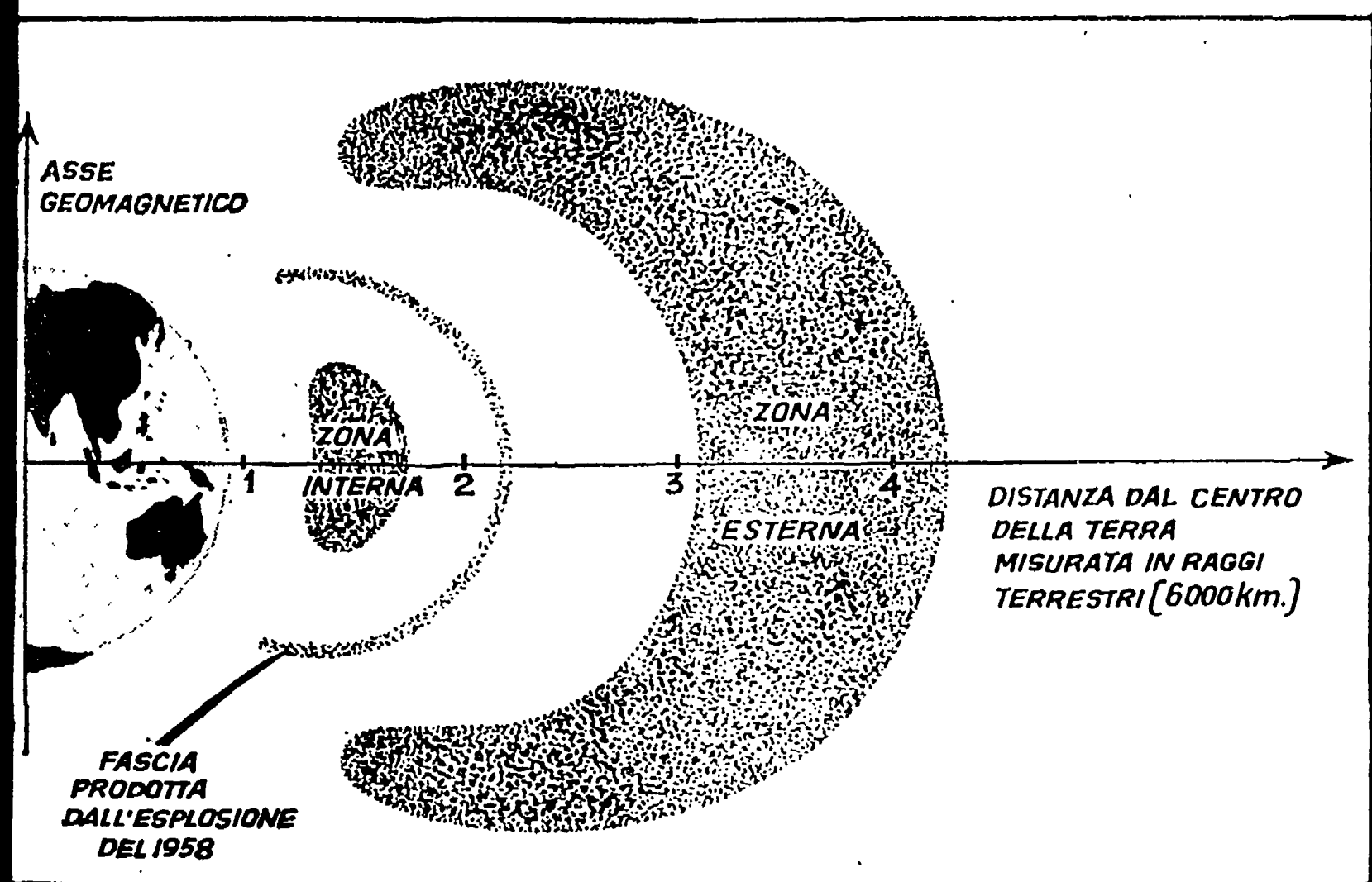


Le esplosioni H ad alta quota

e il Ranger V

Estesa verso la Terra la fascia di radiazioni



La struttura delle fasce radioattive naturali, e la zona artificiale ARGUS.

