

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA
“LA SAPIENZA”**



Facoltà-Dipartimento di Scienze Politiche

Dottorato di ricerca in

“Storia dell’Europa”

Anno Accademico 2017 - 2018

Coordinatori del Dottorato

**Prof Antonello Biagini
Prof. Alessandro Saggioro**

**Scienziati europei per la bomba atomica:
dall’Europa ad Hiroshima, realizzazione ed uso**

Candidato

Col. G. di F. Marco Valli
matr. 375713

Relatore:

Prof. Andrea Carteny

Ringraziamenti al:

- Professor **Antonello Biagini** Coordinatore del Dottorato per avermi dato l'opportunità di presentare questa tesi;
- Professor **Andrea Carteny** Relatore della tesi per gli insegnamenti e la pazienza riservatami;
- Professor **Alessandro Saggioro** Coordinatore del Dottorato per l'interessante serie di lezioni/conferenze organizzate
- Padre **Alejandro pastor Bigneiro** ,mio padre spirituale, che dal Paradiso mi ha indirizzato
- Signor Generale **Arnaldo Atzeni** Prof. di arte militare per avermi insegnato ad essere un vero militare;
- Signor Generale **Carmin Lopez** per avermi capito e sostenuto
- Prof **Gualtiero Valli** (mio padre) per avermi insegnato ad essere un amministratore dello Stato;
- Dott.ssa **Vittoria Valli-Panunzio** (mia madre) per avermi insegnato ad essere un intellettuale;
- A **Federica**, (mia moglie), **Aki** e **Miriam** (le mie due gatte) le “atomiche” di famiglia

***“ LA GUERRA E’ UNA COSA TROPPO SERIA
PER LASCIARLA IN MANO
AI GENERALI”***

Tayllerand, vescovo e statista

George Clemenceau statista

MA

***“ LA GUERRA NUCLEARE E’ UNA COSA TROPPO SERIA
PER LASCIARLA IN MANO
AGLI INTELLETTUALI ”***

OVVERO

“How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb.”

Stanley Kubrick, “Dr. Strangelove”

INDICE

- Abstract
- Abstract (English version)

- Introduzione

- Capitolo I : PROMETEO
 - 1.1 Antichità
 - 1.2 Il ventesimo secolo

- II Capitolo: IL DOTTOR FRANKENSTEIN
 - 2.1 La radioattività
 - 2.2 La fissione
 - 2.3 La reazione a catena
 - 2.4 Emigrazioni
 - 2.5 Concetto di arma atomica
 - 2.6 Fermi

- III Capitolo: IL PROFESSOR FRANKENSTIN
 - 3.1 Scienziati a lavoro
 - 3.2 La lettera di Einstein
 - 3.4 Il programma tedesco
 - 3.5 bis Il programma giapponese
 - 3.6 Il programma russo

- 3.7 Il programma inglese
- 3.8 Il Manhattan District
- 3.9 La Chicago Pile
- 3.10 Groves
- 3.11 L'impresa tecnica e scientifica
- 3.12 Los Alamos
- 3.13 Quattro tipi di Bombe
- 3.14 Progettazione delle Bombe
- 3.15 Soluzioni
- 3.16 Il Trinity Test

- IV Capitolo: IL DOTTOR STRANGELOVE

- 4.1 Ripensamenti e pentimenti
- 4.2 Little Boy
- 4.3 Fat Man
- 4.4 Hiroshima
- 4.5 Nagasaki
- 4.6 La resa

- V Capitolo: DOMANDE E RISPOSTE

- 5.1 Domande
- 5.2 È lecito per gli scienziati usare le loro competenze per costruire armi atte ad uccidere o sterminare?

- 5.3 Il prestigio mondiale per un'invenzione epocale è un motivo valido per partecipare alla realizzazione dell'Atomica?
- 5.4 Gli scienziati e gli Alleati sono veramente convinti che la Germania sia in grado di produrre la bomba oppure è una scusa per realizzarla?
- 5.5 Quali sono le reali motivazioni degli scienziati nella scelta di realizzare l'arma atomica?
- 5.6 Gli scienziati vogliono anche rafforzare gli USA come superpotenza globale in contrapposizione alla minaccia comunista e in funzione antisovietica fornendo agli americani quest'arma definitiva?
- 5.7 Gli scienziati e in particolare gli europei in che misura sono responsabili dell'utilizzo delle atomiche?
- 5.8 A volte ritornano (Corea oggi)

- CONCLUSIONI

-

- BIBLIOGRAFIA

-

- DOCUMENTI

A) .SERBER R. *indoctrination course* Los Alamos premier

B) United States Department of Energy *The Manhattan Project
Making the Atomic Bomb*

ABSTRACT

La tesi “Scienziati europei per la bomba atomica: dall’Europa ad Hiroshima, realizzazione ed uso” discute la questione degli scienziati europei pacifisti, costretti dalle circostanze a lavorare per l’atomica con la conseguente presunta “colpa americana” per le stragi di Hiroshima e Nagasaki con la condanna morale dei “generali americani macellai di civili innocenti”.

La tesi si sviluppa in senso interdisciplinare su più livelli: tecnologico, storico, politico e militare

Il primo, sviluppato nel I (Prometeo) e II capitolo (Il Dottor Frankenstein) partendo dagli inizi filosofico-religiosi, si estende fino alla tecnica degli ordigni. Per questa ragione, trattando di argomenti ancora in parte segreti, le fonti sono obbligatoriamente già pubblicate o desegretate quali ad esempio le allegate ” Note basate su una serie di cinque lezioni tenute da Serber durante le prime due settimane di aprile 1943 come corso di indottrinamento in connessione con l’inizio del Progetto a Los Alamos . Trascritte da E.U. Condon” o il documento del l’United States Department of Energy sul Progetto Manhattan .

Il secondo, trattato nel III (Il professor Frankenstin) e IV capitolo (Il Dottor Strangelove) si intreccia con il primo ed evidenzia la trasformazione degli scienziati europei da ricercatori puri al servizio della scienza a naturalizzati americani consulenti scientifici di altissimo livello a servizio di stati belligeranti e poi di complessi industriali-militari Per evidenziare la trasformazione si utilizza un parallelismo cinematografico con riferimenti a famosi film (Frankenstein di James Whale del 1931,

Frankenstein Junior di Mel Brooks del 1974 , Dr Strangelove di Stanley Kubrick del 1962).

Il terzo, curato nel IV e V capitolo (Domande e risposte), espone la complessità dell'alleanza forzata tra stati democratici e la Russia sovietica di Stalin e la nascita della guerra fredda durante la caldissima seconda guerra mondiale ed i rispettivi programmi atomici. In tale contesto viene sviluppato un paragone con l'attuale situazione nordcoreana

Il quarto, espresso nel V capitolo, sviscera non solo gli aspetti strettamente militari, ma anche umanitari delle popolazioni vittime di una guerra divenuta di sterminio. Si evidenzia in particolare l'anomalia di un quasi vincitore, (gli USA) ansioso di pace, che teme di essere costretto ad un armistizio con il Giappone che non combatte più per vincere ma per infliggere le maggiori perdite possibile al fine di raggiungere anche lui la pace. Ambedue vogliono la pace e per questo si massacrano. In questa assurdità gli unici che ragionano sono i militari americani, a torto definiti macellai, che sconsigliano di utilizzare l'atomica, inducono a lasciare l'imperatore al suo posto, non si vendicano del nemico sconfitto ma lo aiutano e trasformano una nazione nemica stremata in alleata fiorente. Non a caso nella ricostruzione materiale e morale e della libertà e democrazia del Giappone e dell'Europa i protagonisti sono il generale MacArthur (Governatore Militare del Giappone) e il Gen Marshall (Segretario di stato USA) con l'omonimo piano. Invece lo sviluppo di teorie di "First strike", "ipotesi Danese", la "Dead hand", dove le vittime sono solo numeri per stabilire chi ha vinto o chi non ha perso, è dovuto agli scienziati ed agli intellettuali anche europei naturalizzati americani di cui Stanley Kubrick ha fatto una splendida ,provocatoria e dissacrante satira con Peter Sellers. Infatti il personaggio, "dall'impronunciabile cognome tedesco Dr Merkwürkdigliebe

cambiato all'atto della acquisizione della cittadinanza americana in *Strangelove*", rappresenta i principali scienziati atomici europei americanizzati: Von Neumann (per la carrozzella), Teller (per il modo di parlare simile anche ad un noto fotografo Arthur Fellig presente sulla scena), Szilard (per le teorie di eletti da salvare nelle caverne), Wigner (per la mano offesa), Fermi (per il regolo calcolatore) e "dulcis in fundo"....Von Braun (per i capelli biondi -- anche se il film è in bianco e nero -- e per la frase finale "Mein Führer I can walk!").

Dopo una citazione del Generale Eisenhower circa le spese militari, la tesi si conclude con una doppia frase ad effetto: se: "La guerra è una cosa troppo seria per lasciarla in mano ai generali" (George Clemenceau detto "la tigre"), allora: "la guerra nucleare è una cosa troppo seria per lasciarla in mano agli intellettuali".

ABSTRACT (English version)

The dissertation “European scientists for the atomic bomb: from Europe to Hiroshima, making and usage” tackles the issue of the pacifist European scientists who presumably were forced by circumstances to work at the atomic bomb, as well as the consequent alleged American responsibility for the massacres at Hiroshima and Nagasaki and the moral condemnation of the American generals “who are reputed to have butchered innocent civilians”.

The dissertation practices and interdisciplinary approach on multiple levels: technological, historical, political, and military.

The first level, developed in Chapters 1 (“Prometheus”) and 2 (“Doctor Frankenstein”), begins with the religious-philosophical background and ends with the technique applied to bombs. Since these topics are still partly classified, only published or declassified sources have been used: e.g., the “Notes based on five lectures held by Serber in the first weeks of April 1943 as instruction course related to the beginning of the Los Alamos project, transcribed by E.U. Condon” or the document issued on the Manhattan Project by the United States Department on Energy.

The second level, examined in Chapters 3 (“Professor Frankenstein”) and 4 (“Doctor Strangelove”), is connected with the first level and highlights the transformation of European scientists from researchers working for the sake of sciences into scientific consultants of the highest level and naturalized Americans serving belligerent countries and, later, industrial-military complexes. In order to show this process, references from famous movies are used (James Whale’s “Frankenstein, of 1931; Mel Brooks’

“Frankenstein Junior”, of 1974; and Stanley Kubrick’s “Dr. Strangelove”, of 1962).

The third level, dealt with in Chapters 4 and 5 (“Questions and Answers”), concerns the complex forced alliance between Western democracies and Stalin’s Soviet Union, the beginning of the Cold War during the still ongoing World War, and Russian and American atomic plans. Within this context, a comparison to the current situation in North Korea is developed. (“Corea today”)

The fourth level examines the strictly military aspects, as well as the conditions of populations that became victims of a war transformed into extermination. Particular emphasis is placed on the anomaly of a winner-to-be (the US) who longs for peace and fears to be forced to a cease-fire with Japan. In turn, Japan has stopped fighting for victory, but continues the war only to inflict as many losses as possible to the enemy, in order to reach peace. In this paradoxical situation, only the American generals, unjustly defined as “butchers”, keep a clear vision: they advise against using the atomic bomb, support the plan of leaving the Emperor on his throne, and refuse to take revenge of the defeated enemy. Instead, they help the enemy and transform a beaten hostile country into a thriving ally. It is not by chance that the protagonists of the material and moral reconstruction of freedom and democracy in Japan and Europe are General McArthur (Japan’s military governor) and General Marshall (U.S. Secretary of State and author of the homonymous plan). Conversely, the development of theories such as “First Strike”, “Danish Hypothesis”, and “Dead Hand”, where victims are just numbers to establish who has won or has not lost, is due to scientists and intellectuals, some of which naturalized Americans from Europe. Stanley Kubrick offers an excellent and provocative satire of them through Peter Sellers. Indeed, the character “bearing the

unpronounceable German name 'Dr. Merkwürdigliebe,' changed into 'Strangelove' with the acquisition of American citizenship," represents the most important Americanized European scientists: Von Neumann (for the wheelchair), Teller (for the way of speaking, which is similar to that of a well-known photographer, Arthur Fellig, who was in the movie studio), Szilard (for the theory that elected men should be saved in caves), Wigner (for the injured hand), Fermi (for the slide rule) and, finally, Von Braun (for the blond hair – although the movie is in black and white -- and the final sentence: "Mein Führer, I can walk!").

After a quotation from General Eisenhower about military expences, the dissertation ends with a double effective sentence: "If it is true that 'war is too serious a matter to leave it in the hands of generals' (George Clemenceau, called "The Tiger"), nuclear war is too serious a matter to leave it in the hands of intellectuals".

INTRODUZIONE

L'utilizzo e la scoperta energia atomica è probabilmente il più grande salto tecnologico della storia d'umanità insieme alla conquista dello spazio.

La partecipazione di scienziati alla costruzione di armi non è nuova nella storia ma, considerando la letalità dell'atomica, il loro impegno li priverà del manto di innocenza o deresponsabilizzazione circa le conseguenze delle loro ricerche le cui colpe prima erano da ascrivere solo ai "cattivi" politici o militari. Questi, nel senso comune, utilizzano per distruggere le invenzioni di angelici scienziati che, invece talvolta diventano cinici sperimentatori dei risultati della loro ricerca su esseri umani considerati solo come cavie.

Fin dall'antichità Archimede, studiò il sole con gli specchi ustori a fini bellici per poi essere ucciso, nonostante gli ordini di catturarlo vivo con un'operazione "Paperclip" ante litteram dell'esercito romano, Leonardo da Vinci progettò macchine da guerra, Galileo ebbe finanziamenti militari per realizzare il cannocchiale, Newton fu finanziato dalla marina inglese per studiare la fisica della Terra, chimici e fisici furono mobilitati per realizzare armi chimiche nella prima guerra mondiale.

Del resto è noto che moltissime invenzioni hanno un'origine militare nell'aeronautica, nell'informatica, nella meccanica etc. Internet è nata come Arpanet, la rete di collegamento di computer delle principali istituzioni militari ed università americane per avere la certezza di poter inviare i codici di lancio dei missili per una rappresaglia nucleare in caso di "first strike" sovietico.

Di qui sorgono alcune domande circa la figura e la connessa responsabilità degli scienziati e non della scienza.

E' morale che fisici, chimici, matematici quindi scienziati allo stato puro, abbiano utilizzato il loro genio e la loro conoscenza per progetti di armi adatte allo sterminio e persino alla possibile cancellazione di ogni tipo di vita intelligente sulla Terra?

Per quale ragione l'hanno fatto? Per gloria professionale, per denaro, per odio politico dell'avversario, per salvare l'umanità?

Per tentare di capirlo tenterò con questa tesi di calarmi nell'ambiente scientifico-accademico politico e militare di quegli anni .

Concludendo una notazione personale sulla domanda postami da più parti:

“Cosa centra un colonnello della Guardia di Finanza con l'atomica?”

Risposta: “No non ho l'intenzione di sviluppare l'atomica per sconfiggere l'evasione fiscale , ma solo di porre una sfida intellettuale con me stesso per tentare di dimostrare che una cultura cosiddetta umanistica (ho una laurea in Giurisprudenza ed una in Scienze della sicurezza economica) e la storia possano anche non risolversi in dotte elucubrazioni dei “temporis acti” ma attualizzarsi soluzioni a problemi di oggi con le conoscenze storiche infrangendo così il falso muro tra cultura umanistica e cultura tecnica. In tale prospettiva ho inserito una breve analisi della situazione potenzialmente “atomica” della attuale crisi coreana ,

CAPITOLO I : PROMETEO

1.1 Antichità

L'idea dell'esistenza di un'energia o particella iniziale di cui è composta la materia risale all'Antichità e di lì ha percorso il tempo e lo spazio per esplicitarsi in tutta la sua potenza il 16 luglio 1945 con il famoso Trinity Test che dal nome stesso evoca la potenza di Dio. È, ad esempio, interessante notare quanto nella Bibbia (la cui composizione inizia nel XIII secolo A.C. fino al I D.C.) la descrizione della distruzione di Sodoma e Gomorra sia così simile all'esplosione di una arma atomica. Infatti nella Bibbia¹ (Genesi 19,1-27) troviamo:

1) Infiltrazione notturna in territorio nemico di una pattuglia D.A.O. di un G.R.AC.O². (Gruppo. Ricognizione e Acquisizione Obiettivi) “quei due angeli arrivarono a Sodoma sul far della sera” (Genesi 19,1)

¹ Bibbia miniata nuovissima edizione dai testi originali a cura di Ravasi Gianfranco, Rossano Pietro, Ghirlanda Antonio collaborazione alla traduzione della Genesi di Testa Emanuele Istituto Geografico De Agostini Novara e Edizioni San Paolo Cinisello Balsamo (Milano) 2000 Tomo I pagine 21 e 22.

