 \cdot 10^{-24}$ g (per semplicità si trascura qui la differenza di massa tra protone e neutrone, che peraltro, pur essendo piccola ($\sim 2\%$), ha grande importanza). Secondo il principio di equivalenza tra massa ed energia, ad essa corrisponde un'energia

$$E=m \cdot c^2=1,5 \cdot 10^{-3} \text{ erg} =9,4 \cdot 10^8 \text{ eV}=940 \text{ MeV}, \quad (1)$$

ove c è la velocità della luce nel vuoto. In fisica nucleare l'energia si misura spesso in elettron volt (eV), che rappresenta l'energia acquisita da un elettrone per effetto della differenza di potenziale di un volt. 10^6 eV sono un MeV. È utile tener presente che, secondo la formula di equivalenza tra massa ed energia, ad un grammo di materia corrispondono $9 \cdot 10^{20}$ erg, pari a $9 \cdot 10^{13}$ joule o a venticinque milioni di kilowattora. Questa energia è sufficiente ad innalzare di oltre 20°C la temperatura di un milione di tonnellate di acqua. L'energia equivalente alla massa può però venir totalmente liberata solo se la massa viene annichilita; ciò avviene in certe reazioni tra particelle elementari, ma non può avvenire nelle reazioni nucleari, perché il numero totale di nucleoni si conserva (non può, cioè, cambiare; è questa la principale ragione della stabilità dell'universo che ci circonda).

La massa $M(A)$ di un nucleo costituito da A nucleoni è *più piccola* di $A \cdot m$; la differenza

$$E_L=[A \cdot m-M(A)] \cdot c^2 \quad (2)$$

si dice *energia di legame* del nucleo e rappresenta l'energia che occorre spendere per scinderlo in tutti i suoi A nucleoni componenti. Vi è da attendersi che E_L sia, grosso modo, proporzionale ad A ed è quindi utile considerare l'*energia di legame per nucleone*:

$$\varepsilon=E_L/A=[m-M(A)/A] \cdot c^2. \quad (3)$$

ε dipende dalle forze nucleari (e, in minor misura, dalla repulsione elettrostatica tra i protoni); è all'incirca eguale a 8 MeV, salvo che per i nuclei più leggeri, e presenta un massimo molto piatto attorno ad $A=120$ (vedi figura).

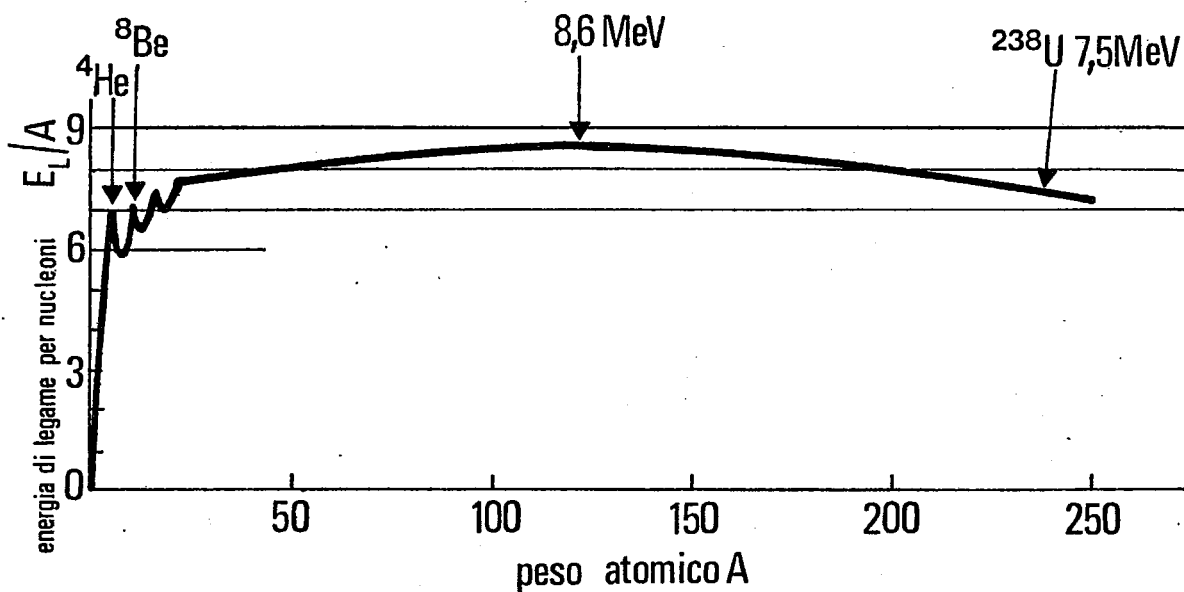


FIG 1.

La conoscenza di ε ci permette di valutare l'energia liberata in trasmutazioni nucleari. Supponiamo per esempio che il nucleo (M, A) di massa M e numero di massa A , si scinda in due nuclei (M_1, A_1) e (M_2, A_2) ; dalla (3) si trova per l'energia liberata l'espressione (si noti che, ovviamente, $A=A_1+A_2$)

$$c^2 \cdot (M - M_1 - M_2) = (\varepsilon_1 - \varepsilon) \cdot A_1 + (\varepsilon_2 - \varepsilon) \cdot A_2, \quad (4)$$

dove abbiamo indicato con ε , ε_1 ed ε_2 , rispettivamente le energie di legame per nucleone dei nuclei (M, A) , (M_1, A_1) e (M_2, A_2) . In questa formula la differenza $\varepsilon_1 - \varepsilon$ rappresenta chiaramente il guadagno energetico associato al passaggio di un nucleone dal nucleo (M, A) al nucleo (M_1, A_1) , e analogamente per $\varepsilon_2 - \varepsilon$; la quantità a secondo membro della (4) rappresenta dunque il guadagno complessivo di energia nella reazione di scissione, o *fissione*, del nucleo. Tale guadagno è positivo (il processo di fissione è, cioè, energeticamente vantaggioso), se l'energia di legame per nucleone ε nel nucleo iniziale è minore delle energie di legame per nucleone ε_1 ed ε_2 nei nuclei finali; se cioè il nucleo iniziale è meno legato di ciascuno dei nuclei finali. Ciò accade se il numero di massa A del nucleo iniziale si trova alla destra del massimo della curva di fig. 1, mentre i numeri di massa dei nuclei finali si trovano proprio nella zona del massimo. In tal caso infatti $\varepsilon < \varepsilon_1$, $\varepsilon < \varepsilon_2$ (e $\varepsilon_1 \approx \varepsilon_2$).

Un'altra classe di processi esotermici (cioè, con liberazione di energia) consiste invece nella combinazione di due nuclei leggeri che si trovano a sinistra del massimo (processo di fusione). I processi di fusione sono alla base delle esplosioni termonucleari (bombe all'idrogeno o bombe H, dal simbolo chimico dell'elemento più leggero, l'idrogeno); processi dello stesso tipo costituiscono inoltre la principale sorgente di energia stellare (anche l'energia emessa dal sole ha questa origine). Il processo di fissione è invece utilizzato nei reattori nucleari e, in forma esplosiva, nella bomba (impropriamente) detta « atomica ».

Le trasmutazioni nucleari possono avvenire *a catena*, quando i prodotti di una reazione ne innescano altre analoghe. In queste condizioni è possibile che il processo continui spontaneamente, sino a consumare tutto il combustibile a disposizione.

FISSIONE.

I nuclei pesanti soggetti a fissione spontanea non possono esistere a lungo, non essendo stabili; vi sono però nuclei che danno luogo a fissione dopo aver assorbito un neutrone. Delle specie nucleari che godono di questa proprietà sono particolarmente importanti l'U-235 e il Pu-239. Il primo è un isotopo dell'uranio. La sigla U-235 indica un nucleo composto da 92 protoni (il numero atomico caratteristico dell'uranio) e 143 neutroni. Quindi per l'U-235 $Z=92$ e $N=143$, con $Z+N=A=235$. Gli atomi di questo elemento sono dunque costituiti da una nuvola di 92 elettroni disposti attorno a un nucleo contenente 92 cariche positive elementari. Questo isotopo è presente nella misura del 7% nell'uranio naturale, che è costituito prevalentemente da U-238 (il quale ha 3 neutroni in più). Il Pu-239 è un isotopo dell'elemento plutonio ed ha pertanto numero atomico $Z=94$; non esiste in natura ma può essere prodotto nei reattori nucleari. Il suo nucleo ha $239-94=145$ neutroni, e 94 protoni.

Quando uno di questi nuclei assorbe un neutrone, subisce una fissione e si spacca in due parti di massa paragonabile. Inoltre poiché il rapporto N/Z è maggiore per i nuclei pesanti (quali sono l'uranio e il plutonio) che per i nuclei degli elementi stabili di massa intermedia (con $A \approx 100-120$), i nuclei risultanti dalla fissione si trovano ad avere, in generale, un eccesso di neutroni rispetto alla configurazione stabile. Ne consegue una liberazione di alcuni neutroni durante il processo stesso di fissione o immediatamente dopo; questi neutroni possono a loro volta venire riassorbiti da altri nuclei di U-235 o Pu-239, provocandone la fissione e dando così origine a un processo a catena che coinvolge molto rapidamente tutto il materiale fissile disponibile. Nel caso di una bomba nucleare i tempi in gioco sono assai piccoli ($\sim 10^{-8}$ secondi), il processo a catena è praticamente istantaneo e si arresta quando il materiale è volatilizzato per la grande quantità di energia liberata.

Anche l'uranio naturale è soggetto a fissione da parte dei neutroni emessi nei processi di fissione (o di fusione; vedi più oltre), ma è meno adatto al sostentamento della reazione a catena.

I nuclei prodotti dalla fissione sono generalmente instabili per il modo brusco e violento con cui sono stati generati, e si assestano in uno stato stabile emettendo un certo numero di particelle: oltre ai neutroni già citati, le cosiddette particelle alfa (nuclei di He-4, costituiti da 2 neutroni e 2 protoni, che formano un complesso particolarmente stabile), beta (elettroni positivi o negativi) e gamma (quanti di radiazione elettromagnetica, analoghi ai fotoni che costituiscono la luce ordinaria, ma di energia molto maggiore). È questa la «radioattività» caratteristica sia delle scorie delle centrali nucleari che dei detriti risultanti dalle esplosioni nucleari (vedi più oltre).

L'energia liberata in una fissione si valuta facilmente notando che l'energia di legame per nucleone è di 7,5 MeV quando $A \approx 240$ (vedi fig. 1). Se supponiamo che i frammenti si trovino vicino al massimo (assai piatto) della curva, cioè $\varepsilon_1 \approx \varepsilon_2 \approx 8,4$ MeV, è chiaro per la (4) che l'energia liberata nella fissione di un nucleo pesante è:

$$(8,4-7,5) \cdot A \approx 200 \text{ MeV.}$$

Poiché l'energia equivalente di un nucleo con numero di massa

$A=240$ (vedi formula (1)), è di $240 \cdot 940 \approx 225.000$ MeV, possiamo concludere che l'energia liberata nella fissione è circa un millesimo dell'energia totale equivalente dei nuclei in questione (piú direttamente ciò risulta dal confronto tra la differenza tra le energie di legame per nucleone $8,4 - 7,5 = 0,9$ MeV e l'energia equivalente di un nucleone, 940 MeV). Poiché la massa, e quindi il peso, della materia, è praticamente tutto dovuto ai nuclei atomici (la massa di un elettrone è meno di un millesimo della massa di un protone), possiamo concludere che l'energia che si può liberare per fissione da una massa M di materiale fissile è con buona approssimazione $10^{-3} \cdot Mc^2 \approx (10^{18} \cdot M)$ erg $= (10^{11} \cdot M)$ joule. In questa formula numerica M è misurato in grammi. Poiché l'energia liberata da un grammo di tritolo (TNT) è $4 \cdot 10^3$ joule, si vede che l'uranio o il plutonio libera nella sua fissione una quantità di energia, oltre venti milioni di volte maggiore della stessa quantità di tritolo. Un chilogrammo di materiale fissile è quindi equivalente ad oltre 20 mila tonnellate di tritolo, il carico di venti lunghi treni merci (50 vagoni da 20 tonnellate ciascuno).

Questo salto di sette ordini di grandezza è conseguenza dell'enorme divario tra le forze nucleari, che si esercitano tra i nucleoni, e le forze elettromagnetiche, che assicurano la stabilità delle molecole.

Si è trovato conveniente misurare la potenza esplosiva di una bomba nucleare con l'equivalente quantità di TNT: si hanno così le unità del kilotone (KT) e del megatone (MT), corrispondenti rispettivamente a mille e a un milione di tonnellate di tritolo (piú precisamente, 1 KT equivale a 10^{12} calorie, cioè l'energia sufficiente a riscaldare di 1°C un miliardo di litri d'acqua). Le due bombe sganciate rispettivamente il 6 ed il 9 agosto 1945 a Hiroshima e Nagasaki erano di circa 15 KT; tale potere esplosivo corrispondeva dunque alla fissione di circa un chilogrammo di uranio o plutonio.

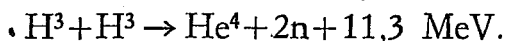
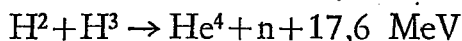
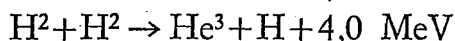
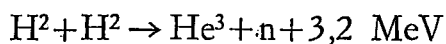
L'innescò della reazione a catena avviene quando il prodotto del numero medio dei neutroni prodotti in una fissione per la probabilità che ciascuno di essi dia origine ad un'altra fissione è maggiore dell'unità; ciò accade quando la massa di uranio presente raggiunge un certo valore critico. Al di sotto di tale « massa critica » troppi neutroni sfuggono dalla superficie perché la reazione si possa sostenere; ovviamente la massa critica dipende anche dalla forma del materiale fissile, dal suo grado di purezza, dalla densità e dalla eventuale presenza di un involucro con funzione di « riflettore » per i neutroni. Per l'U-235 e il Pu-239 puri e non compressi, la massa critica è di qualche chilogrammo, cui corrisponde un volume circa pari a quello di una palla da tennis. Affinché si abbia una esplosione è necessario che questa massa venga messa insieme abbastanza rapidamente ed omogeneamente, in maniera da evitare esplosioni parziali. Il meccanismo di innescò è il principale segreto per la costruzione della bomba; si sa tuttavia che almeno in alcuni tipi, esso si basa sull'esplosione simultanea di un guscio di esplosivo ordinario posto attorno alla massa di materiale fissile. Una bomba atomica deve essere quindi corredata anche da opportuni dispositivi elettronici per l'accensione di tale esplosivo.

Sfruttando il fatto che la massa critica diminuisce fortemente all'aumentare della densità è possibile costruire bombe a fissione usando anche solo una frazione di chilogrammo di materiale fissile (U-235 o Pu-239). È inoltre possibile disegnare l'ordigno in modo che solo una parte del materiale che costituisce la massa critica subisca la fissione. In questo modo è possibile costruire bombe nucleari con un « piccolo » potenziale esplosivo (per esempio, mezzo kilotone, o anche meno); per tali armi potrebbe essere

concepito l'impiego su un campo di battaglia (armi atomiche tattiche). Naturalmente la costruzione di siffatte armi (che devono inoltre avere dimensioni ridotte) richiede una tecnologia assai avanzata in questo campo, quale è oggi posseduta solo dagli Stati uniti e forse dall'Unione sovietica.

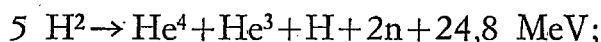
FUSIONE.

Le reazioni nucleari di fusione sono di fondamentale importanza in tutto l'universo: esse sono responsabili dell'immensa quantità di energia radiante emessa dalle stelle (dunque anche dal sole) e, quindi, della presenza stessa della vita sulla terra. Le più tipiche reazioni di fusione utilizzano gli isotopi dell'idrogeno, cioè elementi i cui nuclei atomici hanno un solo protone (come il nucleo dell'idrogeno ordinario, costituito appunto da un solo protone), ma anche, in aggiunta, uno o due neutroni. Il deuterio (simbolo H^2), il cui nucleo è composto da un protone e un neutrone, è presente nell'idrogeno naturale con una parte su 4500; il tritio (simbolo H^3), composto da due neutroni e un protone, è molto più raro. Tipiche reazioni di fusioni sono:



In ciascun caso abbiamo indicato l'energia che si libera; i simboli n e He stanno per neutrone e nucleo di He (di quest'ultimo esistono 2 isotopi, He^3 ed He^4 , costituiti da 2 protoni e da rispettivamente 1 o 2 neutroni).

L'energia liberata per unità di massa nella fusione è maggiore che nella fissione. Per esempio partendo da 5 nuclei di deuterio le prime 3 reazioni scritte sopra danno



si ha cioè la liberazione di 24,8 MeV a partire da una massa iniziale di circa 10 volte la massa del nucleone. Nel caso della fissione, l'energia liberata da una massa iniziale circa pari a 235 (o 239) masse nucleoniche, fornisce circa 200 MeV. Dunque a parità di massa del materiale di partenza, i processi di fusione forniscono tre volte più energia dei processi di fissione.

La difficoltà essenziale che si incontra quando si vuole produrre una fusione sta nel fatto che le forze nucleari — attrattive — agiscono solo fino a distanze dell'ordine di 10^{-13} cm; a distanze maggiori prevale invece la repulsione elettrostatica dovuta alle cariche (dello stesso segno; per convenzione, positive) dei nuclei. Affinché la reazione di fusione possa aver luogo è dunque necessario far superare ai due nuclei la barriera repulsiva del loro potenziale elettrostatico. Per i due nuclei sopra considerati, aventi una sola unità di carica $e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ u.e., la barriera è di

$$b = \frac{e^2}{r} = \frac{(4,8)^2 \cdot 10^{-20}}{10^{-13}} \text{ erg} = 1,4 \text{ MeV.}$$

L'unica maniera per far superare tale barriera alla maggior parte dei nuclei è quella di riscaldare la materia fino a che la loro energia cinetica disordinata sia sufficiente. Ricordiamo che le particelle di un gas alla temperatura T posseggono una energia cinetica media

$$E = \frac{3}{2} KT, \quad (6)$$

ove K è la costante di Boltzmann ($8,62 \cdot 10^{-5}$ eV grado $^{-1}$). La temperatura corrispondente all'energia di 1,4 MeV è dunque dell'ordine di 10 miliardi di gradi, poiché

$$\frac{2 \cdot 1,4 \cdot 10^6}{3 \cdot 8,6 \cdot 10^{-5}} = 1,1 \cdot 10^{10} \text{ } ^\circ\text{K};$$

in realtà è sufficiente una temperatura 20-30 volte inferiore, sia perché le reazioni possono essere iniziate da particelle più energetiche della media, sia per un effetto quantistico che permette il superamento della barriera anche se l'energia è minore della soglia richiesta dalla meccanica classica.

Temperature di questo genere sono raggiunte nelle stelle per effetto dell'enorme pressione che si genera nel loro interno, sotto l'azione della forza di gravità. I tentativi di realizzarle in laboratorio non hanno finora avuto successo; ma gli esperimenti a questo scopo continuano, nella speranza di realizzare una reazione termonucleare a catena sotto controllo, suscettibile di produrre energia utile, alla stessa stregua dei reattori nucleari ordinari basati sui processi di fissione. Oggi è possibile raggiungere queste temperature soltanto mediante un'esplosione nucleare. Dunque una bomba termonucleare è schematicamente composta da una bomba a fissione che funge da innesco, e da una miscela di opportuni elementi leggeri. È inoltre possibile circondare una tale bomba con un mantello di uranio naturale, che viene a sua volta fissionato dai neutroni veloci prodotti nelle reazioni di fusione. Questo meccanismo a fissione-fusione-fissione è generalmente quello che caratterizza le bombe più potenti (dell'ordine dei MT); in ultima analisi l'energia liberata risulta grosso modo in egual misura da processi di fissione e di fusione. Naturalmente resta sempre la necessità preliminare di una esplosione iniziale di tipo convenzionale, molto accuratamente calibrata, avente lo scopo di mettere insieme assai rapidamente una certa quantità di materiale « fissile » e « fusibile ». Il tempo impiegato e la quantità usata devono essere tali che la reazione a catena abbia inizio e duri fino a coinvolgere tutto il materiale disponibile, prima che l'esplosione vaporizzi ogni cosa.

Gli aspetti tecnologici

PRODUZIONE DI MATERIALI FISSILI.

Per costruire una bomba nucleare è necessario disporre di materiale fissile. Esso costituisce la materia prima per la costruzione di bombe « atomiche », cioè a fissione; ma, come si è visto, è anche indispensabile per realizzare bombe « all'idrogeno », cioè a fusione, poiché queste richiedono una esplosione nucleare a fissione come innesco (si parla ora anche della

possibilità di costruire bombe termonucleari con innesco a laser, sfruttando la caratteristica capacità del laser di concentrare energia in una zona ristretta di spazio; ma per il momento, per quanto si sa, la fattibilità di queste tecniche — che potrebbero anche avere una potenzialità applicativa per la produzione di energia in forma controllata anziché esplosiva — è ancora da dimostrare).

I materiali fissili che potrebbero essere utilizzati per la costruzione di bombe nucleari sono tre: il plutonio, l'uranio-235 e l'uranio-233.

Il plutonio è un elemento che non esiste in natura, ma che viene prodotto artificialmente nei reattori nucleari, cioè negli impianti in cui il fenomeno della fissione nucleare viene utilizzato per produrre energia in modo controllato (l'energia prodotta è sotto forma di calore, e viene generalmente utilizzata per produrre energia elettrica).

Per produrre plutonio, il nocciolo di un reattore nucleare deve contenere uranio-238, che è l'isotopo di gran lunga più abbondante dell'uranio naturale (oltre il 99%). Se uno dei neutroni risultanti dalla reazione a catena controllata che si svolge nel reattore penetra entro un nucleo di uranio-238, lo trasforma in un nucleo di un altro isotopo dell'uranio, l'uranio-239; tale nucleo è però instabile, ed entro pochi minuti si trasmuta in nettunio-239, a causa della trasformazione di un neutrone in un protone (accompagnata dalla creazione ed emissione di un elettrone). Anche il nettunio-239 è instabile, e nel giro di pochi giorni, con un processo analogo, si trasforma in plutonio-239. Il plutonio-239 è a sua volta instabile, ma ha una « vita media » piuttosto lunga (24.000 anni); può pertanto, dal punto di vista pratico, essere considerato stabile (di ogni Kg di Pu-239 ne sparisce circa un grammo ogni 24 anni). Tale instabilità, se è insufficiente a provocare un'apprezzabile diminuzione di materiale in tempi brevi, è però accompagnata da una forte radioattività: ogni milionesimo di grammo di Pu-239 emette qualche migliaio di particelle alfa al secondo.

Se il plutonio-239 rimane a lungo entro il reattore, può a sua volta catturare un altro dei neutroni prodotti nella reazione a catena, trasformandosi in plutonio-240. Anche questo materiale è fissile, ma per motivi tecnici che non è qui il caso di spiegare, è poco adatto per la costruzione di bombe nucleari.

Il recupero del plutonio dalle barre di combustibile usate in un reattore nucleare è una operazione che richiede una tecnologia piuttosto avanzata, specialmente perché si ha a che fare con materiali fortemente radioattivi. Questa operazione deve comunque essere effettuata, anche da chi non sia interessato alla costruzione di bombe, in quanto il plutonio è un materiale di grande valore (sebbene non ne esista un libero mercato, il suo prezzo è dell'ordine di una o due decine di dollari per grammo, cioè varie volte maggiore del prezzo dell'oro); infatti esso può essere usato, in reattori nucleari costruiti appositamente, come combustibile fissile per la produzione di energia in modo controllato.

A seconda del tempo che le barre di combustibile hanno passato entro un reattore nucleare, il plutonio prodotto conterrà una maggiore o minore proporzione di plutonio-240, rispetto al plutonio-239. La separazione di questi due isotopi è praticamente impossibile. Pertanto se le barre di combustibile sono lasciate per un tempo sufficientemente lungo entro un reattore nucleare prima di essere estratte (e questa può essere la scelta più conveniente da un punto di vista economico), il plutonio che esse contengono risulta largamente « denaturato » da una abbondante presenza del-

l'isotopo Pu-240, ed è pertanto meno adatto per la costruzione di bombe, pur essendo sempre utilizzabile come materiale fissile per la produzione di energia elettrica. È però importante tener presente che pur essendo meno adatto, plutonio contenente l'isotopo 240 oltre al 239 può essere utilizzato per costruire bombe nucleari.

Alcuni reattori nucleari hanno funzionato in passato, e funzionano tuttora, esclusivamente per produrre plutonio da utilizzare per la costruzione di bombe. In tali reattori le barre di combustibile usate, ed apposite barre di uranio, vengono estratte dopo un intervallo di tempo calcolato in modo da ottenere plutonio poco inquinato dall'isotopo 240. Nei reattori il cui scopo principale è la produzione di energia elettrica i tempi di avvicendamento delle barre di combustibile sono invece decisi sulla base di considerazioni economiche (minimizzare i costi dell'energia prodotta), e ciò porta generalmente alla produzione di plutonio con una non trascurabile componente dell'isotopo 240. In qualche caso i tempi di permanenza delle barre di combustibile nel reattore possono anche essere aumentati al di là di quanto sarebbe suggerito da considerazioni puramente economiche, proprio per fare in modo che il plutonio prodotto contenga una più alta percentuale dell'isotopo 240 e sia pertanto meno pericoloso come potenziale materia prima per la costruzione di bombe.

Un reattore nucleare può produrre energia elettrica dalla fissione del plutonio, e nello stesso tempo trasformare uranio-238 (che, ricordiamo, costituisce oltre il 99% dell'uranio naturale) in plutonio. È anzi possibile che un reattore di questo tipo produca più plutonio di quanto ne consuma; in tal caso si parla di un reattore *breeder* (generatore). Chiaramente l'uso di reattori *breeder* permette, in ultima analisi, di utilizzare per la produzione di energia elettrica tutto l'uranio naturale, e non solo la piccola frazione di uranio-235, che è direttamente fissile (ma che costituisce solo il 7% dell'uranio naturale). L'uso di reattori *breeder* permette dunque di moltiplicare di circa cento volte le potenzialità energetiche insite nella fissione. È pertanto prevedibile che, nei prossimi decenni, questa possibilità tecnologica verrà sfruttata a fondo; si avrà allora un « riciclaggio » del plutonio, che verrà utilizzato per produrre energia elettrica ma anche per produrre altro plutonio. Le quantità di plutonio che verranno coinvolte in questo ciclo saranno prevedibilmente enormi, specie se confrontate con i pochi chili sufficienti per costruire una bomba nucleare simile a quella che distrusse Nagasaki. Dati dettagliati sono forniti nella sezione seguente.