In seguito alla misteriosa perdita del Ranger V, lanciato nei giorni scorsi da Cape Canaveral in direzione della Luna, abbiamo chiesto al dottor Roberto Fieschi, dell'Istituto di Fisica dell'Università di Milano, che sapeva molto di più sui problemi connessi con le esplosioni nucleari negli alti spazi, un ragguaglio su tale argomento. L'articolo che pubblichiamo contiene dati di recentissima acquisizione e non ancora noti al pubblico: dai quali fra l'altro è possibile comprendere come le conseguenze delle esplosioni ad alta quota possano aver determinato la perdita del Ranger.

Qualche anno fa nessuno sapeva che sopra la nostra testa, all'altezza di 700 km., esiste una zona, spessa migliaia di chilometri, piena di particelle cariche che corrono a grande velocità, guidate dal campo magnetico terrestre; la presenza delle particelle di intensa radioattività, ora note con il nome di «fasce di Van Allen», non era neanche sospettata.

Oggi non solo sono state scoperte e battezzate, ma è stato fatto per loro quasi un lancio giornalistico: parte che spetta alle poche scoperte scientifiche che restano ad essere illustrate al profano in termini semplici e suggestivi. Per comodità di discorso spongo i fatti essenziali. Al lancio del satellite artificiale si riteneva che, allontanandosi dalla superficie della Terra, ad altezze superiori a qualche centinaio di chilometri, si incontrassero solo una atmosfera interplanetaria di idrogeno estremamente rarefatta, i raggi cosmici e le radiazioni provenienti dai vari astri. Nel 1958 si seppe, grazie alle informazioni fornite dai satelliti artificiali americani, che, superata una certa altezza, l'intensità di radiazione cresce in misura incredibile. La zona percorsa da particelle si estende, sopra l'equatore, da 700 a 20.000 chilometri nell'incirca, con zone intermedie di densità massima minima. In essa si individua una parte esterna, la struttura complessa e instabile della forma di un gigantesco specchio di pelone ruotato intorno all'asse magnetico terrestre, e una parte interna, dalla forma di un fagiolo. Si tratta di zone percorse da intensi flussi di particelle cariche catturate dal campo magnetico terrestre.

Nei mesi di agosto e settembre 1958 gli americani hanno tentato una prima serie di esperimenti di irradiazioni artificiali nello spazio, facendo esplodere bombe atomiche di piccola potenza (circa 1 kiloton) ad un'altezza di circa 500 km.; si tratta dell'esperimento Argus: gli elettroni prodotti in seguito all'esplosione dal decadimento dei neutroni particelle neutre che si spaccano in un elettrone e un protone) avvolsero per un istante la Terra con una fascia di radiazioni

ni, spese circa 600 km., alte 7.000 km. sopra l'equatore e apparvero aurore boreali. Gli ultimi effetti misurabili dell'esperimento scomparvero in qualche mese. Lo studio delle fasce di Van Allen è proseguito e prosegue molto intenso, e il problema della loro vera natura e delle loro origini sembra prossimo ad essere risolto. In queste condizioni ha suscitato stupore e generale indignazione la notizia apparsa alcuni mesi fa, che gli americani apprestavano potenti esplosioni termonucleari ad alta quota, capaci di alterare per lunghi periodi la struttura delle nostre fasce di radiazione. Gli scienziati protestarono pubblicamente e con energia. Molti giornali ripresero le loro parole, e portarono di fronte all'opinione pubblica le loro preoccupazioni.

I motivi che hanno spinto gli americani a questa serie di esplosioni sono prevalentemente di carattere militare. E' difficile sapere con precisione cosa si aspettassero i militari; verosimilmente volevano rendersi conto se esplosioni del genere possono mettere fuori uso i sistemi di guida o i sistemi di avviamento dei missili, onde creare difficoltà all'avversario in caso di guerra nucleare.

Previsioni incerte

Le previsioni degli scienziati erano spesso incerte e talvolta contrastanti. Le esplosioni termonucleari ad alta quota avrebbero distrutto le fasce di radiazione, o le avrebbero rafforzate, grazie ad una poderosa iniezione di nuove cariche? E questa gigantesca corrente elettrica avrebbe modificato il campo magnetico terrestre e disturbato le trasmissioni radio? Certamente si sarebbero avute aurore. E tutti questi possibili effetti avrebbero avuto breve durata, o avrebbero modificato quasi permanentemente lo spazio intorno a noi?