² Il G.R.AC.O. era un'unità formata da specialisti che in piccoli gruppi (pattuglie o tecnicamente chiamati DAO Distaccamenti Acquisizione Obiettivi) oltre il compito della ricognizione a lungo raggio (cfr. Batacchi Pietro, “La nuova Brigata Paracadutisti Folgore”, *Rivista Italiana Difesa* 33,12, dicembre 2015 p 46) aveva quello di infiltrarsi nelle linee nemiche, individuare l'obiettivo designato verificandone la sussistenza e le difese, collaborare al tiro, verificare gli effetti dell'esplosione e defilarsi il più rapidamente possibile. Ne era previsto l'impiego in caso di utilizzo di armi nucleari tattiche. In Italia un'unità di questo tipo era inquadrata nella ormai disciolta Brigata Missili “Aquilaia”. (cfr. <http://www.80g.it/wp->

- 2) Ricognizione ed acquisizione obiettivo con coordinate verificate con inequivocabili riferimenti topografici “...e alla proposta di Lot di entrare in casa “quelli risposero :“No, ma passeremo la notte ³sulla piazza” (Genesi 19,2)
- 3) Contatti ed appoggi con fiancheggiatori per occultarsi :”Egli insistette tanto con essi che andarono da lui ed entrarono nella sua casa” (Genesi 19,3)
- 4) Utilizzo di armi inabilitanti ed abbaglianti (tipo“flash Bang”) per sfuggire e nascondersi “e quanto agli uomini che erano sulla porta della casa li percossero abbagliandoli, dal più piccolo al più grande, cosicché non riuscirono a trovare la porta”(genesì 19,11).
- 5) aiuto di cooperanti locali, individuazione dell’obiettivo e ripiegamento in zona adiacente ma sicura in quanto non interessata : Gli rispose “Ecco io ti favorisco anche in questa cosa di non rovesciare la città della quale mi hai parlato. Presto fuggi colà, perché io non posso far nulla finché tu non vi sia arrivato” (Genesi 19,21s).
- 6) Esfiltrazione ed Illuminazione dell’obiettivo e bombardamento diurno (Hiroshima alle ore 07 a.m. a Nagasaki alle 08,15) “Al momento in cui il sole sorge sulla terra , Lot arrivò a Zoar. (Genesi 19:23)
- 7) La detonazione non a terra ma a xx metri d’altezza .”Allora il Signore fece piovere sopra Sodoma e sopra Gomorra zolfo e fuoco proveniente dal Signore, dal cielo”(Genesi 19,24)
- 8) Onda d’urto ed effetto termico “Distrusse queste città e tutta la valle con tutti gli abitanti della città e la vegetazione del suolo”(Genesi 19,25)

9) Prescrizione di norme anti N.B.C. : a)non guardare l'esplosione b)coprirsi dietro un riparo e con il telo antipritico"- "Ora la moglie di Lot guardò indietro (quindi almeno si sporse dal riparo ndr) e divenne una colonna di sale"(Genesi 19,26) come nelle foto post esplosione di Hiroshima e Nagasaki in cui i corpi di umani non vaporizzati sono stati calcificati dal calore.

10) Incendio post esplosione "Abramo andò di mattino presto dove si era fermato davanti al Signore per guardare dall'alto il panorama di Sodoma e Gomorra e di tutta la terra del circondario e vide che saliva un fumo dal paese, come il fumo della fornace"(Genesi 19,27s)

Prescindendo dalla veridicità o storicità dell'evento è certo che la descrizione presenta sorprendenti corrispondenze che, in assenza di prove diverse, potrebbero far ipotizzare l'innescò di una reazione atomica forse a seguito dell'impatto di meteoriti composti da materiali instabili . Tale descrizione comunque attesta che sin dall'antichità l'uomo ha intuito l'esistenza di un' energia nascosta agli uomini ma conosciuta agli Dei che permetteva al Sole di risplendere di cui Prometeo fu il primo ricercatore e per traslato il primo scienziato atomico.

E' interessante notare come il mito di Prometeo, narrato da Esiodo (VII sec.) ed Eschilo (V sec.A.C.) riprendendo un mito preesistente ,si attagli molto più al fuoco del Sole e quindi all'energia atomica che non al fuoco domestico. Infatti il furto del "fuoco degli Dei" (e non del comune fuoco già perfettamente conoscibile in natura ndr) indica come già l'uomo avesse intuito che il calore e la luce del Sole non fossero frutto di una normale combustione ma di una fonte di energia a lui preclusa, come dimostra anche il mito di Icaro al quale non fu vietato di volare ma solo di avvicinarsi al Sole. (Apollodoro sec D.C.)

Passando dalla Religione e dal mito alla filosofia l'uomo dall'intuizione tentò di passare alla conoscenza .

Fin dal V secolo A.C. Leucippo ed il suo allievo Democrito concepirono come base iniziale di tutte le cose un elemento definito “atomo” dalla cui combinazione deriverebbe la nostra realtà fisica. L'atomo era definito come elemento originario e fondamentale dell'universo ma anche fondamento metafisico della realtà fisica, non essendo possibile percepirlo nella realtà fisica ma solo con un procedimento intellettuale che scomponeva e superava la realtà fisica percepibile. Non un'idea ma una realtà materiale, intellegibile o percepibile solo dall'intelletto e non dai sensi .

Gli atomi erano indivisibili omogenei, compatti, eterni, immutabili, non generati, indistruttibili, da sempre esistiti, in continuo movimento per proprietà intrinseca (cioè non per causa esterna), ma tra loro diversi per forme, grandezza, ordine e posizione. Epicuro nel IV secolo A.C. vi aggiunge il peso ed insiste sul concetto di vuoto, (poi sperimentalmente dimostrato solo nel 1911 D.C. da Rutherford), ma principalmente evidenzia l'importanza di avere una teoria dove inquadrare i fenomeni studiati con l'esperienza sensibile inserita in un modello coincidente con i dati sperimentali. Infatti vari modelli di atomo si succederanno in base alle risultanze degli esperimenti.

Nel I sec A.c Tito Lucrezio Caro continua la scuola dell'atomismo che, dopo l'avvento del “corpularismo” di Geber l'alchimista del XIII secolo D.C., è ripresa nel XIX secolo da Dalton, fondatore della teoria atomica moderna. Il “corpularismo” è anche importante perché, sostenendo che i corpi fisici sono composti da corpuscoli divisibili e non indivisibili (come si pensava fosse l'atomo), permette a Newton di sviluppare la teoria corpuscolare della luce. All'epoca si adduce come prova la presunta capacità del mercurio di infiltrare i metalli modificandone la struttura. John Dalton con la legge delle proporzioni multiple , la legge della conservazione della massa (Lavoisier) ,la legge

delle proporzioni definite (Proust) e, molto importante, con l'osservazione empirica, alla fine sostiene ⁴(“A new system of Chemical Philosophy” del 1808) che: : “un atomo è la più piccola parte di un elemento che mantiene le caratteristiche chimiche di quell'elemento” in quanto:

- 1) la materia è composta da atomi indivisibili, indistruttibili non trasformabili e non creabili di nuovi;
- 2) sussistono differenti tipi di atomi tanti quanti sono gli elementi e nello stesso elemento sono tutti uguali fra loro per tipo e massa ;
- 3) con reazioni chimiche atomi di elementi diversi si possono combinare, ottenendo composti formati però solo dalla somma dei numeri interi degli atomi originali;
- 4) gli atomi non sono convertibili in atomi di elementi diversi.

Tale teoria non spiega i fenomeni elettrici e nemmeno i legami tra gli atomi stessi per formare le “molecole” (ipotizzate da Avogadro)

1.2 Il ventesimo secolo

Entrando finalmente nel XX secolo nel 1902 Joseph Thomson, un fisico britannico, con lo studio del passaggio della corrente elettrica nei gas rarefatti, utilizzando i tubi di Crookes ⁵, dimostra l'esistenza di particelle di carica negativa chiamati elettroni infrangendo così il modello atomico indivisibile di Dalton. Infatti, essendo l'atomo

⁴ Dalton John “A new system of Chemical Philosophy” 1808

⁵ Il tubo di Crookes è un tubo trasparente a vuoto con 2 elettrodi catodo negativo, anodo positivo, dove, a seguito del pompaggio di un gas rarefatto e con il passaggio di una carica elettrica, appare una macchia fluorescente di fronte al polo negativo per l'emissione di raggi catodici cioè del catodo negativo cioè elettroni.

elettricamente neutro, l'esistenza di particelle con carica negativa comporta l'esistenza nel suo ambito anche di cariche positive . L'atomo di Thomson è come il dolce natalizio inglese cioè un "plum pudding model" identificabile con il nostro italico " panettone". Infatti consiste in una particella neutra composta da una pasta positiva con all'interno delle uvette o canditi di carica negativa .

Altro importante elemento precursore della scienza atomica è la "radioattività"

Scoperta alla fine del 1800 da "madame Curie" (al secolo Marie Sklodowska) da suo marito Pierre Curie e da Antoine Henry Becquerel, tutti e tre francesi, attraverso l'osservazione che un sale di uranio, avvolto in una carta per un determinato tempo, emette spontaneamente radiazioni la cui presenza è rilevata da una lastra fotografica.

Tale caratteristica dell'atomo (chiamata appunto "radioattività"), prescinde dalla combinazione chimica dello stesso con altri elementi e consiste nell'emissione di 2 tipi di radiazioni distinte: la "alfa" e la "beta" con la seconda molto più penetrante della prima come successivamente dimostrato dal fisico inglese naturalizzato di origine neozelandese Ernest Rutherford.

Infatti nel 1909 Hans Geiger (fisico tedesco) e Ernest Marsden (inglese), allievi di Ernest Rutherford, bombardarono una lamina d'oro con delle particelle radioattive alfa (con carica positiva +2 essendo formate da 2 protoni e 2 neutroni) con un inaspettato respingimento o deviazione dell'1% che nel 1911 è spiegato da Rutherford, fornendo la base nel 1913 per il nuovo modello atomico planetario. Questo è composto da un nucleo denso positivo di protoni ed intorno particelle di carica negativa (elettroni) con orbite da 10000 a 100000 volte il diametro del nucleo stesso quindi con un grande vuoto.

Rutherford ipotizza anche la presenza di ulteriori particelle che però sono identificate solo nel 1932 da Chadwick (i neutroni)⁶

Ma il modello citato si scontra apparentemente contro la fisica classica! Infatti se l'elettrone ha il suo moto circolare a seguito del bilanciamento tra la forza centrifuga e la forza di attrazione elettrostatica verso il nucleo, essendo una carica in movimento, emette una radiazione elettromagnetica perdendo progressivamente energia e conseguentemente dovrebbe alla fine collassare sul nucleo ma tutto ciò NON accade.

La soluzione la individua Niels Bohr (fisico danese) nel 1913 che, rifacendosi alla natura ondulatoria e corpuscolare della luce (Max Planck e Albert Einstein), per cui la luce è un'onda elettromagnetica composta da un insieme di pacchetti di energia elettromagnetica (quanti di luce) chiamati fotoni che colpendo un elettrone lo elevano ad un livello energetico più alto rispetto allo stato stazionario, formula il suo modello atomico con le orbite quantizzate. Queste sono i 7 livelli energetici degli elettroni che orbitano intorno al nucleo in un sistema fisico dove l'energia non varia in modo continuo ma per quantità finite (orbite quantizzate) identificate dal numero quantico principale (da 1 a 7) Nel 1915 il fisico tedesco A.J.Sommerfeld ipotizza che le orbite degli elettroni non siano circolari ma ellittiche con il nucleo posizionato in uno dei due fuochi dell'ellisse

Ultima evoluzione è con Max Born (fisico tedesco) che, utilizzando l'equazione probabilistica di Schrödinger, in base al principio di indeterminazione di Werner Karl Heisenberg (1927), per il quale non si possono sapere nel medesimo istante la velocità e la posizione di un elettrone, sostituisce le orbite con gli "orbitali atomici". Questi sono

⁶ Rutherford Ernest *The Scattering of alfa and beta particles by Matter and the Structure of the Atom April 1911* , *Philos. Mag*, 21:669-688.

porzioni dello spazio (dette “superfici di equiprobabilità”) intorno al nucleo in cui è possibile, con una probabilità del 95%, trovare l’elettrone in un determinato istante. Per completezza secondo il modello standard attuale i protoni e i neutroni sono formati da quark.

CAPITOLO II: IL DOTTOR FRANKENSTEIN

2.1 La radioattività

Tornando alla radioattività, nel 1933 è provocata artificialmente dai Juliòt (Frédéric e Irène, figlia di “Madame Curie” con pubblicazione solo nel 1934 sulla rivista Nature) bombardando dell’alluminio con particelle *alfa* con emissione di neutroni e la disintegrazione di un solo nucleo di alluminio per ogni milione di particelle *alfa*. Tutto questo con l’utilizzo dell’unico e primo ciclotrone esistente a quell’epoca. Niels Bohr (fisico danese) ne spiega le modalità teorizzando che le particelle proiettili nucleari possano essere respinte (scattering) o assorbite dal nucleo obiettivo provocandone, nel secondo caso, uno stato transitorio instabile che, disintegrandosi, emette una o più particelle fino al ritorno della stabilità. A questo punto finalmente interviene il nostro Enrico Fermi che nel 1934, insieme a Edoardo Amaldi, Oscar D’Agostino, Franco Rasetti, Bruno Pontecorvo e Emilio Segrè (i famosi “ragazzi di via Panisperna”), scopre che il miglior proiettile è il neutrone rallentato.

Infatti il neutrone avendo carica neutra, penetra molto più facilmente di altre particelle, di carica positiva (sia accelerate sia naturalmente emesse da atomi radioattivi), non dovendo superare la repulsione elettrostatica del nucleo, carico positivamente. L’efficienza aumenta al massimo se i neutroni vengono rallentati a seguito di collisioni elastiche con elementi leggeri. Tali elementi, chiamati “moderatori”, se sono paraffina o acqua aumentano l’efficienza di circa 100 volte, come viene empiricamente dimostrato nella famosa vasca di pesci rossi dell’istituto di fisica. I materiali rallentanti debbono

essere molto puri e di basso peso atomico. Di fatto gli unici elementi utili sono la grafite (carbonio puro) e l'acqua pesante (acqua composta da deuterio, isotopo dell'idrogeno, e ossigeno). Il rallentamento è dovuto al fatto che con l'urto elastico con un nucleo di elemento leggero il neutrone proiettile cede gran parte della sua energia.

Diversamente, nel caso di assorbimento del neutrone proiettile, che accade con gli altri elementi leggeri, il processo si annichilisce. I neutroni lenti, rectius "rallentati", sono anche chiamati "termici, avendo alla fine la velocità delle molecole di un gas a temperatura ambiente (alcuni chilometri al secondo) a fronte di quella di decine di migliaia di chilometri al secondo propria dei neutroni (cosiddetti "veloci") prodotti all'inizio del processo nucleare. Per "la identificazione di nuovi elementi della radioattività e la scoperta delle reazioni nucleari mediante neutroni lenti" è assegnato il premio Nobel ad Enrico Fermi nel 1938 grazie al quale lo scienziato emigra in USA anche per sfuggire alle discriminazioni razziali avendo la moglie ebrea.

Ulteriore contributo del nostro Fermi è la scoperta che l'elemento più pesante in natura l'uranio, se bombardato, diviene particolarmente radioattivo. L'uranio naturale esiste in 2 isotopi: uno con peso atomico 235 ed un altro con peso atomico 238 quest'ultimo 140 volte più numeroso del primo.

Il primo (U235) si scinde molto più frequentemente del secondo U238 e ancor di più se con una fissione prodotta da neutroni lenti come è scoperto nel 1938 dal già citato Bohr e dal fisico statunitense Wheeler John Archibald.

2.2 La fissione

Se tutti i fisici del mondo si aggiornano nel 1939 sulla teoria dell'energia atomica, a seguito della pubblicazione 2 giorni prima dello scoppio della seconda guerra mondiale del lavoro di Bohr e Wheeler, i tedeschi Strassmann Fritz e Otto Hahn già nel 1938 hanno ripetuto con successo la fissione dell'uranio di Fermi ottenendo Bario e...Krypton (lantanio). Per ironia della storia è lo stesso nome del pianeta esploso di Superman generatore del minerale letale per "Nembo Kid" che tutti noi ricordiamo in Italiano come Kryptonite. Ma la cosa più importante è la scoperta che il peso atomico complessivo dei nuclei degli elementi derivati dalla fissione è inferiore al peso atomico originario del nucleo di Uranio non riuscendo a trovarne la ragione. Ci riesce una ebrea austriaca (altra ironia della storia): Lise Meitner che con il nipote Otto Frisch trova la soluzione poi confermata anche da Bohr applicando la nota formula di Einstein: La massa mancante si è trasformata in energia a seguito della "fissione" del nucleo di Uranio termine inventato da Frisch mutuandolo dalla biologia (fissione binaria di batteri).

Interessantissima è la figura di questa scienziata che, benchè già profuga in Svezia da luglio del 1938, continua la corrispondenza epistolare con Strassmann e Hahn che l'ha aiutata a fuggire donandogli un anello di diamanti ereditato da sua madre⁷. La Meitner non può attribuirsi ufficialmente la scoperta per motivi razziali ed antifemministi. Eloquente è il fatto che la scienziata ai tempi della sua permanenza a Berlino eserciti

⁷ Bernstein J.B. *Il club dell'uranio di Hitler. I fisici tedeschi nelle registrazioni segrete di Farm Hall*. Sironi Edizioni Milano 2005

negli scantinati dell'istituto di Fisica, avendo poi solo a posteriori la sua rivincita con la cattedra all'Università cattolica di Washington D.C. nel 1946.