A proposito del plutonio, occorre ancora aggiungere che, per la sua radioattività, tale materiale va maneggiato con grande cautela, e potrebbe essere utilizzato (per esempio da terroristi o ricattatori) come materia prima di una arma radiologica, semplice da realizzare ma avente una potenzialità micidiale enorme (se confrontata con quella di ordinari veleni o di bombe convenzionali). Anzi dal punto di vista di un uso terroristico il plutonio ha caratteristiche assai convenienti, perché può essere maneggiato facilmente, allo stato solido, da chiunque sia disposto a correre qualche (lieve) rischio, e diventa viceversa estremamente pericoloso se vaporizzato o comunque disperso in forma di aerosol. Ciò perché la radioattività del plutonio (tanto del Pu-239 che del Pu-240) è del tipo alfa, consiste cioè nella emissione di nuclei di elio (particelle alfa, costituite da 4 nucleoni, due protoni e due neutroni). A causa della sua grossa massa (se confrontata a quella degli elettroni) e della sua carica elettrica (2 unità elementari), la particella alfa provoca una forte ionizzazione, interferisce cioè fortemente

con le nuvole elettroniche di atomi e molecole; provoca pertanto un alto danno biologico, ma viene anche efficacemente rallentata, sicché penetra nella materia solo per distanze, che si misurano in millimetri o addirittura in frazioni di millimetro. Pertanto la stragrande maggioranza delle particelle alfa emesse dai nuclei di un grosso pezzo di plutonio non escono affatto dal materiale (se non, successivamente, sotto forma gassosa, come atomi di elio); inoltre, anche se arrivano a colpire l'epidermide di un uomo, non riescono a penetrare oltre lo strato superficiale. Ben diversa è la situazione nel caso di minuti frammenti di materiale, quali possono essere le particelle in sospensione in un aerosol, particelle che possono facilmente essere ingerite da un individuo, andandosi a localizzare nei polmoni o, dopo essere entrate nella circolazione sanguigna, nel midollo osseo.

In conclusione, dunque, granelli di plutonio delle dimensioni del pulviscolo atmosferico, se ingeriti, costituiscono una delle più pericolose sostanze esistenti in natura; bastano quantità dell'ordine dei milligrammi o addirittura di frazioni di milligrammo per causare, con alta probabilità, la morte di un uomo. La quantità massima consentita dalle norme di sicurezza dell'Atomic Energy Commission per chi deve lavorare con plutonio è di 6 decimillesimi di grammo nell'intero corpo; e la massima concentrazione di plutonio nell'aria dei laboratori in cui si lavora il plutonio è un trentesimo di milionesimo di grammo per ogni metro cubo d'aria. In altri termini, se fosse possibile disperdere 1 grammo di plutonio in modo uniforme, sotto forma di aerosol, si potrebbe contaminare (nel senso di eccedere il limite massimo di sicurezza consentito dalla Aec) un volume di 30 miliardi di metri cubi d'aria. È pertanto necessario che il plutonio venga sempre tenuto in contenitori a perfetta tenuta, e che venga lavorato a distanza, mediante speciali apparati che garantiscono un totale isolamento. Però un individuo che maneggiasse, con elementari precauzioni (usare guanti, incartare il materiale), anche qualche chilogrammo di plutonio puro (che si presenta come un metallo, solido a temperatura ambiente), avrebbe buone probabilità di sopravvivere, anzi di non apprezzare alcun danno biologico. È ovvia la potenzialità implicita in tutto ciò per un eventuale uso terroristico del plutonio come arma radiologica; tanto più che la dispersione sotto forma di aerosol può essere realizzata assai facilmente.

Altro materiale fissile, che può essere usato tanto per costruire bombe nucleari che per produrre energia elettrica è l'U-235. È questo l'unico materiale fissile esistente in natura; esso è presente, nella misura del 7%, nell'uranio naturale.

L'uranio naturale è diffuso abbastanza largamente sulla superficie terrestre; i giacimenti più ricchi, che permettono cioè l'estrazione a prezzi più bassi, si trovano in Sudafrica, in altri paesi africani (per esempio, Gabon), negli Stati Uniti e nell'Unione sovietica. Giacimenti meno ricchi si trovano in molti altri paesi; perfino nelle acque marine è disciolta una piccola quantità di uranio, e non è escluso che in futuro possa risultare conveniente estrarla, anche se la concentrazione è troppo bassa perché, con la tecnologia di cui si dispone attualmente, l'estrazione dell'uranio dal mare possa essere presa in considerazione sul piano industriale.

Il processo difficile e costoso è quello della separazione isotopica dell'U-235 dall'U-238, o, come si suol dire, quello dell'arricchimento dell'uranio: cioè un trattamento dell'uranio che aumenti la proporzione di U-235 rispetto all'U-238. Occorre tener presente a questo proposito che, per costruire armi nucleari, occorre disporre di U-235 praticamente puro, con

al più qualche per cento di U-238; laddove la maggior parte dei reattori nucleari che producono energia in modo controllato a partire dalla fissione dei nuclei di uranio funzionano con uranio arricchito nell'isotopo 235 solo in misura parziale (per esempio, fino a contenere qualche unità per cento di uranio 235). Del resto, è possibile, anche se tecnologicamente non molto conveniente, costruire reattori nucleari che utilizzino come combustibile l'uranio naturale; anzi reattori di questo tipo rappresentano una delle filiere disponibili sul mercato. E vi sono invece anche reattori che funzionano con uranio molto arricchito, fino a percentuali tali da renderlo utilizzabile anche per la costruzione di bombe. La scelta fra questi diversi tipi di reattori dipende da considerazioni di natura economica, industriale, tecnologica e politica, che non è possibile analizzare in questa sede. Vi sono però due semplici ma importanti dati che è importante tener presente.

Anzitutto che il lavoro, e dunque il costo, per produrre uranio poco arricchito a partire dall'uranio naturale è di gran lunga maggiore del lavoro, e dunque il costo, di produrre uranio molto arricchito a partire da uranio poco arricchito. Infatti il lavoro è grosso modo proporzionale alla quantità di materiale che occorre processare; per esempio 1 tonnellata di uranio arricchita al 3% contiene 30 Kg di U-235; per ricavarla dall'uranio naturale occorre partire da oltre 4 tonnellate di materiale e scartare via oltre 3 tonnellate di U-238; mentre l'ulteriore lavoro necessario per ottenere 30 Kg di U-235 puro richiede l'eliminazione di meno di una tonnellata di U-238. Questo esempio è ovviamente schematico, ma è sufficiente per far capire perché i primi passi nella via dell'arricchimento siano i più costosi. Questa considerazione è importante perché se è vero che uranio arricchito, per esempio, al 3%, è utilizzabile solo per usi industriali e non per costruire bombe, la larga disponibilità di tale materiale che sarà associata all'intensa utilizzazione dell'energia nucleare in tutto il mondo nei futuri decenni (vedi sezione seguente), implica anche una maggiore disponibilità di U-235 quasi puro (adatto cioè per la costruzione di bombe), in quanto è assai meno costoso produrre tale materiale a partire dall'uranio arricchito (anche solo al 3%) che a partire dall'uranio naturale (grosso modo, si può dire che il lavoro si è ridotto di circa un quarto, cioè di un fattore pari al rapporto fra la percentuale — 7‰ — di U-235 nell'uranio naturale, e la percentuale — 3% — nell'uranio arricchito dell'esempio qui considerato).

Una seconda importante considerazione è che, per quanto costoso sia il processo di separazione isotopica necessario per produrre uranio arricchito, l'incidenza del costo del combustibile sul prezzo dell'energia prodotta per via nucleare è sempre modesta, dell'ordine del 10% (questo contribuisce fra l'altro a far comprendere perché il tipo di combustibile richiesto da un reattore — uranio naturale, uranio poco arricchito, uranio molto arricchito — non sia un elemento determinante per deciderne la convenienza; il che non significa però che non sia un elemento importante, per ovvie ragioni politiche — di maggiore o minore dipendenza per quel che riguarda le forniture del combustibile — oltre che economiche).

E veniamo infine a descrivere come si effettua il processo di separazione isotopica. Si tratta di sfruttare la piccola differenza in peso (circa 1%) fra gli atomi di U-235 e U-238. Molti sistemi sono stati sperimentati, e tuttora ve ne sono di nuovi in studio; un solo sistema ha avuto finora larga applicazione su scala industriale, basato sul pompaggio di un composto, contenente atomi di uranio, che è gassoso a temperatura ambiente, attraverso delle speciali pareti porose. Le molecole più leggere passano un

poco piú facilmente, attraverso tali pareti, delle molecole piú pesanti; a valle della parete si realizza pertanto un certo arricchimento. Il processo richiede il riciclaggio del gas molte volte, e presenta notevoli difficoltà tecnologiche, specialmente per la costruzione delle pareti; richiede impianti di grande scala, con un consumo enorme di energia elettrica. Attualmente esistono impianti di separazione isotopica solo nei paesi con un programma nucleare militare (3 negli Stati Uniti, uno solo in Inghilterra e Francia e, presumibilmente, nell'Unione sovietica e in Cina). Gli impianti americani e sovietici hanno una capacità superiore a quella attualmente richiesta per usi militari, e pertanto sono in grado di vendere uranio arricchito da usare per la produzione di energia elettrica. Il futuro sviluppo della produzione di energia elettrica di origine nucleare fa prevedere un considerevole fabbisogno di uranio arricchito nei prossimi decenni; sono pertanto in via di progettazione e costruzione altri impianti di separazione isotopica, con finalità esclusivamente industriali (non militari).

Gli impianti di separazione isotopica basati sulla diffusione gassosa attraverso pareti porose sono, per la loro stessa natura, realizzabili solo su grande scala. È pertanto impossibile che siffatti impianti possano essere installati clandestinamente, anche in un grande paese; e tanto meno è pensabile una iniziativa di tal tipo da parte di privati.

Altri metodi di separazione, attualmente in stadio avanzato di ricerca e sviluppo, possono invece prestarsi a realizzazioni su scala piú modesta e piú facilmente mimetizzabile. Un tale metodo è basato sul principio della centrifugazione, tradizionalmente usato nei laboratori di chimica per separare sostanze di diverso peso atomico. I problemi tecnologici associati alla separazione isotopica dell'uranio per centrifugazione nascono dalle alte velocità di rotazione richieste, e dal tipo di materiali da impiegare. Un consorzio anglo-tedesco-olandese ha in fase di sviluppo un impianto, basato su un numero grandissimo (migliaia) di centrifughe, ciascuna delle quali di dimensioni assai modeste. È ovvio come questa tecnologia renda il controllo della separazione isotopica molto piú difficile.

Un'altra tecnica di separazione isotopica dell'uranio è, si dice, stata sviluppata in Sudafrica: sarebbe basata sullo stesso principio fisico della centrifuga ma con tecnologia del tutto diversa (getti di gas ad alta velocità costretti a percorrere brusche curve; si tratta però di voci, poiché l'intero progetto è coperto dal piú rigoroso segreto).

Vi è infine una tecnica di separazione isotopica basata sull'uso di laser che è attualmente in corso di studio in molti laboratori (anche in Italia). Si tratta di un sistema assai raffinato ed elegante dal punto di vista tecnico, che sarebbe troppo lungo descrivere qui. La fattibilità su scala industriale è ancora da dimostrare; ma la caratteristica del sistema è nuovamente tale da renderlo realizzabile, se risulterà fattibile, anche su scala modesta.

Poiché il costo del combustibile fissile incide solo in piccola misura sul costo unitario dell'energia elettrica nucleare, gli eventuali risparmi associati allo sviluppo di nuove tecniche di separazione isotopica prevedibilmente influenzeranno assai poco (al piú, qualche percento) il prezzo finale del chilowattora di origine nucleare. Ma l'enorme sviluppo in tutto il mondo dell'energia nucleare nei prossimi decenni (vedi sezione seguente) implica che anche un risparmio dell'1% equivale, in cifre assolute, a somme enormi. Ciò spiega gli sforzi per sviluppare nuove, piú convenienti, tecniche di separazione isotopica per l'uranio. È però inevitabile che considerazioni di natura politica e strategica (relative all'acquisizione di una opzione nu-

cleare) giochino anche un ruolo, in modo piú o meno esplicito.

Il terzo tipo di materiale fissile che potrebbe essere usato per costruire bombe nucleari a fissione è un altro isotopo dell'uranio, l'U-233. Questo elemento non esiste in natura, ma può essere prodotto a partire dal torio-232, in modo analogo a quello con cui il plutonio viene prodotto dall'uranio-238. Questa possibilità permette, con reattori breeder e un meccanismo di riciclaggio analogo a quello descritto precedentemente per il plutonio, di utilizzare il torio — un altro materiale presente, come l'uranio, abbastanza abbondantemente nella crosta terrestre — per produrre energia di origine nucleare. Questo ciclo produttivo sarà presumibilmente preferito da quei paesi (come l'India) che dispongono di larghe riserve minerarie di torio.

Dal punto di vista tecnologico, il ciclo dell'uranio-233 è analogo a quello del plutonio, richiedendo reattori breeder e impianti di riprocessamento per estrarre l'U-233 prodotto entro le barre irradiate di Th-232. Il riprocessamento, implicando la separazione di elementi chimici diversi, presenta difficoltà di gran lunga minori del processo di separazione isotopica; ma dovendosi trattare materiali radioattivi, occorrono comunque tecnologie avanzate (come nel caso del plutonio; sebbene l'U-233 non abbia delle caratteristiche di pericolosità radiologica così spinte come il plutonio). Dal punto di vista dell'utilizzazione come combustibile fissile, o come materia prima per la costruzione di bombe a fissione, l'U-233 ha proprietà confrontabili con quelle dell'U-235 e del Pu-239. Fino ad ora, la produzione di U-233, sia per scopi industriali che bellici, è rimasta però allo stadio di ricerca.

In conclusione, per acquisire i materiali fissili che costituiscono le materie prime indispensabili per la costruzione di armi nucleari, due diverse alternative tecnologiche sono disponibili. La prima è quella del plutonio (ed eventualmente dell'U-233); richiede la disponibilità di un reattore nucleare e di un impianto di riprocessamento. La seconda è quella dell'uranio-235: richiede la disponibilità di un impianto di separazione isotopica. Pertanto la prima alternativa richiede l'uso di tecnologie che sono oramai tutte sottratte al segreto militare, e che sono potenzialmente o attualmente disponibili in molti paesi. La seconda alternativa richiede invece la realizzazione della separazione isotopica dell'uranio, la cui tecnologia provata (basata sulla diffusione gassosa) è finora disponibile solo nei cinque paesi militarmente nucleari ed è tuttora coperta dal piú stretto segreto militare. Tale tecnologia richiede inoltre installazioni di grande scala. Tecnologie alternative sono però in via di sviluppo.

Questa situazione suggerisce che la piú agevole opzione per la costruzione di armi nucleari da parte di nuovi paesi sia quella offerta dal sentiero tecnologico del plutonio (o, in un eventuale futuro, dell'U-233). Una spiegazione del perché tutti i paesi militarmente nucleari hanno seguito anche la seconda alternativa (U-235) è forse da ricercarsi nell'opinione corrente secondo cui, laddove tanto l'U-235 che il Pu-239 permettono la costruzione di bombe « atomiche », solo il primo materiale permette la realizzazione di un ordigno esplosivo così esattamente calibrato da poter servire come innesco per una esplosione termonucleare, a fusione. Solo la via dell'U-235 permetterebbe dunque di giungere a costruire anche bombe H.

SVILUPPO DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DI ORIGINE NUCLEARE, E CONSEGUENTE DISPONIBILITÀ DI MATERIALI FISSILI.

È certo che nei prossimi decenni vi sarà un enorme sviluppo della produzione di energia di origine nucleare. I recenti aumenti di prezzo del petrolio hanno accelerato un processo, che era comunque largamente prevedibile. Questo enorme sviluppo, e diffusione, della energia nucleare, comporterà che conoscenze tecnologiche e materiali fissili — le materie prime per realizzare armi nucleari — diverranno assai più largamente disponibili nel futuro, immediato e prossimo, di quanto lo fossero stati sino a qualche anno fa.

Le previsioni quantitative circa lo sviluppo della energia nucleare nel prossimo decennio sono assai attendibili, essendo basate su decisioni già prese o che stanno per essere prese; la realizzazione di impianti nucleari richiede infatti parecchi anni. Le previsioni a più lungo termine (diciamo, fino alla fine del secolo) sono meno attendibili, ma forniscono degli ordini di grandezza che difficilmente risulteranno errati per più di un fattore due; a meno che non intervengano nel frattempo cataclismatici sconvolgimenti su scala mondiale, quali una guerra nucleare o una profonda crisi economica e industriale.

La previsione per i primi decenni del duemila sono meno precise; se non intervengono cambiamenti di tendenza, è in tale periodo che le quantità di materiali fissili in gioco diverranno veramente enormi, in quanto si entrerà in pieno nell'era dei reattori breeder e del riciclaggio del plutonio (e forse anche dell'U-233).

Riportiamo qui solo una tabella riassuntiva (tratta dal rapporto di M. Willrich e T. B. Taylor, *Nuclear Theft: Risks and Safeguards*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1974, preparato nell'ambito di un grosso progetto di ricerca sui problemi energetici finanziato dalla Fondazione Ford), relativa alle quantità totali di plutonio prodotte, e di uranio-235 inserito nei reattori nucleari, negli anni indicati:

Plutonio prodotto, e U-235 immesso, in tonnellate

Anno	Stati uniti		Mondo esclusi Stati uniti e paesi comunisti		Paesi comunisti		Totale	
	Pu	U-235	Pu	U-235	Pu	U-235	Pu	U-235
1980	26,9	1,6	34,5	0	3,6	0	65,0	1,6
1972-1980	99,2	7,24	130	0	20,0	0	249,2	7,24
1990	120	37,0	150	11,4	44,8	4,56	314,8	52,9
1972-1990	862	219	892,5	30,9	311,6	12,36	2066,1	262,3
2000	634,0	41,0	580	30,7	324,0	18,42	1538,0	90,1
1972-2000	4223,0	694,0	4731,0	228,0	2100,0	149,0	11054,0	1071,0

Dunque negli anni 1972-1990 verranno prodotti complessivamente oltre 2 milioni di chilogrammi di plutonio, ed oltre 250.000 Kg di U-235; negli

anni 1972-2000, oltre 11 milioni di chilogrammi di plutonio, ed oltre 1 milione di chilogrammi di U-235. Non è chi non veda le implicazioni di queste cifre, se si ricorda che le quantità richieste per la costruzione di una bomba nucleare quale quelle che distrussero Hiroshima e Nagasaki è di qualche chilogrammo.

Anche i problemi di natura prettamente tecnica associati a così ingenti quantità di materiali fissili sono impressionanti. Per esempio negli attuali impianti di riprocessamento il limite di tolleranza del plutonio che va perduto è dell'ordine del per cento. Ma l'uno per cento di 11 milioni di chilogrammi supera i centomila chilogrammi. Potrebbe l'umanità convivere con una tale massa di plutonio, di cui non si sa che fine ha fatto? È vero che esso sarebbe stato trattato in molte decine, forse centinaia, di diversi impianti di riprocessamento, e la maggior parte sarebbe effettivamente andata perduta (con la potenzialità, peraltro, di inquinare fino al limite di sicurezza un volume d'aria confrontabile con l'intera atmosfera terrestre!); ma anche solo l'1% dell'1% di tale quantità è una quantità sufficiente per costruire una bomba nucleare (e una piccola frazione di tale quantità è sufficiente per costruire un'arma radiologica di enorme potenzialità distruttiva). È insomma chiaro che gli sviluppi della energia nucleare che sono previsti per i prossimi decenni richiedono una riduzione almeno di qualche ordine di grandezza nelle massime perdite di plutonio consentite nell'intero ciclo tecnologico, nonché la capacità di controllare, almeno contabilmente, con altrettanta precisione tutto il plutonio dal momento in cui viene prodotto fino a quello in cui viene consumato; problema questo la cui soluzione tecnica non appare facile, anzi la stessa fattibilità di tale soluzione è ancora da dimostrare (del resto anche la grossa questione di cosa fare delle scorie radioattive, che sono un inevitabile, estremamente inquinante e scomodo, sottoprodotto della produzione di energia elettrica per via nucleare, è lungi dall'aver trovato una soluzione soddisfacente).

I rischi, di natura politica, strategica ed ecologica, insiti nello sviluppo della energia nucleare previsto per i prossimi anni sono dunque tanto gravi, che alcuni ritengono sarebbe auspicabile per l'intera umanità la rinuncia a questa tecnologia. Ma le potenzialità benefiche di una maggiore disponibilità di energia costituiscono un controargomento non privo di validità; e comunque le pressioni volte ad aumentare i consumi energetici, tanto nei paesi sottosviluppati che in quelli industrializzati, costituiscono una irresistibile spinta politica ed economica. Pertanto non è, a parere di chi scrive, ipotizzabile un arresto nello sviluppo della energia nucleare; se non per l'avvento di altre sorgenti energetiche meno costose e altrettanto abbondanti, delle quali non è peraltro prevedibile la disponibilità entro i prossimi decenni; o per l'intervento di fenomeni catastrofici.

In queste circostanze, è dunque essenziale cercare di prevedere quali sono i problemi che l'umanità dovrà affrontare in vista dello sviluppo su grande scala della energia nucleare. Nel contesto del presente volume, abbiamo qui fissato l'attenzione specialmente su quello, di questi problemi, che è più strettamente connesso alla proliferazione delle armi nucleari, e che costituisce del resto, almeno a parere di chi scrive, il più grave dei rischi connessi allo sviluppo della energia nucleare: la larghissima prevedibile disponibilità di materiali fissili, che possono essere utilizzati come materie prime per realizzare ordigni di distruzione di massa.

TECNOLOGIA DELLE ARMI NUCLEARI.

I dettagli costruttivi delle armi nucleari sono ovviamente coperti dal piú rigido segreto militare. Ma la tecnologia impiegata per la costruzione di tali armi è ormai largamente nota, anche perché le nozioni relative agli aspetti nucleari del fenomeno sono le stesse che occorrono per progettare reattori nucleari (specialmente i cosiddetti reattori veloci), e sono oggi tutte disponibili nella letteratura non classificata, non coperta cioè da alcun segreto. Per quel che riguarda gli ordigni esplosivi a fissione, la sola parte ancora coperta da segreto sono in pratica le specificazioni dettagliate del meccanismo per mettere insieme (mediante una esplosione con ordinati esplosivi chimici) una massa supercritica di materiale fissile.

Anziché fornire noi stessi una descrizione di un tale apparato, che sarebbe comunque di seconda mano, riteniamo piú istruttivo riportare un brano della voce « Armi nucleari » della Enciclopedia americana (American Corporation, New York, 1973, volume 20, pp. 520-522), dovuta a John S. Foster, il quale è stato prima direttore del Lawrence Radiation Laboratory di Livermore in California (uno dei due laboratori dedicati, negli Stati Uniti, alla costruzione di armi nucleari; l'altro è a Los Alamos), e poi Ddre (Director of Defence Research and Engineering, del dipartimento della difesa degli Stati Uniti; cioè capo di tutta la ricerca e sviluppo, nel settore militare, degli Stati Uniti). Oltre che per le informazioni in esso contenute, tale brano è infatti anche interessante come esempio del grado di dettaglio in cui vengono descritti in una enciclopedia (cioè in un libro disponibile per definizione al piú largo pubblico) i principi costruttivi di una bomba atomica:

... occorre comprendere che la sola difficoltà da superare per costruire in qualche modo una bomba a fissione è la disponibilità di materiale fissile di adeguata purezza; il progetto della bomba stessa è relativamente facile ...

Esplosivi a fissione - La parte principale degli esplosivi a fissione è il materiale fissile. I due elementi generalmente usati sono l'uranio e il plutonio. Ciascuno di questi elementi può esistere sotto forma di isotopi di diverso peso atomico, a seconda del numero di neutroni contenuto nel corrispondente nucleo, come per esempio nell'U-232, U-233, U-234, U-235 ... U-238, Pu-239 e Pu-240. Non tutti gli isotopi di questi elementi sono adatti per essere usati in un esplosivo nucleare. In particolare, è importante usare materiale i cui nuclei siano capaci di fissionarsi con neutroni di ogni energia, e che emettano fissionandosi piú di un neutrone (in media). I materiali che posseggono queste qualità e che sono piú facilmente disponibili in quantità sono l'U-235 e il Pu-239.

La conseguenza immediata di una reazione di fissione è descritta come segue:

U-235 o Pu-239 + neutrone \rightarrow 2 nuclei (prodotti della fissione) + 2 o piú neutroni (in media) + 2 fotoni gamma (in media).

L'energia totale emessa nel processo di fissione è circa 180 milioni di volta elettroni (MeV). Ciò significa che la completa fissione di 1 kg di U-235 o Pu-239 libera una energia equivalente a circa 17.000 tonnellate di esplosivo chimico.

Massa critica - Però, 1 kg di U-235 o di Pu-239 metallici, che sono circa delle dimensioni di una pallina da golf, non esplodono da soli. Ciò perché se un nucleo fissiona, i neutroni prodotti hanno una alta probabilità di uscire dalla sferetta metallica senza causare un'altra fissione. Se però la sfera contenesse circa 16 kg. di U-235, la massa sarebbe critica. Vale a dire, per ogni fissione che avesse luogo, uno dei neutroni emessi causerebbe in media un'altra fissione. Se si aggiungesse altro materiale, il numero dei neutroni nel complesso andrebbe aumentando.

La massa di materiale fissile necessaria per raggiungere la massa critica dipende anche dal tipo e dalla quantità di materiale circostante. Questo materiale

esterno, chiamato riflettore (in inglese, « tamper »), serve a rimandare indietro, dentro al materiale fissile, alcuni dei neutroni che altrimenti sfuggirebbero. Per esempio la presenza di un riflettore fatto di U-238 e spesso un pollice (2 centimetri e mezzo) disposto intorno ad una sfera di plutonio riduce la massa richiesta per raggiungere la condizione di criticità da 16 a 10 Kg.