In questa situazione, fra l'incertezza di alcuni scienziati e l'allarmata protesta di altri, fu dato il via all'«operazione Dominic», di esplosioni termonucleari a grande altezza. L'attenzione del pubblico fu tenuta sveglia per qualche settimana, grazie anche a due tentativi falliti per il mancato funzionamento dei missili vettori. Il 9 luglio ebbe luogo nello strato superiore della ionosfera, ad una altezza di circa 300 chilometri sopra l'isola Johnston, nell'Oceano Pacifico, la prima esplosione nucleare della serie Dominic, della potenza di un megaton e mezzo. Segui un lungo silenzio. Per tentare di colmarlo almeno in prima approssimazione, ho cercato di raccogliere i pochi dati disponibili, e di

esporli con l'aiuto di alcuni miei colleghi più esperti di me sull'argomento. Sull'esplosione del 9 luglio qualcosa è già stato pubblicato, sia in riviste scientifiche, sia dai quotidiani stranieri. Quanto agli aspetti più suggestivi, si sa che si ebbe un grande bagliore, tale da illuminare a giorno le Hawaii a 1.500 chilometri dal luogo dell'esplosione. Ad Auckland, Nuova Zelanda, a 5.000 chilometri dall'esplosione, si è vista un'aurora boreale. Per colorire l'avvenimento, il New York Times scrisse che gli indigeni delle isole Samoa «orrevano nella notte sulle colline, convinti che la Luna avesse preso fuoco; la notizia, però, è poco convincente secondo il dr. Ayres, che si trovava proprio su quelle isole per misurare gli effetti del campo magnetico terrestre.

I magnetometri di Huanquero, nel Perù, segnarono l'esplosione della bomba con una brusca variazione, e variazioni anche più rilevanti furono osservate alle isole Samoa; sembra che questi effetti debbano essere attribuiti alla formazione della gigantesca sfera di fuoco prodottasi intorno all'esplosione; essendo completamente ossigenata, quindi conduttrice di elettricità questa sfera modificò bruscamente le linee di forza magnetiche. Ad essa sono probabilmente dovute anche le interruzioni temporanee delle comunicazioni radio attraverso il Pacifico.

Quanto alle fasce di radiazione, anche per questa esplosione, come già per quelle più modeste del progetto Argus, l'effetto più rilevante è stato l'aumento della potenza iniezione di elettroni. Per ogni kiloton di fissione vengono prodotti circa 10^{15} (centomila miliardi di miliardi) nuclei di fissione, che decadono generando 5×10^{13} elettroni di varia energia. Una parte di questi elettroni, emessi ad angoli opportuni col campo geomagnetico, vengono catturati, ed eseguono oscillazioni da nord a sud e viceversa, lungo le linee del campo magnetico, formando una nuova fascia di radiazioni intorno alla Terra.

I danni alle batterie

Un'ora dopo l'esplosione, secondo i dati raccolti dallo stesso van Allen e collaboratori (1) si può valutare che 10^{14} nuovi elettroni, di energia superiore a 1500 Kev, fossero stati iniettati nello spazio e «catturati» dal campo magnetico. Entro poche ore divenne trascurabile l'intensità degli elettroni di energia superiore ai 6 MeV che investono il loro percorso da un polo all'altro del nostro pianeta si riflettevano ad una altezza di 150 km.; questo perché la densità della atmosfera a quella altezza è ancora sufficientemente elevata da provocare un

assorbimento degli elettroni che li attraversavano. L'intensità degli elettroni che si riflettevano sopra i 500 km. resterà invece altissima per parecchi mesi. Ciò equivale a dire che la fascia di radiazioni si è estesa molte centinaia di chilometri verso la Terra, e che questa variazione perdurerà a lungo. E' facile immaginare come i satelliti artificiali, che si sono venuti a trovare improvvisamente in questa zona fortemente radioattiva senza essere adeguatamente protetti, abbiano risentito del fenomeno. Almeno tre di essi hanno interrotto per sempre le loro trasmissioni, in seguito ai danni causati alle batterie solari da cui travevano la loro potenza.