E' interessante evidenziare che in quel periodo molti eminenti scienziati sono ufficialmente scettici sulla possibilità di utilizzo pratico dell'energia liberata dalla fissione. Rutherford afferma: "...chiunque si aspetti di ricavare una sorgente di energia dalla trasformazioni di questi atomi sta parlando a vanvera". Anche Einstein dice: "(l'utilizzo delle energia atomica..)non sarebbe pratico. Sarebbe come un uomo cieco a caccia di anatre in una notte buia, che spara dirigendo il fucile verso il cielo di un paese dove ci sono poche anatre"⁸. Ufficiosamente però già l'idea di un utilizzo bellico Rutherford ce l'ha, tanto da parlarne in linea solo teorica, con il segretario del Committee of Imperial Defense inglese (sir Maurice Hankey).

⁸ Reeves R. *Una forza della natura. Ernest Rutherford, genio di frontiera*, edizioni Codice, Torino 2010.

2.3 La reazione a catena

Il Puzzle atomico a questo punto manca di un elemento : la reazione a catena la cui teorizzazione risale all'aprile 1939 a Parigi dove il team di Joliot-Curie dimostra che ogni atomo di Uranio 235 scisso da 1 neutrone rallentato emette in media 2,5 neutroni proiettati in più direzioni con la liberazione in un milionesimo di secondo dell'energia di legame atomico.

Importante è evidenziare che la liberazione di energia può avvenire in 2 modi:

- a) stazionario, controllando la reazione ottenendo così un generatore di energia atomica
- b) divergente, con neutroni liberati auto moltiplicanti in numero maggiore dei proiettili originari, e in modo incontrollato e rapidissimo generando un'esplosione con il rilascio in un brevissimo tempo di enorme energia atomica.

Nelle menti degli scienziati già nel 1933 è nata l'idea di un esplosivo “fine del mondo” in particolare nello stranissimo circolo dei “figli di mezzanotte” di cui sono membri John Von Neumann matematico, i fisici Eugene Wigner , Edward Teller (padre nel secondo dopoguerra della “superbomb” cioè la bomba H all'idrogeno) e Leo Szilard, tutti accomunati dall'essere ebrei ungheresi transfughi in USA e da un viscerale odio antinazista. L'ultimo, in particolare, afferma di avere lui avuto l'idea della bomba senza però procedere alla sperimentazione.... essendo impegnato ad organizzare il boicottaggio del Giappone, ad aiutare la fuga di scienziati ebrei tedeschi e successivamente a proporre di NON divulgare i risultati delle ricerche. Questa sorta di scienziato-cospiratore a mezzo servizio partorisce l'idea del citato “circolo dei figli della mezzanotte” mutuandola da un saggio di H.George Wells :” La cospirazione aperta” nel quale si ipotizza un'intesa di industriali, finanziari e scienziati per costruire una repubblica mondiale. Lo scienziato è poi anche molto colpito dal romanzo dello

stesso autore “The World Set Free”⁹. Nel romanzo, scritto dallo stesso autore de “La guerra dei mondi” e della “macchina del tempo”, nel 1914 si parla di una guerra prossima ventura , prevista per il 1956, tra Inghilterra Francia e America contro Germania ed Austria a colpi di bombe atomiche.

La tendenza maniacale verso la cospirazione di un Bund di illuminati personaggi accompagna tutta la vita dell’illustre scienziato attirandone la compiaciuta ironia degli altri.

Di fatto, prescindendo dai romanzi futuribili e dalle cospirazioni di Pulcinella, in Germania, in Francia ,in Inghilterra in U.r.s.s., in Brasile , in India ed in Usa si inizia a tentare di realizzare la “bomba”. Infatti Fermi, insieme a Szilard ,Walter Zinn e Herbert Anderson cominciano, presso la Columbia University, a sperimentare la possibilità di innescare una reazione a catena con neutroni prodotti da una scissione nucleare come già realizzata con l’uranio anche in Germania da Hahn e Strassmann.

La quasi certezza che i Tedeschi stiano procedendo nei tentativi di realizzazione di un ordigno nucleare induce Szilard a chiedere di non divulgare i risultati ottenuti con Fermi. Tale timore porta poi alla visita del nostro Fermi, di Szilard, Teller e Wigner ad Einstein nel 1939 per spingerlo a scrivere la famosa lettera (2 agosto 1939) al Presidente Roosevelt circa la necessità di realizzare la “bomba” prima dei germanici.

Il Presidente USA, notoriamente cauto, incarica Lyman Briggs del National Bureau of Standard di formare un Comitato Consultivo sull’uranio indicando una riunione (21 ottobre 1939) il cui esito è un rapporto, presentato a novembre, in cui testualmente si afferma :” (l’uranio..) potrebbe fornire una possibile fonte per la costruzione di una

⁹ Rhodes R., *The making of the atomic bomb*, edizioni Simon & Schuster, New York 1986

bomba avente capacità di distruzione enormemente più vasta di qualsiasi altra arma a noi nota”¹⁰.

2.4 Emigrazioni

Tornando in Europa, la Fisica negli anni trenta è in un periodo d’oro, la teoria della relatività, la fisica quantistica, la radioattività indotta, tutto frutto non solo del singolo scienziato ma di una collaborazione di tanti che hanno cominciato ad interagire con lettere, pubblicazioni ma, cosa nuova, con visite e congressi spontanei. Famoso è il cosiddetto “festival di Bohr”. Quando lo scienziato si trattiene una settimana a Gottinga per delle conferenze, scienziati da tutto il mondo si precipitano ad ascoltarlo¹¹. Iniziano così delle amicizie personali che poi, con l’avvento delle infami leggi razziali, avranno una ulteriore evoluzione. Infatti inizia la migrazione di cervelli e ad esempio Teller Edward, Szilard Leo, Wigner Eugen, Von Neumann che già sono stati discriminati nella patria Ungheria ed emigrati in Germania, conoscono un fanatismo ben più permeante del razzismo da numero chiuso della Università ungherese. Tanti da Gottinga, Amburgo e Berlino volano verso gli USA con un destino diverso da altri che moriranno o saranno perseguitati.

L’apice dell’assurdo giunge quando due dei massimi scienziati atomici, che poi si troveranno in campi opposti a dirigere le ricerche nucleari, sono l’uno l’allievo modello dell’altro considerato da questo un genio ispiratore. Si Tratta di Bohr e di Heisenberg,

¹⁰ Hewlett R., Anderson O.E. *The New World, 1939-1946* Pennsylvania State University Press, University Park 1962.

¹¹ Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi Torino 1958 pp. 14-15

il primo „Nobel nel 1924 ha come collaboratore il secondo a Copenaghen per poi incontrarlo da professore di Fisica di Gottinga nel settembre del 1941 e convincersi della necessità di sviluppare l'arma conscio del valore del suo ex applicato. Tale flusso farà rapidamente divenire gli USA il centro mondiale della scienza.

In Italia le leggi razziali fanno emigrare Enrico Fermi con la moglie Laura Capon ebrea il cui padre Augusto Capon, catturato nel rastrellamento di Roma del 16 ottobre 1943, benché ammiraglio della Regia Marina, morirà per le torture subite durante il viaggio verso il campo di concentramento come anche la madre di Emilio Segré¹²

Enrico Fermi ha l'eccezionale privilegio di sapere in anticipo l'assegnazione del Nobel così da organizzare la fuga alla Columbia University di New York direttamente da Stoccolma senza rientrare in Italia.

Niels Bohr infine migra in USA con la madre ebrea nel 1943 dopo una triangolazione con la Svezia.-Inghilterra grazie al servizio segreto inglese ed alla resistenza antinazista danese.

Tutti questi eminenti scienziati hanno una sola cosa veramente in comune: la paura che la Germania sviluppi per prima l'ordigno vincendo così quasi a tavolino la guerra. Nessuno di loro, almeno al principio intende far diventare la sua nuova patria (gli USA) la potenza più grande della Terra a scapito delle altre nazioni o della madrepatria. In altre parole non possiamo considerarli traditori. Intendimenti di prevalenza poi si svilupperanno nel dopoguerra con la guerra fredda quando gli scienziati atomici diventeranno dei divi.

¹² Battimelli G., L'eredità di Fermi. Storia fotografica dal 1927 al 1959 dagli archivi di Edoardo Amaldi, Editori Riuniti, Roma 2003

Interessante è l'immagine degli scienziati atomici quali novelli Dottor Frankenstein che nei loro laboratori, osservando la scissione del nucleo, dicono "si può fare!" come in "Frankenstein Junior" di Mel Brooks. Tutti riescono a violare la natura, l'uno dando la vita ad un mostro gli altri scindendo l'atomo per realizzare un mostro ben più potente. Del resto la sera del 6 agosto 1945 alla radio americana NBC il notiziario inizierà dando la notizia del bombardamento atomico con "abbiamo creato un Frankenstein"¹³

Questi Dottori Frankenstein, seppur profondamente diversi tra loro, sono accomunati dall'odio verso Hitler e dalla paura che vinca la guerra.. Questo terrore consente la concentrazione di scienziati giovani nel pieno della loro produttività con una età media di non più di trent'anni (tra cui ben 6 futuri premi Nobel) diretti da altrettanti Nobel come Fermi ed da un fisico trasognato come Oppenheimer, trasformatosi in un direttore abilissimo in grado di trattare e mitigare "mostri sacri" come il Gen Groves e Niels Bohr¹⁴

E' giusto però osservare che in Germania già prima del Nazismo ci si è scagliati contro la nuova "fisica giudaica" definita "frode giudaica" da Philipp von Lenard (premio Nobel nel 1905) nel suo libro "Sul principio della relatività"¹⁵. Anche in Italia posizioni assurdamente preconcepite inquinano il pensiero scientifico con articoli nei quali la fisica nucleare è definita una "costruzione basata in gran parte sull'arbitrio" e che l'identità tra materia ed energia ricalca "le stesse vedute della Cabala, quelle cioè per cui il mondo non è che continua emanazione" in quanto "gli ebrei teorizzano, non

¹³ Boyer P., *By the Bomb's Early Light: American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age*, Pantheon, New York 1985

¹⁴ Segre' E., *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, Milano 1996

¹⁵ Philipp L., *über das Relativitätsprinzip*, Berlino 1918.

osservano, ecco una delle ragioni per cui la scienza decade giacché si trova come tante altre cose sotto l'influenza degli Ebrei" ¹⁶ .

In Italia l'assurdità razzista antiggiudaica provoca nel solo 1938 l'espulsione dalle Università di 538 studiosi i cui posti sono prontissimamente occupati da luminari divenuti improvvisamente fascistissimi evidentemente "folgorati sulla via di Damasco". Infatti solo 1% rifiuta il posto liberatosi per motivi razziali ¹⁷ mentre Einstein per protesta si dimette dall'Accademia dei Lincei.

In Germania l'epurazione assume dimensioni emorragiche: nelle sole materie scientifiche 106 fisici (il 26%), 60 matematici (il 20%) e altri 240 professori tra cui 9 premi Nobel (3 medici, 2 chimici e 4 fisici). A Gottinga Max Born, il cui Istituto di Fisica Teorica ha perso tutti i Professori di Ruolo, si rifugia ad Edimburgo per poi astenersi da ogni lavoro di uso militare. Indefinibile poi è il numero di giovani studiosi non ancora in ruolo che emigrano in USA creando così le premesse della futura superpotenza americana.

A questi numeri si aggiunge l'osservazione che la maggior parte di coloro che spingeranno l'America allo sviluppo dell'arma atomica non sono americani ma immigrati per motivi razziali nemmeno naturalizzati. Da questo si capisce l'assurdità, anche squisitamente militare, del razzismo antisemita che di fatto ha consegnato la vittoria agli Alleati. Wigner sarà cittadino americano solo dal 1937, Fermi, Szilard, Teller, Einstein sono immigrati stranieri non ancora naturalizzati quando si rivolgono a Roosevelt, ottenendo la cittadinanza solo nel 1944, nel 1941 e nel 1940 ¹⁸.

¹⁶ Pensabene Giuseppe, *Il Tevere di Roma*, Roma 1-2 luglio 1941

¹⁷ Israel G., Nastasi P., *Scienza e razza nell'Italia fascista*, Il Mulino, Bologna 1998

¹⁸ Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi, Torino 1958 op. già citata nota 10

2.5 Concetto di arma atomica

Descritte le motivazioni dei personaggi passiamo ora all'oggetto cioè al concetto stesso di arma atomica rectius nucleare.

Einstein ha scoperto che l'energia e la materia sono talvolta tra loro convertibili secondo la famosissima formula $E=mc^2$ con c che è la velocità della luce. Conseguentemente i 2 principi basilari della scienza moderna 1) nulla si crea e nulla si distrugge 2) tutto si trasforma sono validi sia per la materia che per l'energia essendo praticamente la stessa cosa in quanto due fasi dello stesso principio.

La fissione nucleare altro che non è che la frattura del nucleo di un atomo con eccezionale emanazione di energia di alcuni milioni di elettrovolt (eV) a fronte della produzione di alcuni elettrovolt nel caso di mera combustione del medesimo atomo. Nell'uranio la fissione di un solo nucleo produce 200 Mev duecento milioni di eV (200 Mev). Con tale energia è possibile alzare di 3,3 millimetri 1 microgrammo di materia solida. La fissione totale di un solo chilogrammo di Uranio provocherebbe la liberazione di energia pari all'esplosione improvvisa di 10000 tonnellate di tritolo pari a 83 Terajoule dove 1 Terajoule è 10^{12} joule di energia. Assunto che per alzare 1kg da terra all'altezza di un metro occorrono 10Joule di energia, 1 kg di uranio totalmente fissionato alzerebbe da terra di un metro $8,3 \times 10^{12}$ chilogrammi ovvero 8.300.000.000 ottomilioni e trecentomila tonnellate!

Una tale possibilità di fonte di energia è normale che abbia immediatamente scatenato l'idea dell'arma assoluta, definitiva , e poi dell'”ordigno fine del mondo” trasformando gli angelici scienziati nel terrificante dottor Stranamore meravigliosamente rappresentato da Stanley Kubrick nell'omonimo film. Infatti l'attore Peter Sellers

nell'interpretare il demoniaco scienziato si è ispirato alle caratteristiche dei principali scienziati atomici. Il regolo calcolatore a mano è di Fermi, la parlata con accento tedesco ungherese è di Teller, la carrozzella è di Neumann, i progetti elitari di Szilard, la mano offesa forse è di Wigner. La teoria dell'arma fine del mondo ad innesco automatico è di Hermann Kahn citata nel suo testo fondamentale "On thermonuclear war". Definita in dottrina "teoria della mano morta", non nel senso italiano di tastatore da autobus, ma per il fatto che, anche se tutti i centri comando siano annientati da un devastante primo colpo avversario (First Strike ovvero la teorizzazione della teoria di "chi mena prima mena due volte"), automaticamente al verificarsi di una serie di condizioni, un sistema automatico (la mano morta o del morto) invierebbe comunque i codici di lancio a tutti i vettori ancora disponibili. Tale sistema sarà poi effettivamente realizzata dai russi con il progetto "perimeter".

2.6 Fermi

Uno dei personaggi chiave della storia dell'atomica è il nostro Enrico Fermi.

Nato Roma nel 1901, è all'inizio un autodidatta. Infatti a 14 anni soffre della perdita del fratello, morto dopo un intervento chirurgico, tuffandosi nello studio scientifico con Enrico Persico, suo compagno di classe. Tra i 14 e i 17 anni si diverte a tentare di misurare la densità dell'Acqua Marcia (il terzo acquedotto di Roma), legge avidamente i libri regalatigli dall'amico di famiglia ingegnere Adolfo Amidei: un trattato di geometria proiettiva, un corso di analisi algebrica con introduzione al calcolo infinitesimale e, tanto per non farsi mancare niente, il testo latino del gesuita Andrea Carraffa "*Elementorum phisicae mathematicae*" (1840) comprato con la paghetta alla

bancarelle di libri vecchi a Campo de' Fiori a Roma. Finisce il Liceo un anno prima e nel 1918, quando concorre all' ammissione alla Scuola Normale di Pisa, sbalordisce la commissione con la tesi "caratteri distintivi del suono" trattata già da fisico professionista benché studente con appena la licenza liceale. Si iscrive a matematica per passare subito dopo a Fisica dove il Prof Luigi Puggianti, docente di Fisica sperimentale nella citata università, giunge a chiedere allo "studente" Fermi alcune lezioni private. Di fatto l' Enrico nazionale all'età di soli 20 anni è, insieme ai suoi amici d'università Franco Rasetti e Nello Carraro, uno dei pochi a conoscere la meccanica quantistica e la teoria della relatività . La laurea con il massimo dei voti a 21 anni gli consente di incontrare il professore di Fisica sperimentale, direttore dell'Istituto fisico dell'Università di Roma senatore del Regno e Ministro della Pubblica Istruzione, Orso Mario Corbino che ,concedendogli una borsa di studio per l'Istituto di Max Born a Gottinga, lo mette in contatto con i principali fisici tedeschi compreso Werner Heisenberg. Nel 1924 a Leida, dove è stato invitato da Paul Ehrenfest, conosce Einstein cogliendone anche gli aspetti narcisistici, tanto da scrivere a Persico: "Ho conosciuto Einstein che è stato qui per una ventina di giorni; persona molto simpatica benchè porti il cappello a larga tesa per darsi l'aria di genio non compreso"¹⁹.