Per realizzare una esplosione nucleare bisogna mettere insieme un complesso di materiale che sia nettamente al di sopra della condizione di criticità (aggregato supercritico). Per esempio, si supponga che in qualche modo una massa di materiale doppia della massa critica venga messa insieme, e che un neutrone sia iniettato il quale dà inizio ad una reazione a catena. Entro due milionesimi di secondo o anche meno, l'energia sviluppata nel materiale fissile provocherà un'esplosione liberando energia nucleare equivalente a quella di parecchie centinaia di tonnellate di alto esplosivo. La resa effettiva dipende dalle caratteristiche particolari delle masse in gioco e dei tipi di materiali.

Innesco dell'esplosione. Poiché un aggregato supercritico tende naturalmente ad esplodere, un aspetto essenziale del progetto di una bomba riguarda il modo come il materiale è messo insieme. Il sistema piú semplice è quello di mettere insieme due o piú pezzi, ciascuno dei quali è subcritico. Si può immaginare, per esempio, un cilindro cavo nell'interno del quale due pezzi cilindrici di materiale fissile sono spinti l'uno verso l'altro da propellenti chimici. Mentre un sistema di questo tipo può essere usato per ottenere un'esplosione nucleare, esso richiede una massa considerevole di materiale fissile. Esplosivi nucleari che richiedono considerevolmente meno materiale fissile utilizzano la tecnica di comprimere, ovvero implodere, il materiale nucleare.

Una semplice rappresentazione di questa tecnica di implosione la si può ottenere immaginando una sfera costituita da materiale fissile e riflettore, il tutto appena al di sotto della criticità. In queste condizioni un neutrone nato nella zona centrale del materiale fissile ha circa una probabilità su due di causare una fissione prima di uscire dal metallo. Se il complesso viene ora compresso ad una densità doppia di quella iniziale, il raggio risulta ridotto ad 8/10 di quello iniziale. Un neutrone nato nella zona centrale, nella situazione in cui il materiale è compresso, deve attraversare atomi che sono il doppio piú fitti, mentre la distanza che deve percorrere per uscire si è ridotta solo del 20%. La probabilità di causare una fissione risulta pertanto aumentata approssimativamente di 1,6 volte ($2 \cdot 0,8 = 1,6$). Il complesso è ora evidentemente molto supercritico, sebbene sia stata usata solo una massa critica di materiale.

Naturalmente il trucco è di comprimere la massa del materiale fissile e del riflettore ad una densità che è parecchie volte maggiore della densità normale. Questo richiede pressioni di oltre 10 milioni di libbre per pollice quadro (oltre 700.000 atmosfere). Tali pressioni possono essere realizzate usando esplosivi ad alto potenziale. Il nocciolo nucleare può essere posto al centro di una grande sfera di esplosivo ad alto potenziale. La compressione del materiale fissile si realizza innescando simultaneamente la superficie esterna dell'esplosivo in qualcosa come 100 punti distribuiti uniformemente intorno alla superficie. Questa tecnica produce un'onda d'urto sferica diretta verso il centro, che raggiunge il nocciolo metallico e lo comprime in modo da dar luogo alla esplosione nucleare.

Questa descrizione fa comprendere come sia possibile realizzare bombe a fissione usando una quantità di materiale fissile assai minore della massa critica. La quantità minima di materiale fissile necessario per costruire una bomba a fissione può essere così ridotta fino ad una frazione di chilogrammo (il dato esatto è coperto dal segreto). In questo modo si può risparmiare materiale fissile, ed inoltre ridurre il peso e l'ingombro della bomba. L'energia liberata è però sempre enorme, dal momento che la fissione di solo mezzo etto di materiale fissile libera quasi 1 KT di energia, cioè una energia equivalente a quella che si libererebbe nella esplosione di *mille tonnellate* di tritolo (il carico, cioè, di un intero treno merci carico di

esplosivo).

Come si è detto precedentemente, è anche possibile progettare bombe nucleari in cui solo una parte del materiale fissile presente all'inizio subisce la fissione. In questo modo si può ridurre l'energia equivalente liberata anche molto al di sotto di 1 KT.

È viceversa possibile costruire anche bombe a fissione con resa molto maggiore; la più grossa bomba a fissione esplosa a scopo sperimentale (negli Stati Uniti) liberò un'energia che si misurava a megatoni anziché chilotoni. Il nome di codice di tale esperimento era S.O.B. che stava per Super Orally Bomb, ma che in americano è anche l'abbreviazione standard per « Son Of a Bitch », « figlio di puttana ».

Le bombe nucleari la cui resa si misura a megatoni sono però generalmente del tipo termonucleare. I principi fisici di funzionamento di tali ordigni sono stati descritti nel precedente capitolo di questa appendice. Il maggior problema per realizzarli praticamente dipende dalla difficoltà di distribuire, in modo sufficientemente rapido ed omogeneo, il calore prodotto dalla esplosione a fissione che serve da innesco, fra tutto il materiale composto di nuclei leggeri, che costituisce la materia prima per la fusione. Questa difficoltà è stata superata grazie ad un artificio riguardante la disposizione delle componenti della bomba (non i materiali impiegati), che è tuttora coperto dal segreto.

Tale idea fu concepita per la prima volta nel 1951, a Los Alamos, da Stanislaw Ulam e Edward Teller; la prima bomba termonucleare fu esplosa nell'ottobre 1952 nell'atollo di Eniwetok. Le bombe termonucleari hanno, rispetto alle bombe a fissione, il vantaggio di essere, a parità di energia esplosiva, più leggere. Tutte le bombe da 1 megatone o più presenti negli attuali arsenali nucleari sono presumibilmente bombe H (termonucleari).

Le più potenti bombe utilizzano il meccanismo della fissione-fusione-fissione: una bomba a fissione funge da innesco della reazione termonucleare a catena (fusione), parte dei neutroni veloci prodotti in tali reazioni causano la fissione di un mantello esterno di uranio naturale. In questo modo è possibile aumentare, con poca spesa (perché si può usare l'uranio naturale), l'energia esplosiva della bomba.

Non sembra esservi limite teorico alla potenza di una bomba nucleare. La più potente bomba è stata esplosa dai sovietici, prima che l'accordo di Mosca (Test Ban; 1963) mettesse al bando gli esperimenti nucleari non sotterranei; aveva una potenza di quasi 60 megatoni (e lo studio dei residui indica che la potenza avrebbe potuto essere ancora maggiore, se si fosse aggiunta intorno una ulteriore quantità di uranio; del resto Krushev aveva appunto annunciato, pochi giorni prima di tale esperimento, l'esplosione di una bomba da 100 megatoni). Ma bombe così potenti non sembrano avere nessun ragionevole impiego, e infatti bombe così potenti non sembrano far parte degli arsenali nucleari (vedi sotto). Si pensi, per confronto, che l'ammontare complessivo di energia liberato in tutte le esplosioni effettuate dall'umanità, da quando fu inventata la polvere da sparo, alla fine della seconda guerra mondiale (compresi tutti i bombardamenti a tappeto su Inghilterra, Germania e Giappone, nonché le due atomiche di Hiroshima e Nagasaki), è stimato a 5 megatoni.

Non v'è dubbio che la costruzione di armi termonucleari presenta difficoltà tecnologiche di gran lunga superiori a quelle che debbono essere superate per realizzare bombe « atomiche », a fissione. Fra l'altro, la progettazione del meccanismo di innesco richiede l'uso di potenti calcolatori elet-

tronici, per simulare matematicamente la dinamica dell'esplosione e stabilire in questo modo i valori ottimali dei parametri e delle caratteristiche di disegno dell'ordigno.

Il salto qualitativo rappresentato dalle bombe a fusione rispetto a quelle a fissione non è dovuto tanto alla possibilità di aumentare al di là di ogni limite la potenza esplosiva di un singolo ordigno, dal momento che già con le bombe a fissione si poteva raggiungere un limite oltre il quale non sembra neppure ipotizzabile alcun impiego bellico; quanto alla possibilità di riduzione del peso e dell'ingombro delle bombe. Naturalmente questo richiede una tecnologia molto raffinata, quale è stata sviluppata negli Stati Uniti (e presumibilmente nell'Unione Sovietica) con grandi investimenti ed una intensa sperimentazione (che si è svolta, per quel che riguarda l'esplosione dei prototipi, in caverne sotterranee appositamente costruite, dopo il Test Ban del 1963).

Il peso, e le dimensioni, delle bombe nucleari effettivamente realizzate e prodotte in serie, sono ovviamente segreti; ma è un segreto per modo di dire. Vi è, in America, perfino un museo, in cui le esatte repliche di un gran numero di bombe nucleari sono esposte al pubblico; e non si tratta solo degli esemplari di interesse « storico ». Se ne conclude che vi sono bombe termonucleari la cui potenza esplosiva si misura a megatoni, e le cui dimensioni sono quelle di un cilindro lungo 4 metri e col diametro di circa un terzo di metro; e bombe atomiche delle dimensioni di un pallone da rugby, o contenute in un proiettile di artiglieria lungo un metro e col diametro di 15 centimetri.

Altra importante differenza che distingue gli esplosivi termonucleari dagli esplosivi nucleari a fissione è la minore radioattività cui danno luogo. Ciò perchè nella fissione si producono due nuclei di peso atomico intermedio, che sono generalmente instabili (per il modo violento come sono stati prodotti), ed emettono pertanto un certo numero di particelle dopo essere stati creati, prima di assestarsi in una configurazione stabile, corrispondente al nucleo di un elemento naturale. Le particelle emesse, alcune subito, altre con ritardi più o meno lunghi, possono essere neutroni, raggi gamma (cioè fotoni di altissima energia), elettroni o positroni (i cosiddetti raggi beta), particelle alfa (nuclei di elio). Nulla di simile avviene nel caso della fusione. Pertanto la produzione di materiale radioattivo, che è uno degli effetti caratteristici delle armi nucleari, è generalmente tanto maggiore quanto più è grande la percentuale dell'energia liberata che origina dal processo di fissione (anziché di fusione). La maggiore o minore presenza di radioattività conseguente all'esplosione è un importante elemento caratterizzante le possibili modalità di impiego previste per l'arma.

QUANTO È DIFFICILE COSTRUIRE ARMI NUCLEARI?

Come si è visto, la principale barriera dal punto di vista tecnologico, che osta alla realizzazione di esplosivi nucleari, è la necessità di disporre di materiali fissili: plutonio o uranio-235 (o, in futuro, uranio-233). Date sufficienti quantità di tali materiali, la costruzione di ordigni esplosivi a fissione non sembra invece presentare particolari difficoltà, sempre che non si vogliano realizzare bombe molto raffinate, nel senso della miniaturizzazione o, viceversa, del raggiungimento di potenze esplosive molto grosse (megatoni). Assai diverso è invece il discorso per le bombe termonucleari, a fusione, la cui costruzione richiede un impegno di gran lunga maggiore,

ed il superamento di serie difficoltà tecnologiche. Alcune date sono, a questo proposito, significative: il primo reattore nucleare in cui si realizzò la fissione a catena (Fermi e collaboratori a Chicago) divenne critico il 2 dicembre 1942; la prima esplosione sperimentale di una bomba atomica (Alamogordo, 16 luglio 1945; 19 KT) avvenne dopo due anni e mezzo; la prima esplosione di una bomba termonucleare (Eniwetok, 1 novembre 1952; circa 10 MT) avvenne dopo un ulteriore intervallo di oltre sette anni, e ci vollero ancora quasi due anni prima che tale bomba divenisse militarmente operativa (in particolare, trasportabile in un aereo da bombardamento: Bikini, 1 marzo 1954, circa 15 MT). Nell'Unione sovietica la prima bomba « atomica » fu esplosa il 23 settembre 1949; la prima esplosione termonucleare avvenne dopo meno di 4 anni (12 agosto 1953; ma forse contribuì ad accelerare i tempi la defezione di alcuni scienziati passati nel frattempo dagli Stati Uniti all'Unione sovietica), e la prima esplosione di una bomba termonucleare operativa (comparabile a quella esplosa dagli Usa a Bikini) avvenne dopo meno di un anno (23 novembre 1954). La prima esplosione atomica inglese avvenne il 3 ottobre 1952; la prima esplosione termonucleare inglese, dopo quasi 5 anni (15 maggio 1957). La prima esplosione « atomica » francese avvenne il 13 febbraio 1960 (l'attività di ricerca e sviluppo era cominciata intorno al 1954; il primo reattore di potenza costruito in Francia a Marcoule era diventato critico nel gennaio 1956); la prima esplosione termonucleare francese, il 2 agosto 1968, cioè dopo un intervallo di oltre 8 anni. La prima esplosione « atomica » cinese avvenne il 16 ottobre 1964; la prima esplosione termonucleare, il 17 giugno 1967, dopo meno di 3 anni.

Una valutazione della difficoltà tecnica di costruire armi nucleari è ovviamente una importante componente di ogni analisi delle prospettive di proliferazione nucleare. Tale valutazione non può però prescindere dalle circostanze in cui un eventuale programma mirante alla realizzazione di armi nucleari verrebbe intrapreso, né dalla natura del soggetto che volesse portarlo avanti.

Un caso limite è quello di un singolo individuo, o un esiguo gruppo di privati, che, essendo venuti in possesso di abbastanza chilogrammi di plutonio o uranio-235 (per esempio, mediante furto o rapina), intendessero costruire clandestinamente un ordigno esplosivo a fissione, avente una buona probabilità di esplodere liberando una energia dell'ordine del kilotone. Scopo di tale impresa potrebbe essere un gesto terroristico, o un ricatto per danaro o per scopi politici. Vi è chi sostiene che una tale impresa è oggi possibile anche a un individuo da solo, il quale abbia una certa capacità manuale e sia abbastanza educato da sapere capire la letteratura su questi argomenti oggi disponibile a chiunque (per il che non si richiede la competenza di un fisico nucleare o di un chimico professionista, essendo sufficiente quella di un bravo tecnico di laboratorio). Stando così le cose, occorre preoccuparsi molto più seriamente di come si è fatto finora per garantirsi che materiali fissili adatti alla costruzione di bombe (cioè plutonio o uranio-235 sufficientemente puri) non vengano rubati o rapinati. Secondo i sostenitori di questa tesi, il problema è di immediata attualità, e destinato a divenire molto più serio nei prossimi anni, per lo sviluppo dell'energia elettrica di origine nucleare, e la conseguente ampia disponibilità di materiali fissili (vedi i dati citati precedentemente).

Uno dei più convinti, e convincenti, assertori di queste tesi è lo statunitense Ted Taylor, che ha lavorato per molti anni a progettare bombe

nucleari a fissione, ed è ora professionalmente impegnato nella protezione dei materiali fissili. Le sue tesi sono esposte in due libri recenti (vedi bibliografia) nei quali, per convincere i lettori delle possibilità di costruire clandestinamente bombe atomiche (onde suscitare un movimento di opinione che costringa chi di dovere a prestare più seria attenzione al problema di proteggere i materiali fissili da furti o rapine), si descrive anche abbastanza dettagliatamente come fare in pratica a realizzare una bomba nucleare clandestina e privata. Naturalmente nessuna delle informazioni fornite è coperta da segreto, anzi esse sono tutte reperibili in libri e manuali disponibili a chiunque.

Chi scrive non è in grado di valutare personalmente la validità delle asserzioni di Ted Taylor circa la facilità di costruire armi nucleari. È indubbio che gli argomenti che egli porta sono assai convincenti, e che la sua competenza sull'argomento è fuori discussione. Una verifica eseguita privatamente interrogando uno dei massimi esperti sulla tecnologia delle armi nucleari ha fornito una risposta più cauta delle affermazioni di Ted Taylor («ci sono parecchi errori che una persona potrebbe commettere, ciascuno dei quali sarebbe sufficiente ad impedirgli di realizzare una bomba funzionante»), ma non una sostanziale smentita. E del resto l'idea che tentativi di fabbricazione privata di armi nucleari rappresentino una reale possibilità comincia ad essere assai largamente diffusa e accettata.

Costruire un singolo ordigno esplosivo a fissione è dunque relativamente facile (a chi disponga del materiale fissile); si ricorderà che nulla di diverso si sosteneva nell'articolo di J. Foster ampiamente citato più sopra. In questo senso, la recente esplosione sotterranea indiana di una bomba atomica sviluppata «a scopo pacifico», non deve essere considerata un evento né inatteso né significativo grandi capacità tecnologiche dell'India in questo campo (il materiale fissile era stato ottenuto, in maniera alquanto surrettizia, da un reattore nucleare fornito dal Canada; il quale, ritenendosi ingannato per lo storno di tale materiale a fini esplosivi, ha ora interrotto ogni assistenza tecnica all'India in campo nucleare).

Se è infatti discutibile se esista o no la possibilità, per un piccolo gruppo privato, di costruire una bomba a fissione operante, non vi è dubbio che questo sarebbe possibile, ed entro un periodo di tempo breve, ad un gran numero di paesi, che intendessero imbarcarsi in un tale programma e avessero modo di procurarsi i materiali fissili necessari. C'è però da aggiungere che è difficile immaginare un paese per il quale abbia il minimo senso imbarcarsi nella realizzazione di un singolo ordigno nucleare.

La differenza fra l'approntamento di una singola bomba primitiva, e la realizzazione di un programma nucleare che possa aver senso per uno stato, è molto grande; è confrontabile alla differenza fra la costruzione di un *go-kart*, cosa che ogni bravo meccanico che disponga di un'officina artigianale può fare, e la creazione di un'industria automobilistica, cosa che non esiste nemmeno in tutti i paesi industrializzati.

Naturalmente una stima di cosa sia un programma adeguato ad uno stato dipende da caso a caso, anche se è chiaro che tale programma sarebbe comunque, qualitativamente e quantitativamente, ben altra cosa dall'*exploit* artigiano di un gruppo privato; le armi realizzate dovrebbero almeno essere utilizzabili militarmente, dunque di funzionamento attendibile, trasportabili, in numero adeguato. E nella generalità dei casi queste caratteristiche richiederebbero non solo bombe a fissione, ma anche bombe termonucleari, per la realizzazione delle quali è necessario un assai più avanzato grado

di sviluppo tecnologico e scientifico, nonché la disponibilità di risorse, quali per esempio calcolatori elettronici assai potenti, di cui attualmente pochissimi paesi dispongono in proprio.

In conclusione occorre però sottolineare ancora che, dal punto di vista tecnico, la più netta e meglio definita barriera che osta alla costruzione di armi nucleari per un paese che intendesse intraprendere tale programma è la necessità di disporre di una autonoma sorgente di materiale fissile puro, per il che si richiedono almeno un reattore nucleare e un impianto di riprocessamento del plutonio, oppure un impianto di separazione isotopica per ottenere U-235 dall'uranio naturale. Si noti che questi impianti non potrebbero, presumibilmente, essere acquistati da altri paesi, non esistendo (finora, e per il prevedibile futuro) produttori disposti a fornire tali impianti se non per fini pacifici, escludendo cioè possibili utilizzazioni volte a realizzare esplosivi nucleari. E l'impegno che esclude impieghi a fini esplosivi è generalmente accompagnato dall'accettazione di norme di verifica (« salvaguardie »; vedi il capitolo terzo di questo libro), che ne garantiscono il rispetto. Ciò vale per i paesi, sia produttori che acquirenti, che hanno aderito al Trattato contro la proliferazione delle armi nucleari (Tnp); ma vale anche, almeno dal lato dei paesi produttori, per paesi non aderenti al Tnp, quali Francia e Cina, i quali hanno unilateralmente dichiarato che intendono comportarsi come se avessero aderito. È del resto abbastanza ovvio che nessun paese desideri offrire ad un altro paese la possibilità di acquisire in proprio armi nucleari, approfittando di una tecnologia ceduta per altri scopi.

I COSTI.

Una stima del costo globale di un programma nazionale, volto ad acquisire un potenziale nucleare militare, non può essere fatta in modo preciso, per le molte incognite che entrano nel calcolo, fra le quali in primo luogo la dimensione del programma (che deve includere, oltre alle bombe, anche i vettori per trasportarle). D'altronde un ordine di grandezza dell'entità dell'investimento richiesto è significativa, anche se va presa *cum grano salis* per le ragioni già dette. È comunque bene sottolineare che presumibilmente per nessun paese la questione del costo è la considerazione principale determinante una eventuale decisione di dotarsi di un armamento nucleare; considerazioni di tipo politico e strategico sarebbero preminenti.

Anziché imbarcarci in stime, che rivestono un alto grado di arbitrarietà, preferiamo riportare qui una valutazione delle cifre spese in Francia per la cosiddetta « force de frappe ». Ricordiamo che tale forza comprende attualmente armi nucleari sia a fissione che termonucleari, e che la spesa maggiore è quella per i vettori. La specifica entità dell'arsenale strategico nucleare francese è indicata più oltre; è qui forse il caso di sottolineare che si tratta di un potenziale enormemente inferiore a quello di ciascuna delle due superpotenze nucleari, Usa ed Urss; e che esso potrebbe essere, da un punto di vista tecnico, completamente annientato da un attacco nucleare di sorpresa operato da una superpotenza.

Una stima della spesa francese per le armi nucleari e i loro vettori nel 1973 è di 2 mila miliardi di lire; questa cifra è ottenuta prendendo per buona la stima di un entusiasta sostenitore della « force de frappe » (M. Geneste, « La forza nucleare francese », in *Politica e Strategia*, n. 8, 1974,

p. 29), secondo cui essa assorbe da un quarto ad un terzo del bilancio militare francese. Questa stima, per il modo come è stata ottenuta, è dunque più probabilmente errata per difetto che per eccesso; ma dovrebbe essere abbastanza vicina alla realtà. Meno precisa è una valutazione del costo complessivo della «force de frappe», che, fino al 1973 incluso, può probabilmente essere stimato intorno ai 20 mila miliardi di lire (attuali).

Il programma francese è enormemente più ridotto dei programmi delle superpotenze americana e sovietica, i cui bilanci militari sono di un ordine di grandezza maggiori. È ovviamente possibile immaginare anche un programma più modesto di quello francese (per congetture sul costo di un tale programma, vedi la pubblicazione indicata nella bibliografia); occorre però sottolineare come sia nella logica delle cose che un paese che intende dotarsi di un potenziale nucleare si veda costretto a passare dalle armi a fissione alle più sofisticate e costose armi termonucleari e dai vettori più convenzionali (aeroplani) ai più moderni e costosi missili. Sono considerazioni di questo tipo che suggeriscono che l'esempio francese costituisce una pietra di paragone di validità generale, per stimare, almeno come ordine di grandezza, l'entità dell'investimento implicito nella decisione di un paese, di dotarsi di armi nucleari.

Gli effetti delle armi nucleari

FENOMENOLOGIA DI UN'ESPLOSIONE NUCLEARE.

L'esplosione di una bomba nucleare, sviluppando temperature di decine di milioni di gradi, produce nell'aria una «sfera di fuoco» (*fireball*) che, a somiglianza di un piccolo sole, emette radiazione elettromagnetica, con uno spettro determinato dalla sua temperatura.

Tale radiazione, luminosa e termica, viaggia con la velocità della luce. La sfera di fuoco prodotta da una bomba da un megatone, esplosa in aria, apparirebbe ad una distanza di 100 Km diverse volte più luminosa del sole. L'enorme aumento di pressione generato dall'esplosione genera un'onda d'urto, cioè una superficie che separa la regione perturbata e viaggia con velocità un po' superiore a quella del suono. Se l'esplosione avviene nell'aria, a piccola altezza, tale onda d'urto viene riflessa dal terreno e provoca un cratere; per una bomba da 1 megatone esso è profondo 80 metri e largo 700. Qualche decina di secondi dopo l'esplosione il gas caldissimo contenuto nella palla di fuoco acquista una elevata velocità ascensionale, risucchiando violentemente verso l'alto l'aria e i detriti circostanti ed espandendosi nella caratteristica forma a fungo.

L'energia liberata in un'esplosione nucleare si distribuisce in tre forme: 1) energia di deflagrazione, 2) radiazione termica, 3) radioattività. Nel caso di una esplosione con esplosivo convenzionale, l'energia si manifesta praticamente solo nella prima forma. L'emissione di una quantità non trascurabile di energia sotto forma di radiazione termica è infatti una conseguenza delle altissime temperature (centinaia di milioni di gradi) che si raggiungono nelle esplosioni nucleari, molto maggiori di quelle caratteristiche di una esplosione convenzionale (poche migliaia di gradi). L'emissione di energia sotto forma di radioattività (immediata e ritardata; vedi sotto) è una caratteristica peculiare delle esplosioni nucleari, che non ha riscontro nelle esplosioni convenzionali. Le frazioni della energia totale che

compaiono nelle tre forme dipendono dal tipo di bomba (se a fissione o termonucleare, se piú o meno grossa, ecc.) e ancor piú dalle modalità dell'esplosione (se in aria ad alta quota o a bassa quota, se sotto terra, ecc.). A titolo di esempio diremo che in una bomba a fissione « tipica » (un centinaio di kilotoni) che esplode in aria, circa il 50% dell'energia va nella deflagrazione, il 35% in radiazione termica e il 15% in radiazione nucleare.

DEFLAGRAZIONE: L'ONDA D'URTO.

Gli effetti distruttivi diretti dovuti all'onda d'urto sono costituiti anzitutto dal cratere, strategicamente importante perché potrebbe permettere di distruggere un missile avversario situato in un silos sotterraneo o un centro di comando situato sottoterra.

Gli effetti sulle abitazioni dipendono, oltre che dalla loro distanza dal « punto zero » (il punto al suolo immediatamente al disotto del centro dell'esplosione), dall'altezza dell'esplosione e dalla solidità strutturale delle case. Per esempio, una bomba da 1 megatone distruggerebbe edifici del tipo di quelli di una città italiana fino a distanze di 5-10 Km; una bomba da 20 kilotoni, fino a distanze di 2-4 Km. Si noti che questo implica che una bomba da 1 megatone esplosa sopra una qualunque delle maggiori città italiane, la ridurrebbe ad un ammasso di macerie; una bomba da 20 kilotoni distruggerebbe tutto il centro, causando danni gravi, ma non la totale distruzione, della periferia.

EFFETTI TERMICI: L'ONDA DI CALORE.

Per quanto riguarda la radiazione termica emessa dalla palla di fuoco, nel caso dell'esplosione di una bomba da 1 MT nell'atmosfera, e nell'ipotesi che la visibilità sia buona, si hanno bruciature di primo grado a distanza di 20-25 Km, e di secondo grado a distanze di 15-20 Km. Questi dati si riferiscono alle zone del corpo non protette da abiti e alla ipotesi che non vi sia nessuno schermo fra le vittime e la sfera di fuoco (che può trovarsi a notevole altezza dal suolo). Nel caso di una bomba da 20 MT le scottature di primo e secondo grado sulla pelle nuda avvengono a distanze di circa 100 Km e 50 Km rispettivamente. Nelle circostanze conseguenti alla esplosione di una bomba nucleare le scottature di secondo grado, se non limitate ad una zona del corpo assai ridotta, risulterebbero molto probabilmente letali.