Un atto irresponsabile

Fra i danneggiati vi è anche l'unico satellite artificiale inglese. Nel quarto giorno intercorsi fra il momento dell'esplosione e il momento in cui cessò le trasmissioni regolari, questo satellite, l'Ariel, trasmise molti dati, dai quali gli scienziati dell'Imperial College di Londra trassero alcune informazioni preliminari di grande interesse fra le altre, che i punti di riflessione degli elettroni della fascia esterna (i punti più bassi delle traiettorie delle particelle cariche) si erano spostati, probabilmente per effetto del disturbo idromagnetico dovuto alla esplosione.

Nel complesso, gli effetti sulle fasce di radiazione sono stati maggiori di quanto una parte degli esperti non prevedessero. Il 29 settembre la NASA, l'Agenzia spaziale degli Stati Uniti) comunicò che la perturbazione delle fasce radioattive può influire anche sul tempo. Secondo il settimanale inglese The Observer del 30 settembre questa notizia rafforza la posizione di chi è convinto che è un atto irresponsabile disturbare le fasce con esplosioni nucleari.

Nel complesso, si sa che la zona inferiore si è ulteriormente abbassata, tanto che i suoi primi effetti si sentono già a 320 km. Le comunicazioni scientifiche oggi sono molto rapide, ed è probabile che nello spazio di qualche settimana si abbia qualche informazione interessante. Poco c'è da sperare, invece, per quanto riguarda tutti quegli effetti che sono più o meno collegati con questioni di carattere militare; su questo punto gli americani osserveranno sicuramente un religioso silenzio.

Roberto Fieschi

(1) B. J. O'Brien, C. D. Laughlin, A. van Allen: Geomagnetically trapped radiation produced by a high-altitude nuclear explosion on July 9, 1962, «Nature», vol. 195, pag. 939.

scienza e tecnica

Biologia nucleare

Grano «gamma» alla Casaccia

In allestimento il reattore ROSPO a moderatore organico e potenza zero

Nei prati lungo la strada che porta all'Anguillara, sul lago di Bracciano, non si vedono più, da qualche anno, le vacche e i vitelli della fattoria detta La Casaccia, antica proprietà di una famiglia dell'aristocrazia pontificia. L'edificio centrale della fattoria esiste tuttora, non mutato all'esterno, ma intorno si levano, invece di stalle e fienili, costruzioni moderne di cemento, di vetro, un'altissima ciminiera, e da una parte un argine affiancato a una specie di bassa casamatta. Vi si vedono anche alberi, arbusti, pianticelle, ma di specie assai diverse, come in un giardino, non come in un'azienda agricola.

Infatti la Casaccia non è più una fattoria, ma ospita, da due anni e mezzo, un Centro di Studi nucleari, in cui l'elemento tipico — quello che stabilisce un nuovo rapporto fra il progresso tecnico-scientifico e la natura — è costituito da un «Campo gamma», cioè da una breve estensione di terra in cui numerose piante sono ospitate, ciascuna per certi periodi, per essere irradiate appunto con «raggi gamma».

Perché risulti chiaro ciò che avviene alla Casaccia, può essere utile ricordare alcune nozioni semplici: i raggi «gamma» sono radiazioni elettromagnetiche, cioè hanno la stessa natura delle onde radio, della luce e dei raggi «X»; dai quali differiscono solo per la minore lunghezza d'onda e maggiore frequenza. Sono

emessi dalle sostanze radioattive, assieme ai raggi «beta», che sono elettroni, e ai raggi «alfa», che sono nuclei di elio. Ma gli «alfa» e i «beta» non entrano in questo discorso. Interessano solo i «gamma», che in confronto agli altri due presentano una maggiore capacità di penetrazione, cioè vanno più lontano, attraversano più spessi strati di materia, né — essendo privi di carica elettrica (mentre gli alfa sono positivi e i beta negativi) — vengono deviati dalle particelle cariche che incontrano sul loro cammino.

L'azione sulla materia

E' noto infatti che i raggi gamma costituiscono il più temibile aspetto della radioattività, e in particolare del fall-out conseguente alle esplosioni nucleari. La loro azione sulla materia, compresa quella vivente, nasce dalla loro attitudine a spostare elettroni dalle orbite atomiche, cioè a determinare «ionizzazioni», con conseguenze talvolta rilevanti e complesse, sulle strutture molecolari.