Fermi già emerge come uno degli ultimi fisici completi, cioè teorico e sperimentale nonché tecnologo (come Galileo) e fondatore di una scuola di fisica italiana ancora viva e vitale.

A 22 anni già è apprezzato da 3 premi Nobel (Born Heisenberg, Pauli) all'Università di Gottinga (1923), a 24 anni (1925) produce il lavoro sulla statistica delle particelle a spin

¹⁹ E. Fermi in E. De Maria "*Enrico Fermi: un fisico da via Panisperna all'America*" monografia nr 8, Supplemento a "*Le Scienze*",nr 368, aprile 1999

semintero poi chiamata “Statistica Fermi-Dirac”, a soli 25 anni (1926) è professore ordinario all’Università di Roma sulla nuova cattedra di “fisica nucleare” appositamente creata per lui grazie al suo mentore Orso-Mario Corbino. Interessante è la figura di questo scienziato che, pur non avendo scoperto nulla di importante, è un grande organizzatore e politico. Ministro dell’istruzione nel 1921-1922 e dell’economia nel successivo governo (Mussolini 1), capisce l’estrema importanza di istituire grandi laboratori, al pari delle altre nazioni, che si occupino di Fisica Atomica da lui definita “nuova frontiera” (discorso del 1928 alla Società Italiana Per Il Progresso). Raccoglie nell’Istituto di Fisica sperimentale dell’Università di Roma, sotto la sua ala protettrice, i cosiddetti “ragazzi di via Panisperna” (Fermi soprannominato “il papa”, Ettore Majorana “grande inquisitore”, Franco Rasetti “cardinal vicario”, Enrico Persico “prefetto di propaganda Fidae”, Emilio Segrè, Edoardo Amaldi “abati”, tutti giovani. La compattezza e l’affiatamento uniti ad un sottaciuto senso elitario pervadono il gruppo sostenuto con incarichi e fondi dal citato Mario Orso Corbino definito appunto “Padre Eterno”. Dopo aver sviluppato la teoria del decadimento “beta” , tra il 1934 e 1936 riescono ad individuare ben 40 nuovi isotopi radioattivi e, anche grazie all’intuizione di Oscar D’Agostino, specializzatosi in radiochimica all’Institut du Radium di Parigi, a scoprire l’efficacia dei neutroni lenti (*rectius* rallentati) nelle reazioni atomiche.

Già nel 1934 i coniugi Juliot-Curie riescono ad innescare artificialmente dei processi radioattivi bombardando con particelle *alfa* degli atomi di alluminio ottenendo un isotopo radioattivo del fosforo (fosforo-30) Infatti una particella alfa, composta da 2 protoni e da 2 neutroni, scontrandosi con i 13 protoni e 14 neutroni dell’alluminio lo portano a 15 e 15 (quindi 30) con l’emissione di un neutrone. Per tale ragione i coniugi Curie hanno il Nobel del 1935 “in riconoscimento della loro sintesi di nuovi elementi radioattivi”. Infatti se la radioattività naturale del torio o dell’uranio è conosciuta (ma

senza poter influire in nessun modo su di essa), la grande innovazione è che per la prima volta si controlla la radioattività inducendola artificialmente. In Italia Fermi, Emilio Gino Segrè, Franco Rasetti, Edoardo Amaldi, Bruno Pontecorvo, fisici sperimentali, Wick Giancarlo Mayorana Ettore fisici teorici, Oscar D'Agostino chimico) hanno l'idea di bombardare i nuclei non con le particelle alfa composte di protoni (quindi cariche positivamente) ma con i soli neutroni che, non avendo alcuna carica, non vengono quasi respinti in quanto i nuclei bersaglio "non si difendono".

Con questo innovativo metodo nel 1934 gli allegri (lo sono effettivamente) scienziati irradiano 60 elementi rendendone radioattivi circa 40. Misurando tali emissioni (con riferimento all'argento irraggiato) notano forti variazioni di radioattività dallo stesso elemento a seconda se è posizionato su un tavolo di legno o di marmo o interponendo paraffina. La ragione è nella presenza di nuclei di idrogeno nel legno e nella paraffina che, essendo formati da un solo protone, hanno una massa simile a quella dei neutroni proiettili ottenendo così un effetto "biliardo". Una palla di biliardo se urta contro la sponda massiccia ed anelastica rimbalza senza quasi rallentare, ma se urta un'altra palla di biliardo uguale dimezza la sua velocità e devia in altra direzione. Bene il neutrone bullet scontrandosi con il neutrone dell'idrogeno di stessa massa, rallenta a sua volta trattenendosi così maggiormente presso i nuclei bersaglio attivandoli più facilmente rispetto alle particelle alfa (cariche positivamente) da sparare a grandissima velocità per ottenere un magro risultato. Proseguendo in questo "irraggiamento seriale" i giovanotti arrivano all'ultimo degli elementi della tabella di Mendeleev allora conosciuti :l'uranio. Tale scoperta, ottenuta anche grazie ad un grammo di radio regalato da Giulio Cesare Trabacchi (alias "divina provvidenza"), direttore dal 1928 al 1958 del laboratorio di Fisica dell'Istituto di sanità pubblica di Roma, viene subito brevettata , come consigliato da Corbino.

Il Senatore Corbino inoltre annunzia la scoperta di nuovi elementi transuranici (oltre l'uranio) chiamati Ausonio ed Esperio (non Littorio perché altamente instabili) peraltro discretamente smentito da Fermi stesso che, nel “Chiarimento” sul Corriere della Sera del 12 giugno 1934 , esprime “cautela circa l'annuncio della produzione dell'elemento 93 pubblicato da molti giornali”. Infatti prontamente Ida Noddack, teutonica scienziata fervente nazista , sospetta, senza dimostrarlo e senza indicarne la causa, che non si tratta della formazione di nuovi elementi ma della frattura (in seguito chiamata fissione) dell'atomo di Uranio in due parti uguali di isotopi di elementi già noti (successivamente individuati in bario e lantanio). Insomma la comitiva di scienziati ha realizzato la prima fissione atomica senza accorgersene!.

Nonostante la svista a Fermi è conferito il premio Nobel (grazie al quale emigra in USA) con la corretta motivazione “per la sua dimostrazione dell'esistenza di nuovi elementi radioattivi prodotti da irraggiamento neutronico e per la relativa scoperta delle reazioni nucleari indotte da neutrini lenti”.(quindi non per la scoperta di un elemento transuranico).

Infatti successive ricerche di Otto Hahn e Fritz Strassmann dimostrano, con analisi radiochimiche accurate, che sono bario e lantanio con numeri atomici inferiori.

La ragione di ciò è scoperta grazie alla già citata ebrea viennese Lise Meitner e a suo nipote Otto Fritsch, poi scappato a Copenaghen: l'uranio con l'assorbimento di un neutrone si è scisso in 2 nuclei con peso atomico quasi ma non uguale (38 e 58) realizzando quella che poi Niels Bohr definirà “fissione” in una lettera dell'11 febbraio 1939 su “*Nature*” .

La leggera differenza è dovuta all'emissione di neutroni a loro volta generanti altre fissioni che, dopo gli esperimenti di Joliot a Parigi e di Leo Szilard, Walter Zinn , Anderson e Fermi alla Columbia University di New York, sono definite come “reazione

a catena”. Questa produce una tali quantità di energia da far affermare a Fermi nel 1939: “Ma ti rendi conto George (George Uhlenbeck professore di fisica alla Columbia University), che una piccola bomba a fissione potrebbe distruggere tutto quello che vediamo qua fuori?”. Il nostro scienziato è affascinato da tale enorme potenziale tanto da affermare, dopo il bombardamento atomico di Hiroshima e Nagasaki: che il lavoro per l’atomica “...è stato un lavoro di notevole interesse scientifico (innegabile ndr) e l’aver contribuito a troncare una guerra che minacciava di tirare avanti per mesi o per anni è stato indubbiamente motivo di una certa soddisfazione” (lettera ad Amaldi del 28 agosto 1945)²⁰

Occorre evidenziare che ,diversamente dal solito, tali novità scientifiche hanno una notevolissima diffusione mediatica con titoli eloquenti sui principali giornali :“Nel regno della Scienza: lo sviluppo pratico dell’energia atomica è solo questione di tempo”²¹ e “I fisici stanno discutendo se gli esperimenti faranno saltare in aria due miglia di territorio”²².

Fermi, nell’agiografia postbellica sarà “santificato” come scienziato dissidente al Regime che per ragioni ideologiche si è autoesiliato negli USA. Tutto ciò forse con corrisponde perfettamente alla verità. Infatti l’eminente scienziato non può certo essere definito un perseguitato politico con una cattedra universitaria all’Università di Roma concessa a soli 25 anni seppur per innegabili meriti scientifici ma senza tessera del P.N.F., con un istituto a sua disposizione e collaboratori da lui selezionati che consentono di vincere il Nobel, con una iscrizione solo nel 1929 al Partito Nazionale Fascista, posteriore al conseguimento della cattedra all’ Università di Roma ma il

²⁰ E. Amaldi, Da via Panisperna all’America, Editori Riuniti , Roma 1997

²¹ New York Herald tribune del 12 febbraio 1939

²² Washington Post del 29 aprile 1929 in relazione agli esperimenti con il ciclotrone

giorno prima di essere nominato Accademico d'Italia , con l'incarico di redattore e coordinatore dell'area comprendente fisica, matematica, astronomia, geodesia, chimica, industria e ingegneria dal 1929 al 1932 e direttore della sezione Fisica dell'Enciclopedia italiana delle Scienze, Lettere ed Arti dal 1932 al 1938, con la nomina a membro della giuria della sezione scienze dei primi Littoriali della Cultura nel 1934. Interessante è una lettera da lui scritta per accettare nel suo gruppo il giovane fisico ebreo Gian Carlo Wick purché “rinunzi a manifestare il suo antifascismo.” Anche le ragioni della sua fuga in USA nel 1938 non sono solo ideologiche ma anche comprensibilmente pratiche:

- 1) la moglie Laura Capon è ebrea come anche molti dei suoi collaboratori (Amaldi, Segrè, Wick, Giulio Racah);
- 2) la morte di Mario Orso Corbino e Marconi, suoi mentori;
- 3) la forte riduzione dei finanziamenti per gli studi a causa della guerra d'Abissinia nel 1936;
- 4) la bocciatura nel 1938 del CNR al progetto di un “Istituto Nazionale della radioattività”;
- 5) la conseguente impossibilità di costruire un ciclotrone (acceleratore di particelle) Italiano “conditio sine qua non” per competere con gli esperimenti esteri effettuati con ciclotroni e non più con sorgenti naturali di radioattività, come giustamente evidenziato da Fermi in una sua lettera al CNR del gennaio 1937.

In definitiva la principale ragione dell'esilio volontario del nostro scienziato, oltre la persecuzione antisemita, risiede nella constatata materiale impossibilità di proseguire la ricerca in Fisica nucleare ai livelli altissimi cui è aduso. Privare un intellettuale della ricerca significa annichilirlo di qui la fuga anzi l'autoesilio.

Per comprendere la grandezza di Fermi anche prima della realizzazione del primo reattore atomico a grafite, occorre ricordare le parole di Einstein nell'intervista

realizzata da Ugo Stille il 30 novembre 1954 giorno dopo la morte del nostro:” Alla maggior parte del pubblico, Enrico Fermi è noto principalmente per le sue scoperte sulle possibili applicazioni pratiche della reazione a catena. Per le generazioni future, tuttavia la grandezza di Fermi appare nel campo della scienza pura, per la sua comprensione del significato dei neutroni, il suo contributo alla comprensione dei fenomeni nucleari e il suo contributo fondamentale alla statistica dei quanti. In tale ultimo campo i risultati da lui raggiunti hanno un’importanza decisiva per la teoria elettronica dei metalli e costituiscono pertanto un contributo fondamentale e durevole per lo sviluppo della Fisica in generale”²³.

Le “applicazioni pratiche della reazione a catena” consisteranno principalmente nella realizzazione e brevetto (solo dopo la fine della 2 Guerra mondiale) insieme a Leo Szilard (l’ungherese) della prima reazione a catena autosostenuta ottenuta nel primo reattore a fissione a uranio-grafite “Chicago Pile 1” il 2 dicembre 1942 base per la realizzazione della bomba, ma anche della propulsione atomica.

Infatti il reattore susciterà il fervido interesse dell’Ammiraglio Hyman George Rickover, patrono del successivo sviluppo dei sommergibili a propulsione nucleare. Il famoso reattore di Chernobyl esploso nel 1986 è ad uranio-grafite come quello di Fermi . Oltre ad applicazioni belliche gli studi sui neutroni di Fermi consentiranno l’impiego dell’energia nucleare in medicina augurando così la “medicina nucleare” che oggi, grazie ai radionuclidi generati dai flussi di elettroni provenienti dai reattori nucleari, curano malattie altrimenti incurabili.

²³ U.Stille, “*l’opera di Fermi esaltata dai maggiori fisici del mondo*” in *Corriere della sera* del 30 novembre 1954.

Le scoperte di Fermi nella “scienza pura” invece riguardano:

1. La statistica Fermi Dirac sulle particelle che soddisfano il principio di esclusione di Pauli,
2. La teoria del decadimento Beta,
3. I risultati sulle interazioni nucleari.

In particolare la comprensione dei neutroni e la fisica dei metalli che, trasformata in fisica dei semiconduttori, grazie ai successivi studi del fisico teorico tedesco di Monaco di Baviera Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld sulla statistica dei quanti di Fermi, ha portato ad una grande numero di applicazioni nell’elettronica, l’informatica e le telecomunicazioni .

Mentre per i primi due studi Fermi è essenzialmente un fisico teorico, la scoperta dei risultati delle interazioni nucleari, con la scoperta o meglio l’utilizzo dei c.d. “neutroni lenti”, rivela il Fermi sperimentatore/ingegnere/tecnologo.

Tutto questo è concentrato nell’Opera Omnia di Fermi (Note e Memorie) composta da 272 lavori scritti in 32 anni di attività.

Gli altri componenti del gruppo di Fermi seguiranno il loro maestro negli Stati Uniti tranne Amaldi e Pontecorvo.

Il primo si reca per un periodo in Usa ma ritorna in Italia, il secondo emigra in Inghilterra e successivamente in URSS .

In definitiva si può affermare che i prodromi dell’atomica li troviamo quasi tutti in Europa.

CAPITOLO III : IL PROFESSOR FRANKENSTIN

3.1 Scienziati a lavoro

Iniziando con la idea di realizzazione della Bomba giungiamo al 1939 . Il 2 gennaio Fermi inizia il ramo americano della famiglia sbarcando a New York dal Franconia dopo aver ritirato il Nobel. Prima in una pensione, poi in affitto in Riverside Drive sull'Hudson si sistema, infine, in un villino "american style" in New Jersey (Leonia) trovando come vicino Harold Urey premio Nobel per la chimica del 1934. IL 16 gennaio il nostro incontra Niels Bohr, appena sbarcato per andare a Princeton, che annuncia la scoperta della fissione nucleare o meglio la corretta interpretazione dell'esperimento di Fermi in cui si pensava di aver ottenuto nuovi elementi transuranici avendo ottenuto invece una fissione.

Infatti fin dal 1938 anche Hahn e Strassmann (tedeschi) , bombardando uranio con neutroni, sono convinti di aver ottenuto altri elementi transuranici o isotopi dell'uranio ma, confrontando i risultati dei coniugi Joliot-Curie (francesi), che ritengono di aver ottenuto Torio ed Attinio, pensano di approfondire ulteriormente fino a che la Lise Meitner (tedesca esule in Svezia) e suo nipote Otto Frisch (tedesco) confermano le ipotesi della fisica tedesca (nazista) Ida Noddack : allorquando un atomo di Uranio assorbe un neutrone si scinde in 2 atomi di massa quasi uguale (Bario e Krypton), la differenza si tramuta in energia pari a 200 MeV per atomo di Uranio. Si evidenzia che le reazioni chimiche piu' efficienti ottengono non piu' di 5 MeV per atomo. Per raggiungere questo risultato l'illustre fisica usa il modello atomico di Bohr "a goccia" e

la famosissima equazione di Einstein $E=mc^2$. Oltre a ciò emerge anche la possibilità della reazione a catena con i neutroni eccedenti rispetto ai nuclei stabili ottenuti. Rimane la questione dell'Uranio. Già nel 1935 Artur Dempster, professore canadese dell'Università di Chicago, scopre l'isotopo 235 dell'Uranio, nel 1938 il professor Alfred Nier stabilisce il rapporto di 1:139 (0,7% circa) tra U235 e l'uranio naturale U238. A Princeton Bohr e Wheeler John ritengono che l'U238 sia fissionabile solo con neutroni veloci ad alta energia, mentre l'U235 fissionabile con neutroni termici (lenti o rallentati). Tale ipotesi viene subito verificata e dimostrata da John Dunning, a lavoro con Fermi alla Columbia University, con un microgrammo di U235 puro ottenuto con Nier. L'U235, diventato il candidato ideale per la produzione di energia atomica, avendo le stesse proprietà chimiche dell'U238 (essendone un isotopo), deve essere estratto con metodi fisici, molto più difficili e complicati.