Per quel che riguarda i danni alle cose, si può calcolare che la radiazione termica sarebbe sufficiente a provocare incendi fino a distanze dell'ordine di 30 Km, nel caso di una esplosione da 20 MT, e di 15 Km per una esplosione di 1 MT. Si noti che c'è così la possibilità che si dia inizio simultaneamente ad incendi in una zona rispettivamente di 700 e 2800 chilometri quadrati; questo potrebbe per esempio accadere nel caso di una città costruita prevalentemente in legno, o nel caso di una foresta. Anche in dipendenza dalle condizioni meteorologiche, si può dare così inizio ad una « tempesta di fuoco » (*firestorm*), che durerebbe fino al completo incenerimento della zona. In tal caso si salverebbero solo coloro i quali avessero dei rifugi molto profondi sotto terra, e attrezzati con una quantità di ossigeno sufficiente per parecchi giorni, perché in tutta la zona investita dall'incendio l'aria sarebbe fortemente depauperata di ossigeno per effetto della combustione.

Veniamo infine alla terza, e più caratteristica, conseguenza di un'esplosione atomica, cioè l'emissione di radiazione nucleare e la produzione di sostanze radioattive.

La radioattività consiste nell'emissione da parte del nucleo atomico di particelle alfa (cioè nuclei di elio), di neutroni, di elettroni positivi e negativi, e di fotoni; tali particelle esercitano un'azione *ionizzante* sulla materia che investono, estraendo elettroni dalle cortecce esterne degli atomi e modificando così radicalmente la struttura chimica della sostanza. L'unità base della radioattività è il *roentgen* (uguale alla quantità di raggi X che producono in un cm³ di aria secca a 0° e alla temperatura atmosferica; un numero di elettroni la cui carica totale è una unità elettrostatica; si può calcolare che tale quantità di fotoni corrisponde a 83 erg). Per valutare gli effetti biologici, che possono venire prodotti anche dagli altri tipi di radiazione, si usa invece il « rem » (*roentgen equivalent man*): un rem è la quantità di radiazione che produce nell'uomo lo stesso danno biologico derivante dall'assorbimento di un roentgen (di raggi X). Tale unità dipende quindi anche dal tessuto.

Nella valutazione dell'effetto della radiazione sugli organismi viventi si supporrà che essa venga somministrata su tutto il corpo e in un tempo più breve di quello necessario alla ricostituzione dei tessuti. La « dose letale medica » (corrispondente al 50% dei decessi) è di 450 rem; la curva di letalità sale però assai bruscamente, raggiungendo la saturazione (nessun sopravvissuto) attorno ai 600 rem. D'altronde anche dosi assai più piccole di radioattività sono dannose. Per esempio le disposizioni di sicurezza dell'Euratom ammettono una massima irradiazione eccezionale (una sola volta nel corso della vita) di 12,5 rem e una dose media di 5 rem per anno.

I primi sintomi di irraggiamento nucleare sono nausea, vomito e diarrea; insorgono poi, nei casi più gravi, emorragie, febbre e uno stato generale di collasso. Inoltre le persone irradiate, anche in misura molto ridotta, sono estremamente soggette ad infezioni nel caso di ferite, circostanza molto importante nel caso di un attacco nucleare, che lascerebbe molte persone ferite e irradiate.

Per quel che riguarda la radiazione nucleare dovuta ad una esplosione nucleare, occorre fare una distinzione tra la radiazione nucleare che viene emessa immediatamente e quella che viene successivamente liberata dalle sostanze radioattive prodotte nell'esplosione.

Cominciamo dal primo tipo. Si tratta prevalentemente di neutroni e raggi gamma, che vengono emessi durante il processo stesso dell'esplosione. Questa radiazione iniziale viene emessa tanto dalle bombe a fissione che da quelle a fusione. Una dose di radiazione sufficiente ad uccidere più del 95% degli individui si ha fino ad una distanza di poco più di tre chilometri nel caso di una bomba da 1 MT, e fino a quasi dieci chilometri nel caso di una bomba da 20 MT. Questi dati si riferiscono a persone che si trovassero in vista dell'esplosione, senza nessun ostacolo a proteggerle. Però già a distanza dell'ordine di 5 Km (nel caso di 1 MT) e 15 Km (nel caso di 20 MT) la dose di radiazione è tale da non provocare nessun disturbo serio (a parte possibili effetti genetici, la cui probabilità è però relativamente bassa). Pertanto per bombe le cui potenze si misura a megatoni, questo effetto è di poca importanza, dal momento che ucciderebbe persone che verrebbero comunque quasi certamente uccise per gli

effetti di deflagrazione e termici. Per bombe di potenza esplosiva assai minore (qualche kilotone), gli effetti della radiazione diretta possono diventare piú importanti, in quanto il raggio di azione di questi effetti diminuisce meno rapidamente, col diminuire della potenza della bomba, del raggio di azione medio di letalità dei fenomeni di deflagrazione e termici.

LA RICADUTA DI MATERIALI RADIOATTIVI (« FALLOUT »).

Passiamo ora al secondo tipo di effetti. Nel caso di una esplosione al livello del suolo o comunque ad una altezza tale che la sfera di fuoco arrivi a toccare il suolo, una gran massa di terreno viene risucchiata dalla esplosione e portata in cielo. Parte, formata da frammenti relativamente grandi, ricade abbastanza rapidamente, entro cioè le ore e i giorni successivi all'esplosione, disperdendosi su una zona la cui forma e dimensione dipende essenzialmente dalle circostanze meteorologiche; un'altra parte, formata dalla polvere piú minuta, sale a grandi altezze ed entra nella circolazione stratosferica, ricadendo solo dopo mesi o anni e distribuendosi su tutta la terra. Tutte queste particelle di terreno sono mescolate ai resti dell'esplosione e sono pertanto radioattive (si ricordi che nella fissione dell'uranio o del plutonio si producono dei nuclei instabili; inoltre tutto il materiale di cui la bomba è costruita, nonché il terreno risucchiato nella esplosione, vengono resi radioattivi per diretta eccitazione da parte della radiazione nucleare associata alla esplosione della bomba — specialmente dal gran numero di neutroni associati ai processi a catena di fissione e di fusione). Al fenomeno della ricaduta di materiali radioattivi si dà il nome di *fallout*, distinguendo secondo quanto si è detto tra il *fallout* immediato o locale e quello ritardato o mondiale.

Per il *fallout* ritardato hanno importanza solo gli elementi radioattivi a vita media lunga, perché gli altri sono completamente decaduti prima che il *fallout* sia risceso a terra. Il *fallout* ritardato non ha molta importanza per quello che riguarda gli effetti immediati di una esplosione nucleare: ha rilevanza nella valutazione degli effetti a lunga scadenza di una guerra nucleare, in particolare per il problema della eventuale inabitabilità del pianeta Terra per la razza umana. Il *fallout* ritardato o mondiale aveva inoltre molta importanza rispetto agli esperimenti di esplosioni nucleari nell'atmosfera, perché provocava danni in tutto il mondo; anche nei paesi che non avevano nulla a che fare con la sperimentazione delle armi nucleari. Questo problema è stato parzialmente superato con il trattato di Mosca del 1963 per il bando delle esplosioni sperimentali non sotterranee (cui però non hanno aderito Francia e Cina).

L'esistenza o meno di *fallout* locale dipende in modo essenziale dall'altezza a cui viene fatta esplodere la bomba. Se la bomba viene fatta esplodere ad una altezza tale che la sfera di fuoco non arriva a toccare il terreno, non si ha praticamente *fallout* locale (questo fu il caso di Hiroshima e Nagasaki). Se invece l'esplosione avviene a bassa quota il *fallout* locale può essere importantissimo, può portare alla totale inabitabilità di vaste zone e può risultare la causa del maggior numero di morti. Per esempio il *fallout* conseguente all'esplosione di una bomba da 15 MT nell'atollo di Bikini il 1 marzo 1954 causò una forte contaminazione su un'area di quasi *venti mila chilometri quadrati*. La zona contaminata aveva la forma di un sigaro, disposto nella direzione del vento, ed estendentesi per circa quaranta chilometri controvento e seicento chilometri sottovento, a partire

dal punto della esplosione. La striscia contaminata aveva una larghezza variabile, con un massimo di oltre cento chilometri.

La bomba che esplose a Bikini era del tipo fissione-fusione-fissione; la maggior parte di radioattività fu dovuta al mantello di uranio naturale. Bisogna anche tener presente la possibilità, in caso di guerra, che vengano esplose bombe costruite allo scopo di provocare il massimo *fallout* locale. Per far questo occorre che l'esplosione avvenga vicino al suolo. Tali bombe trovano il loro ruolo in una strategia di rappresaglia, rivolta a rendere massimo il numero di morti. L'area entro cui ogni essere umano viene ucciso può così essere aumentata di un fattore dieci o addirittura cento, rispetto agli effetti dovuti alla deflagrazione e al calore. Naturalmente queste stime sono molto approssimative; i risultati dipendono fra l'altro dalle condizioni meteorologiche. Comunque una regola approssimativa ma semplice per stimare l'effetto dell'esplosione di una bomba dal punto di vista del *fallout* è la seguente; la radioattività equivalente ad 1 KT di fissione basta a contaminare completamente 1 Km² (vedi R. E. Lapp, Bull. Atom. Sci., aprile 1963, p. 5). Dunque l'esplosione di una bomba da 20 MT che sia per metà dovuta a fissione, se effettuata al suolo (in modo che praticamente tutto il materiale radioattivo ricade come *fallout* locale), potrebbe contaminare completamente una zona di *dieci mila chilometri quadrati*. Per contaminazione completa si intende una contaminazione tale da uccidere ogni essere umano che non disponga di rifugi appositamente schermati e attrezzati.

HIROSHIMA E NAGASAKI.

Gli effetti descritti nelle sezioni precedenti sono stati in larga misura studiati nelle numerose serie di esperimenti compiuti dagli Stati Uniti prima del 1963 (analoghi esperimenti sono stati compiuti dai sovietici, ma i corrispondenti dati non sono noti). Un'altra, purtroppo più realistica, sorgente di dati, è costituita dai due soli casi in cui armi nucleari sono state usate a fini bellici.

La prima bomba nucleare usata in guerra fu esplosa 550 metri al disopra di Hiroshima, il 6 agosto 1945 (il primo esperimento di esplosione nucleare era stato eseguito solo pochi giorni prima — il 16 luglio — ad Alamogordo, nel deserto del New Mexico). Si trattava di un ordigno a fissione; il materiale fissile era uranio-235, e l'energia liberata 13 KT. Tre giorni dopo una seconda bomba fu esplosa al disopra di Nagasaki: si trattava ovviamente anche in questo caso di un ordigno a fissione, la cui materia prima era però plutonio anziché uranio; l'energia liberata in questo caso fu di circa 20 KT.

La esplosione su Hiroshima avvenne proprio sul centro della città, che occupava una zona grosso modo circolare, con circa 300 mila abitanti. Nagasaki invece era una città di forma allungata anziché circolare, circondata da colline e aperta verso il mare in una sola direzione. Circa 87 mila persone vivevano entro 3 Km dal centro.

Si ritiene che 78 mila persone siano state uccise a Hiroshima, e 84 mila ferite, e che 27 mila siano state uccise a Nagasaki e 41 mila ferite; inoltre vi sono stati migliaia di scomparsi in ambedue le città. La maggior parte delle morti immediate furono causate dalla distruzione degli edifici. A Hiroshima furono distrutte, in parte o del tutto, 60 mila case. Danni severi alle case si verificarono fino a distanze di otto chilometri dal punto zero. En-

tro una settimana il Giappone annunciò la resa senza condizioni.

Non si hanno informazioni esatte rispetto alla relativa importanza, come cause di decesso, dell'onda d'urto, degli effetti termici e della radiazione (quella emessa direttamente dalla esplosione; poiché le sfere di fuoco non toccarono il suolo, non si ebbe apprezzabile *fallout* locale). Le scottature costituirono il maggior problema medico dopo la catastrofe. All'ospedale Kameyama di Hiroshima oltre metà dei pazienti che erano stati esposti alla radiazione termica ad una distanza di un chilometro morirono entro la prima settimana, e tre quarti entro due settimane. La mortalità fu massima il quarto giorno, e poi di nuovo nella terza e quarta settimana, quando sopravvennero le complicazioni associate all'irradiazione nucleare.

L'esplosione su Hiroshima causò una « tempesta di fuoco » che durò circa 6 ore e trasformò in un unico braciere un'area della città di 12 chilometri quadrati. Una ventina di minuti dopo l'esplosione un vento cominciò a soffiare da ogni direzione verso il centro della città in fiamme (effetto camino); dopo due o tre ore aveva raggiunto la velocità di 50-60 Km/ora.

A Hiroshima circa 45 mila persone morirono entro il giorno stesso dell'esplosione, e circa 20 mila durante i quattro mesi seguenti.

Tutti coloro che erano presenti a Hiroshima furono esposti ad una certa dose di radiazione nucleare immediata. Tutti i sopravvissuti sono pertanto stati, e sono, sottoposti per il resto della loro vita ai rischi che una tale esposizione comporta: rischi somatici e rischi genetici.

I rischi somatici (cioè, maggiore probabilità di essere colpiti da varie malattie negli anni successivi) sono risultati evidenti da un confronto statistico fra i sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki e popolazioni analoghe che non hanno subito la tragedia nucleare (e anche, nell'ambito degli stessi sopravvissuti, fra quelli che si trovarono più o meno lontani dal punto zero, e che hanno pertanto assorbito dosi più o meno alte di radiazione). Una malattia la cui frequenza è stata chiaramente superiore è stata la leucemia (a partire da 3 anni dopo la tragedia, e con un massimo dopo 5 anni); e altre forme di cancro (specialmente il cancro della tiroide) appaiono avere una più alta incidenza. Vi è inoltre una indicazione, ancora non del tutto dimostrata, di una diminuzione della durata media della vita, anche a prescindere dai casi di cancro; è questa una conseguenza della esposizione a radiazioni ionizzanti che è nota da esperienze di laboratorio con animali. Vi è anche una forte indicazione che una percentuale significativamente alta di bambini nati da madri che erano incinte al momento del disastro, ma che sopravvissero, hanno la misura del cranio inferiore a quella media; e alcuni di questi bambini sono seriamente ritardati dal punto di vista psichico.

Quanto agli effetti genetici, poiché essi richiedono generazioni per manifestarsi, non è stato possibile rilevarli nei sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki (ma gli effetti psicologici e sociali associati alla paura di conseguenze genetiche hanno costituito, e costituiscono, una drammatica realtà). È noto che effetti di questo tipo possono manifestarsi, perché la radiazione nucleare può causare mutazioni genetiche o difetti cromosomici, che si manifesteranno come difetti fisici o mentali nelle successive generazioni.

CONSEGUENZE DI UNA GUERRA NUCLEARE.

Sulla base degli effetti di una esplosione nucleare, e della esperienza

di Hiroshima e Nagasaki, è possibile prevedere con qualche attendibilità quali sarebbero i risultati della esplosione di una bomba nucleare di data potenza e in date circostanze. Per esempio il biologo americano T. Stonier ha calcolato che una bomba da 20 MT esplosa nel centro di New York di giorno causerebbe 6 milioni di morti (Ann. New York Acad. Sci., n. 105, p. 287 (1963); vedi anche il libro citato nella bibliografia).

Le previsioni delle conseguenze di una guerra nucleare globale con centinaia di bombe esplose per migliaia di megatoni, sono molto più difficili. Studi dettagliati delle conseguenze immediate sono naturalmente stati fatti, e sono quantitativamente credibili per le cifre che danno, cifre che si riferiscono essenzialmente al numero di morti causati direttamente ed immediatamente dal conflitto. Si può citare a questo proposito la stima presentata nel 1965 dall'allora ministro della difesa degli Stati Uniti McNamara (Statement to the House Armed Services Committee, 18 Feb. 1965), secondo cui un attacco contro gli Stati Uniti, lanciato nel 1970, avrebbe causato 149 milioni di morti su 210 milioni di abitanti. Ciò se l'attacco fosse simultaneamente diretto contro le basi militari e contro la popolazione, e nella ipotesi (verificatasi) che prima di tale data non fosse stato iniziato negli Stati Uniti un massiccio programma di difesa civile, e in particolare la costruzione di rifugi per proteggere la popolazione dal *fallout*. Si noti che, sempre secondo la stima di McNamara, dopo aver subito un tale attacco gli Stati Uniti sarebbero ancora stati in grado di infliggere all'Unione sovietica una risposta di rappresaglia che avrebbe causato circa 120 milioni di morti e distrutto oltre l'80% del suo potenziale industriale. Recentissimamente la stampa italiana ha riferito analoghe stime attribuite all'attuale ministro della difesa statunitense Schlesinger, con cifre di centinaia di milioni di morti nel caso di una guerra globale.

Dopo aver citato queste cifre, vogliamo subito sottolineare che laddove potrebbe apparire che esse implicano, nella loro precisa freddezza, una previsione quantitativamente significativa, in realtà la misura di un tale disastro supera ogni nostra capacità di immaginazione. Diciamo dei numeri, ma non sappiamo bene che cosa significhino.

Bisogna inoltre osservare che tutte queste stime si riferiscono agli effetti immediati o a brevissimo termine di un bombardamento nucleare. Quanto ai risultati a lunga scadenza, sia per la popolazione umana che per gli effetti ecologici sulla flora, la fauna, il clima, le stime sono molto più aleatorie. Vi sono infatti gli effetti genetici dovuti alle mutazioni indotte dalla radioattività, che si farebbero sentire sull'umanità per generazioni e generazioni, e che potrebbero portare a impensate modificazioni della flora e della fauna. V'è la prospettiva, anzi la certezza, di grandi epidemie, causate anzitutto dalla diminuita efficienza dei controlli sanitari dopo il disastro, e favorite dalla molto minore resistenza ad ogni tipo di infezione che è una delle conseguenze della esposizione alle radiazioni, anche a dosi di gran lunga inferiori a quelle letali. V'è la prospettiva di drammatiche carestie, causate sia dalla distruzione e contaminazione radioattiva delle messi, che dalla distruzione dei sistemi di trasporto e distribuzione, essenziali alla vita di una società moderna. Sono prevedibili drastiche alterazioni nell'equilibrio ecologico, per le diverse resistenze di differenti specie animali e vegetali alle radiazioni. Si tenga presente che, in linea di massima, la natura del danno biologico associato alle radiazioni è tale da danneggiare gli organismi viventi tanto più quanto maggiore è la loro complessità, e quindi ne risultano favorite le forme di vita inferiori rispetto

alle superiori, sia nel regno animale che nel regno vegetale. Nella fauna, la distruzione di uccelli e animali predatori causerebbe probabilmente esplosioni demografiche di insetti e forse roditori, cioè le specie che hanno una grande capacità riproduttiva, esplosioni che potrebbero risultare in flagelli di proporzioni bibliche. Nella flora, c'è da attendersi la sparizione di intere foreste a causa del fuoco, delle radiazioni, delle epidemie e delle invasioni degli insetti, con conseguenze incalcolabili: mutamento del clima, degradazione del terreno, possibile inizio di trasformazioni irreversibili dell'ambiente che possono concludersi nella inabitabilità di intere regioni.

La grandiosità del fenomeno della esplosione di una bomba di grandi dimensioni, o addirittura di un gran numero di tali ordigni, è in effetti un evento naturale rilevante su scala mondiale. Per esempio il fattore forse più importante che caratterizza le variazioni di temperatura su scala mondiale è la presenza di particelle di polvere nell'atmosfera, dovute alle eruzioni vulcaniche. Da una stima, certo molto approssimativa, risulta che la esplosione di migliaia di megatoni al suolo potrebbe iniettare nell'atmosfera una quantità di polvere sufficiente a modificare drasticamente la temperatura su tutto il globo, con diminuzione nella temperatura media dell'ordine di parecchi gradi. La durata di questo fenomeno dipenderebbe dal tempo necessario per la ricaduta delle particelle di polvere sulla terra, e sarebbe dell'ordine di anni. Non si può neppure escludere la possibilità che abbia così inizio un ciclo irreversibile, che porti ad una nuova glaciazione. Come giustamente osserva Tom Stonier nel suo libro (vedi bibliografia), è improbabile che tutti i disastri che egli discute si verificassero effettivamente; ma è anche assai probabile che se ne verificassero altri che nessuno ha neppure immaginato.

Infine vi è un secondo tipo di conseguenze a lungo termine, e sono quelle di natura psicologica, sociologica, etico-politica. È molto difficile immaginare che dopo un disastro della entità di una guerra nucleare globale, e per di più non dovuto a cause naturali ma provocato dagli uomini, i superstiti si dedicherebbero con tranquilla razionalità all'opera di ricostruzione, o quanto meno ad affrontare cooperativamente i problemi drammatici della vita nelle nuove condizioni. Più probabilmente si avrebbe una prevalenza di reazioni irrazionali e violente, e una totale modificazione del sistema di valori su cui era fondata la società anteriormente al disastro.

Non possediamo alcuna esperienza per fare previsioni in questo senso; anche le grandi catastrofi del passato, come la guerra dei trent'anni, sono poca cosa al confronto. È assurdo valutare solo in termini di morti in più o in meno le conseguenze immediate di una guerra nucleare globale: un tale evento si avvicina al suicidio della razza umana.

Ma non potrebbe darsi una guerra nucleare « limitata », le cui conseguenze siano meno catastrofiche? Non è forse questa la prospettiva per cui sono state sviluppate e dislocate un gran numero di armi nucleari « tattiche », concepite cioè per l'uso in un conflitto che dovrebbe mantenersi ben al di sotto del livello di distruzione che si avrebbe con l'impiego globale delle armi nucleari « strategiche »?

La probabilità che l'uso bellico di armi nucleari « tattiche » si mantenga limitato, senza escalare a livello « strategico », è, a parere di chi scrive, assai bassa. Ciò perché si dovrebbe immaginare, dopo uno scambio nucleare « tattico » (le cui conseguenze sono peraltro spaventosamente distruttive; vedi sotto), la prevalenza da ambo i lati di una superiore razionalità, che faccia fra l'altro accettare che non vi siano né vincitori né

vinti; solo morte e distruzione. Se anche dei *leaders* politici fossero così razionali da arrestarsi, dopo una guerra nucleare « limitata », sull'orlo del conflitto globale coinvolgente le cosiddette armi « strategiche », essi stessi verrebbero spazzati via per l'immensa carica di disperazione ed odio che si sarebbe venuta a creare come conseguenza della guerra.

Queste però sono opinioni, e in questa appendice vogliamo attenerci ai fatti. Ma per l'appunto tali opinioni sono basate sul fatto, che una guerra nucleare « limitata » sarebbe pur sempre un cataclisma di proporzioni storiche. Prova convincente di ciò è fornita in un autorevolissimo studio compiuto, nel 1967, da una commissione di esperti di altissimo livello, convocata dal segretario generale delle Nazioni unite U Thant, su mandato dell'assemblea generale. In tale studio (dal quale abbiamo anche desunto alcuni dei dati riportati più sopra) si analizzano infatti numerose ipotesi di guerre nucleari « limitate », giungendo in ogni caso alla conclusione che il livello di morti e distruzione sarebbe altissimo; per esempio, in Europa, nel migliore dei casi, paragonabile a quello sostenuto nel corso dell'intera seconda guerra mondiale (però concentrato nel giro di pochi giorni). Per ulteriori dettagli si rinvia il lettore a tale rapporto (pubblicato a cura delle Nazioni unite, vedi bibliografia; per inciso, non mi risulta che tale documento sia stato largamente diffuso in Italia, nonostante il formale impegno a far ciò preso dal nostro governo, insieme a quelli di tutti gli altri paesi partecipanti all'Onu). Analoghe conclusioni, nello specifico contesto europeo, sono dettagliatamente illustrate negli studi di un gruppo di lavoro tedesco che fa capo allo scienziato C. F. von Weizsäcker.

Del resto che queste conclusioni siano piuttosto ovvie dovrebbe risultare evidente a chiunque abbia appena riflettuto su cosa siano effettivamente le armi nucleari, sulla base dei dati obiettivi circa i loro effetti (cfr. le sezioni precedenti).

Gli attuali arsenali nucleari

Dati attendibili sugli attuali arsenali nucleari e convenzionali sono forniti da due pubblicazioni annuali, il *Military Balance* pubblicato a cura dell'Istituto internazionale di studi strategici (Iiss) di Londra e l'annuario dell'Istituto internazionale di ricerche per la pace di Stoccolma (Sipri). I dati riportati nel seguito sono desunti da tali pubblicazioni, nonché da pubblicazioni ufficiali statunitensi (specialmente dall'ultimo rapporto annuale presentato dal ministro della difesa statunitense al congresso). Essi si riferiscono alla situazione attuale (primi mesi del 1975) e intendono dare un'idea del livello degli arsenali nucleari, non affrontare lo spinoso (e largamente artificiale) problema dei confronti.

STATI UNITI.

Le forze « strategiche » degli Usa sono costituite da una « triade » di vettori: missili intercontinentali, missili su sommergibili, bombardieri a lunga portata. Vi sono inoltre armi nucleari cosiddette tattiche: testate di missili a corta gittata, bombe trasportate da aeroplani, proiettili di artiglieria, mine.

I missili intercontinentali hanno raggi di azione di oltre 12.000 Km, accuratèzze migliori di 1 Km, e sono 54 Titan (con testate da 5-10 MT),

e 1000 Minutemen (di cui oltre la metà con 3 testate indipendenti ciascuna da 200 KT, e il resto con 1 sola testata da 1-2 MT). Impiegano circa mezz'ora a raggiungere i loro obiettivi, sono installati in silos sotterranei corazzati; possono però essere distrutti da una esplosione nucleare sufficientemente potente e vicina, e pertanto costituiscono la componente potenzialmente più vulnerabile della triade.

I missili su sommergibili (a propulsione nucleare, dunque in grado di restare per tempi lunghissimi in immersione) sono 656 (16 per sommergibile, su 41 sommergibili). Hanno raggi d'azione di oltre 5.000 Km; 352 Poseidon portano 10 testate indipendenti ciascuno (cioè ogive che possono essere dirette su diversi obiettivi) da 50 KT ciascuna; 304 Polaris A3 portano ciascuno 3 testate da 200 KT ciascuna. I missili possono essere lanciati senza che il sommergibile emerga. Chiaramente questa componente della triade è la più invulnerabile; è però anche quella che presenta i maggiori problemi di comando e controllo, e pertanto, forse, i maggiori rischi di incidente.