Quando l'atomo colpito appartiene alla materia vivente, cioè fa parte della complicata struttura di una macromolecola di una «nucleoproteina», può nascere, nell'organismo in sviluppo, quella che i biologi chiamano una «mutazione»,

cioè può insorgere un carattere nuovo, positivo o negativo. Le probabilità di mutazioni negative sono in linea di principio eguali a quelle di mutazioni positive, ma è chiaro che se l'irradiazione avviene in modo incontrollato (per esempio come conseguenza dell'aumento della radioattività atmosferica per effetto di esplosioni nucleari) le mutazioni negative si accumulano con conseguenze disastrose. Viceversa con irradiazioni esattamente dosate, e con la successiva selezione dei «mutanti» positivi, si possono ottenere varietà biologiche migliorate rispetto a quelle note.

Questo è lo scopo del «Campo gamma» della Casaccia, dove è già stata prodotta, nel corso di circa due anni, una varietà di grano duro meno alto di quello originale e perciò più resistente all'«allettamento» (cioè a essere piegato dalla forza dei venti), e inoltre migliorato quanto alle capacità riproduttive. Questo grano è ora alla quinta generazione, quindi può dirsi sostanzialmente stabilizzato (la mutazione si manifesta fin dalla seconda generazione dopo quella irradiata), e pronto a essere distribuito per la coltivazione. Ne sono già state fatte prove agronomiche a Bari, Cagliari, e altrove, e sono riuscite soddisfacenti.

Il «Campo gamma» della Casaccia è l'unico del genere in Europa, e migliore anche di quello americano di Brookhaven: ha una superficie di mezzo ettaro cinta da un argine, e fornita di una protezione di cemento in corrispondenza dell'accesso e della cabina di comando. La fonte di radiazioni è un cilindretto di cobalto-60, custodito in un contenitore di piombo interrato al centro del campo, e scorrevole entro un tubo di acciaio emergente dal suolo.

Il Centro della Casaccia comprende però molti altri impianti, del tutto diversi, fra i quali un Laboratorio di Radiobiologia animale, in cui gli scopi pratici sono immediati che per le piante, mentre ci si propone soprattutto l'acquisto di nuove conoscenze, relative alle condizioni per una migliore protezione dell'uomo contro le radiazioni.