Fermi coglie subito le enormi applicazioni della nuova scoperta e già il 26 gennaio 1939 alla VI Conferenza di Fisica teorizza la reazione a catena e pubblica il suo primo articolo in USA: "The Fission of Uranium". Iniziando poi i calcoli sui neutroni eccedenti utili per la reazione a catena, Fermi con Szilard ed Anderson firmano in primavera l'articolo "Neutron production and Absorption in Uranium" nel quale si dimostra che il numero dei neutroni emessi dall'Uranio bombardato da neutroni lenti è maggiore rispetto a quelli assimilati. Per ogni atomo di U235 si liberano una media di 2,5 neutroni in direzioni divergenti che, spezzando altri neutroni, rilasciano in un milionesimo di secondo la cosiddetta "energia di legame atomica". Altro aspetto studiato è la sezione d'urto del nucleo bersaglio misurata con il cosiddetto "fattore K" (no, non c'entrano nulla il Presidente Cossiga o Kissinger...) cioè il fattore di moltiplicazione dei neutroni nella reazione a catena.. Più grande è la sezione d'urto e maggiore è la possibilità di assorbimento del nucleo proiettile con conseguente fissione

ed emissione di altri neutroni. Se il Fattore KAPPA è maggiore di 1 la reazione è efficiente. Questo si misura, semplificando molto, sul numero degli elettroni eccedenti le fissioni. Se a fronte di 1000 fissioni si producono 2000 neutroni allora il fattore è 1: cioè 1000 neutroni assorbiti provocano 1000 fissioni e solo 1000 neutroni proiettile con conseguente annichilimento della reazione per la dispersione dei neutroni che non vanno a bersaglio. Solo quando si ottiene un fattore K superiore ad 1 (quindi con un numero di neutroni emessi superiore agli assorbiti) allora la reazione potrà dirsi efficiente ed autosostenuta. L'Uranio naturale (U238) (avendo un fattore K inferiore ad 1) non è l'ideale per questo, a meno di rallentare i neutroni proiettile con grafite (purissima) o acqua pesante. L'U235 è invece molto più fissionabile (giungendo a produrre 2,5 neutroni per singola fissione come osservato Fermi-Szilard nell'articolo) ma deve essere estratto in modo industriale per via fisica dall'U238. In merito Bohr dice che per farlo occorre "trasformare un'intera nazione in un impianto industriale"²⁴

La terza possibilità è produrre artificialmente un elemento transuranico con fattore K abbastanza grande: il Nettunio Np238 (numero atomico 93). Questo, scoperto nel 1940 con il ciclotrone di Berkeley da Edwin McMillan, risulta però troppo instabile ma in sua vece subentra il Plutonio Pu239 (numero atomico 94), ottenuto solo alla fine del 1941, relativamente stabile e con una "massa critica" inferiore all'Uranio. Di qui emerge l'altro aspetto importante: la massa critica cioè la quantità minima necessaria di materiale fissile per sostenere una reazione a catena. In un primo momento Heisenberg, Fermi, Bohr e lo stesso Einstein pensano che sia di decine di tonnellate di U238 con

²⁴ Maurizi Stefania, Una bomba, dieci storie: gli scienziati e l'atomica, Mondadori Milano 2004

neutroni veloci, rendendone impossibile il trasporto ma quando, come da teorizzazione di Bohr, si appura sperimentalmente l'efficienza della fissione dell' ^{235}U con neutroni lenti, la massa critica si riduce di diversi ordini di grandezza consentendone il trasporto. Infatti il prof Frisch (ebreo tedesco esule in Inghilterra) e prof Peierls (inglese) fin dal 1939 nel loro Memorandum non pubblicato ma consegnato al Henry Tizard, Presidente del Committee on the Scientific Survey of Air Defense britannico, hanno già teorizzato una massa critica di un 1 solo Chilogrammo (2,2 libbre inglesi circa) di ^{235}U che risulterà comunque troppo piccola rispetto a quella effettiva di 50 (?) Chilogrammi circa. Quindi già si stanno delineando 3 strade:

- 1) ^{238}U al naturale bombardato da neutroni rallentati,
- 2) ^{235}U da scindere industrialmente dal ^{238}U ,
- 3) ^{239}Pu da produrre industrialmente.

Fattore comune a tutte le soluzioni: costi altissimi, necessità di infrastrutture e personale elevatissime, incertezza del risultato finale.

Insomma una bella scommessa che tenta quasi tutte le principali potenze (Gran Bretagna, Germania, Unione sovietica, Giappone, Francia, Brasile, USA) ma solo la repubblica stellata l'affronta e la vincerà.

3.2 La lettera di Einstein

A dire il vero l'idea di utilizzare la nuova energia a fini bellici e' venuta a tutti ma il primo a pensarci e' stato il citato ungherese Leo Szilard nel 1933, che insieme a altri scienziati (Von Neumann matematico ed i fisici Teller e Wigner) fanno parte di una strana aggregazione denominata "figli di mezzanotte". Probabilmente inventata dallo stesso Szilard, ispirandosi ad un romanzo di H.Wells (*The World set Free*)²⁵. E' probabile che lo scienziato sogni una sorta di loggia segreta di eminenti cervelli di tutto il mondo per governare gli eventila solita farsa degli Illuminati riprodotta in salsa tedesco-ungherese. L'attivismo di Szilard si concretizza in propaganda antitedesca con proposte di boicottaggi e in pressioni a non pubblicare nuovi scoperte, violando un principio base del progresso scientifico circa la divulgazione e pubblicazione dei risultati. Interessante è questo aspetto: tanta, e comunque fondata, la preoccupazione che la Germania stia cercando la possibilita' di costruire "l'arma" da far accettare questa rottura della tradizione agli scienziati ed a trascinare anche Fermi e Teller a far visita ad Einstein nell'estate del 1939 a Princeton per sollecitarne l'interessamento con il Presidente Roosevelt. L'eminente scienziato pur essendo pacifista non è del genere disarmato e soccombente con vocazione al martirio. Infatti già nel 1937, in una lettera alla Lega americana contro la guerra, critica il pacifismo inglese di Neville Chamberlain, (fautore della politica della "Pace a tutti i costi"), sostenendo che: "Bisogna dire che di recente i pacifisti hanno danneggiato più che aiutato la causa della democrazia. Questo è particolarmente chiaro in Inghilterra, ove l'influenza pacifista ha

²⁵ Rhodes R. *The Making of the Atomic Bomb*, Simon & Schuster New York 1986)

pericolosamente ritardato il riarmo che è diventato necessario a causa dei preparativi militari nei paesi fascisti”.

Il 2 agosto 1939 Einstein scrive al presidente ritenendo *suo dovere*:

- 1) porre all’attenzione alcuni fatti e raccomandazioni evidenziando la possibilità di “giungere alla costruzione di bombe che, e’ da supporre saranno di tipo nuovo ed estremamente potenti....”;
- 2) proporre di nominare un responsabile per mantenere un collegamento permanente con i fisici nucleari, con i Dipartimenti interessati per la fornitura di uranio;
- 3) per accelerare la ricerca, “sollecitare forme di finanziamento anche di privati disposti a contribuire alla causa”;
- 4) evidenziare che “già la Germania ha posto l’embargo sull’uranio cecoslovacco e che il fatto non stupisce visto che “il figlio del Sottosegretario di Stato tedesco von Weisszäcker, è membro del Kaiser-Wilhelm-Institut di Berlino, dove sono attualmente in corso esperimenti con uranio, analoghi a quelli svolti in America”

Da questo già possiamo notare che i primi responsabili “moralì” dello sviluppo delle armi atomiche sono individuati....sono quasi tutti europei!

Roosevelt risponde con cordialità ed interesse in data 19 Ottobre 1939 dicendo di aver convocato una Commissione (Comitato Consultivo sull’uranio) presieduta da Lyman Briggs del Nazional Bureau of Standard, da esponenti dell’Esercito e della Marina (l’Aeronautica “USAF” sarà fondata come Forza armata autonoma solo dopo la II guerra mondiale, prima è parte dell’Esercito “USAAF United States Army Air Force”) per “investigare a fondo le possibilità della Vostra proposta riguardante l’elemento uranio”. La Commissione si riunisce effettivamente il 21 ottobre 1939 con anche Fermi Wigner e Teller stilando la redazione della relazione al Presidente, poi presentata a

Novembre, dove si legge: l'uranio "potrebbe fornire una possibile fonte per la produzione di una bomba avente una capacità di distruzione enormemente più vasta di qualsiasi altra arma a noi nota"²⁶.

3.4 Il Programma tedesco

Nel frattempo, come sopra accennato, gli altri non stanno a guardare. La Germania sin dagli inizi del 1939 con l'*Ufficio della Guerra* costituisce l'*Ufficio di ricerca nucleare* nell'ambito del *Dipartimento di artiglieria dell'esercito* che, accentrando le ricerche, concentra gli sforzi nei 2 centri di Gatow e dell'Istituto di Fisica del Kaiser Wilhelm a Dahlen con i migliori scienziati tra cui Hahn, Strassmann e uno dei teorizzatori della teoria dei quanti Werner Karl Heisenberg. Anche se tutto poi passerà al *Consiglio di ricerca del Reich*, già 2 settimane prima che Roosevelt riceva la lettera di Einstein, il 26 settembre 1939 a Berlino si pone un preciso programma per la realizzazione dell'arma²⁷ e si concentrano in Germania le scorte di Uranio belghe come anche tutta la produzione delle miniere cecoslovacche vietandone la vendita all'estero. Il 6 dicembre 1939 Heisenberg, in uno dei due rapporti tecnici segreti all'*Agenzia per gli armamenti dell'Esercito (Heereswaffenamt)*, afferma che un reattore a fissione controllata è realizzabile e che l'U235 sarebbe stato un nuovo, potente esplosivo "che sorpassa di diversi ordini di grandezza il potere esplosivo dei più potenti materiali esplosivi"²⁸.

²⁶ :Hewlett R., Anderson O.E., *The New World 1939-1946*, Pennsylvania State University Press, University Park 1962

²⁷ Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi Torino 1958

²⁸ Bernstein J.B. *Il club dell'uranio di Hitler. I fisici tedeschi nelle registrazioni segrete di Farm Hall*. Sironi Edizioni Milano 2005

L'*U-Project* tedesco in un primo tempo procede bene per poi successivamente arenarsi per:

1) impossibilità di ottenere industrialmente sufficiente U235 con l'unico reattore sperimentale realizzato;

2) scelta dell'acqua pesante come moderatore per la produzione di Plutonio. Questa, infatti, prodotta solo in Norvegia a Rjukan dalla Norsk Hydro, andrà completamente in fondo ad un lago il 20 febbraio 1944 insieme al traghetto che la trasporta sabotato da partigiani norvegesi. Anche gli stabilimenti, dopo bombardamenti a bassa quota (600 tonnellate di bombe il 16 novembre 1943 sganciate da B17) saranno praticamente resi inutili . Comunque i tedeschi realizzeranno un reattore sperimentale funzionante ma totalmente insufficiente per produrre Plutonio o U235 bastevole anche per una sola bomba effettivamente atomica a fissione nucleare (la precisazione è d'obbligo perché tre esperimenti con bombe cosiddette sporche saranno forse eseguiti come si dirà in seguito);

3) voluti (forse) errati calcoli sulla massa critica e la probabilità di fissione. Sull'argomento è basata la tesi sostenuta dagli scienziati tedeschi (Heisenberg, Hahn, Weizsäcker, Diebner, Max Von Lue ed altri) che (secondo loro...) avrebbero deliberatamente rallentato le ricerche per evitare di dare ad Hitler l'arma finale. Eloquenti sono le ormai famose e finalmente desegretate registrazioni di Farm-Hall vicino Cambridge.

Infatti nel 1945 (aprile e maggio) con l'operazione Alsos gli scienziati atomici tedeschi catturati o consegnatisi per non finire nelle mani dei Russi, (famosi per il carattere "rigido siberiano"), saranno tenuti dal luglio comodamente prigionieri nella romantica casa inglese.

I professori, per nulla intimiditi, capiranno perfettamente di essere ascoltati tanto che uno di questi (Diebner) rispondendo alla domanda di Heisenberg se ci siano microfoni nascosti dirà: “Microfoni nascosti? Ma no! Non credo che siano così furbi. E non credo che conoscano i metodi della Gestapo”.

3.5 Il Programma giapponese

Anche il Giappone tenterà di sviluppare l'arma atomica. Infatti fin dall'aprile 1940 il direttore dell'istituto di ricerca tecnologica dell'aeronautica nipponica il gen. Takeo Iasuda incarica il tenente colonnello Tatsusaburo Suzuki di stilare un rapporto sulla fissione nucleare. Il generale ha infatti notato sulla stampa scientifica internazionale la scoperta e ne ha già intuito le conseguenze. Il rapporto del t.col Suzuki, consegnato nell'ottobre , indica la disponibilità di uranio in Giappone, Birmania e...Corea sufficienti per pensare di sviluppare l'idea. Il generale, attraverso il direttore dell'Istituto giapponese di ricerca fisica e chimica, entra in contatto con il fisico prof Nishina²⁹. Eminente scienziato, studente di Bohr a Copenhagen, relatore di studi sull'effetto Compton , realizza fin dal 1936 nel suo laboratorio di Tokyo un piccolo ciclotrone da 66 cm. Tra il 1937 e il 1940 ne ha in costruzione un altro più grande da 1 metro e mezzo: il “Riken” (omonimo del suo laboratorio) su un progetto donatogli da Lawrence. Con lui lavorano i migliori giovani scienziati giapponesi che lo chiamano “Oyabun” (il vecchio) benché abbia solo 50 anni (io ne ho 57 e non sono vecchio

²⁹ Shapley 1978 pg 153 Shapley Deborah *Nuclear weapons history: Japan's wartime bomb projects revealed*, Science nr 199 pg 152

N.d.r.) Fin dal dicembre 1940 con il Riken già si misura il fattore Kappa (la sezione d'urto)

Nel 1941 l'aeronautica (o meglio il Servizio Aeronautico dell'esercito imperiale giapponese non essendo una forza armata autonoma) ed anche la marina, separatamente, decidono di sviluppare la ricerca per l'arma atomica.³⁰ A Tokyo nel Riken Nishina ed i suoi tentano la separazione dell'U235. Nel 1942 la Marina propende per lo sviluppo di propulsori piuttosto che la bomba ma contemporaneamente si forma un comitato segreto nell'ambito dell'Istituto di ricerca per le tecnologie navali per decidere se tentare lo sviluppo della Bomba. Il comitato ha riunioni mensili, presidente Nishina e comprende anche Hantaro Nagaoka, anziano esperto di fisica atomica il cui modello ha preceduto quello di Rutherford.

Nella riunione dell'8 luglio 1942, in un circolo ufficiali nel parco Shiba di Tokyo alla presenza dei vertici tecnici della marina, vengono stanziati 2000 yen (circa 4700 dollari dell'epoca) per approfondire il quesito se fare la bomba in considerazione che gli USA probabilmente ci stanno provando.

Il 6 marzo 1943, in conclusione di un seminario di fisica da lei indetto, la marina, stante l'asserita impossibilità di costruire la bomba entro i prossimi 10 anni sia per il Giappone sia per gli USA e la Germania, scioglie il comitato ed opta di concentrarsi sulle ricerche per il radar.

Intanto, però, incredibilmente, il servizio amministrazione della marina finanzia lo sviluppo del progetto della bomba (F-Go Project) stanziando 600.000 yen (1 milione e

³⁰ Shapley 1978 pg 153 Shapley Deborah *Nuclear weapons history: Japan's wartime bomb projects revealed*, Science nr 199

mezzo di dollari dell'epoca) per i professori Tokutaro Hagiwara dell'università di Kyoto, che ha intuito la possibilità di una bomba termonucleare (a fusione), Bunsaku Arakatsu , validissimo studioso già con Rutherford e Einstein e Hideki Yukawa ,che sarà il primo giapponese a ricevere il premio Nobel nel 1949. Non riusciranno ad andare oltre la progettazione di una centrifuga e 20 grammi al mese di acqua pesante anche in Corea a Konan (oggi Hungam Corea del Nord...)