I bombardieri strategici B-52, con autonomia superiore ai 20.000 Km sono circa 500; ciascuno di loro porta numerose bombe nucleari, che possono anche essere, nella fase terminale, trasportate sull'obiettivo da missili (più adatti a penetrare le difese avversarie).

Complessivamente circa 8000 testate nucleari « strategiche », di cui circa 2.000 sui missili intercontinentali, oltre 4.000 sui sommergibili, e il resto sui bombardieri. La potenza esplosiva di ciascuna di queste bombe è, a seconda dei casi, tre volte, quindici volte, centinaia o addirittura migliaia di volte superiore a quella della bomba (13 KT) che distrusse Hiroshima; la probabilità di ciascuna di loro di raggiungere gli obiettivi prestabiliti senza essere intercettata è assai alta.

Le armi nucleari operative cosiddette tattiche sono molte migliaia; molto probabilmente, fra missili a breve gittata, bombe aerotrasportate, proiettili d'artiglieria e mine, oltre 10.000. Molti anni fa la cifra di 7.000 venne fatta, per il solo teatro europeo, dall'allora ministro della difesa McNamara. Le potenze esplosive vanno dai 2 KT di alcuni proiettili d'artiglieria, alle centinaia di kilotoni delle testate di alcuni missili (che sono considerati « tattici », pur avendo gittate di molte centinaia di chilometri); quanto alle bombe aerotrasportate, la loro potenza non è limitata da considerazioni tecnologiche, quanto da considerazioni circa gli eventuali obiettivi. In questo senso la distinzione fra armi strategiche e tattiche è particolarmente opinabile; ed è stata infatti una delle cause di dissenso nelle trattative Salt.

Tutte queste armi nucleari sono sottoposte al controllo degli Stati Uniti e possono essere utilizzate solo per ordine del presidente; può essere inoltre richiesto l'assenso delle autorità del paese nel cui suolo sono installate alcune delle armi nucleari « tattiche ». Le più elaborate precauzioni di carattere tecnologico ed operativo sono state prese per garantire l'osservanza di queste direttive.

È bene infine tener presente che il numero totale di bombe nucleari disponibili agli Usa (comprese quelle in deposito, quelle obsolescenti, ecc.) è certamente di qualche decina di migliaia.

UNIONE SOVIETICA.

Le forze nucleari dell'Urss sono note con minore certezza di quelle

dei paesi occidentali. Di fatto però dati attendibili, completi ed essenzialmente accurati sono disponibili; principalmente grazie alle osservazioni via satellite, che sono straordinariamente accurate, e al funzionamento del sistema politico americano, che garantisce la pubblicità (magari artefatta nei tempi e modi di presentazione, ma non nella sostanza) di tutti questi dati.

Senza entrare nei dettagli, per i quali rimandiamo alla letteratura già citata, ci limitiamo a notare che l'Urss possiede oltre 1.500 missili intercontinentali, che generalmente sono più grossi dei corrispondenti missili Usa, e portano pertanto testate nucleari alquanto più potenti (parecchi megatonni); ovvero potranno portare un più grande numero di testate multiple indipendenti (i sovietici hanno messo a punto tale tecnica con qualche ritardo rispetto agli americani e stanno cominciando solo ora a produrre testate di questo tipo). Inoltre l'Urss dispone di 600 missili a raggio d'azione medio (poche migliaia di chilometri), puntati sull'Europa (ma forse trasferibili ad oriente, per puntarli sulla Cina), con testate da 1 MT.

Il numero dei missili su sommergibili è circa uguale a quello degli Stati Uniti, anche se la tecnologia relativa è meno avanzata, il che implica fra l'altro che per il momento il numero delle testate, tutte singole, è assai minore.

Il numero dei bombardieri considerati « strategici » è 140.

Il numero complessivo delle testate nucleari « strategiche » è dunque circa 3.000; in media si tratta di bombe più potenti di quelle americane, su vettori meno accurati. La potenza di tali testate è però in procinto di diminuire, ed il loro numero di aumentare, per la introduzione dei sistemi a testate multiple.

Quanto alle armi nucleari « tattiche », la situazione è grosso modo analoga (entro un fattore 2, e con cifre generalmente inferiori) a quella, già descritta, degli Usa.

GLI ACCORDI SALT.

Gli Strategic Arms Limitation Talks (Salt) sono la più importante trattativa, svolta direttamente fra le due superpotenze nucleari, ed avente per scopo di limitare la corsa agli armamenti nel settore delle armi nucleari strategiche. Una analisi della storia di questa trattativa e del suo effettivo impatto sulle decisioni relative alle armi strategiche, come anche una valutazione della misura in cui i Salt possono essere considerati una adeguata realizzazione degli impegni presi dalle superpotenze nucleari con l'articolo VI del Tnp, esula dai confini di questa appendice. Qui occorre semplicemente ricordare quali sono stati gli accordi raggiunti rispetto alle limitazioni numeriche e qualitative degli arsenali nucleari strategici.

I trattati firmati nel maggio 1972, che hanno costituito il primo concreto risultato delle trattative (cui talvolta ci si riferisce come Salt 1), riguardavano due diversi aspetti degli arsenali strategici: le armi di difesa (essenzialmente i sistemi di difesa antimissilistica) e le armi offensive (la cui consistenza numerica e qualitativa è stata indicata nelle sezioni precedenti).

Quanto ai sistemi di difesa antimissilistica, la cui installazione avrebbe dato inizio ad una ripresa in grande stile della corsa agli armamenti strategici, vi è stato un accordo di sostanziale rinuncia. Veniva solo consentita la costruzione di due basi in ciascun paese, una per difendere (nella estre-

mamente inattendibile misura in cui un tale sistema sarebbe efficace) la capitale, e l'altra per difendere una base di missili intercontinentali. Ciascuna delle due basi doveva contenere non più di 100 missili antimissili, con varie altre limitazioni sugli impianti radar tali da garantire al di là di ogni ragionevole dubbio che le due basi non possono essere il nucleo di un sistema di difesa che copra l'intero paese. La decisione di consentire due basi era giustificata essenzialmente dalla situazione di fatto, che vedeva l'installazione di un sistema di difesa intorno a Mosca (64 missili antimissili Galosh) e, quasi completato, intorno ad una base missilistica americana.

Pochi mesi fa, a Vladivostock, Breshnev e Ford hanno concordato l'ulteriore rinuncia alla seconda base antimissilistica che sarebbe stata consentita a ciascun paese dal Trattato del 1972, ma per la quale nessuno dei due paesi aveva iniziato i lavori.

Quanto alle armi offensive, il Trattato del 1972 (a termine, a differenza di quello relativo agli antimissili, che ha validità illimitata) poneva limitazioni più articolate sui numeri dei missili intercontinentali e dei missili installati su sommergibili, in cui si teneva conto del vantaggio tecnologico americano (specialmente relativo alle testate multiple) e pertanto si consentivano numeri un poco più alti ai russi. Comunque tutti i numeri erano sempre maggiori di quelli già esistenti, sicché le limitazioni implicavano restrizioni per eventuali sviluppi futuri, non vere e proprie riduzioni.

Gli accordi di Vladivostock, che dovrebbero fornire la base di un trattato da concludersi entro il 1975, prevedono limitazioni più simmetriche: non oltre 2.400 vettori strategici per parte (con facoltà di suddividerli a piacere fra missili intercontinentali, missili su sommergibili e bombardieri strategici), di cui al più 1.320 missili a testate multiple. È notevole la inclusione nell'accordo dei bombardieri, che vengono convenzionalmente equiparati a missili con testate singole. Restano esclusi dall'accordo tutti i sistemi d'arma, anche nucleari, non considerati « strategici ». L'accordo dovrebbe costituire un quadro di limitazione valido per 10 anni (fino al 1985), ma con la possibilità, anzi la prospettiva (entro il 1980?) di accordi ulteriori, più restrittivi, che diano inizio anche ad un processo di effettiva riduzione. I numeri 2.400 e 1.320 sono infatti, per il momento, superiori a quelli dei sistemi già installati; costituiscono un taglio solo rispetto alla (congetturale) proiezione degli aumenti numerici che si potrebbero verificare di qui al 1985 in assenza di ogni accordo.

Un aspetto molto importante degli accordi Salt (che ha assunto veste formale nei trattati del 1972) è il riconoscimento della utilità e legittimità dei sistemi di verifica e controllo basati sulle osservazioni da satellite, la cui tecnologia, come si è già indicato, ha raggiunto un altissimo grado di accuratezza ed attendibilità.

INGHILTERRA E FRANCIA.

Gli arsenali nucleari di Inghilterra e Francia sono enormemente inferiori a quelli delle superpotenze sovietica ed americana.

L'Inghilterra dispone di 4 sommergibili a propulsione nucleare, ciascuno dotato di 16 missili Polaris A3 (3 testate indipendenti da 200 KT ciascuna). Sommergibili e missili sono di fabbricazione americana. Dispone inoltre di 50 bombardieri Vulcan B2, con autonomia superiore ai 6.000 Km, e capacità di trasportare armi nucleari (di fabbricazione britannica); bombe

nucleari possono anche essere trasportate da una parte della restante aviazione inglese, che contiene però velivoli la cui autonomia raggiunge al massimo i 3.000 Km circa.

La « force de frappe » francese consiste di 48 missili (2-3 mila chilometri di gittata, testata singola da mezzo megatone) su 3 sommergibili, di una ventina di missili terra-terra (gittata di 3-4 mila chilometri, testate singole da 150 KT), di pochissimi missili per uso « tattico » (gittata di circa 100 Km, testate di 15 KT), e di una cinquantina di bombardieri supersonici mirage (autonomia di circa 3 Km). Come nel caso inglese, bombe nucleari potrebbero anche essere trasportate da altri aeroplani, bombardieri e caccia bombardieri, aventi però caratteristiche meno avanzate è dunque assai minore probabilità di essere in grado di portare a compimento missioni di tipo strategico. Nella valutazione della spesa per la « force de frappe » non viene naturalmente mai incluso il costo di questa parte dell'ordinaria aviazione militare, che può anche assumere un ruolo nucleare, ma ha comunque una giustificazione militare indipendente.

Tutti i vettori nucleari francesi, come (ovviamente) anche le bombe nucleari, sono di costruzione indigena.

CINA.

La Cina dispone attualmente in tutto di 200-300 bombe nucleari, sia « atomiche » che termonucleari. Nel giugno 1974 ha effettuato una esplosione sperimentale nell'atmosfera (la Cina, come la Francia, non ha aderito al trattato che proibisce le esplosioni nucleari non sotterranee), con una energia liberata dell'ordine di un megatone; tale esperimento era il sedicesimo dall'inizio del programma nucleare cinese.

Come vettori, la Cina dispone di una cinquantina di missili a gittata intermedia e media, che sono in grado di raggiungere la parte orientale dell'Unione sovietica, ma non Mosca né il territorio degli Stati Uniti. Tali missili sono ancora assai vulnerabili nel caso di un attacco di sorpresa. Lo sviluppo di un missile a più lunga gittata è in fase avanzata. Vi sono inoltre un centinaio di bombardieri Tupolev-16, di fabbricazione sovietica e alquanto vecchi, ma ancora operazionali, con autonomie di volo di oltre 3.000 chilometri.

ALTRI PAESI.

L'India ha realizzato, nel maggio 1974, una esplosione nucleare sotterranea « a scopo pacifico ». Per le ragioni spiegate precedentemente, questo evento, pur importante in quanto indicativo di una tendenza alla proliferazione nucleare che deve preoccupare, è ben lungi dal significare che l'India abbia, o sia in procinto di acquisire, una effettiva capacità nucleare. Questa affermazione discende da una valutazione di tipo tecnico, che prescinde dalla dichiarata intenzione dell'India, secondo cui essa non ha l'intenzione di sviluppare un programma nucleare con potenzialità belliche; dichiarazione che è del resto difficile prendere molto sul serio, nella misura in cui ciò implicherebbe l'esistenza di una valida giustificazione tecnica per l'esperimento, come primo passo di un programma volto ad acquisire la capacità di eseguire esplosioni nucleari « a scopo pacifico ». In effetti, come vedremo, un tale programma non ha valide giustificazioni, né tecnologiche, né tanto meno economiche; l'esplosione nucleare indiana

è spiegabile piuttosto facendo riferimento a motivazioni di prestigio e di politica interna.

Nessun altro paese dispone di armi nucleari, né è, presumibilmente, in condizione di realizzare, entro breve tempo, anche una sola esplosione nucleare. Unica possibile eccezione è Israele, che è anche forse l'unico esempio di paese per cui una tale capacità potrebbe avere un senso, in qualche modo analogo a quello che avrebbe per un gruppo « privato »; ciò per ovvie ragioni politiche e geografico-strategiche.

Voci su capacità nucleari di vari paesi vengono talvolta fatte circolare da ambienti interessati a creare un clima, nel quale sia loro più facile svolgere, all'interno del proprio paese, opera di propaganda a favore della decisione di imboccare la via dell'armamento nucleare; ma non trovano giustificazione in un'analisi obiettiva della realtà contemporanea, basata sulle valutazioni di natura tecnica fornite nelle precedenti sezioni di questa appendice.

Le strategie di «impiego» delle armi nucleari

Non è questa la sede per una esposizione delle dottrine strategiche nucleari attuali e della loro evoluzione nel tempo. Nondimeno una analisi, quale quella qui presentata, dei dati obiettivi rilevanti per discutere il fenomeno della proliferazione delle armi nucleari sarebbe incompleta, senza almeno un cenno ai fondamenti delle dottrine strategiche che sono nate intorno alle armi nucleari e che costituiscono il supporto logico di tutte le decisioni che le riguardano, fra cui in primo luogo quelle relative allo sviluppo e installazione delle armi stesse. Il lettore interessato ad una analisi più dettagliata può rivolgersi alla ampia letteratura esistente su questi argomenti; si vedano, per esempio, le voci « Strategia » e « Disarmo, riarmo, controllo degli armamenti », con le relative bibliografie, della enciclopedia Feltrinelli Fischer, volume 28, scienze politiche 2 (Relazioni internazionali), Feltrinelli editore, Milano, 1973.

Ricordiamo anzitutto che Hiroshima e Nagasaki sono i due unici esempi di uso effettivo in guerra di armi nucleari (ed entro una settimana il Giappone, del resto già allo stremo, capitolò).

Le armi nucleari non sono dunque « come le altre, solo molto più potenti »; la differenza quantitativa è così marcata, da acquisire rilevanza qualitativa. Ciò spiega perché, nei 30 anni trascorsi dopo Hiroshima e Nagasaki, non siano mai più state usate; nonostante i conflitti cruenti — le vere e proprie guerre — in cui potenze che disponevano di tali armi si sono trovate coinvolte (per esempio, quanto agli Usa, prima in Corea, poi in Vietnam). E sono forse state le armi nucleari, incumbenti come una spada di Damocle sull'intera umanità, ad evitare che il contrasto ideologico e di potere fra mondo occidentale e paesi comunisti, particolarmente duro nei lunghi anni della guerra fredda, sfociasse in un conflitto cruento e globale.

Le dottrine strategiche elaborate a proposito delle armi nucleari hanno pertanto una caratteristica nuova; esse hanno per scopo primario quello di evitare l'uso delle armi stesse, essendo chiaro che, ove mai questo obiettivo fallisse, praticamente tutto sarebbe perduto per tutti. Si è già visto infatti che una guerra nucleare non terminerebbe con vincitori e vinti, sibbene con la sconfitta (anzi la stessa distruzione fisica) di tutti

quelli che in tale conflitto fossero coinvolti.

Il concetto fondamentale caratterizzante tali concezioni è quello di *dissuasione*; la disponibilità di armi nucleari dovrebbe servire a « dissuadere » un potenziale avversario dal compiere atti aggressivi, che comporterebbero una risposta di rappresaglia nucleare, con spaventose conseguenze devastatrici. Perché il meccanismo della dissuasione operi è però necessario che la risposta di rappresaglia sia *credibile*, per il che è necessaria anzitutto una forza nucleare di cui possa sopravvivere ad un attacco di sorpresa una parte sufficiente a garantire una capacità di risposta di rappresaglia che causi un livello di danno « inaccettabile » (sono certamente in questa situazione ambedue le superpotenze nucleari, Usa ed Urss). Ma la credibilità è anche commisurata all'entità dell'aggressione, o comunque degli interessi in gioco; sicché la disponibilità di armi nucleari risulta largamente irrilevante in tutte quelle circostanze in cui non siano in questione interessi vitali per un paese. La eccessiva capacità distruttiva delle armi nucleari le rende dunque nella maggior parte dei casi del tutto inutili; non hanno, per esempio, impedito agli Stati Uniti di essere di fatto costretti ad abbandonare il Vietnam; non forniscono nessuno strumento di politica internazionale che sia concretamente utilizzabile a paesi come l'Inghilterra o la Francia, il cui peso politico è, di fatto, determinato dalla loro situazione economica e di solidità politica interna; cioè dagli stessi parametri che caratterizzano il maggior o minor peso politico dei paesi militarmente non nucleari, quali per esempio la Germania, il Giappone, la stessa Italia.

Dal punto di vista di qualunque ragionevole concetto di *dissuasione*, gli arsenali nucleari delle superpotenze appaiono enormemente eccessivi. I meccanismi per cui questa situazione di sovracapacità distruttiva (*over-kill*) si è venuta a determinare non possono, per ragioni di spazio, essere discussi in questa sede; essi sono peraltro ben noti, anche se ciò non significa che sia facile eliminarli (si veda in proposito, l'eccellente analisi di uno dei massimi esperti — e in qualche senso anche, a suo tempo, responsabili — di questa situazione: H. York, *Race to Oblivion*, Simon and Schuster, New York, 1970).

In effetti non accade che gli arsenali nucleari siano programmati per assolvere ai compiti previsti nell'ambito delle dottrine strategiche nucleari; ma piuttosto che delle dottrine strategiche, magari logicamente assai zoppicanti, vengano elaborate per giustificare la consistenza degli arsenali nucleari esistenti, nonché la necessità di espanderli ulteriormente; necessità che origina da quella serie di meccanismi cui si è accennato più sopra. Si giustifica così, per esempio, una sovrabbondanza di armi nucleari, attribuendo loro un compito di « riduzione del danno » per il caso in cui la dissuasione fallisse ed un conflitto nucleare cruento scoppiasse; compito che potrebbe essere assolto utilizzando tali armi per distruggere quella parte delle armi nucleari dell'avversario che esso potrebbe avere conservato di riserva dopo un primo attacco. La debolezza di questa argomentazione è evidente; è anzi chiaro come, nella misura in cui ha senso prevedere gli eventi nel contesto di un cataclisma nucleare, considerazioni di questo tipo tendono a spingere l'avversario all'uso immediato di tutte le armi a sua disposizione.

Altre dottrine, di formulazione più recente ma nascenti in sostanza da un analogo sforzo di giustificare in qualche modo la abnorme enormità degli arsenali nucleari, ipotizzano guerre nucleari combattute attraverso una

serie di fasi successive, con scambio di colpi nucleari ma senza mai arrivare al conflitto globale coinvolgente l'uso completo degli arsenali. Tali dottrine sottolineano la necessità di avere a propria disposizione una larghissima flessibilità di opzioni, e dunque una amplissima panoplia di armi nucleari.

Si tende inoltre ad attribuire un peso politico ad eventuali apparenti sbilanciamenti di forze strategiche fra le due superpotenze, anche se essi non hanno nessun reale significato strategico e se tale irrilevanza è chiara ai protagonisti principali del confronto (« C'è anche una importante relazione fra il comportamento di molti *leaders* di altre nazioni e quel che ad essi appare essere il bilancio strategico. Certamente non tutti loro si imbarcano nei calcoli dettagliati e nelle proiezioni circa la interazione delle forze sovietiche ed americane che hanno tanto influito sulle nostre decisioni nel passato. Molti, però, reagiscono alle misure statiche di forza relativa, numero di testate, disponibilità di potenza esplosiva effettiva, ecc. Pertanto, nella misura in cui desideriamo influire sulle opinioni di altri, dobbiamo intraprendere misure appropriate (dal loro punto di vista) nel programmare le nostre forze strategiche »; citazione testuale tradotta dall'Annual Defense Department Report, FY 1975, del ministro statunitense della difesa Schlesinger, p. 27). Ma è d'altronde ovvio come un simile atteggiamento, associato al fatto che, in una situazione di sostanziale parità strategica, non può non esistere qualche parametro che appaia « favorire » una parte (qualche altro parametro, naturalmente, favorirà l'altra; ma verrà ignorato), costituisce una dinamo inarrestabile che spinge ad un aumento indefinito degli armamenti strategici; tanto più in quanto argomenti analoghi valgono, anzi si rinforzano a vicenda, nell'ambito di ambedue i sistemi decisionali delle superpotenze.

Infine la stessa esistenza di una trattativa di controllo degli armamenti agisce, paradossalmente, come uno stimolo alla corsa agli armamenti nucleari, nella misura in cui fornisce un fortissimo argomento a quelle forze che si battono, all'interno di ciascun sistema decisionale, a favore dello sviluppo e/o l'installazione di nuovi sistemi d'arma strategici: l'argomento che tale decisione rafforza la posizione della propria parte nel negoziato. Tanto più che, una volta che tale decisione è stata presa, si mettono in moto dei meccanismi di natura politica, istituzionale, strutturale, che rendono impossibile il tornare indietro; anzi talvolta è poi lo stesso accordo di « controllo degli armamenti » che è costretto a lasciare spazio a tale ulteriore sviluppo della corsa agli armamenti, e dunque in qualche modo a legittimarlo, togliendo ogni speranza di successo a quelle forze politiche che cercavano di impedirlo sulla base della evidente mancanza di una reale giustificazione strategica. È probabile per esempio che il prevedibile sviluppo dei due maggiori nuovi sistemi d'arma strategici americani — il bombardiere nucleare B-1, e il sommergibile nucleare Trident con i relativi nuovi missili — e gli inevitabili programmi di risposta sovietici, non avrebbero avuto corso senza i Salt.

Quel che si è qui accennato per le strategie nucleari delle superpotenze vale a maggior ragione per le dottrine inventate per giustificare gli armamenti nucleari delle altre potenze nucleari, la cui costruzione è stata in effetti sempre decisa in base a considerazioni che hanno poco a che vedere con una analisi di natura strettamente strategica. Nel caso dell'Inghilterra, si è trattato essenzialmente di un fenomeno legato al coinvolgimento, fin dall'inizio, di scienziati e tecnologi inglesi nel programma nucleare americano; nel caso della Francia, da considerazioni di prestigio (senza, come

si è visto, alcun fondamento reale; né l'indipendenza dagli Usa della politica gollista ha alcun supporto nella esistenza della «force de frappe», che semmai rende la Francia più, anziché meno, dipendente dagli Usa, dal momento che la credibilità del deterrente francese dipende strettamente dalla prospettiva di un intervento americano); nel caso della Cina, da comprensibili, anche se non necessariamente ragionevoli, considerazioni di carattere politico generale. Dell'India (che del resto non può in alcun modo essere considerata una potenza militarmente nucleare) si è già detto più sopra. Non vale pertanto la pena, in una trattazione sommaria quale quella qui presentata, spendere spazio (e tempo del lettore) per scendere in ulteriori dettagli, che potranno essere semmai reperiti nella letteratura.

Esplosioni nucleari «pacifiche»

Numerose applicazioni pratiche non militari di esplosioni nucleari possono essere immaginate.

Dal punto di vista tecnologico, una difficoltà a cui ci si trova però sempre di fronte è la contaminazione radioattiva. Dal punto di vista politico, è la difficoltà di distinguere ordigni esplosivi nucleari aventi scopi pacifici da bombe nucleari, e esplosioni nucleari a scopi pacifici da esplosioni nucleari sperimentali effettuate per sviluppare la tecnologia delle armi nucleari.

Le potenzialità applicative civili delle esplosioni nucleari sono state propagandate molto energicamente da alcuni gruppi aventi un interesse costituito nello sviluppo di questa tecnologia. Negli Stati Uniti, tali gruppi sono principalmente costituiti dai laboratori di ricerca e sviluppo delle armi nucleari (Livermore e Los Alamos); probabilmente nell'Unione sovietica la situazione è analoga. Questo atteggiamento ha una ben comprensibile, e assai forte, componente psicologica; oltre a riflettere la naturale tendenza a farsi attribuire più fondi propagandando il proprio prodotto. È importante tener presente questa situazione, se non altro per valutare con un minimo di senso critico le informazioni su questi argomenti che originano da certe sorgenti interessate.

Il problema delle esplosioni nucleari pacifiche ha reso più difficile in passato, e renderà più difficile anche nel futuro, il raggiungimento di alcuni accordi di controllo degli armamenti nucleari, specialmente quelli che mettono al bando l'effettuazione di esplosioni nucleari sperimentali (*Test Ban*; vedi sotto). In parte ciò nasce da un obiettivo contrasto fra alcune potenzialità applicative cui non tutti sono disposti a rinunciare, e la sussistenza effettiva di un trattato che, proibendo le esplosioni nucleari sperimentali, contribuisca ad arrestare la corsa agli armamenti, impedendo, o almeno rendendo più difficile, l'ulteriore sviluppo delle armi nucleari. In parte, al di là delle obiettive difficoltà, il problema delle esplosioni nucleari pacifiche è stato strumentalizzato artificialmente proprio per impedire che accordi di controllo degli armamenti fossero raggiunti; ciò da parte di alcuni gruppi (il cui esponente più noto, negli Stati Uniti, è Edward Teller), i quali non hanno mai fatto mistero della loro opposizione ad ogni politica di controllo degli armamenti, ma non hanno nemmeno mai esitato, quando ciò era politicamente più conveniente, a mascherare tale opposizione con argomenti di comodo.

Due tipi principali di applicazioni di esplosioni nucleari possono essere

ipotizzati: l'uso per grandi lavori di ingegneria civile (escavazione di canali, costruzione di porti o di dighe); usi di tipo minerario.

Le utilizzazioni del primo tipo comportano esplosioni nucleari sulla superficie terrestre (non sotterranee, o comunque non a profondità sufficienti da escludere la fuoriuscita nell'atmosfera di radioattività). Presentano pertanto rischi assai seri di tipo ecologico; e sono inoltre proibite dal Trattato di Mosca del 1963 (Partial Test Ban; Ptb) che proibisce le esplosioni nucleari non sotterranee (e tali da non liberare radioattività nell'atmosfera). Ricordiamo che a tale trattato hanno aderito quasi tutti i paesi del mondo, con la sola eccezione della Francia e della Cina (a parte qualche altro caso insignificante).