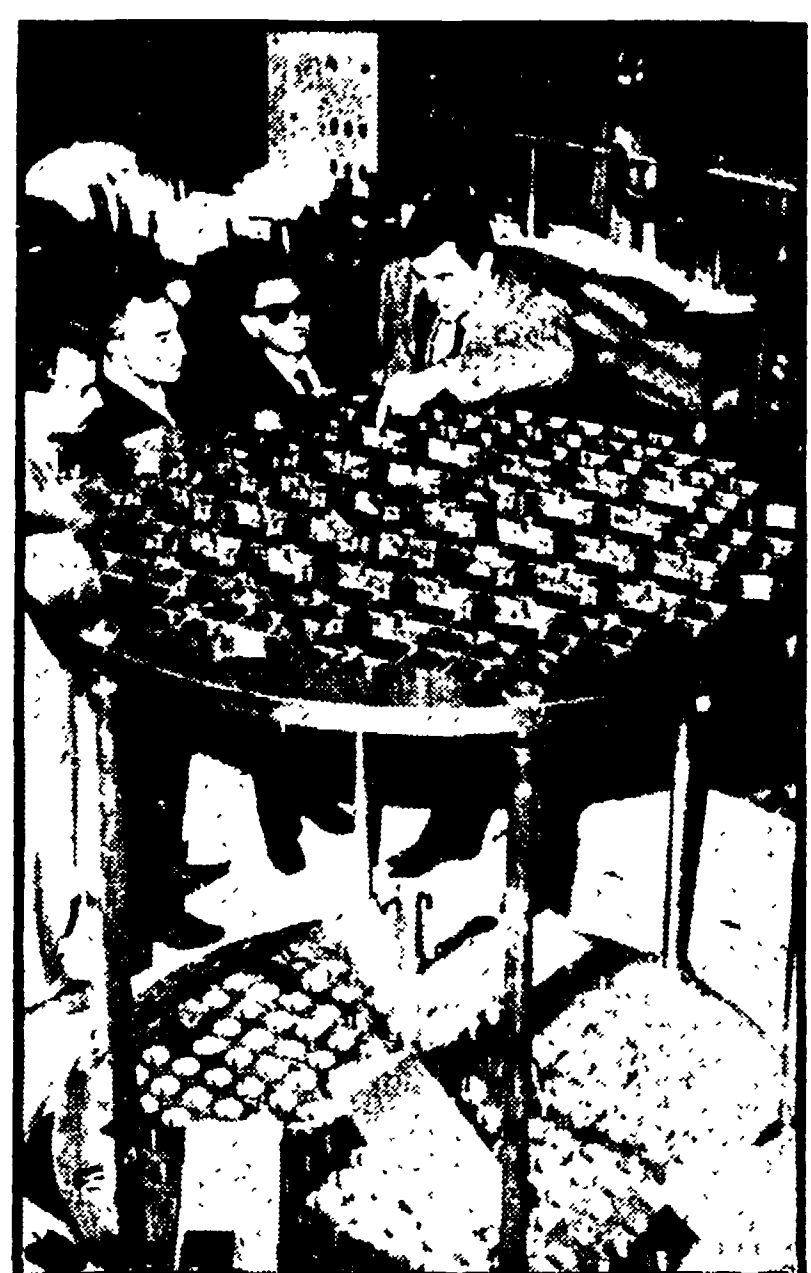
350 gradi senza bollire

Ben distinte da questi settori biologici sono le installazioni nucleari propriamente dette, le quali comprendono, in edifici separati, il reattore, il moderatore e i vari altri impianti, fra i quali il più importante, e tuttora in allestimento, il reattore ROSPO, sigla che vuol dire: Reattore Organico Sperimentale a Potenza Zero.

Il ROSPO fa parte del programma PRO, inteso alla costruzione di un reattore di potenza (60 megawatt) moderato e raffreddato a liquido organico, per il quale sono già iniziati i lavori in una località fra Firenze e Bologna. L'interesse del moderatore organico, cioè di un liquido costituito da una miscela di composti organici, è che esso permette, senza bollire, una temperatura di esercizio di 350 gradi. Ma, prima che il reattore di potenza possa funzionare, è necessario compiere una serie di prove e indagini inerenti al processo che in esso avrà luogo. A tale scopo risponderà il ROSPO, dove verrà attuato il medesimo processo, ma molto rallentato.

Del Centro della Casaccia fanno parte inoltre un Laboratorio di Fisica e Calcolo Reattori, in cui si trova un grande calcolatore analogico predisposto per la soluzione dei problemi tipici dei reattori, Laboratori di Elettronica e per le operazioni calde (cioè con sostanze radioattive), ed è in allestimento un nuovo edificio, per le ricerche inerenti al trattamento dei residui radioattivi.

f. p.



Il telaio d'acciaio inossidabile che ospiterà gli elementi di combustibile e le barre di controllo del ROSPO. Nella foto il professor Barabaschi, direttore del progetto, illustra a un gruppo di giornalisti la disposizione prevista.

il medico

Le pillole della felicità

Quando dieci anni or sono si apprese che in America i tranquillanti (da poco scoperti e con spreco di fantasia definiti «pillole della felicità») si vendevano a sacchi, a tonnellate, a vagoni, vi fu certo chi ne rimase perplesso e attonito, considerando che sedativi del sistema nervoso ce n'erano sempre stati e che tuttavia folle del genere non erano accadute mai neppure fra i consumatori americani. Non se ne stupì invece chi ebbe subito sentore della diversità del meccanismo d'azione delle nuove sostanze, e cioè del diverso modo con cui esse agiscono sui centri nervosi rispetto ai calmanti tradizionali.

E qui si viene al nocciolo della questione, alla differenza che c'è fra calmanti e tranquillanti, senza di che non si potrebbe spiegare il fenomeno della diffusione enorme di questi ultimi, diffusione che si è estesa ormai anche da noi, pur se non nella misura estrema e incontrollata verificatasi altrove. Bene, la differenza fondamentale è semplicissima e sta in questo: i calmanti di tipo tradizionale (a base di bromo, barbiturici, clorali, valeriana ecc.) agiscono non solo sulla sfera emotiva, ma anche sui centri della corteccia cerebrale; le sostanze tranquillanti (di varia sintesi chimica) tendono ad esercitare la loro azione solo sui centri della emotività.