Nel frattempo Nishina alla fine del 1942 aggrega al suo gruppo anche il giovane fisico studioso di raggi cosmici Tadashi Takeuchi e dal marzo 1943 concentra le sue ricerche per l'esercito (l'aviazione) sul processo di diffusione termica per isolare l'U235. (NI-go Project)

Il 2 luglio riferisce al Gen Nobuui, ufficiale di collegamento con l'esercito, di pensare che siano sufficienti 10 chilogrammi di U235 puro al 50% per realizzare la bomba, ma che necessita di sperimentarlo con il ciclotrone da 150 centimetri di 250 tonnellate . Però all'inizio dell'estate del 1944 riesce a produrre solo 170 grammi di esafluoruro di uranio e a luglio tenta la separazione termica. Al 17 novembre non arriva ancora ad una separazione misurabile di U235 anche a causa della mancanza di valvole termoioniche abbastanza potenti

Nel 1945, con la distruzione per bombardamento (13 aprile) dei laboratori di ricerca, le ricerche termineranno. Fonti non confermate dicono che alcune apparecchiature sarebbero state spostate in Corea a Konan ora Hungnam (attuale Corea del Nord....) poi occupata dai russi. Si parla anche di una strana esplosione avvenuta nella baia di Hungnam il 12 agosto 1945 su una nave bersaglio che affonda insieme a tutte le altre presenti nella baia oggetto dell'esperimento Si tratta probabilmente di notizie infondate non essendoci riscontri se non le dichiarazioni di un fantomatico capitano con lo pseudonimo di Wakabayashi al giornalista David Snell dell'Atlanta Constitution del

1946. Nello stesso anno il prof Arakatsu sostiene che, prima della resa, stava facendo “grandi passi” verso la bomba e che probabilmente i russi ne hanno già una forse riferendosi implicitamente alla presa di Hungnam da parte dei sovietici. Tutto questo senza prove attendibili o documentabili.

Comunque sia il tentativo giapponese non supererà mai il livello sperimentale anche per carenza di materiali nonostante la presenza di eminenti scienziati come il Prof Nishina ed il Prof Sagane. Il primo andrà a constatare l’orrore di Hiroshima mentre il secondo sarà destinatario di una lettera di alcuni scienziati dopo la prima bomba al fine di convincere il governo giapponese alla resa.

Questi fatti sono importanti per capire la decisione americana di sviluppare l’arma³¹.

In Italia ,dopo la diaspora dei ragazzi di via Panisperna, rimane solo Amaldi che, insieme agli altri, decide tacitamente di abbandonare le ricerche sulla fissione nel timore di essere “*costretto a contribuire con le mie conoscenze di fisico all’aumento delle capacità distruttive delle potenze dell’Asse*”³². Assume tale decisione anche se nessuno sembra volerlo obbligare ad effettuare ricerche militari. Infatti, nonostante la proposta di Antonino Lo Surdo, Direttore dell’Istituto di Fisica Guglielmo Marconi, di concentrare gli scienziati in forma globale centralizzata, secondo la Marina (Comandante Matteini) “la guerra sarebbe durata così poco che non vale la pena di preoccuparsi di problemi che avrebbero dato risultati solo a lungo termine”.

³¹ Frank R.B., *Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire*, Random House, New York 1999

³² Battimelli G., *L’eredità di Fermi. Storia fotografica dal 1927 al 1959 dagli archivi di Edoardo Amaldi*, Editori Riuniti, Roma 2003

3.6 Il programma russo

In U.R.S.S. fin dalla notizia della fissione il governo se ne interessa moltissimo tanto da mandare a Berlino il Ministro dell'Educazione Kaftanov a visitare ed aggiornarsi personalmente da Hahn nel suo laboratorio³³. Nel 1939 un Congresso ufficiale e pubblico tratta di fisica nucleare, di fissione e relative possibili applicazioni. Nel 1940 viene costituita una Commissione speciale per il problema dell'Uranio con tutti i principali fisici atomici dell'U.R.S.S. nell'ambito dell'Accademia delle Scienze. Sull'Isvestija del 1940 appare un articolo sull'energia atomica intitolato "Uranio 235", mentre nel 1941 il fisico Kapitsa Pyotr Leonidovich parla liberamente della possibilità teorica di una bomba atomica capace di distruggere una metropoli di milioni di abitanti. Esistono poi 2 memorandum del NKVD (Commissariato del popolo per affari interni) uno di settembre e l'altro di ottobre 1941 che dimostrano che una copia del rapporto Maud (di cui si dirà in seguito) è in mano russa³⁴.

Abbondanti poi sono le notizie provenienti da vari traditori occidentali: spie come John Cairncross inglese (uno delle 5 spie comuniste nel governo britannico), Ted Hall, fisico americano, (il più giovane scienziato a Los Alamos), Klaus Fuchs tedesco con il suo complice Richard Greenglass la cui sorella e Ethel e il cognato Julius sono le famose spie Rosenberg . Nonostante che il capo dello spionaggio sovietico Berija pensi a tattiche di disinformazione, Stalin, con il fiuto che lo contraddistingue unito alla

³³ Jungk R., Gli apprendisti stregoni, Einaudi Torino 1958

³⁴ L.D. Riabev, *Atomnyi Proekt: Dokumenty Sssr: i materialy (Progetto Autonomo dell'U.r.s.s.: documenti e materiali)* 1938-1945, Nauka Fizmatlit, Moskva 1998

sfiducia per il prossimo, ordina di creare un laboratorio nucleare con a capo il prof Igor Kurkatov per studiare la fattibilità di un' atomica rossa³⁵.

Lo scienziato, resosi perfettamente conto delle dimensioni dell'impresa e per salvare la pelle non riuscendoci per i ritardi del sistema industriale russo, chiede a Berjia di fare “conformemente alle possibilità e al significato del nostro grande Stato nella cultura mondiale” come il progetto Manhattan cioè una concentrazione di scienziati ed industrie “su una scala mai vista nella storia”.

La Francia che, anteguerra aveva già brevettato alcuni processi con l'U238 e i neutroni lenti, esporta gli scienziati Hans von Alban e Lew Kowarski con una partita di acqua pesante. Gli studiosi verranno inquadrati nel programma di ricerche e sviluppo britannico.

3.7 Il programma inglese

L'Inghilterra avvia un programma di ricerca per la produzione dell'arma secondo solo alla Germania. Studi sono in corso presso le Università di Oxford, Cambridge, Liverpool, Birmingham (già citato Memorandum Frisch-Peierls), all'Imperial College di Londra.

La Commissione Maud, presieduta dal prof George Paget Thomson. è istituita, , dall'Aeronautica inglese fin dal maggio 1940. L'acronimo significa Military Application of Uranium Detonation ma probabilmente, con tipico humour inglese, altro

³⁵ Holloway D., “*La bomba di Stalin*” in *A qualcuno piace atomica*, Quaderno speciale di Limes 2012 pag 67-75.

che non è che il nome della governante inglese del fisico Bohr³⁶. La relazione finale “sulle possibilità che l’uranio possa contribuire allo sforzo bellico”³⁷ già a luglio del 1941 è sul tavolo del governo inglese e, come già accennato prima, in copia, grazie alle spie, su quello di Stalin. La risposta è che l’arma finale è costruibile e, come aggiunge Frederick Alexander Cherwell, consigliere scientifico di Churchill, fisico di Oxford, è meglio sbrigarsi³⁸. A seguito di tutto ciò si forma in seno al Dicastero per le ricerche scientifiche ed industriali la Divisione speciale di coordinamento chiamata “Direzione dei Tube Alloys” (Leghe per tubi)”³⁹. Si evidenzia che gli inglesi inviano in copie tutte le relazioni di lavoro e la finale relazione Maud agli USA dove è già a lavoro L’Accademia Nazionale delle Scienze sulle possibili applicazioni civili dell’energia nucleare. Nel frattempo l’Uranium Committee, istituito a seguito della famosa lettera di Einstein, anche a causa dei pochissimi fondi disponibili (6000 dollari), procede a rilento.

D’un tratto Vannevar Bush presidente della Carnegie Institution of Washington (Ciw), la più importante istituzione privata di ricerca degli USA (forse il primo “think tank” della storia), e presidente del National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), riunisce Karl Taylor Compton fisico presidente del MIT, James Conant chimico Presidente dell’Università di Harvard, Richard C. Tolmann rettore del California Institute of Technology (CalTech), Franck Jewett ex presidente dei Bell Telephone Laboratories e presidente della NAS, per proporre al Presidente un nuovo ente federale

³⁶ Overy R., *La strada per la vittoria. Perché gli alleati hanno vinto la seconda Guerra mondiale*, il Mulino, Bologna 2002

³⁷ Gowing M., *Britain and atomic energy 1939-1945*, McMillan London 1964

³⁸ Newley E. F., “Lo sviluppo dell’arma nucleare” in *Storia della tecnologia* a cura di Singer C., Holmyard E.J., Hall A.R. William T.I., Bollati Boringhieri, Torino 1982 pagg268-283

³⁹ Churchill W., *La seconda guerra mondiale*, Arnoldo Mondadori, Milano 1967

finanziato dal Governo per mobilitare la comunità scientifica su ricerche per la difesa e progettazione di armi nuove ed innovative. Il 27 giugno 1941 Roosevelt approva la formazione del National Defense Research Committee (N.D.R.C.), con a capo lo stesso Bush, comprendendovi anche l'Uranium Committee (U.C.). All'inizio del 1941 l'U.C. Chiede ad Ernest Lawrence di affrontare il problema dell'isolamento del Plutonio (visto che a Berkeley già il chimico Glenn T. Seaborg con il ciclotrone è già riuscito a trasformare U238 in Nettunio e poi Plutonio) e a tentare con lo stesso ciclotrone la separazione elettromagnetica dell'U235 dal U238.

Roosevelt, letta la relazione Maud, successivamente confermata in tono più moderato anche dal rapporto della citata Commissione Nazionale, sentite le pressioni degli inglesi⁴⁰ e dei tanti scienziati esuli, il 9 ottobre 1941, alla presenza del vicepresidente Wallace, dispone un'indagine completa e definitiva sulla realizzabilità dell'arma atomica con l'Office for Scientific Research and Development (O.S.R.D.), diretto dallo stesso Bush, affiancandolo con un comitato per le decisioni politiche composto da lui, dal vicepresidente, dal segretario alla guerra (ministro della guerra) Henry Stimson, dal Capo di Stato maggiore dell'Esercito Gen George Catlet Marshall, da Bush e Conant del National Defence Research Committee. Il 7 dicembre 1941 i Giapponesi attaccano Pearl Harbour e gli Usa entrano in guerra e la bomba diviene una priorità. Il 14 dicembre l'O.S.R.D. si svincola dal N.D.R.C., assume alle sue dipendenze amministrative il piano dell'uranio, viene riorganizzato alle dipendenze di L.J.Briggs e l'Ufficio Piani ha il compito di studiare e coordinare piani relativi alle questioni tecniche e costruttive del lavoro e della costruzione degli impianti, nonché all'acquisto delle materie prime. La sua direzione è affidata a Bush, Conant, Briggs, Compton,

⁴⁰ Segre' E., *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, Milano 1996

Urey, E.O. Lawrence, Murphy. Il 16 dicembre i rappresentanti politici e militari del Governo approvano pienamente la riorganizzazione ed i preventivi.

Il 17 giugno 1942, Conant e Bush inviano una relazione evidenziando che:

- 1) lo stato di avanzamento del piano permette di confermare le previsioni sulla potenza esplosiva di una bomba a scissione:
- 2) si conoscono i 4 metodi principali per la preparazione di elementi scissionabili, e pur senza essere in grado di predire quale sia il migliore, saranno comunque costosissimi:
- 3) qualcuno di questi può già essere in via di realizzazione dal nemico donde l'urgenza di realizzare l'arma.

3.8 Il Manhattan District

Nel giugno e luglio 1942 l'Esercito viene incaricato dell'organizzazione del piano per l'uranio alle dipendenze dell'Arma del Genio.

In questa nuova forma è istituito (13 agosto 1942) il Manhattan District (la cui sigla è D.S.M. Project) con a capo il Col Groves all'uopo promosso Generale. Questo rileva tutte le competenze dell'Ufficio Piani, nel maggio 1943, anche tutti i compiti dell'O.S.R.D.. È anche formato un comitato strategico composto da Bush, Conant, dal Gen Styer, dall'Amm Purnell e dal Gen. L.R.Groves

Tornando a Fermi, inviata la lettera, fatta la riunione e la relazione del 21 ottobre 1939 al Presidente, si dedica all'argomento in quel momento più di moda: i raggi cosmici con la loro particella, il "mesotrone," 100 o 200 volte più grande dell'elettrone scoperta da Carl Anderson e Seth Neddermeyer del California Institute of Technology. Ma, con la conferma nella primavera del 1940 che la fissione con neutroni lenti riguarda quasi

interamente solo U235, lo scienziato riprende le sue ricerche, ormai convinto, insieme a Szilard,, che il moderatore più adatto per rallentare i neutroni sia la grafite purissima sistemata come un reticolo cubico dove inserire l'uranio. Fermi il 30 giugno 1941 produce una relazione sui problemi della produzione di energia nucleare limitando il discorso della reazione a catena con l'U238 non essendo tecnicamente ancora possibile la separazione del U235 dal suo isotopo. Infatti Fermi con il suo gruppo della Columbia University (Anderson Feld, Weil e Zinn) sviluppa una tecnica precisa per studiare la possibilità di realizzare una reazione a catena autosostenuta consistente nel costruire pile (cosiddette esponenziali) sperimentali di dimensioni relativamente contenute (3 metri per 3 e alta 4 metri) per misurare la distribuzione dei neutroni. I risultati a causa della grafite poco pura e dell'ossido di uranio non sono promettenti.

Nel frattempo però, già nell'estate del 1940 è stato prodotto il Nettunio Np239 (elemento 93 transuranico) che, dopo due giorni, decade in un suo isotopo più stabile : il Plutonio Pu239 (elemento 94).di cui , grazie al ciclotrone dell'Università di Berkeley, si riesce ad ottenerne una quantità misurabile.

All'Università di Chicago, sotto la direzione e responsabilità di Compton, intanto, si formano gruppi di scienziati e ingegneri con il compito di sviscerare tutta la fisica atomica sperimentale, approfondire lo studio della reazione a catena e quella della produzione del materiale fissile con pile nucleari.

3.9 La Chicago Pile

Nella primavera del 1942 Fermi, Szilard ed gli altri fisici della Columbia University e dell'Università di Princeton si trasferiscono anche loro a Chicago dove al Metallurgical Laboratory, di cui Fermi nel frattempo è diventato direttore scientifico, sono suddivisi in tre gruppi:

- 1) Gruppo sperimentale, diretto da Fermi per riuscire ad ottenere una reazione a catena autosostenuta;
- 2) Divisione chimica, diretta da F.H. Spedding e poi da S.K. Allison, J. Franck, W.C. Johnson e T. Hogness per la chimica del plutonio e per le tecniche di separazione;
- 3) Gruppo teorico direttore E.P. Wigner per la progettazione di Pile.

Tutti i tre team si interfacciano continuamente per i problemi in comune fino a che costruiscono la famosa Chicago Pile cioè il primo reattore nucleare ad uranio e grafite (lo stesso sistema del famoso reattore di Chernobyl).

Prima di costruire la “pila” gli scienziati eseguono una serie di esperimenti con trenta pile “esponenziali” di dimensioni deliberatamente non ancora sufficienti per innescare una reazione a catena autosostenuta ma importanti per misurare il coefficiente di moltiplicazione dei neutroni nella fissione. Il rendimento, dopo un primo periodo scoraggiante, migliora sempre più con l'aumento della purezza della grafite e dell'uranio consegnato. Infatti dall'ossido di uranio marrone si passa all'ossido di uranio nero che consente di ridurre a “soli” 400.000 kg di grafite la quantità necessaria. Donde l'inizio della costruzione del Laboratorio delle Argonne fuori Chicago che non sarà poi pronto per ottobre e costringerà a montare la pila sotto le tribune (le West Stands) dello stadio Stagg Field dismesso dell'Università di Chicago. Gli scienziati sono anche questa volta divisi in tre gruppi, i primi due (diretti da Zinn e

Anderson) dedicati alla lavorazione dei blocchi di grafite ed alla lavorazione dell'Uranio, il terzo (supervisionato da Wilson) per la strumentazione. Sopra a tutti c'è Fermi e....un involucro per pallone aerostatico da sistemare alla sommità per ridurre l'assorbimento di neutroni da parte dell'aria. Il materiale è fabbricato dalla Goodyear Tire Rubber Company che, ignara dell'utilizzo esprime perplessità sull'aerodinamicità di un pallone quadrato!.

Dal 16 novembre inizia il montaggio della pila che, grazie all'arrivo dell'uranio metallico incombustibile in cubetti, poi pseudosfere, di 2 centimetri di lato fornito dai chimici dell'Università dello Iowa, (Westinghouse Electric manufacturing Company, Metal Hydrides Company e F.H. Spedding dell'Iowa State College ad Ames) non sarà di 68 strati ma solo di 57 composti complessivamente da 40.000 mattoni di grafite ognuno da 1 chilogrammo, 20.000 Kg. di uranio (rectius 36.588 kg di ossido di uranio e 5.630 di Uranio metallico) in 22.000 pseudosfere e barre di controllo di cadmio. Pochi sanno che oltre i tre tipi di barre di controllo, la prima automatica, la seconda di emergenza (manovrata da Walter Zinn e/o da Normann Hilberry con una fune), la terza con funzioni di acceleratore e freno della reazione (sotto controllo di Weil) ci sono anche tre fisici (Harold Lichtenmberger, W.Nier e A.C. Graves) "pompieri" membri della "squadra liquido di controllo" con il compito di inondare la pila con una soluzione di sali di cadmio se la situazione scappa di mano. Il 2 dicembre alle 8 e trenta del mattino inizia l'esperimento. Dopo pranzo, alle tre e trenta di pomeriggio dinanzi a Compton, Hilberry, Wigner, Wattenberg, Anderson, Overbeck, Sturm, Leona Marshall (unica donna presente) ed altri, Fermi usando il suo regolo calcolatore (come quello che Stanley Kubrick farà usare da Peter Sellers nel famoso film "Il Dr.Stranamore") annunzia con un sorriso "La reazione è autosostenuta. La curva è esponenziale". A questo punto Arthur Compton annunzia il lieto evento a James B. Conant telefonando

ad Harward con queste parole “Il Navigatore italiano è sbarcato nel Nuovo Mondo”. Segue la domanda di Conant “Come si sono comportati gli indigeni?” risposta: ”Molto amichevolmente”(praticamente la versione in codice del “Si può fare!” del dr Frankenstein Junior del film di Mel Brooks). Dopo circa 28 minuti di funzionamento continuo e circa 200Watt prodotti, I festeggiamenti consistono nell’aprire un fiasco di italianissimo Chianti Bertolli (portato da Wigner e poi lasciato come ricordo a A. Wattemberg) su cui quasi tutti i 42 presenti appongono la firma⁴¹.