Studi dettagliati della fattibilità di progetti di questo tipo sono stati fatti in alcuni casi, ed hanno concluso finora, almeno per tutti i casi noti (esclusi, cioè, eventuali progetti sovietici) nel senso della non economicità e non fattibilità del progetto (e ciò a prescindere dall'impedimento rappresentato dal Ptb). Il caso più importante è quello del Canale di Panama: uno studio americano giunse a tale conclusione, dopo aver speso qualche decina di miliardi di lire; questo risultato ha spento ogni interesse per progetti di questo tipo negli Stati Uniti.

Nell'Unione sovietica sembra invece che permanga un interesse per applicazioni di questo tipo. Due importanti considerazioni di carattere geografico e politico-istituzionale, rendono in effetti l'Unione sovietica (insieme, forse, alla Cina) il paese che più di ogni altro appare adatto per questo tipo di utilizzazioni di armi nucleari, ove mai risultassero fattibili e convenienti: la esistenza di vaste aree geografiche con bassissima densità di popolazione (uno dei costi e problemi principali è infatti la necessità di allontanare, per lunghi periodi di tempo, dell'ordine di mesi, la popolazione abitante nelle regioni adiacenti a quelle in cui hanno luogo le esplosioni, onde ridurre entro limiti considerati accettabili i rischi impliciti nella contaminazione radioattiva); la possibilità di ridurre al minimo la pubblicità sui reali rischi del progetto, e comunque di ignorare eventuali reazioni di una opinione pubblica spaventata dalle prospettive di danno ecologico e personale.

Sembra in effetti che sia dovuta alla pressione della parte negoziale sovietica se l'accordo raggiunto nel vertice Breshnev-Nixon del giugno 1974, relativo ad una estensione del Ptb anche alle esplosioni nucleari sotterranee (ma solo al di sopra di una soglia così alta — 150 KT — da rendere questa estensione di assai dubbio valore), prevede la possibilità di eseguire, in deroga alla proibizione, delle esplosioni nucleari a scopo pacifico, sotto opportuni controlli per impedire che queste nascondano anche una finalità di altro tipo (perfezionamento di bombe nucleari). La difficoltà di operare tali controlli è peraltro evidente, tanto più che i progetti di grandi opere civili prevedono la esplosione di un gran numero di cariche nucleari. In effetti tale accordo, per le ragioni qui accennate, è stato accolto con molto poco favore; per esempio la Federazione degli scienziati americani (Fas), che è la più importante e prestigiosa organizzazione scientifica americana che prenda regolarmente posizione su argomenti di carattere politico aventi una componente di carattere scientifico e tecnologico, si è espressa decisamente contro la accettazione di tale accordo, esprimendo nel contempo la massima sfiducia circa la utilità di esplosioni nucleari pacifiche (« Sappiamo bene che queste esplosioni sono inutili e talvolta pericolose — *ineffective, unnecessary and sometimes*

dangerous — nonostante 20 anni di ricerca di una applicazione adatta»; dalla dichiarazione del comitato esecutivo della Fas, reso pubblico il 25 luglio 1974). In effetti è probabile che il senato americano non approverà un accordo su queste linee, tanto più per le circostanze politiche in cui esso fu concordato, con Nixon alla disperata ricerca di un qualunque successo di politica estera, nella fase finale di quel processo politico nato dal caso Watergate e che avrebbe portato entro breve tempo alle sue dimissioni da presidente degli Stati Uniti.

Il secondo tipo di applicazioni pacifiche di esplosioni nucleari riguarda la possibilità di eseguire esplosioni sotterranee nell'ambito di operazioni minerarie. Ovviamente non si tratta dell'uso di esplosioni in miniere, per il che non vi è nessuna necessità, anzi solo svantaggi, dall'uso di esplosivi nucleari (che sono fra l'altro molto più potenti di quanto possa mai essere necessario). Si tratta invece di possibilità nuove, aperte dalle caratteristiche peculiari delle armi nucleari, e basate sui vantaggi che potrebbero derivare (per successive operazioni minerarie o di recupero di petrolio) dallo scuotimento e la frattura delle rocce causati da una esplosione nucleare in profondità. Poiché esplosioni di questo tipo sono compatibili col Ptb, una certa quantità di sperimentazione è stata compiuta negli Stati Uniti (e anche nella Unione sovietica; vedi sotto), specialmente per quel che riguarda le utilizzazioni legate alle possibilità di stimolare il flusso di petrolio in quelle formazioni geologiche in cui esso è in larga parte incapsulato entro rocce a bassa permeabilità. Il risultato è stato assai deludente, tanto da scoraggiare ulteriori investimenti in queste tecniche. Un ulteriore problema che si sarebbe poi presentato, anche se dal punto di vista tecnico si fossero ottenuti risultati convenienti sul piano economico, sarebbe stato quello delle reazioni dell'opinione pubblica alla prospettiva di immettere sul mercato petrolio contenente una certa dose di radioattività, dal momento che alcuni dei rischi impliciti nella esposizione a sorgenti radioattive, quali quelli genetici, non hanno, probabilmente, una soglia (cioè la radioattività, per quanto ridotta, implica sempre il rischio di qualche danno biologico). Un altro problema associato alle prospettive di utilizzazione su scala industriale di tecniche del tipo qui considerato è il fatto che esse comporterebbero la esplosione di centinaia o addirittura migliaia di cariche nucleari, con gli associati, abbastanza ovvi, problemi di carattere tecnico (rischio di accidenti), sociale e politico.

Finora, dunque, in tutti i casi in cui le proposte di utilizzazioni pacifiche di esplosioni nucleari sono state studiate in dettaglio, il responso è stato sempre sfavorevole, anche a prescindere da considerazioni di natura politica basate sulla molto maggiore priorità che, per l'intera comunità internazionale come per ogni singolo stato e individuo, ha l'obiettivo di allontanare la prospettiva di diffusione e proliferazione di armi nucleari e del loro impiego. È però prevedibile che gruppi di tecnologi e politici, che hanno perduto credito negli Stati Uniti ma che certo non sono spariti, continueranno ancora per molto a cercare di « vendere » le esplosioni nucleari pacifiche, magnificandone le potenzialità. Come si è detto, sembra che gruppi di pressione di questo tipo abbiano tuttora più credito entro l'Unione sovietica; sebbene sia ben noto che anche scienziati sovietici hanno opinioni assai diverse, e il fatto che influenti membri dell'*establishment* le esprimano pubblicamente anche in sede internazionale sia assai significativo. Per esempio il contributo presentato da V. Emelyanov (il quale è stato per molti anni a capo dell'ente sovietico che presiede a tutte le

ricerche nucleari, pacifiche e militari) al simposio sui problemi della proliferazione nucleare organizzato nell'estate 1973 dal Sipri, è sintetizzato come segue dall'autore stesso:

«Le possibilità di studiare esplosioni per effetti civili sono state studiate principalmente negli Stati Uniti e nell'Unione Sovietica. Ambedue i paesi hanno studiato la fattibilità di usare esplosioni nucleari per sfruttare depositi di petrolio e di gas, per rendere utilizzabili campi minerari, per costruire laghi artificiali in regioni aride, per movimenti di terreno nella costruzione di canali, ecc. Negli Stati Uniti il programma Ploughshare ("Aratro") è stato stabilito per portare innanzi tali progetti; l'analogo sovietico si chiama "programma per l'uso di esplosioni nucleari commerciali sotterranee". Questi studi sono stati finora prevalentemente teorici, e sebbene molti utili dati siano stati ottenuti da esplosioni sperimentali, nessuno dei progetti in studio ha ancora raggiunto lo stadio di larga applicazione pratica. I vantaggi dell'uso di esplosioni nucleari per tali progetti consiste principalmente in un risparmio di lavoro e pertanto di soldi. Però, il pericolo di conseguente contaminazione radioattiva dell'ambiente è molto reale; il problema di progettare un esplosivo "pulito" non è stato ancora risolto. Si conclude che, per il momento, esplosioni nucleari pacifiche sono opportune solo per problemi eccezionalmente urgenti che non permettano altre soluzioni».

(Il riferimento a problemi eccezionalmente urgenti si riferisce presumibilmente all'uso, che è stato fatto con successo in due casi nell'Unione Sovietica, di una esplosione nucleare sotterranea per spegnere un pozzo di petrolio che aveva preso fuoco; non è però chiaro nemmeno in questi casi se lo stesso risultato non si sarebbe potuto ottenere con altre tecniche, oppure, più probabilmente, con tecniche analoghe ma usando esplosivi convenzionali anziché nucleari).

Se però la eventuale convenienza, almeno da un punto di vista puramente tecnologico ed economico, di qualche utilizzazione pacifica di esplosioni nucleari non potrà mai essere completamente esclusa, è fuori di dubbio che non vi può essere alcuna giustificazione economica di progetti di questo tipo per chi si trovasse nella necessità di sviluppare appositamente per tale scopo la tecnologia degli esplosivi nucleari. Infatti i dubbi circa la possibile convenienza si riferiscono al caso di paesi che hanno sviluppato e perfezionato la tecnologia delle esplosioni nucleari per scopi militari, e che dunque si trovano, dopo aver investito colossali risorse tecnologiche e industriali in tale campo, a disporre di esplosivi nucleari (anche, nel caso di Usa e Urss, assai perfezionati); essendo tali esplosivi disponibili, potrebbe ora convenire usarli anche per scopi diversi da quelli militari (nel valutare la convenienza dell'uso di esplosivi nucleari per scopi pacifici, non si includono mai nel computo dei costi le spese di ricerca e di sviluppo degli esplosivi, ma solo le spese di produzione). Completamente diversa la situazione per chi dovesse includere nel bilancio dei costi anche le spese di ricerca e sviluppo. È pertanto evidente che la giustificazione, per intraprendere un programma volto alla costruzione di armi nucleari, di eventuali vantaggi di tipo economico derivanti dalle esplosioni nucleari pacifiche, non può che essere pretestuosa. Questo è stato confermato nella recente lettera aperta al ministro degli esteri, sottoscritta dalla quasi unanimità dei fisici italiani, cioè da quella componente della comunità scientifica italiana che ha i maggiori titoli di competenza per esprimere, su questi argomenti, un giudizio scientificamente e tecnicamente ben fondato:

«La giustificazione ufficiale dell'esplosione nucleare indiana è l'intenzione di

acquisire la tecnologia delle esplosioni nucleari in vista di una loro eventuale utilizzazione a scopi pacifici. A scanso degli equivoci che potrebbero nascere a questo proposito, ci sembra doveroso fornire le seguenti precisazioni.

1 - La tecnologia delle esplosioni nucleari "pacifiche" è essenzialmente identica a quella delle bombe nucleari (come nel caso degli esplosivi convenzionali: essenzialmente lo stesso tritolo potrebbe essere usato per una bomba o per brillare una mina in una cava di marmo).

2 - La rinuncia ad acquisire la tecnologia delle esplosioni nucleari non comporta alcuna restrizione circa la utilizzazione dell'energia nucleare per la produzione di energia elettrica, e la relativa tecnologia (in modo analogo, pur essendo il napalm a base di benzina, la rinuncia a studiarne la tecnologia ed a produrlo non comporta alcuna limitazione circa l'utilizzazione della benzina come carburante).

3 - Nonostante l'estrema sofisticazione degli esplosivi nucleari disponibili a Stati Uniti ed Unione sovietica, nonché i considerevoli investimenti per trovare utilizzazioni non belliche delle esplosioni nucleari fatti in tali paesi (dove operano influenti gruppi di pressione in tal senso), non esiste sinora alcuna chiara indicazione di possibili effettive utilizzazioni pratiche di tali esplosioni, che siano economicamente convenienti. E occorre tener inoltre presente, a questo proposito, il pericolo di contaminazione radioattiva, implicito in qualunque esplosione nucleare.

Appare dunque chiaro che, in queste circostanze, il manifestarsi dell'intenzione, da parte di un paese militarmente non nucleare, di acquisire la capacità di effettuare esplosioni nucleari a scopo pacifico, non può essere interpretato che come il pretesto per dar corso ad un programma avente fini bellici. Tanto più che, ove mai utilizzazioni pacifiche di esplosioni nucleari dovessero rivelarsi una reale possibilità, sarebbe allora di gran lunga preferibile, anche dal punto di vista economico, sfruttare l'impegno assunto dagli stati militarmente nucleari (ed in particolare, da Stati Uniti ed Unione sovietica, che hanno un incommensurabile vantaggio tecnologico in questo campo), di fornire tale servizio agli stati militarmente non nucleari. Tale impegno è sancito nell'articolo V del Tnp:

"Ogni paese contraente del Trattato si impegna a prendere misure appropriate per assicurare che, in accordo con questo Trattato, sotto appropriata osservazione internazionale e attraverso appropriate procedure internazionali, potenziali benefici da qualsiasi applicazione pacifica di esplosioni nucleari saranno resi disponibili a paesi non militarmente nucleari che siano parti contraenti del Trattato su base non discriminatoria e che il costo richiesto a tali parti contraenti per gli ordigni esplosivi sarà il più basso possibile e comunque escluderà ogni costo di ricerca e sviluppo ...".

È evidente, sulla base dei fatti succitati, che l'impegno, da parte dei paesi non militarmente nucleari, a non acquisire la capacità di effettuare esplosioni nucleari "a scopo pacifico", deve restare un elemento fondamentale del Tnp, che perderebbe altrimenti ogni efficacia. Un Tnp che legittimasse le esplosioni nucleari pacifiche da parte dei paesi militarmente non nucleari sarebbe anzi controproducente, poiché offrirebbe a coloro che si adoperano, all'interno di tali paesi, per far cambiare la decisione politica di non intraprendere la costruzione della bomba atomica, il migliore pretesto per ottenere l'inizio di un programma che, anche se nominalmente diretto ad acquisire la capacità di effettuare "esplosioni nucleari pacifiche", risulterebbe di fatto volto a costruire bombe nucleari. È importante che questo sia ben chiaro all'opinione pubblica italiana ed a tutti i politici responsabili, anche in vista della Conferenza di revisione del Tnp, che avrà inizio il 5 maggio prossimo ».

È forse opportuno sottolineare inoltre che, qualunque sia il tipo di applicazione pacifica di esplosioni nucleari che si vuole ipotizzare, uno dei maggiori ostacoli e svantaggi nasce dalla contaminazione radioattiva. È pertanto essenziale disporre di esplosivi nucleari per quanto possibile « puliti »; generalmente questo significa esplosivi in cui l'energia liberata venga prevalentemente dalla fusione anziché dalla fissione (ma può anche verificarsi il caso opposto, perché uno dei sottoprodotti della fusione è il tritio,

la cui radioattività è in certi casi particolarmente insidiosa). La messa a punto di tali esplosivi richiede dunque programmi di ricerca e sviluppo assai avanzati, quali quelli delle due superpotenze nucleari, Usa ed Urss; programmi questi che hanno dietro a sé una trentina d'anni di sperimentazione, e colossali investimenti di risorse e personale altamente specializzato.

Il problema delle esplosioni nucleari pacifiche verrà certamente discusso nel contesto della Conferenza di rassegna del Tnp che inizierà nel maggio del 1975. Poiché è chiaro che vi è stata una tendenza in passato a sopravvalutare le potenzialità applicative di esplosioni nucleari per scopi pacifici, è importante che questi argomenti vengano affrontati nel giusto spirito, e con un chiaro senso della proporzione e delle priorità rispetto all'obiettivo di contrastare la diffusione delle armi nucleari e di rallentare ed arrestare la corsa agli armamenti nucleari. In particolare sembrerebbe ragionevole che paesi, come l'Italia, che certo non sembrano avere alcun bisogno di compiere esplosioni nucleari a scopo pacifico, contribuiscano a sostenere tesi tendenti a diminuire l'interesse per tale tipo di attività. L'articolo V del Tnp impone infatti alle potenze militarmente nucleari di porre a disposizione dei paesi non militarmente nucleari eventuali benefici derivanti da qualsiasi applicazione pacifica di esplosioni nucleari; ma mentre è ancora da dimostrare che tali benefici esistano, sarebbe poco saggio contribuire ad una campagna promozionale che, senza essere giustificata da alcun motivo economico, è invece pregiudizievole, per le complicazioni che introduce, e per le aspettative che crea, alla causa della non proliferazione nucleare; che rappresenta comunque un obiettivo di ben altra importanza e priorità, avendo a che fare con la stessa sopravvivenza della società civile.

Bibliografia

Le informazioni contenute nella prima sezione di questa appendice costituiscono elementari nozioni di fisica nucleare, e possono essere approfondite su qualunque testo di fisica nucleare. La esposizione qui riportata è ripresa da un articolo divulgativo pubblicato recentemente in Italia (B. Bertotti e F. Calogero, *Giornale di Fisica* N. 14, pp. 219-242, (1973)).

Informazioni piuttosto dettagliate sulla tecnologia delle armi nucleari sono contenute in due recenti volumi, in cui si mette in particolare evidenza il rischio di fabbricazione clandestina di armi nucleari da parte di gruppi di terroristi o criminali: J. McPhee, *The Curve of Binding Energy*, Farrar Straus & Giroux, New York, 1974; M. Willrich and T. B. Taylor, *Nuclear Theft: Risk and Safeguards*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1974. Si veda anche: l'articolo di J. C. Hopkins, « Nuclear Weapons Technology », nel volume *Nuclear Proliferation Problems*, una monografia a cura dello Stockholm International Peace Research Institute (Sipri), pubblicata dalla MIT Press, Cambridge, Mass., e da Almqvist & Wiksell, Stockholm, 1974; nonché l'articolo di J. C. Mark, « Nuclear Weapons Technology », nella monografia contenente gli atti del X simposio Pugwash (« Impact of New Technologies on the Arms Race », edited by B. T. Feld, T. Greenwood, G. W. Rathjens and S. Weinberg; MIT Press, Cambridge, Mass. and London; 1971); la voce della Enciclopedia americana largamente citata nel testo (J. S. Foster, « Nuclear Weapons », in *Enciclopedia americana*,

volume 20, pp. 520-522, American Corporation, New York, 1973); e le altre pubblicazioni citate nel libro di McPhee.

Informazioni sulla tecnologia delle armi nucleari sono anche ricavabili dal volume di S. Glasstone, *The Effects of Nuclear Weapons* (United States Atomic Energy Commission, 1962), che costituisce il testo di riferimento standard (anche se un po' invecchiato) sugli effetti delle armi nucleari. Altri testi di riferimento per gli effetti delle armi nucleari sono il libro di T. Stonier, *Nuclear Disaster*, Meridian Books (World Publishing Company, Cleveland and New York, 1964) e il rapporto del segretario generale delle Nazioni unite, che contiene i risultati dello studio eseguito da un gruppo di lavoro da lui nominato (« Effects of the possible use of nuclear weapons and the security and economic implications for States of the acquisition and further development of these weapons », documento A/6858 delle Nazioni unite; questo rapporto, che è però un po' invecchiato, essendo stato preparato nel 1967, contiene inoltre molte informazioni relative ad altri argomenti trattati in questa appendice, comprese delle stime del costo di un programma nucleare militare più modesto di quello francese, e una dettagliata discussione di vari modelli di guerre nucleari « limitate »). La trattazione degli effetti delle armi nucleari qui riportata segue in parte l'articolo di Bertotti e Calogero già citato.

Informazioni più dettagliate circa lo sviluppo presente e futuro della produzione di energia elettrica di origine nucleare, e la conseguente disponibilità di materiali fissili, si trovano per esempio nel libro già citato di Willrich e Taylor, nonché nella già citata monografia del Sipri (si veda in particolare l'articolo di B. I. Spinrad, « A projection of nuclear power and its associated industry »).

Quanto alla questione delle esplosioni nucleari « pacifiche », per un articolo « promozionale » si veda: A. R. Wilson, « Current status of civil engineering and mineral resources development applications of peaceful nuclear explosives », atti della IV Conferenza internazionale sugli usi pacifici dell'energia atomica (Ginevra, 6-16 settembre 1971). Per valutazioni più sobrie: D. R. Inglis, « Civil uses of nuclear explosives », in *Preventing the Spread of Nuclear Weapons*, Pugwash Monograph I, edited by C. F. Barnaby, Humanities Press, New York, 1969; V. Emelyanov, « On the peaceful use of nuclear explosions » (nella monografia del Sipri già citata); H. Scoville, Jr., « Peaceful nuclear explosions — an invitation to proliferation », articolo preparato per il simposio organizzato a Divonne nel settembre 1974 dalla Arms Control Association e dal Carnegie Endowment for International Peace e in corso di pubblicazione negli atti di tale simposio. Il testo completo della lettera dei fisici italiani, con l'elenco completo dei firmatari, verrà pubblicato sul *Bollettino della Società Italiana di Fisica* nei primi mesi del 1975 (cfr. anche *La Voce Repubblicana* del 11-12-1974).

Oltre alle opere già elencate ed a quelle citate nel testo, vi sono alcuni volumi particolarmente utili perché riportano dati quantitativi e informazioni specifiche su questioni attinenti al problema della proliferazione delle armi nucleari. Eccone un breve elenco:

1 - Pubblicazioni dello Stockholm International Peace Research Institute (Sipri), in particolare l'annuario: *World Armaments and Disarmament, Sipri Yearbook 1974*, The Mit Press, Cambridge, Mass. and London, and Almqvist & Wiksell, Stockholm, pp. 520, 1974 (questo volume, l'ultimo uscito, è il quinto della serie; i precedenti si riferiscono agli anni

1968/69, 1969/70, 1972, 1973). L'indirizzo del Sipri è: Sveavägen 166, S-11346 Stockholm, Svezia.

2 - Pubblicazioni dell'International Institute of Strategic Studies (Iiss) di Londra, in particolare l'opuscolo annuale *The Military Balance* (esce in autunno; l'ultimo volume uscito si riferisce, nel titolo, agli anni 1974-1975). L'indirizzo dell'Iiss è: 18 Adam Street, London WC2N GAL.

3 - Pubblicazioni ufficiali americane, in particolare « Hearings » congressuali o rapporti presentati al congresso. Di particolare interesse sono generalmente gli Hearings del Joint Committee on Atomic Energy, e quelli dei Comitati sugli affari esteri e sugli stanziamenti militari delle camere e del senato. Particolarmente importante è il rapporto annuale che il ministro della difesa presenta al congresso. Il più recente (al momento di scrivere) è quello che è stato reso pubblico il 4 marzo 1974 e che si riferisce al bilancio della difesa per l'anno fiscale 1975 e al programma della difesa per gli anni 1975-1979. Tutte queste pubblicazioni possono essere acquistate dal Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 20402.

4 - Dati e valutazioni relative ai problemi strategici e del disarmo forniti dagli atti delle Conferenze annuali del movimento Pugwash, nonché dalle monografie che occasionalmente risultano da simposi organizzati dal movimento Pugwash. Di particolare interesse per gli argomenti trattati in questo volume, anche se un po' invecchiata, è per l'appunto la prima di tali monografie: *Preventing the Spread of Nuclear Weapons* (Pugwash Monograph I, edited by C. F. Barnaby), Humanities Press, New York, 1969, pp. 374.

(Si ricorda che il movimento Pugwash è un movimento internazionale di scienziati, caratterizzato dalla partecipazione di molte personalità eminenti per meriti scientifici e/o per responsabilità politiche; ciò è reso possibile dalle regole che caratterizzano il funzionamento del movimento, e che si preoccupano in primo luogo di evitare strumentalizzazioni a scopi propagandistici. A tutte le attività del movimento partecipano scienziati sia del mondo occidentale che dei paesi socialisti che di paesi non allineati e del Terzo mondo. L'indirizzo dell'ufficio centrale del movimento Pugwash è: Pugwash Conferences on Science and World Affairs, 9 Great Russel Mansions, 60 Great Russell Street, London XC1B 3BE).

II. Il testo del Trattato di non proliferazione nucleare¹

Gli stati che concludono questo Trattato, da ora in avanti chiamati Parti (contraenti) del presente Trattato,

1 - Considerando le conseguenze devastatrici che investirebbero l'intera umanità a causa di una guerra nucleare e la necessità che ne consegue di compiere ogni sforzo per impedire il pericolo di una simile guerra e di prendere le misure atte a garantire la sicurezza dei popoli,

2 - Ritenendo che la proliferazione delle armi nucleari aumenterebbe seriamente il pericolo di una guerra nucleare,

3 - In conformità con le risoluzioni dell'Assemblea generale delle Nazioni unite che auspicano la conclusione di un accordo sulla prevenzione dell'ulteriore disseminazione delle armi nucleari,

4 - Impegnandosi a cooperare nel facilitare l'applicazione di controlli Aiea sulle attività nucleari pacifiche,

5 - Esprimendo il loro appoggio alla ricerca, allo sviluppo e ad altri sforzi intesi a promuovere l'applicazione, nel quadro del sistema di controlli dell'Aiea, del principio di controllare il flusso di materiale fonte e di materiali fissili speciali mediante l'impiego di strumenti e di altre tecniche in taluni punti strategici,

6 - Affermando il principio che i benefici delle applicazioni pacifiche della tecnologia nucleare, incluso qualsiasi derivato che i paesi militarmente nucleari possano ricavare dallo sviluppo di congegni nucleari esplosivi, dovrebbero essere accessibili per scopi pacifici a tutte le Parti del presente Trattato, siano esse o meno militarmente nucleari,

7 - Convinti che, in applicazione di questo principio, tutte le Parti del presente Trattato hanno il diritto di partecipare al più ampio possibile scambio di informazioni scientifiche e di contribuire da sole o in cooperazione con altri stati all'ulteriore sviluppo delle applicazioni dell'energia atomica per scopi pacifici,

8 - Dichiarando la loro intenzione di conseguire al più presto possibile l'arresto della corsa alle armi nucleari e di adottare misure efficaci nella direzione del disarmo nucleare,

9 - Sollecitando la cooperazione di tutti gli stati per il raggiungimento di questo obiettivo,

10 - Ricordando la determinazione espressa dalle Parti contraenti del

¹ Il Tnp è stato aperto alle firme il 1 luglio 1968 ed è entrato in vigore il 5 marzo 1970. Per la posizione di tutti gli stati del mondo, nel dicembre del 1974, rispetto al Tnp, cfr. l'inserito alla fine del saggio di J. Smart.