In teoria dunque i cosiddetti sedativi o calmanti depressivi non si verificano emotivamente, ma agiscono a elevata quota, ha la sua sede appunto nella zona della corteccia e che è fatta di attenzione, di volontà, di ragionamento, di memoria, insomma di funzioni ideative e intellettive in genere. Al contrario, i cosiddetti tranquillanti si limiterebbero a deprimere lo stato di eretismo, di eccitazione, di ansia, di angoscia, quello che si definisce in breve tensione nervosa, e basta.

Sulla base di codesta differenza il vantaggio terapeutico dei nuovi composti è intuitivo oltre che notevole: mentre i vecchi sedativi di qualunque tipo calmano sia nel corpo che nella mente, e nello stesso tempo attivano le facoltà mentali, portavano a un certo ottundimento del potere intellettuale, delle capacità critiche e razionanti, dell'attenzione, della memoria ecc., e secondo le dosi, anche ad una vera e propria sonnolenza, i tranquillanti invece, restringendo la loro influenza esclusivamente a quella emotiva, eserciterebbero una azione «selettiva» diretta ad eliminare gli stati di agitazione, di inquietudine, di irrequietezza, di irritabilità, senza sconfinare nel campo delle facoltà mentali superiori.

Dovrebbe seguire da tale differenza di azione che dopo l'uso dei vecchi o nuovi sedativi si rimanga un po' sonnolenti o più o meno insonni ad spatici, e comunque non adatti a un lavoro che richieda acutezza menta-

le o rapidità di riflessi, e che l'uso dei tranquillanti invece lasci sempre mente fresca e lucida, pronta ad ogni normale attività. Il lettore però avrà notato una nostra riserva quando si è detto che, il che vuol dire che nella verità è infatti che i pregi citati come caratteristici dei tranquillanti sono loro peculiari solo entro certe dosi, che vuol dire che nel caso in cui si debba ricorrere a dosaggi più elevati anche l'azione di questi preparati può sconfinare verso la zona corticale del cervello provocando, benché in misura minore, taluni inconvenienti dei sedativi tradizionali (ottundimento psichico, apatia, lentezza dei riflessi, sonnolenza ecc.).

Vi è poi da osservare che per un trattamento il quale agisce con efficacia sul male, cioè sullo stato ansioso, ma non agisce sulla causa del male, e che pertanto impone un'azione di cura prolungata, il farmaco, questo deve fornire la garanzia della più assoluta innocuità, il che purtroppo non si verifica per tutti i tranquillanti. Fra gli oggi, malgrado le numerose e varie formule realizzate, i più innocui risultano due composti che vanno col nome chimico rispettivamente di «meprobamato» e di «cloridrato di meprobamato», per l'associazione in ciascuno di essi di due caratteristiche utili.

Prima caratteristica, tendenza massima all'azione selettiva, ovvero ad agire sui soli centri della emotività, senza coinvolgere quindi altre attività cerebrali né dare sonnolenza. Seconda caratteristica, tolleranza massima, cioè la possibilità di assumere il farmaco, senza che ce ne sia voglia di altissime dosi, qualunque potenza riesca nel tentativo di suicidarsi con questi farmaci, quasi impossibilità di uso protratto anche per individui ipersensibili o con disfunzioni epatiche.

Si è detto che i tranquillanti non danno sonnolenza e ciò sembrerà in contrasto col fatto che molti li usino per dormire, ma il contrasto è solo apparente, poiché si tratta in codesti soggetti non di insonnia grave ma di una difficoltà ad addormentarsi dovuta al loro stato di tensione nervosa: il tranquillante allora, pur senza essere un ipnotico, facilita l'addormentamento per via indiretta, eliminando l'ostacolo al sonno costituito appunto dalla tensione nervosa. Si deve ben sottolineare in complesso che non tutti i tranquillanti sono da ritenere ottimamente ed in modo generico pillole della felicità: il loro effetto utile o nocivo dipende dalla composizione chimica di ciascuno di essi, dalla dose che viene usata, dal particolare tipo di disturbo che si vuol correggere, e non è affatto raro che un preparato scelto senza controllo medico possa avere conseguenze spiacevoli e rendere così tutt'altro che felici.

Gaetano Lisi



Al centro del Campo Gamma, la sorgente di radiazioni, un cilindretto di Cobalto-60, può scorrere nel tubo verticale di acciaio visibile nella foto. In condizioni di riposo la fonte si trova interrata, in un contenitore di piombo