La Pila è un eccezionale nuovo strumento di ricerca e sperimentazione e tutte le sue potenzialità vengono esplorate nei tre mesi successivi per poi essere smontata e ricomposta nel laboratorio di Argonne (nei dintorni di Chicago) finalmente terminato. Nel nuovo sito tra il 1943 e il 1944 Fermi Zinn e Marshall eseguono vari esperimenti anche di fisica pura.

I risultati importanti sono:

- 1) lo sviluppo di progetti paralleli per la produzione di materiale fissile, dando il via alla costruzione di impianti per la separazione dell’U355 dal U238 con 4 possibili modi differenti e realizzando reattori nucleari per la produzione di Plutonio Pu239. Ambedue le linee porteranno alla produzione di 2 diversi tipi di armi nucleari : la Bomba A , usata ad Hiroshima basata sull’U235 (Little Boy), e le 2 Bombe al Plutonio usate prima ad Alamogordo (chiamata Gadget) per la sperimentazione poi a Nagasaki (Fat Man);
- 2) l’addestramento di personale da impiegare negli impianti;
- 3) lo studio dell’applicazione dei fasci di neutroni nelle più varie applicazioni (i cui risultati sono rimasti parzialmente segreti)

⁴¹ Allardice Corbin, Trapnell Edward R., *resoconto Chicago Pile* 1946 e poi 17 novembre 1949

4) la realizzazione ad opera di Fermi e Segrè della cosiddetta “colonna termica” cioè una colonna di grafite pura alla sommità della pila che riesce a selezionare i fasci di neutroni cosiddetti “freddi” cioè talmente rallentati da avere energia inferiore a quella termica.

3.10 Groves

Nell'estate del 1944 il nostro Enrico e tanti altri scienziati con tutte le famiglie si trasferiscono stabilmente a Los Alamos in New Mexico, sede principale del famoso Progetto Manhattan.

Infatti mentre a Chicago si impila grafite uranio legno e pallone, come sopra già accennato, il Presidente Roosevelt, seguendo le indicazioni del direttore dell'Ufficio di Ricerca Scientifica e Tecnica (O.S.R.D.) Vannevar Bush, decide di affidare tutta la questione atomica al Corpo Ingegneri dell'Esercito dando il via il 13 agosto 1942 al Manhattan District con il progetto D.S.M.(Development of Substitute Materials) che poi assumerà il nome di Manhattan Project. Comandato dal Colonnello, subito nominato Generale, Leslie R. Groves già provetto ingegnere costruttore dell'edificio del Pentagono e ...della sua carriera.

Infatti sembra che l'astuto e arguto (e a me simpaticissimo ndr) Colonnello ottenga la promozione “sul campo”, argomentando che tutte quelle teste d'uovo degli scienziati, da lui riservatamente chiamati “crackpot”, non avrebbero mai rispettato un semplice

Colonnello ma sicuramente avrebbero ascoltato un Generale. (Diavolo di un carrierista! Ndr.). Il termine “crackpots”, che in slang americano significa “picchiatelli”⁴²(ma meglio traducibile in termini di caserma come “sciroccati”), è dovuto, forse, agli accenti stranieri dei tanti scienziati non americani ma, più probabilmente, alla loro originalità e individualismo. Il generale, famoso per la sua tenacia nel progettare e più che altro nel far eseguire e controllare meticolosamente, dal nulla crea un’organizzazione composta da “una schiera di aziende e laboratori delle dimensioni dell’industria automobilistica americana del tempo”⁴³. La proverbiale managenarialità, meticolosità, tendenza a toccare con mano e in prima persona i problemi, parsimonia e acutezza nel concedere autorizzazioni di spesa unita alla ferma determinazione a raggiungere l’obiettivo è evidenziata dal prof Philip Morrison. Questo infatti ricorda che il Generale “rifiuta di gettar via pochi dollari per una rete da tennis ma il milione per l’esperimento, anche se incerto, lo concede. Lui costruirebbe uno steccato intorno alla Luna se gli dicessimo che serve al progetto”⁴⁴. A proposito di Luna i concetti e l’organizzazione delle attività di ricerca ,sperimentazione e industrializzazione per la prima volta attuati con S1(nome in codice del Progetto Manhattan) saranno la base dello sviluppo della materia del project management e del progetto Apollo.

⁴² Hazon M. Grande Dizionario Inglese –Italiano, Italiano-Inglese 1961 Garzanti ed 1974

⁴³ Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi Torino 1958

⁴⁴ Jungk R., *ibidem*

3.11 L'impresa tecnica e scientifica

L'obiettivo principale del Progetto Manhattan è quello di progettare una bomba atomica prima della Germania ed utilizzarla per porre fine alla guerra. Tuttavia, il conseguimento di questo obiettivo non è affatto banale, dato che la ricerca di base e lo sviluppo non sono ancora stati sperimentati. Per comprendere le difficoltà che il progetto deve affrontare, dobbiamo immergerci nel campo della fisica nucleare ed in secondo luogo identificare i principali problemi di progettazione che emergono nella realizzazione della bomba atomica che sono:

- 1) la produzione di Materiali fissionabili
- 2) la progettazione della bomba.

Due materiali sono inizialmente identificati per alimentare la reazione a catena.

Il primo è l'Uranio 235, un componente naturale dell'Uranio 238, ma rappresenta solo lo 0,72 % della sua massa.

Il secondo è il Plutonio (Pu239) che è un prodotto della fissione nucleare scoperto da G.Seaborg nel 1941, soltanto un anno prima dell'inizio del progetto.

In entrambi i casi, la produzione di materiali fissionabili pone grandi problemi di natura scientifica e tecnica.

La separazione del U235 dall'U238 comporta dei processi molto complessi, che si basano sulle differenze minime tra la massa atomica di due isotopi (minore dell'1%). Per realizzare questo compito sono identificati ben 7 differenti metodi nel 1941 e tra questi alla fine venne scelto il terzo.

Per quanto riguarda la produzione di Plutonio comporta la progettazione e la costruzione di reattori nucleari insieme ai corrispondenti impianti di separazione chimica. In questo caso sono studiati ben 12 differenti processi di separazione al Met Lab, all'inizio della costruzione del reattore nucleare.

Questi costituiscono chiaramente degli aspetti innovativi. Questi processi non esistono prima del progetto (produzione Plutonio) oppure non sono mai stati utilizzati con materiali radioattivi (separazione chimica), e la conoscenza dell'epoca sulla produzione, metallurgia e chimica della separazione del Plutonio e dell'Uranio non è completa. Infatti, discutendo sul programma di ricerca del Chicago Met Lab sul problema del Plutonio, uno scienziato dice: “ E' necessario risolvere i problemi che hanno una maggiore chance di fornire i risultati migliori nel minor tempo possibile ma al tempo stesso dobbiamo essere in grado di fare maggiore chiarezza sugli aspetti tecnici che risultano ancora incompleti”

Il Gen. Groves propone ed ottiene come direttore scientifico il Fisico Julius Robert Oppenheimer nonostante le sue idee apparentemente filocomuniste ed il conseguente parere contrario dei servizi di informazione che, però, lo terranno costantemente d'occhio. Newyorkese di nascita (1904) da una famiglia ricca di origine ebrea-tedesca, precoce nello studio, all'età di 12 anni meraviglia i componenti del Mineral Club di New York che lo invitano a tenere una conferenza nel 1916 a seguito di scambi epistolari con affermati geologi sui minerali presenti al Central Park. Laureato ad Harvard, ricercatore presso il laboratorio Cavendish dell'Università di Cambridge in Inghilterra, dottorato a Gottinga in Germania dove conosce Bohr e Dirac e impara la meccanica quantistica. Torna in USA per insegnare fisica all'Università della California a Berkeley e al California Institute of Technology a Pasadena dove crea una sua scuola.

Dopo l'esperienza come Direttore a Los Alamos si dimetterà per diventare dal 1947 al 1966 direttore del Princeton's Institute for Advanced Study. Nel 1954, durante il Maccartismo, sarà accusato e mai condannato per filocomunismo per poi essere riabilitato ufficialmente dal presidente Lyndon Johnson nel 1963 con l'attribuzione del premio Enrico Fermi Award della Atomic Energy Commission.

Morrà a Princeton il 18 febbraio 1967 di cancro come Fermi che lo precederà il 29 novembre 1954.

Groves "chiama alle armi" tutti i possibili scienziati, giovani e vecchi, utili per la causa ricevendo quasi unanime assenso alla partecipazione. Solo la Lise Meitner e Franco Rasetti, nel frattempo sistematosi in Canada, rifiutano. Il primo, interpellato per entrare nel programma atomico britannico poi confluito nello statunitense, declina l'offerta per dedicarsi allo studio della geologia e biologia, la seconda fuggita in Svezia, rifiuta l'offerta di Bohr dicendo che "mai e poi mai avrebbe lavorato su una bomba"⁴⁵ mentre suo nipote Frisch accetta il biglietto per Los Alamos.

Rasetti dopo l'Università Laval di Quebec City (Canada), dove studia i raggi cosmici e misura per la prima volta la vita media del "muone", si trasferirà a Baltimora presso la Johns Hopkins University insegnando, geologia, paleontologia, entomologia e botanica, scrivendo una notevole monografia sulla flora alpina, specializzandosi nell'era geologica del Cambriano ma mantenendo la titolarità della cattedra di spettroscopia all'Università di Roma. Infatti Amaldi in una lettera del 5 luglio 1945 solleciterà Fermi a costringerlo a dimettersi dalla cattedra di Roma dicendo "...non vediamo la ragione di avere un professore di spettroscopia che abita a circa 6000 miglia cercando trilobiti"

⁴⁵ Reeves R. *Una forza della natura. Ernest Rutherford, genio di frontiera*, edizioni Codice, Torino 2010

evidenziando altresì “un particolare processo di isolamento psichico del nostro amico”. D'altra parte anche Rasetti non ci andrà leggero scrivendo a Enrico Persico: ”tra gli spettacoli più disgustosi di questi tempi ce ne sono pochi che uguagliano quello dei fisici che lavorano nei laboratori sotto stretta sorveglianza dei militari per preparare mezzi più violenti di distruzione per la prossima guerra”⁴⁶.

Oltre i cervelli ,l'infaticabile Generale mobilita anche le più grandi industrie (es. Monsanto, Union Carbide, Eastman, Du-Pont rec, Stone and Webster (separazione elettromagnetica) , Kellex Corporation (separazione gassosa)) alle quali viene affidata la componente industriale inquadrando in laboratori facenti capo a tre essenzialmente a tre poli universitari:

- 1) University of Chicago (direttore Compton) per studi teorici sulla bomba e sulla reazione a catena;
- 2) Berkeley (direttore Ernest Orlando Lawrence) per la separazione elettromagnetica dell'U235 e per il Plutonio;
- 3) Columbia (direttore Harold Clayton Urey) per la separazione dell'U235 con diffusione gassosa.

Persino la collocazione dei siti di produzione viene scelta da Groves: Hanford (nello stato di Washington) per la produzione del plutonio (160.000 ettari di proprietà federale), Oak Ridge (24.000 ettari di terreno acquistati all'uopo che, ironia della sorte, attirano l'attenzione del Senatore del Kansas e futuro Presidente Truman a capo di una commissione d'inchiesta senatoriale sugli “sprechi della Difesa”) nel Tennessee per l'arricchimento dell'Uranio a mezzo diffusione gassosa e separazione termica e

⁴⁶ <http://www.DIMA.UNIGE.IT/Bartocci/testi/Fermi.tmc> data consultazione 30 agosto 2017

successiva separazione elettromagnetica dell'U235⁴⁷. In queste località , cui si aggiungerà Los Alamos e ben trenta altri centri di cui alcuni ancora segreti, lavoreranno oltre 60.000 persone per il solo plutonio con dei costi che ad un Ufficiale Amministratore, come lo scrivente, fanno rizzare i (pochi) capelli in testa: 2 miliardi di dollari del 1945 pari a 20 miliardi del 1998 ed ad oggi 2017 a 28 miliardi di dollari impiegati per il 90% nella costruzione di infrastrutture e produzione di materiale fissile e solo il 10% per la fabbricazione e messa a punto delle bombe.. Preciso che non sarà il progetto più costoso ,infatti quello del B29, il bombardiere strategico usato per lanciare le atomiche ,raggiungerà i 3 miliardi di dollari del 1945.

In particolare Los Alamos è una città costruita dal nulla in una mesa in Pajarito Plateau a 60 Km da Santa Fe nel Nuovo Messico creata in base all' idea, proposta da Openheimer, di concentrare sforzi e scienziati destinati specificatamente alla progettazione e realizzazione delle armi atomiche in un'unica area segreta, protetta, controllata e isolata dal resto del mondo. Gli abitanti di questa città non esistente su nessuna carta geografica, hanno un'unica casella postale:"P.O.Box 1663, Santa Fe New Mexico".

⁴⁷ Lord Hinton of Bankside, "*L'energia atomica*" in *Storia della tecnologia* a cura di Singer C., Holmyard E.J., Hall A.R., Williams T.I., Bollati Boringhieri, Torino 1982 pp.223-267

3.12 Los Alamos

Enrico Fermi a Los Alamos ,dove si trasferisce con tutta la famiglia dall'estate del 1944, non ha un incarico specifico tranne quello di "direttore associato" dei vari laboratori guidando la cosiddetta Divisione di sviluppo avanzato detta "F" come Fermi o Farmer che è il suo nome "di copertura" (Eugene Farmer) corrispondente anche in traduzione a "fattore, capo di una fattoria" (farm) Il suo compito è quello di risolutore dei problemi che le altre divisioni non sono in grado di risolvere come il fattore capo in una azienda agricola. Fermi in definitiva è il superconsulente e funziona "come una specie di oracolo a cui ogni fisico con problemi difficili può rivolgersi e spesso ricevere aiuto "e ,tanto per non perdere l'abitudine, tiene lezioni su vari argomenti che culmineranno, nell'autunno del 1945, in un corso organico di trenta lezioni in fisica dei neutroni che diverrà l'opera "A Course in Neutron Physic". Gli altri 2 grandi saggi sono Von Neumann e Bohr

Von Neumann (ungherese di nascita e studente ,manco a dirlo , a Berlino), realizzatore nel 1943 del metodo per l'implosione chiamato "lente di implosione", è anche il guru dei calcolatori elettronici. Anche Fermi, suo grande amico, si appassiona ai nuovissimi strumenti utilizzandoli anche per l'elaborazione dei dati successivi al Trinity Test e dice di lui "quell'uomo mi fa sentire uno che non sa nulla di matematica"⁴⁸.

Infatti la velocità di calcolo e di elaborazione dell'ungherese è tale da suscitare in Bethe il sospetto che sia un rappresentante di una specie aliena superiore che sa però imitare bene gli umani.

⁴⁸ Maurizi, Stefania, Una bomba, dieci storie: gli scienziati e l'atomica, Mondadori Milano 2004

Anche Szilard (quello del club dei figli di mezzanotte) è dello stesso avviso. Infatti durante una discussione serale sull'esistenza di civiltà extraterrestri (o meglio diverse da quella umana) a un Fermi scettico per la totale assenza di indizi Szilard risponde che probabilmente ne ha uno vicino ed è ungherese (quindi Neumann o lo stesso Szilard)⁴⁹. John Neumann il cui vero nome è János Lajos cambiato con l'acquisizione della cittadinanza americana, personalità affabile, simpatica e goliardica, è considerato un "genio del male", ma pur sempre un genio per i suoi notevolissimi contributi nella fisica quantistica, informatica, teoria dei giochi, fluidodinamica e matematica nella quale eccelle fin da bambino. Infatti il prof László Rátz individua nel suo liceo 2 cervelli eccezionali Wigner e lui e lo fa seguire da precettori privati universitari (tra cui Mihály Fekete con il quale scriverà il suo primo lavoro nel 1922). Da tale eccezionale predisposizione e preparazione gli deriva la visione "panmatematica" della vita e del comportamento umano e più in generale di tutti gli aspetti sociali con lo sviluppo della teoria dei giochi che lo porterà ad inventare la teoria "Minimax"⁵⁰. Questa verrà utilizzata persino nell'elaborazione della pianificazione per l'invasione del Giappone⁵¹ e poi nelle teorie sulla guerra fredda. Nel 1944 conosce i primi calcolatori: l'Harvard Mark 1 (di Howard Haiken con l'IBM), l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) di Prosper Eckert e John Mauchly e contribuisce alla primo vero computer programmabile: l'EDVAC (Electronic Discrete Variables Automatic Computer) basato

⁴⁹ Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi Torino 1958

⁵⁰ Neumann *Zur Theorie der Gesellschaftspiele (sulla teoria dei giochi di società)* Mathematische Annalen 1928. Nr.100 pag.295-320.