Trattato del 1963 per l'interdizione parziale degli esperimenti nucleari, nel suo preambolo, di cercare di conseguire la cessazione di tutte le esplosioni sperimentali di armi nucleari per sempre e di seguire i negoziati a questo fine,

11 - Desiderando promuovere l'alleggerimento della tensione internazionale e il rafforzamento della fiducia tra gli stati al fine di facilitare la cessazione della fabbricazione delle armi nucleari, la liquidazione di tutte le esistenti riserve delle stesse, e la eliminazione dagli arsenali nazionali delle armi nucleari e dei loro vettori a seguito di un Trattato di disarmo generale e completo sotto un rigoroso ed efficace controllo internazionale,

12 - Ricordando che, in armonia con lo statuto delle Nazioni unite, gli stati debbono astenersi nei loro rapporti internazionali dalla minaccia o dall'uso della forza contro l'integrità territoriale o l'indipendenza politica di ogni stato, o in qualsiasi altro modo in contrasto con gli scopi dell'Onu, e che lo stabilimento e il mantenimento della pace e della sicurezza internazionale debbono essere promossi con il minimo di diversione verso gli armamenti delle risorse umane ed economiche mondiali,

Hanno concordato quanto segue:

ARTICOLO I

Ciascuno degli stati militarmente nucleari Parte del presente Trattato si impegna a non trasferire a qualsiasi destinatario armi nucleari o altri congegni esplosivi nucleari ovvero il controllo su tali armi o congegni esplosivi direttamente, o indirettamente; si impegna inoltre a non assistere, incoraggiare o indurre in alcun modo, alcuno stato militarmente non nucleare a fabbricare o altrimenti acquisire armi nucleari o altri congegni esplosivi nucleari, ovvero il controllo su tali armi o congegni esplosivi.

ARTICOLO II

Ciascuno degli stati militarmente non nucleari Parte del presente Trattato si impegna a non ricevere il trasferimento, da parte di qualsiasi trasferente, di armi nucleari o altri congegni esplosivi, o il controllo su tali armi o altri congegni esplosivi direttamente o indirettamente; a non fabbricare o altrimenti acquisire armi nucleari o altri congegni esplosivi nucleari; e a non ricercare qualunque assistenza nella fabbricazione di armi nucleari o di altri congegni esplosivi nucleari.

ARTICOLO III

1 - Ciascuno stato non militarmente nucleare Parte del presente Trattato si impegna ad accettare i controlli, quali saranno fissati in un accordo da negoziare e concludere con l'Aiea in conformità con lo statuto dell'Aiea e con il sistema di controlli dell'Agenzia al solo fine dell'accertamento dell'adempimento degli obblighi assunti col presente Trattato in vista di impedire la diversione della energia nucleare dalle utilizzazioni pacifiche ad armi nucleari o ad altri congegni esplosivi nucleari. Le procedure relative ai controlli disposti da questo articolo saranno seguite riguardo al materiale fonte ed al materiale fissile speciale, venga esso prodotto, trattato o impiegato in un impianto nucleare principale oppure al di fuori di qualsiasi tale impianto. I controlli disposti dal presente articolo si applicheranno a tutto il materiale fonte o materiale fissile speciale in tutte le attività nucleari pacifiche all'interno del territorio di tale stato, sotto

la giurisdizione di esso, o svolte sotto il suo controllo dovunque.

2 - Ciascuno stato Parte del presente Trattato si impegna a non fornire: a - materiale fonte o materiale fissile speciale, oppure b - attrezzature o materiali specialmente progettati o preparati per trattare, utilizzare o produrre materiale fissile speciale, ad alcuno stato non militarmente nucleare per fini pacifici, a meno che il materiale fonte o materiale fissile speciale sia sottoposto ai controlli disposti dal presente articolo.

3 - I controlli disposti dal presente articolo saranno resi operanti in modo inteso ad essere conforme all'art. IV del presente Trattato, e ad evitare di ostacolare lo sviluppo economico e tecnologico delle Parti, o la cooperazione internazionale nel campo delle attività nucleari pacifiche, ivi compreso lo scambio internazionale di materiale nucleare e di attrezzature per trattare, utilizzare o produrre materiale nucleare per scopi pacifici secondo quanto disposto dal presente articolo e in conformità col principio sui controlli enunciato nel preambolo.

4 - Gli stati non militarmente nucleari Parti del presente Trattato concluderanno accordi coll'Aiea al fine di far fronte alle disposizioni di questo articolo sia individualmente sia insieme ad altri stati in conformità con lo statuto dell'Aiea. I negoziati per tali accordi avranno inizio entro 180 giorni dall'entrata in vigore originaria del presente Trattato. Per gli stati che depositeranno gli strumenti di ratifica dopo tale periodo di 180 giorni, i negoziati per i detti accordi avranno inizio non più tardi della data di tale deposito. Tali accordi entreranno in vigore non più tardi di 18 mesi dalla data d'inizio dei negoziati.

ARTICOLO IV

1 - Nulla del presente Trattato dovrà essere interpretato nel senso di pregiudicare il diritto inalienabile di tutte le Parti contraenti di sviluppare la ricerca, la produzione e l'uso della energia nucleare per scopi pacifici senza discriminazione e in conformità agli articoli I e II del presente Trattato.

2 - Tutte le Parti contraenti si impegnano a facilitare, ed hanno il diritto di partecipare, al più completo scambio possibile di equipaggiamenti, materiali, e informazioni scientifiche e tecniche per gli usi pacifici dell'energia nucleare. Le Parti che ne hanno la possibilità coopereranno inoltre nel contribuire da sole o con altri stati o organizzazioni internazionali, all'ulteriore sviluppo delle applicazioni dell'energia nucleare per scopi pacifici, specialmente nel territorio dei paesi non nucleari aderenti al Trattato, con la dovuta considerazione per le necessità delle aree in via di sviluppo del mondo.

ARTICOLO V

Ciascuna Parte del presente Trattato si impegna ad adottare misure appropriate per assicurare che, in conformità al Trattato, sotto apposita osservazione internazionale e attraverso apposite procedure internazionali, i potenziali benefici derivanti da qualsiasi applicazione pacifica delle esplosioni nucleari siano resi disponibili agli stati non militarmente nucleari Parti del presente Trattato su una base non discriminatoria e che il costo per tali Parti dei congegni esplosivi impiegati sarà quanto più possibile basso ed escluderà qualsiasi spesa per ricerca e sviluppo. Gli stati non militarmente nucleari Parti del presente Trattato potranno ottenere tali

benefici in base a uno speciale accordo o accordi internazionali, attraverso un apposito organismo internazionale, con adeguata rappresentanza di stati non militarmente nucleari.

Negoziati a tal fine inizieranno il piú presto possibile dopo l'entrata in vigore del Trattato.

Gli stati non militarmente nucleari Parti del presente Trattato che lo desiderino, possono anche ottenere tali benefici in base ad accordi bilaterali.

ARTICOLO VI

Ciascuna delle Parti del presente Trattato si impegna a proseguire negoziati in buona fede su efficaci misure relative alla cessazione della corsa alle armi nucleari ad una data prossima, e al disarmo nucleare, e su un Trattato di disarmo generale e completo sotto un rigoroso ed efficace controllo internazionale.

ARTICOLO VII

Nulla nel presente Trattato pregiudica il diritto di qualsiasi gruppo di stati di concludere trattati regionali allo scopo di assicurare l'assenza totale di armi nucleari nei loro rispettivi territori.

ARTICOLO VIII

1 - Ognuna delle Parti del presente Trattato potrà proporre degli emendamenti al Trattato stesso. Il testo di ogni emendamento proposto sarà sottoposto ai governi depositari che lo comunicheranno a tutte le altre Parti. Qualora richiestine da almeno un terzo delle Parti, i governi depositari convocheranno una conferenza, alla quale saranno invitate tutte le Parti del presente Trattato per esaminare l'emendamento proposto.

2 - Ogni emendamento al presente Trattato dovrà essere approvato da una maggioranza di voti di tutte le Parti contraenti, inclusi i voti di tutti gli stati militarmente nucleari Parti del presente Trattato e di tutte le altre Parti che, alla data in cui l'emendamento viene fatto circolare, sono membri del Consiglio dei governatori dell'Aiea. L'emendamento entrerà in vigore per ciascuna Parte che depositerà i suoi strumenti di ratifica dell'emendamento al momento del deposito di tali strumenti di ratifica da parte di una maggioranza di tutte le Parti, inclusi gli strumenti di ratifica di tutti gli stati militarmente nucleari Parti del presente Trattato e di tutte le altre Parti che, al momento in cui l'emendamento viene fatto circolare, sono membri del Consiglio dei governatori dell'Aiea. Successivamente, esso entrerà in vigore per qualsiasi altra Parte contraente al momento del deposito dei suoi strumenti di ratifica dell'emendamento.

3 - Cinque anni dopo l'entrata in vigore del presente Trattato, sarà tenuta a Ginevra, in Svizzera, una conferenza delle Parti per esaminare il funzionamento del Trattato, allo scopo di accentare che le finalità del preambolo e le disposizioni del Trattato stesso si stanno realizzando. Successivamente, ad intervalli di cinque anni, una maggioranza delle Parti del Trattato potrà ottenere, sottoponendo a questo effetto una proposta ai governi depositari, la convocazione di ulteriori conferenze aventi il medesimo obiettivo di riesaminare il funzionamento del Trattato.

ARTICOLO IX

1 - Il presente Trattato resterà aperto alla firma di tutti gli stati. Qualsiasi stato, che non abbia firmato il Trattato prima della sua entrata in vigore, in conformità al paragrafo 3 del presente articolo potrà aderirvi in qualsiasi momento.

2 - Il presente Trattato sarà sottoposto alla ratifica degli stati firmatari. Gli strumenti di ratifica e di adesione verranno depositati presso i governi del Regno Unito, degli Stati Uniti e della Unione Sovietica che vengono designati come governi depositari.

3 - Il presente Trattato entrerà in vigore all'atto del deposito degli strumenti di ratifica da parte dei governi depositari e all'atto del deposito degli strumenti di ratifica da parte di 40 altri stati firmatari del presente Trattato. Agli effetti di questo Trattato lo stato militarmente nucleare è uno stato che abbia fabbricata e fatta esplodere un'arma nucleare o altro congegno nucleare esplosivo prima del 1° gennaio 1967.

4 - Per gli stati i cui strumenti di ratifica o di adesione verranno depositati dopo l'entrata in vigore del presente Trattato, esso entrerà in vigore alla data del deposito dei rispettivi strumenti di ratifica o di adesione.

5 - I governi depositari informeranno immediatamente tutti gli stati firmatari o aderenti della data di ciascuna firma, della data del deposito di ogni strumento di ratifica o di adesione al Trattato, della sua entrata in vigore e della data di ricezione di ogni richiesta per indire una conferenza o di altre notifiche.

6 - Il presente Trattato verrà registrato dai governi depositari in conformità all'articolo 102 dello statuto delle Nazioni Unite.

ARTICOLO X

1 - Ogni Parte, nell'esercizio della propria sovranità nazionale, avrà il diritto di recedere dal Trattato se deciderà che eventi straordinari relativi alla materia oggetto del Trattato stesso avranno messo in pericolo i supremi interessi del suo paese. Esso dovrà notificare tale recesso tre mesi prima a tutte le altre Parti contraenti e al Consiglio di Sicurezza delle Nazioni Unite. Tale notifica dovrà contenere una dichiarazione circa gli eventi straordinari che esso ritiene abbiano messo in pericolo i supremi interessi del paese.

2 - Venticinque anni dopo l'entrata in vigore del Trattato, sarà convocata una conferenza per decidere se il Trattato continuerà ad essere in vigore indefinitamente, oppure se sarà prorogato per un ulteriore definito periodo o per più periodi. Questa decisione sarà presa dalla maggioranza delle Parti.

ARTICOLO XI

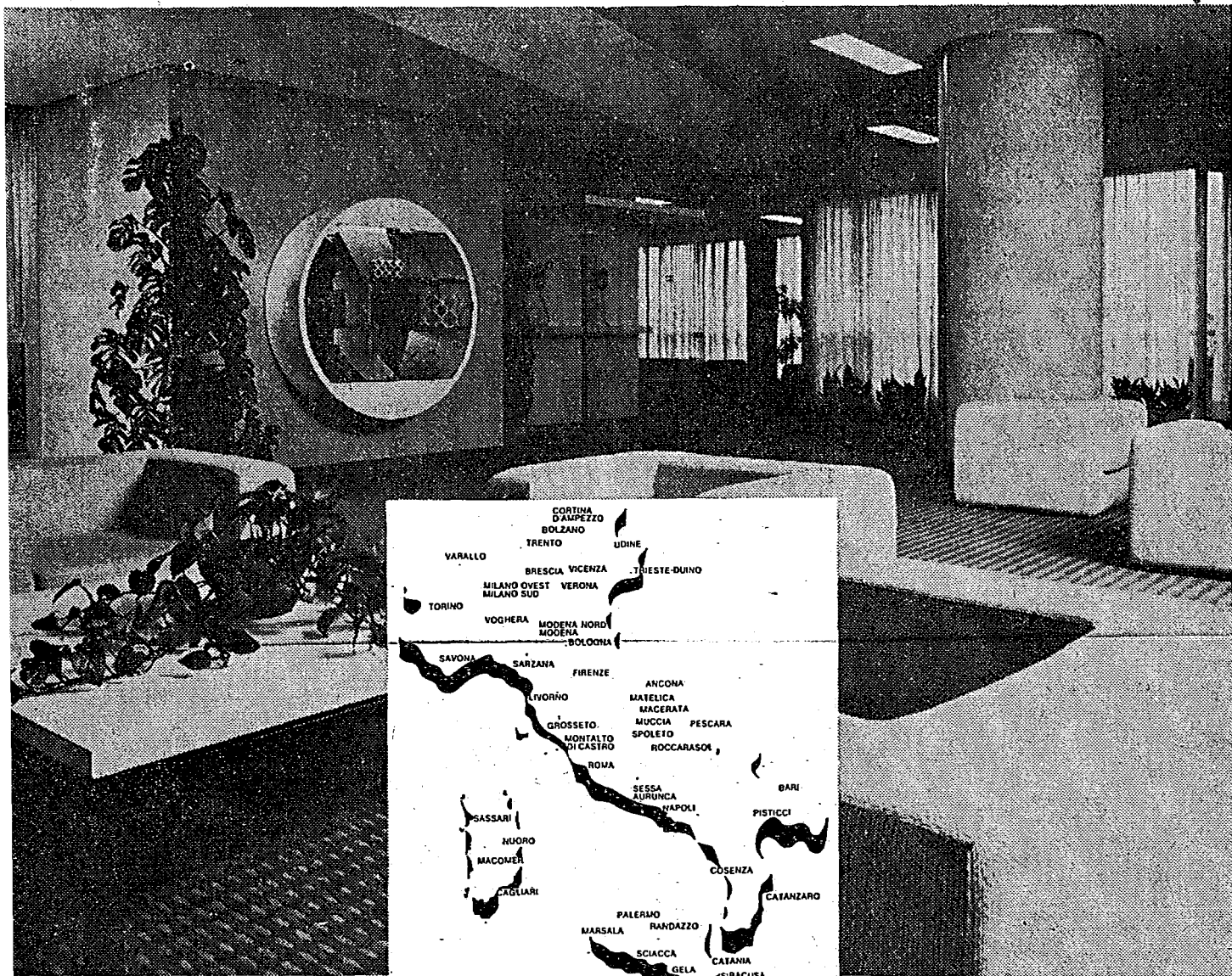
Il presente Trattato, i cui testi in lingua inglese, russa, francese, spagnola e cinese fanno egualmente fede, verrà depositato negli archivi dei governi depositari. Copie debitamente autenticate del presente Trattato verranno trasmesse dai governi depositari agli stati firmatari o aderenti.

III. Lista delle abbreviazioni

Abm	Missili antibalistici (Anti-Ballistic Missile)
Aec	Commissione per l'energia atomica (Atomic Energy Commission; Stati Uniti)
Aiea	Agenzia internazionale per l'energia atomica
Bwr	Reattore ad acqua bollente (Boiled Water Reactor)
c	Velocità della luce nel vuoto
Camem	Centro per le applicazioni militari dell'energia nucleare
Cee	Comunità economica europea
Ceea	Comunità europea per l'energia atomica
Cern	Centro europeo per le ricerche nucleari
Cipe	Comitato interministeriale per la programmazione economica
Cirene	Cise reattore a nebbia
Cise	Centro informazioni studi esperienze
Cnen	Comitato nazionale per l'energia nucleare
Cnr	Consiglio nazionale delle ricerche
Cnrn	Comitato nazionale per le ricerche nucleari
Endc	Conferenza del comitato delle diciotto potenze sul disarmo
Euratom	vedi Ceea
Eurex	Impianto di estrazione di uranio arricchito
Eurodif	Consorzio europeo, a prevalenza francese, per l'arricchimento dell'uranio con il sistema della diffusione gassosa
Fas	Federazione degli scienziati americani
FY	Anno fiscale (Fiscal Year)
Giau	Gruppo italiano arricchimento uranio
H	Idrogeno
H ²	Deuterio
H ³	Tritio
He	Elio

Iaea	vedi Aiea
Icbm	Missili balistici intercontinentali (Intercontinental Ballistic Missile; gittata di oltre 6.400 Km.)
Iiss	The International Institute for Strategic Studies
Irbm	Missili balistici a raggio intermedio (Intermediate Range Ballistic Missile; gittata compresa tra 2.400 e 6.400 Km.)
Itrec	Impianto per il trattamento di elementi di combustibile
°K	Temperatura in gradi Celsius
KT	Kilotone; potenza esplosiva di 1.000 tonnellate di tritolo (trinitrotoluolo) equivalente
MeV	Megaelettronvolt (1 milione di elettronvolt)
Mirv	Missili a testate multiple indipendenti (Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicles)
Mrbm	Missili balistici a medio raggio (Medium Range Ballistic Missile; gittata compresa tra 800 e 2.400 Km.)
MT	Megatone; potenza esplosiva di 1 milione di tonnellate di tritolo (trinitrotoluolo) equivalente
Mtr	Reattore prova materiali
Pec	Prova elementi combustibile
Pned	Ordigno esplosivo nucleare pacifico (Peaceful Nuclear Explosive Device)
Ptb	Trattato di Mosca del 1963 per il divieto parziale dei test nucleari (Partial Test Ban)
Pu	Plutonio
Pwr	Reattore ad acqua in pressione (Pressurized Water Reactor)
Salt	Colloqui sulla limitazione delle armi strategiche (Strategic Arms Limitation Talks)
Sid	Servizio informazioni difesa (ex-Sifar)
Sifar	Servizio informazioni forze armate
Sipri	Stockholm International Peace Research Institute
Slbm	Missili balistici lanciati da sommergibili (Submarine Launched Ballistic Missile)
Sram	Missili d'attacco aria-terra a corto raggio (Short Range Attack Missile)
Srbm	Missili balistici a corto raggio (Short Range Ballistic Missile; gittata inferiore a 800 Km.)
Th	Torio
Tnp	Trattato di non proliferazione nucleare
Tnt	Trinitrotoluolo (tritolo)
U	Uranio
Unipede	Unione internazionale dei produttori e distributori di elettricità
Urenco-Centec	Consorzio anglo-tedesco-olandese per l'arricchimento dell'uranio con il sistema dell'ultracentrifugazione
Usaec	vedi Aec (Usa Atomic Energy Commission)

Finito di stampare nel marzo 1975
dall'Editografica, Via G. Verdi, 15
40067 Rastignano (Bologna) Italia



50 MOTELAGIP una catena di vantaggi su tutte le strade

In Italia ci sono 50 MOTELAGIP: 50 volte sei certo di trovare il comfort-sicurezza al giusto prezzo.
 La qualità MOTELAGIP è una stanza che ti accoglie con ogni moderna comodità,
 un modo di servirti che ti fa sentire più libero,
 un ristorante che sa prepararti i piatti più genuini ed è anche
 un ambiente adatto alle attività commerciali e d'incontro
 e una stazione di servizio dove c'è sempre qualcuno a prendersi cura della tua auto.

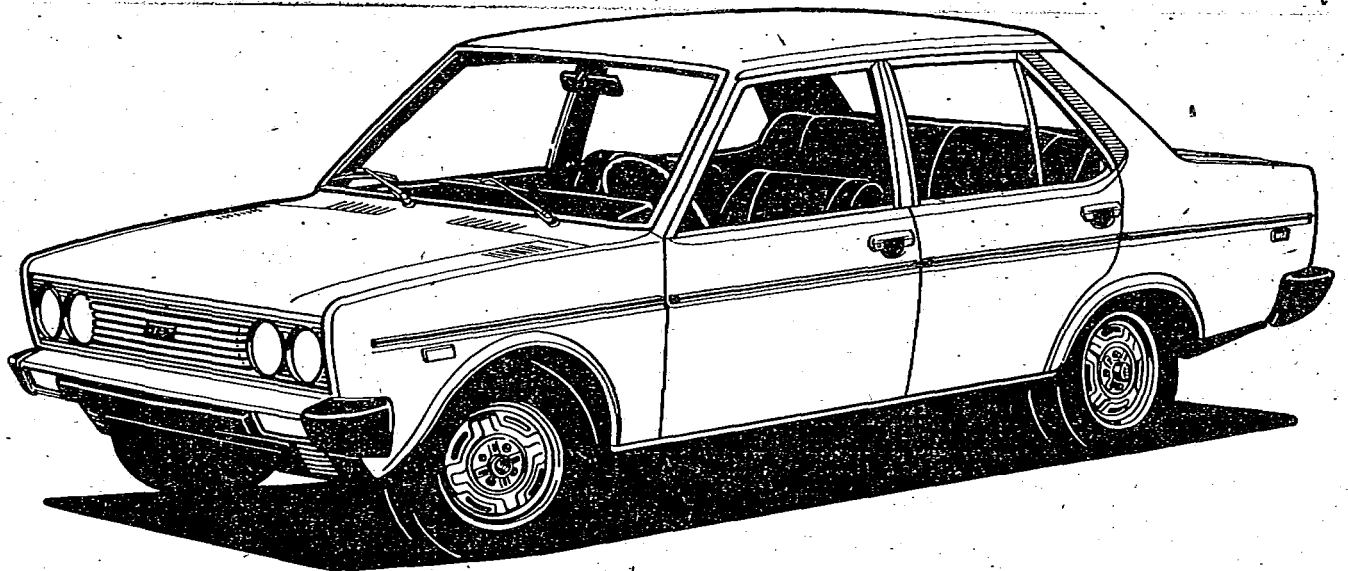


all'Agip c'è di più

131 mirafiori

*La nuova 1300/1600
Bella e con tanta sostanza
Robusta e sicura perchè semplice
Qualunque meccanico ci sa mettere le mani
Ha molta ripresa e consuma poco
Tra 10 anni la cambierete con un'altra 131 mirafiori
Se lo chiedete a qualcuno, vi dirà: la 131!*

Una macchina così sono soldi spesi bene



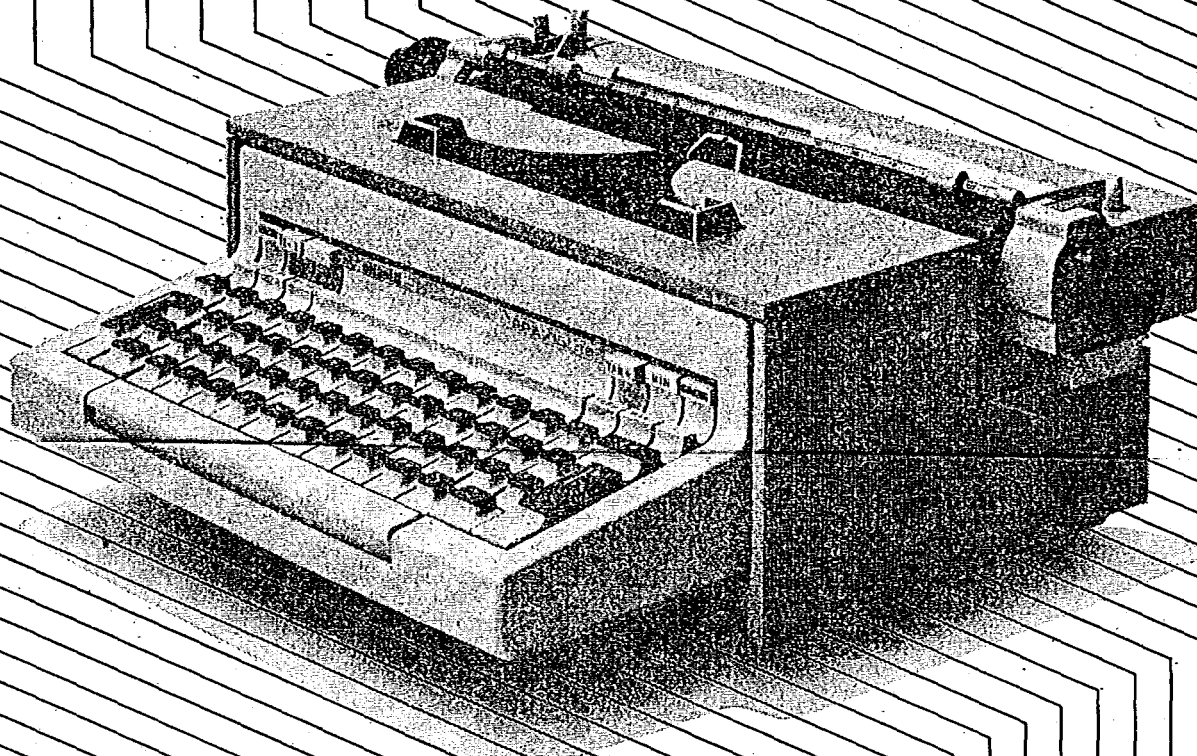
Nella 131 mirafiori trovate applicati i più avanzati risultati della tecnologia Fiat nel campo della economicità di consumo, della protezione antiruggine, della sicurezza, della facilità di manutenzione e di riparazione.

Le 11 versioni

2 porte, 4 porte, familiare 5 porte, in allestimento normale o Special, con motore "1300" o "1600". Vasta scelta di optional.

Le prestazioni

Motore "1300":
65 CV (DIN) - 150 km/h
Motore "1600":
75 CV (DIN) - 160 km/h



Olivetti Praxis 48

Ecco una macchina per scrivere elettrica che può stare su qualsiasi tavolo e scrivania. Veloce, efficiente, precisa nel segno, ricca di automatismi, la Praxis 48 aggiunge ai ben noti vantaggi delle macchine elettriche la novità funzionale delle sue comode dimensioni, la qualità estetica del suo prestigioso disegno e la sua convenienza pratica.

olivetti

POLITICA ED ECONOMIA

RIVISTA EDITA DAL CENTRO STUDI DI POLITICA ECONOMICA DEL P.C.I.

Sommario del fascicolo:

Fernando Di Giulio, Riflessioni sul governo Moro
Gerardo Chiaromonte, Questione della crisi nel mondo e in Italia
Eugenio Peggio, La piccola e media industria nella crisi italiana
Gianni Giadresco, Una nuova politica per la piccola e media industria
Vincenzo Galetti, Sindacato e minore impresa
Gianni Duchini, Considerazioni sul prezzo della terra in Italia
Elio Rossitto, Chi gestisce l'inflazione
Maria Teresa Prasca, Come uscire dalla crisi edilizia
Gianni Manghetti, La crisi del mercato finanziario
Silvana De Gloria, Inflazione e difesa del risparmio
Luigi Conte, Il problema più urgente: la fame nel mondo
Eutimio Tiliacos, Materie prime e cooperazione internazionale
Enzo Roggi, I rapporti Est-Ovest
Eugenio Somaini, Teoria keynesiana e politica economica
Seguono: Il consueto panorama, le recensioni e segnalazioni, la documentazione e le note e polemiche di A. Balboni sui problemi delle esportazioni e di L. Maschiella sul seminario di Bagdad.

ABBONAMENTI

Annuo	L. 8.000	Estero	L. 12.000
Sostenitore *	L. 20.000		
Un fascicolo	L. 1.500	Estero	L. 2.500
Arretrato	L. 1.800	Estero	L. 2.800

* (Obbligatorio per gli Enti Pubblici nazionali e le società per azioni).

Agli abbonati, lo sconto del 40% sui *Quaderni* di Politica ed Economia.

Politica ed Economia+Rinascita L. 20.000.

Versamenti sul c/c postale 1/43461 intestato a: S.G.R.A. - Via dei Frentani, 4 - 00185 Roma

L'EST

RIVISTA TRIMESTRALE DI STUDI SUI PAESI DELL'EST

SOMMARIO DELLA RIVISTA « l'est »

n. 1-2 - 30 giugno 1974

Analisi dell'opuscolo

di Kusu Kishinti

Kautskismo e leninismo

di Domenico Settembrini

Il concetto di totalitarismo

di Leonardo Schapiro

NOTE E DISCUSSIONI

SEMINARI E CONVEGNI

RECENSIONI

RASSEGNE

SEGNALAZIONI

DIRETTORE RESPONSABILE: DR. DARIO STAFFA

Direzione e Amministrazione - CESES - Corso Magenta, 42 - MILANO - Tel. 892.408/892.418.

Un fascicolo L. 1.000, abbonamento annuo L. 3.500, estero L. 5.000 da versare sul c/c postale n. 3/26600.

ANNO XXVIII

BIMESTRALE

MONDO APERTO

RIVISTA DI POLITICA ECONOMICA INTERNAZIONALE

DIRETTA DA GIUSEPPE TUCCI

SOMMARIO N. 6/1974

Gian Paolo Casadio La diplomazia del petrolio
R. Petrov Il principio della nazione piú favorita e la discriminazione nel commercio internazionale

COOPERAZIONE ECONOMICA INTERNAZIONALE E MERCATI

Silvio Vianelli Sull'evoluzione storica della statistica internazionale
Le preferenze generalizzate della Comunità Economica Europea

RASSEGNE

Cronache di economia internazionale
Rassegna di pubblicazioni

ORGANO DEL CENTRO ITALIANO
PER LO STUDIO DELLE RELAZIONI ECONOMICHE ESTERE
E DEI MERCATI (CEME)

Abbonamento annuo per l'Italia L. 8.000 - Abbonamento annuo per l'estero \$ 15 - Direzione e Amministrazione: Via G. A. Guattani, 8 - 00161 Roma.

EST-OVEST

QUADRIMESTRALE DI STUDI SULL'EST EUROPEO

Rivista edita dall'ISDEE - ISTITUTO DI STUDI E DOCUMENTAZIONE
SULL'EST EUROPEO, Trieste - Direttore responsabile TITO FAVARETTO

ANNO V

INDICE

N. 3/1974

IPOTESI, STUDI E RICERCHE

PAOLO LUISI - Le relazioni economiche tra l'Est Europeo e i paesi in via di sviluppo.
Il problema delle materie prime

PROBLEMI DELLO SVILUPPO DEL COMECON

ENRICHETTA SPINA - Il commercio estero del Comecon (II)
BÉLA CSIKÓS NAGY - Problemi monetari del Comecon (III). *La moneta collettiva socialista*

ANALISI E DOCUMENTAZIONE

La situazione energetica in Bulgaria, Ungheria e Romania: difficoltà e prospettive (P.L.)
Note sullo sviluppo delle esportazioni albanesi con particolare riferimento alle materie prime (A.M.C.)
Cooperazione economica paneuropea (D.T.)

NOTIZIARIO

Le nuove norme della R.P. di Bulgaria sulla collaborazione tecnico industriale - Gli sviluppi del programma ungherese dell'alluminio - Lo sfruttamento dei giacimenti di nichel in Jugoslavia - Le miniere di «Pamorzani» in Polonia - Recenti cooperazioni tra paesi Comecon nel settore chimico.

LIBRI RICEVUTI

INDICE ANALITICO

Direzione, redazione e amministrazione: ISDEE - Corso Italia 27 - 34122 Trieste - Tel. 69130 - Abbonamento annuo per il 1974 L. 5.000 (per l'estero L. 7.500) - Abbonamento sostenitore L. 20.000 - Prezzo di questo fascicolo L. 2.000 - L'importo va versato sul c.c.b. N. 4107/3 presso la Cassa di Risparmio di Trieste, Agenzia N. 2 - Via Carducci 7 - Trieste.

POLITICA INTERNAZIONALE

n. 1-2 gennaio-febbraio 1975

In questo numero:

Perché i sindacati

Classe operaia e processo di sviluppo

Per nuovi rapporti sociali nell'indipendenza di Silvano Levrero

Un dibattito fra sindacalisti italiani

Limiti e prospettive di una strategia internazionale (hanno partecipato: Fabrizia Baduel Glorioso, Giorgio Benvenuto, Silvia Boba, Mario Didò)

Il movimento sindacale nel Terzo Mondo

Mondo arabo: istanze sociali e questione nazionale

Africa: impegno unitario a livello continentale

Una esperienza specifica: la Tanzania

Asia: il lungo difficile cammino di una emancipazione

America latina: fra populismo e lotta di classe

di Jacques Couland

di Mahjoub Ben Seddik

di Peter K. Masanja

di Rahim Raza

di Lucilla Galiavresi

Il movimento sindacale nelle campagne

Rivolte contadine e riforma agraria

di Giancarlo Costadoni

Le centrali sindacali internazionali

Scarsa solidarietà per i contrasti ideologici

di Sergio Turone

I lavoratori del Terzo Mondo in Europa

I diritti degli immigrati: una causa comune

di Pierre Evain

Bibliografia

Una selezione degli studi sui sindacati nel Terzo Mondo (a cura di Roberto Giannotti)

**MENSILE DELL'ISTITUTO PER LE RELAZIONI FRA L'ITALIA
E I PAESI DELL'AFRICA, AMERICA LATINA E MEDIO ORIENTE
(I P A L M O)**

Direttore responsabile: Giampolo Calchi Novati - **Capo redattore:** Giancarlo Pasquini - **Segretaria di redazione:** Maresa Mura.

Redazione: Via del Tritone 62/b - 00187 Roma - Tel. 67.92.734 / 67.92.311 / 67.92.321 - **Amministrazione e distribuzione:** « La Nuova Italia » Editrice, Via Antonio Giacomini, 8 - C.P. 183 - 50132 Firenze - Tel. 27.98.

Autorizzazione del Tribunale di Firenze n. 1990 del 10 febbraio 1969 - **Abbonam. annuo:** Italia L. 7.500; estero L. 10.000; sostenitore L. 20.000; un fascicolo ordinario L. 800. I fascicoli arretrati si vendono a prezzo maggiorato. **Versamenti sul c/c postale n. 5/6261 Firenze - Spedizione in abbonamento postale - Gruppo III - Stampa:** ITER - Via Giacomo Raffaelli, 1-3 - 00146 Roma.

Istituto affari internazionali

PUBBLICAZIONI

Collana dello spettatore internazionale

(collana di volumi edita dal Mulino)

1974

32. I sì e i no della difesa europea

a cura di F. Gusmaroli - Pagine 290 - L. 3.500

31. Il difficile accordo. La cooperazione europea per la ricerca e la tecnologia

a cura di C. Merlini e G. Panico - Pagine 204 - L. 2.500.

1973

30. Eserciti e distensione in Europa. Il negoziato est-ovest sulla riduzione delle forze

a cura di F. Battistelli e F. Gusmaroli - Pagine 130 - L. 2.000.

29. Il potere sovranazionale privato. Le imprese multinazionali e l'integrazione europea

di Bruno Colle e Gabriella Pent - Pagine 110 - L. 1.800.

~~**28. Il grande ritardo. La cooperazione europea per lo spazio**~~

di Gian Luca Bertinetto - Pagine 186 - L. 2.500.

27. Europa potenza? Alla ricerca di una politica estera per la Comunità

a cura di M. Kohnstamm e W. Hager - Pagine 250 - L. 3.000.

26. Partners rivali. Il futuro dei rapporti euroamericani

di Karl Kaiser - Pagine 164.

25. La pace fredda. Speranze e realtà della sicurezza europea

a cura di Vittorio Barbati - Pagine 144 - Esaurito.

1972

24. Le tensioni nel mondo: rassegna strategica 1972

dell'International Institute for Strategic Studies - Pagine 172 - Esaurito.

23. Il grande arsenale. Le armi nucleari tattiche in Europa: cosa sono? a che servono?

di Franco Celletti - Pagine 76 - L. 1.000.

22. L'Europa all'occasione del Vertice

a cura di G. Bonvicini e C. Merlini - Pagine 108 - L. 1.000.

21. Riforme e sistema economico nell'Europa dell'Est

scritti di A. Levi, W. Brus, J. Bognar, T. Kiss, J. Pinder, S. A. Rossi - Pagine 118 - L. 1.500.

20. La sovranità economica limitata. Programmazione italiana e vincoli comunitari

di B. Colle e T. Gambini - Pagine 96 - L. 1.000.

19. Spagna memorandum

di Enrique Tierno Galván - Pagine 100 - L. 1.000.

18. Le tensioni nel mondo: rassegna strategica 1971

dell'International Institute for Strategic Studies - Pagine 158 - L. 1.500.

1971

17. Presente e imperfetto della Germania orientale

di Barbara Spinelli - Pagine 102 - L. 1.000.

16. Cooperazione nel Mediterraneo occidentale

di autori vari - Pagine 104 - L. 1.000.

15. Commercio attraverso l'Atlantico: dal Kennedy Round al neo-protezionismo

di Gian Paolo Casadio - Pagine 302 - L. 2.800.

14. **Una Zambia zambiana**
di Kenneth Kaunda - Pagine 81 - L. 500.
13. **Aiuto fra paesi meno sviluppati**
di autori vari - Pagine 104 - L. 1.000.
12. **Il petrolio e l'Europa: strategie di approvvigionamento**
di G. Pappalardo e R. Pezzoli - Pagine 105 - L. 1.000.
11. **Le tensioni nel mondo: rassegna strategica 1970**
dell'International Institute for Strategic Studies - Pagine 140 - L. 1.500.

1970

10. **Socialismo in Tanzania**
di J. Nyerere - Pagine 75 - L. 500.
9. **Verso una moneta europea**
di autori vari - Pagine 80 - L. 500.
8. **Europa-America: materiali per un dibattito**
di R. Perissich e S. Silvestri - Pagine 80 - L. 500.
7. **Conflitti e sviluppo nel Mediterraneo**
di autori vari - Pagine 212 - L. 2.000.
6. **Le tensioni nel mondo: rassegna strategica 1969**
dell'International Institute for Strategic Studies - Pagine 140 - L. 1.500.
5. **Integrazione in Africa orientale**
a cura di Roberto Aliboni - Pagine 132 - L. 1.000.
4. **Gli eurocrati tra realtà e mitologia**
a cura di Riccardo Perissich - Pagine 126 - L. 1.000.
3. **L'Africa alla ricerca di se stessa**
di Ali Mazrui - Pagine 80 - L. 500.
2. **La lancia e lo scudo: missili e antimissili**
di Franco Celletti - Pagine 140 - L. 1.000.
1. **Finanziamento, infrastrutture e armamenti nella Nato**
a cura di Stefano Silvestri - Pagine 85 - Esaurito.

Papers

(in ottavo)

1. **Il rapporto Jackson: un'analisi critica**
di Mario Marcelletti - 1971 - Pagine 15 - L. 500.
2. **I colloqui sulla limitazione delle armi strategiche**
di M. Cremasco - 1971 - Pagine 30 - L. 1.000.
3. **Convegno sulla sicurezza europea**
Incontro tra l'Iai e l'Istituto di economia mondiale e relazioni internazionali di Mosca - a cura di P. Calzini - 1971 - Pagine 14 - L. 500.
4. **Da Bandung a Santiago. La ricerca di una nuova economia internazionale**
di G. A. Sasso - 1972 - Pagine 19 - L. 500.
5. **Eurocrazia e presenza italiana**
di V. du Marteau - 1972 - Pagine 36 - L. 1.000.
6. **Indice analitico dei trattati Cee ed allegati**
di L. Boscherini - 1972 - Pagine 56 - L. 1.000.
7. **Europa e America latina**
di R. Aliboni e M. Kaplan - 1973 - Pagine 31 - L. 1.000.

Fuori collana

(volumi editi sotto gli auspici dell'Iai)

L'Italia nella politica internazionale: 1972-1973

Anno primo diretto da Massimo Bonanni - Pagine 626 - Edizioni di Comunità - L. 8.000.

La politica estera della Repubblica italiana
a cura di M. Bonanni (3 voll. - Pagine 1070) - Edizioni di Comunità -
Milano 1967 - L. 10.000.

**La sicurezza europea (Modelli di situazioni internazionali in Europa negli
anni '70)**
di S. Silvestri - Pagine 177 - Collana la specola contemporanea - Il
Mulino - Bologna 1970 - L. 2.000.

La rinascita del nazionalismo nei Balcani
di V. Meier - Introduzione di A. Spinelli - Pagine 188 - Collana la specola
contemporanea - Il Mulino - Bologna 1970 - L. 2.500.

La Germania fra Est e Ovest
di K. Kaiser - Introduzione di A. Spinelli - Collana la specola contempo-
ranea - Il Mulino - Bologna 1969 - L. 2.000.

L'Europa oltre il Mercato comune
di J. Pinder e R. Pryce - Il Mulino - Bologna 1970 - L. 2.500.

Symposium on the International Regime of the Sea-Bed
a cura di J. Sztucki - Accademia nazionale dei Lincei - Roma 1970 -
Pagine 767 - L. 12.000.

La strategia sovietica: teoria e pratica
a cura di S. Silvestri - Collana orizzonte 2000 - Franco Angeli editore -
Milano 1971 - Pagine 328 - L. 5.000.

Fra l'orso e la tigre: dottrina, strategia e politica militare cinese
a cura di F. Celletti - Collana orizzonte 2000 - F. Angeli editore -
Milano 1971 - Pagine 272 - L. 4.500.

I quaderni

(collana di volumi edita dal Mulino)

1. **L'America nel Vietnam**
Atti dell'inchiesta della commissione senatoriale presieduta dal se-
natore Fulbright - 1966 - Pagine 195 - L. 1.000.
2. **Introduzione alla strategia**
di A. Beaufre - 1966 - Pagine 100 - L. 1.000.
3. **La Nato nell'era della distensione**
Saggi di Benzoni, Calchi-Novati, Calogero La Malfa, Ceccarini - 1966 -
Pagine 159 - L. 1.000.
4. **Per l'Europa**
Atti del Comitato d'azione per gli Stati Uniti d'Europa. Prefazione di
Jean Monnet - 1966 - Pagine 119 - L. 1.000.
5. **Investimenti attraverso l'Atlantico**
di C. Layton - 1967 - Pagine 180 - L. 1.500.
6. **L'Europa e il sud del mondo**
di G. Pennisi - 1967 - Pagine 376 - L. 4.000.
7. **Una politica agricola per l'Europa**
di G. Casadio - 1967 - Pagine 267 - L. 3.000.
8. **La diplomazia della violenza**
di T. S. Schelling - 1968 - Pagine 268 - L. 3.000.
9. **Il Mediterraneo: economia, politica, strategia**
a cura di S. Silvestri - 1968 - Pagine 310 - L. 3.000.
10. **La riforma monetaria e il prezzo dell'oro**
a cura di R. Hinshaw - 1968 - Pagine 174 - L. 2.000.
11. **Europa e Africa: per una politica di cooperazione**
a cura di R. Aliboni - 1969 - Pagine 160 - L. 2.000.
12. **Partnership per lo sviluppo: organizzazioni, istituti, agenzie**
a cura di R. Gardner e M. Millikan - 1970 - Pagine 310 - L. 4.000.

Documentazioni

(in offset)

L'Italia e la cooperazione scientifica internazionale

(Atti della tavola rotonda Iai del maggio 1966) - Pagine 119 - L. 1.000.

Le armi nucleari e la politica del disarmo

(Quattro lezioni di F. Calogero, A. Spinelli, F. Cavalletti, M. Pivetti) - Pagine 78 - L. 1.000.

Ricerca e sviluppo in Europa

Documenti e discussioni - L. 3.000.

La politica commerciale della Cee

(Atti della tavola rotonda Iai del 29 aprile 1967) - Pagine 154 - L. 1.000.

La politica estera tra nazionalismo e sovranazionalità

(Resoconto sommario del convegno Iai dell'1 e 2 marzo 1968) - Pagine 80 - L. 500.

La fusione delle Comunità europee

(Atti del convegno Iai del 9 e 10 febbraio 1968) - Pagine 230 - L. 2.000.

Rapporto sullo stato della ricerca scientifica in Italia

(Ocse) - Pagine 190 - L. 1.000.

L'integrazione economica in Africa occidentale

(Atti della tavola rotonda Iai del 22 dicembre 1967) - Pagine 100 - L. 1.500.

L'Università europea

Documenti e discussioni - Pagine 111 - L. 1.000.

Evoluzione delle economie orientali e prospettive degli scambi est-ovest

(Atti del convegno Iai del 21 e 22 giugno 1968) - Pagine 188 - L. 5.000.

Il trattato sulla non-proliferazione delle armi nucleari: problemi del negoziato di Ginevra

Documenti e discussioni - Pagine 189 - L. 1.500.

La politica energetica della Cee

(Atti del convegno Iai del 25-26 ottobre 1968) - Pagine 124 - L. 2.000.

Preferenze e i paesi in via di sviluppo

(Atti della tavola rotonda Iai del 10 settembre 1968) - Pagine 73 - L. 1.000.

Effetti delle armi nucleari: rapporti di esperti al Segretario Generale dell'Onu

Documenti e discussioni - Pagine 124 - L. 1.500.

Rassegna strategica 1968

(dell'Istituto di Studi strategici di Londra) - Pagine 130 - L. 1.000.

Les assemblées européennes

A cura di Chiti-Batelli - 1970 - Pagine 68 - L. 1.000.

Italo-Yugoslav Relations

(Atti del convegno Iai - Institute of International Politics and Economic del 29-30-31 maggio 1970) - Pagine 55 - L. 1.500.

Periodici

Iai informa

Mensile dedicato alle attività e alle pubblicazioni dell'Istituto - Invio gratuito su richiesta.

Lo spettatore internazionale

Trimestrale in lingua inglese - Abbonamento L. 4.000.

Collana dello spettatore internazionale

Sette volumi all'anno - Abbonamento L. 6.000.

L'Italia nella politica internazionale

Annuario. Primo volume (1972-73) - Pagine 626 - L. 8.000.

Istituto Affari Internazionali

Franca Gusmaroli (a cura di)

I SI E I NO DELLA DIFESA EUROPEA

All'Europa si presentano costantemente momenti di riflessione: l'anno scorso il rinnovo della Carta atlantica, poi quest'anno la crisi di Cipro, ora la decisione che alcuni paesi dovranno prendere per l'acquisto di nuovi aerei militari. Ecco che il discorso della difesa «più europea» diventa attuale. Esso si lega al processo di unificazione dell'Europa occidentale, nel momento in cui la costruzione politica sembra allargarsi all'unione delle politiche nazionali estere e di difesa. Tali fatti confermano che, pur essendo il discorso della difesa prematuro ed incerto a livello comunitario, è necessario contribuire con varie iniziative al chiarimento delle questioni che ostacolano il suo progredire. Questo è lo scopo della presente pubblicazione sui problemi strategici dell'Europa occidentale.

Il volume, oltre a presentare gli aspetti tecnomilitari relativi al teatro europeo (i livelli di forze attualmente presenti, il loro spiegamento sui diversi fronti, l'impatto che le innovazioni tecnologiche stanno avendo sul preesistente equilibrio militare) vuole mettere in luce le anomalie, le deficienze, le questioni ancora insolte, le incertezze della strategia attualmente applicata in Europa, cioè la strategia Nato.

Vengono presentati nella prima parte alcuni dei maggiori problemi, quali la crescente difficoltà di reclutare manodopera militare, la mancanza di razionalizzazione e standardizzazione degli armamenti dei vari eserciti nazionali, il ruolo delle armi nucleari tattiche americane, la possibilità di controllare militarmente e politicamente (cioè evitare un'escalation nucleare) un eventuale conflitto in Europa. Nella seconda parte vengono trattate alcune delle più importanti proposte di riforma. Seguono nella terza parte tre punti di vista critici di studiosi americani.

Il volume si conclude con l'analisi di un esperto di questioni strategiche, il quale apre il discorso politico istituzionale sulla difesa europea. Con ciò l'hai spera di dare inizio ad un positivo dibattito.

Indice:

Parte prima - La situazione in Europa: I - Le forze della Nato e del Patto di Varsavia; II - Innovazioni tecnologiche ed equilibrio militare.

Parte seconda - I problemi della difesa e le proposte di riforma: I - Il controllo delle crisi e le armi nucleari tattiche; II - La difesa con meno uomini.

Parte terza - Tre punti di vista americani: I - La diplomazia nucleare: Gran Bretagna, Francia, Stati Uniti; II - Contro le armi nucleari tattiche; III - La politica militare della Nato: i limiti di una struttura inadeguata.

Parte quarta - Il punto di vista europeo: I - Una nuova Comunità europea di difesa.

Appendice: Lista delle abbreviazioni.

Collana dello Spettatore Internazionale n. XXXII, pp. 290, L. 3.500.

Istituto Affari Internazionali

PUBBLICAZIONI

Pubblicazioni de «il Mulino»

Tariffe di abbonamento
valide dall'inizio dell'anno

	Italia	Europa	Altri paesi
I. LO SPETTATORE INTERNAZIONALE	Lit. 5.000	Lit. 6.000 (\$ 9.50)	Lit. 7.000 (\$ 11.00)
II. COLLANA DELLO SPETTATORE INTERNAZIONALE	Lit. 10.000	Lit. 12.000 (\$ 19.00)	Lit. 15.000 (\$ 23.50)

Per ordini e abbonamenti:

Società editrice « il Mulino »
Via S. Stefano 6
40125 Bologna (c/c postale 8/12926)

Pubblicazioni di «Edizioni di Comunità»

	Italia	Europa	Altri paesi
I. L'Italia nella politica internazionale - annuario; indicare l'anno desiderato	Lit. 10.000	Lit. 12.000 (\$ 19.00)	Lit. 15.000 (\$ 23.50)

Per ordini:

Istituto Affari Internazionali
Viale Mazzini 88
00195 Roma

che provvederà ad inoltrare le richieste alle « Edizioni Comunità » di Milano.

Pubblicazioni dell'Iai

I. IAI INFORMA - gratuito a richiesta

Per ordini:

Istituto Affari Internazionali
Viale Mazzini 88
00195 Roma

Nel 1974 il problema della proliferazione delle armi nucleari è ritornato prepotentemente alla ribalta. Questo rinnovato — e preoccupato — interesse ha una data di nascita ben precisa: il 18 maggio 1974, quando l'India ha fatto esplodere sottoterra il suo primo ordigno nucleare. Per la prima volta dopo la nascita nel 1968 del Trattato di non proliferazione (Tnp), un governo ha sfidato apertamente la tesi centrale del Trattato stesso: la tesi che qualunque aumento del numero dei paesi dotati di armi nucleari porta necessariamente a un assetto internazionale meno stabile, più precario e pericoloso.

È quindi abbastanza naturale che dopo quel giorno, in sede internazionale, si siano diffuse voci — non sempre innocenti e disinteressate — che davano l'impressione dell'inarrestabilità di un processo di diffusione delle armi «atomiche»: Brasile, Israele, Sudafrica, Iran, Pakistan ed Egitto sono stati via via indicati come probabili futuri soci del club «nucleare».

Il dibattito si è riaperto anche in Italia (che finora — marzo 1975 — non ha ancora ratificato il Tnp), alimentato anche dalle prese di posizione contrarie alla linea ufficiale del governo di alcuni alti funzionari dell'amministrazione.

Il 5 maggio inizia a Ginevra la Conferenza di revisione (o, meglio, di rassegna) del Tnp; in queste circostanze, essa assume un valore notevole, forse cruciale. La partecipazione a pieno titolo dell'Italia a tale conferenza è legata all'avvenuta ratifica del Trattato: sembra comunque auspicabile — anche se è lecito nutrire qualche dubbio basato sull'esperienza — che la linea politica italiana riesca ad essere sufficientemente chiara e definita in senso antiproliferatorio. Questo volume focalizza la propria attenzione sull'Italia: sul contributo italiano alle trattative di Ginevra nella seconda metà degli anni '60, sulle «capacità» nucleari italiane, sugli ondeggiamenti della politica italiana in questo settore. Si è però anche cercato di offrire un quadro abbastanza completo, sia dal punto di vista dei riferimenti internazionali, sia dal punto di vista tecnico. Così, un capitolo descrive in dettaglio l'atteggiamento dei vari paesi rispetto al Tnp. Un altro capitolo affronta il problema fondamentale dei controlli di sicurezza. Infine, in appendice è offerto un esauriente panorama tecnico dei problemi dell'energia e delle esplosioni nucleari.