⁵¹ Neumann J. e Morgenstern Oskar, *Theory of Games and Economic Behavior* Princeton University Press 1944

sull'idea della macchina universale di Alan Turing (1936), sviluppato sulla "architettura di von Neumann" e realizzato da Eckert e Mauchly⁵².

Suggerirà di lanciare l'atomica su una città preferibilmente non già bombardata per massimizzarne e misurarne anche meglio gli effetti, poi, tanto per non smentirsi, di bombardare preventivamente l'U.R.S.S. essendo la mossa più logica (secondo la teoria MINIMAX) per massimizzare il risultato e minimizzare i costi della Guerra Fredda. Sviluppatore insieme a Teller della Bomba H e poi del missile intercontinental (ICBM) ATLAS (futuro vettore delle missioni Gemini), consigliere scientifico della C.I.A. e membro effettivo della Atomic Energy Commission (AEC) morirà di cancro alle ossa l'8 febbraio 1957 (quando si dice la nemesi) continuando a partecipare anche in carrozzella alle riunioni. Infatti nel 1962 anche la sua figura ispirerà Stanley Kubrick per lo scienziato in carrozzella del Dottor Stranamore.

Bohr, più anziano dei tre, viene chiamato "padre confessore" degli scienziati oltre che per le sue notorie grandi doti scientifiche ed umane anche per il fatto che i "crackpots" ("picchiatelli") non si sentono sminuiti ad ammettere con lui (ed in privato) le proprie carenze scientifiche in qualche campo.

A tutti e tre i saggi sono assolutamente vietati i viaggi aerei tanto sono preziosi.

Altrettanto utili anzi indispensabili saranno anche le migliaia di fisici, ingegneri, chimici, matematici e semplici lavoratori che nelle varie sedi del Progetto Manhattan raggiungeranno il numero, secondo alcune fonti, di 600.000 di cui 130.000 (centotrentamila) solo a Los Alamos. Altissima, per l'epoca, sarà la componente femminile che lì raggiungerà il 30% in tutti i ruoli anche di ricerca come la tedesca

⁵² Neumann von *First Draft of a Report on the Edvac* 1945. Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania Philadelphia 1945

antinazista Maria Goepper Mayer (futuro premio Nobel nel 1963 insieme a Wigner ed a Hans David Jensen per “il suo contributo alla teoria del nucleo atomico e delle particelle elementari...”).

3.13 Quattro tipi di bombe

Ormai tutti o quasi gli scienziati sono lì concentrati fisicamente e mentalmente: Chadwick (capo degli inglesi), Bohr, Fermi, Von Neumann, Bethe (capo divisione teorica), Robert R. Wilson (capo divisione sperimentale), Compton, Lawrence, il giovane (futuro premio Nobel) Richard Feynman e tanti altri con un unico compito da assolvere entro 2 anni: costruire la Bomba (chiamata “gadget”). Ne realizzeranno 3 o, forse 4: Una all’Uranio 235 (“Little Boy” operativa) e 2 al Plutonio (“Gadget” sperimentale e “Fat Man” operativa). Della quarta, al Plutonio, non ci sono notizie certe tranne una dichiarazione del Gen Groves e di Oppenheimer al Dipartimento della Guerra circa la disponibilità per il 12 agosto 1945 (Nagasaki è il 9 agosto) di un terzo nocciolo di plutonio da assemblare come Fat Man. Le poche e non controllabili notizie generano una confusione tra la quarta Bomba senza nome e “Thin man” (uomo magro) progetto originario e precedente “Little Boy”. Si tratta di un ordigno al Plutonio weapon-grade cioè con almeno il 90% di isotopo 239 ad innesco a cannone come Little boy ma con la differenza che quello di Hiroshima è con U235 mentre questo con Pu239 misto a Pu240 con alto rischio di fissione spontanea. Sembra che tale pericolo, individuato da Fermi, ne abbia bloccato lo sviluppo a favore del più complesso e sicuro metodo di implosione per il Plutonio ma recuperando il sistema “gun type” per “Little Boy” figlio appunto di “Thin Man”. Le denominazioni delle bombe, che si riferiscono a Roosevelt (il magro) e Churchill (il grasso), mirano a confondere lo spionaggio nemico

facendogli pensare alla realizzazione di 2 aerei di rappresentanza per ciascuno dei 2 statisti .

Oltre agli ordigni realizzati c'è anche la concezione e la iniziale progettazione della Superbomb: la Bomba H cioè all'idrogeno che, sospesa in un primo momento, verrà testata e realizzata solo il 1 novembre 1952 nell'atollo di Eniwetok (Operazione Ivy Mike). Questa consiste essenzialmente in una Bomba a fissione unita ad un nocciolo composto da una miscela di nuclei di deuterio (D nucleo composto da 1 neutrone e 1 protone) e di trizio (T con nucleo di 1 protone e 2 neutroni) ,isotopi dell'Idrogeno, che con l'onda derivante dall'esplosione dell'atomica a fissione si surriscaldano e si fondono (dove bomba a fusione termonucleare) liberando repentinamente una quantità di energia di gran lunga maggiore della Bomba atomica di innesco. Per dare un'idea le bombe a fissione si calcolano in Kilotoni (1 kilotone è corrisponde all'energia liberata da 1000 tonnellate di tritolo) mentre quelle a fusione in Megatoni (1 milione di Tonnellate di Tritolo) Ideatore della "Super" è Edward Teller. Ebreo ungherese di nascita e tedesco di istruzione, emigrato in USA insieme a Szilard, Wigner e Neumann è membro del cosiddetto "clan o cospirazione ungherese" cioè il gruppo degli scienziati magiari che nel bene e nel male hanno caratterizzato l'avvento della Guerra atomica. Fervente anticomunista e antinazista ed altrettanto entusiasta dell'energia atomica tanto da proporre l'utilizzo per uso civile di bombe atomiche (operazione- progetto Plowshare) per la costruzione di porti in Alaska o la realizzazione di un nuovo canale al posto di quello di Panama (chiamato canale panatomico mai realizzato). Anche lui ha ispirato, specialmente per l'accento, il personaggio del Dr. Stranamore. Nel 1991 vince il premio IG.NOBEL (una feroce parodia del Premio Nobel) Per aver "dedicato la vita a cambiare il concetto di pace...." Essendo il primo sostenitore dello Scudo Spaziale nell'ambito del programma comunemente chiamato Guerre Stellari.

Anche Wigner, un altro della “cospirazione ungherese”, è a Los Alamos, nato nel 1902 ebreo ungherese emigrato in Germania poi in USA, premio Nobel del 1963, realizza con Fermi il primo reattore nucleare, sarà definito da Fortune (il noto rotocalco) il “genio tranquillo che con una sola mano ha inventato la maggior parte della fisica moderna” Sostenitore, dopo Manhattan, dell’utilizzo pacifico dell’energia nucleare, ha creato la fisica e il calcolo dei reattori nucleari. Si occuperà anche di filosofia della matematica con il suo famoso articolo *The unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences* (la irragionevole efficacia della matematica nelle scienze naturali.). Noto per la sua elaborata cortesia e mitezza, (morso da una massa di formiche sul bordo di una piscina a Gottinga non le schiaccia perché “non so quali di esse mi morsicano”), ed anche per la superstizione (mai tredici biglietti in tasca) riceverà il premio Fermi, e l’award Einstein, scriverà la sua ultima opera nel 1992 (*The Recollections of Eugene P. Wigner*) per poi morire a Princeton nel 1995.

3.14 Progettazione delle Bombe

Una situazione analoga a quanto descritto precedentemente per la produzione del plutonio emerge anche per la progettazione delle bombe atomiche.

In un seminario organizzato da R. Oppenheimer nell’università di Berkley nel luglio del 1942, gli scienziati si incontrano per discutere diverse alternative di progettazione.

Si presentano diverse possibilità per la costruzione della Bomba :

The Gun Method (metodo a cannone)

The Implosion Method (metodo ad implosione)

The Autocatalytic Method (metodo autocatalitico)

Però tale discussione a Berkley si rivela solamente teorica, fino a quel momento nessuna sperimentazione è stata intrapresa. Infatti se il Gun method funzioni sia per l'Uranio che per il Plutonio e che il dispositivo ad implosione sia realizzabile è tutto da dimostrare.

La situazione ha degli importanti risultati manageriali. Il più importante è che l'intero progetto è soprattutto caratterizzato da unforeseeable uncertainty imprevedibile incertezza. Questo viene esplicitamente espresso da Groves: "La scelta di concentrare i propri sforzi su determinati tentativi è generata più dalle possibilità piuttosto che probabilità. Di contenuti teorici c'è abbastanza ma di conoscenza consolidata non molto".

Questo indica che la conoscenza consolidata all'inizio del progetto è talmente limitata che alla fine del meeting con gli scienziati all'università di Chicago nell'ottobre del 1942, Groves conclude: "Non c'è alcuna soluzione pronta per il problema da risolvere ad eccezione della speranza che il fattore di errore non sia troppo elevato."

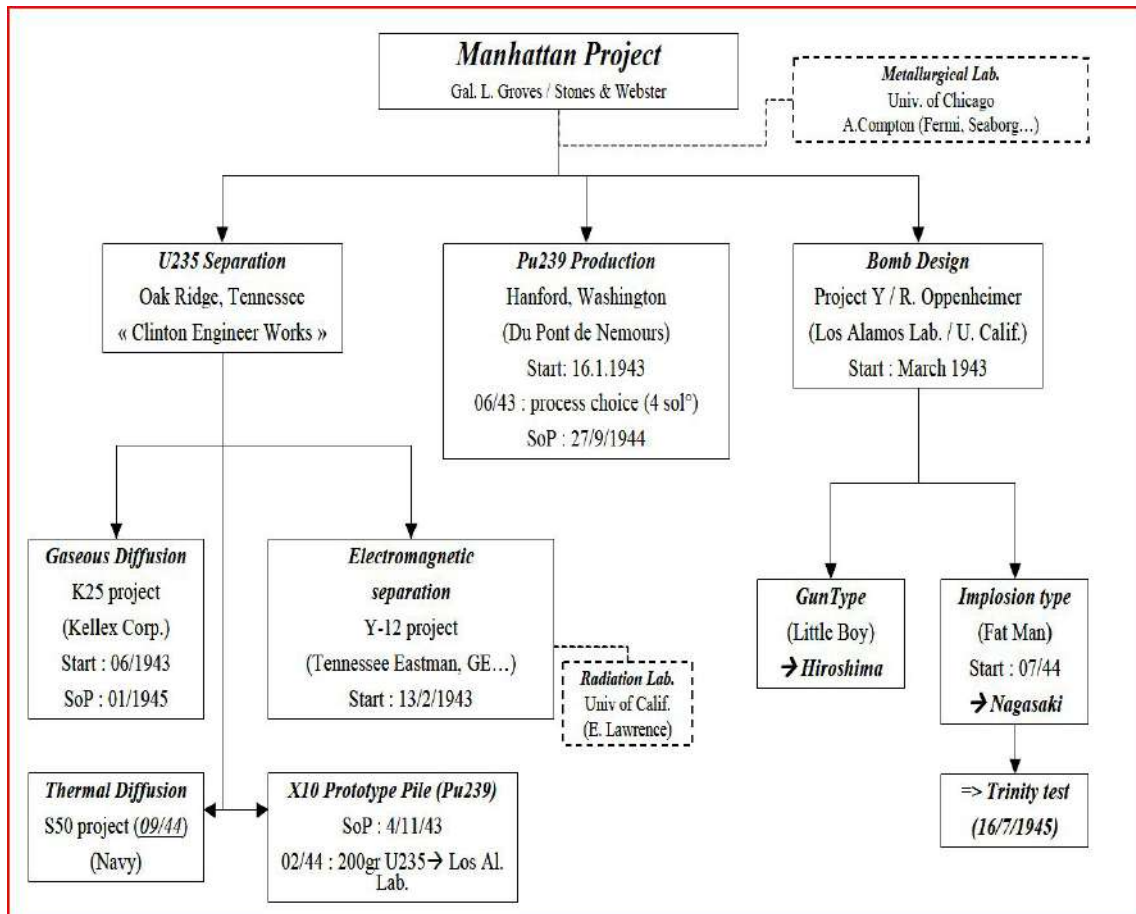
Nel considerare quindi l'imprevedibilità legata alle incertezze del progetto, Groves e gli scienziati decidono di esplorare ed implementare contemporaneamente le diverse soluzioni, sia per la produzione di materiali fissionabili che per la progettazione della bomba.

In secondo luogo, dando maggiore importanza al tempo, essi sono vanno di pari passo, effettuando la ricerca di base, progettazione e costruzione dell'impianto.

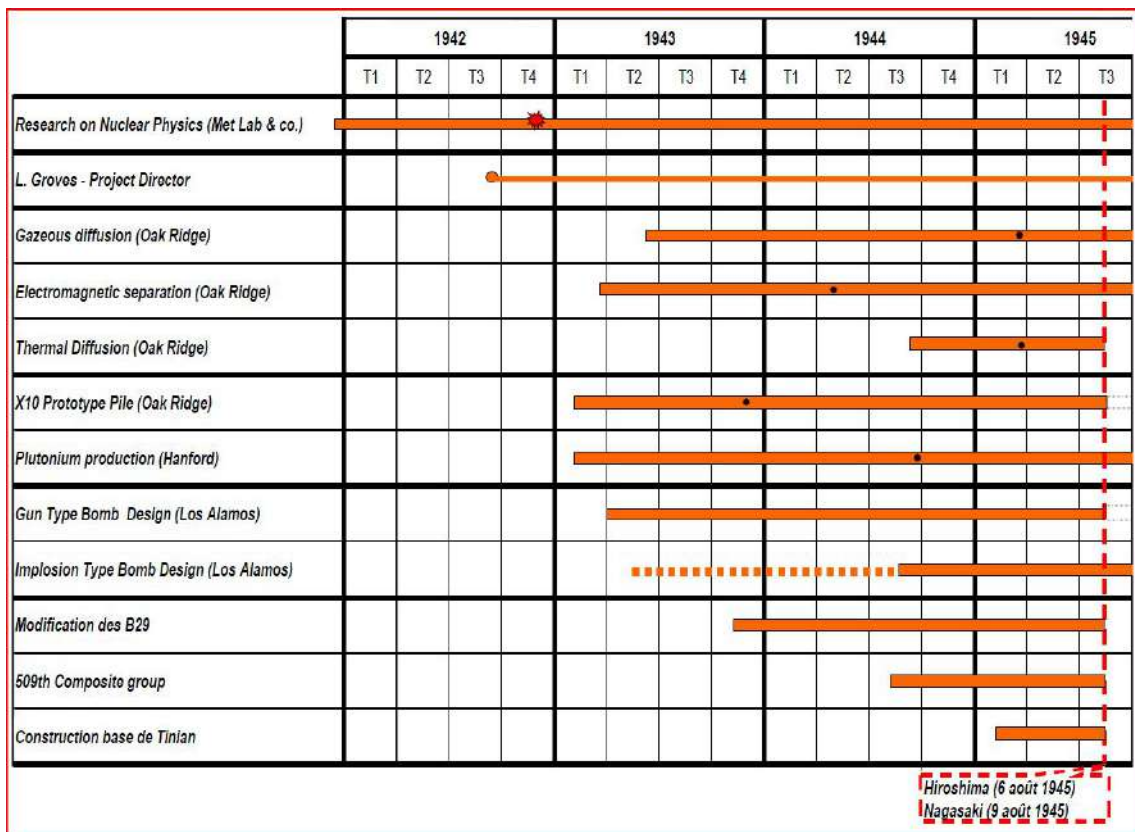
Questo è uno dei primi casi di applicazione del "concurrent engineering" in progetti di ricerca.

Ridurre i tempi di realizzazione del progetto è evidentemente il traguardo principale.

Quindi non ci si può concedere il lusso di attendere la conferma di una singola ipotesi prima di procedere al vaglio delle differenti alternative. Nella figura sottostante viene mostrato uno schema del progetto con i principali attori responsabili delle diverse mansioni.



Di seguito viene riportato schematizzato lo sviluppo delle diverse attività



A prima vista l'aspetto che colpisce maggiormente è la contemporaneità delle diverse attività:

- 1) Separazione dell'Uranio
- 2) Produzione del Plutonio
- 3) Progettazione della Bomba

Per la separazione dell'Uranio sono utilizzati 2 diversi metodi parallelamente, ed un terzo è aggiunto più tardi nel progetto (Settembre 1944).

Per la progettazione della Bomba I laboratori di Los Alamos esplorano contemporaneamente diversi metodi.

Prima si concentrano sulla progettazione dell'arma "gun" ma poi decidono di passare alla progettazione di quella ad implosione nel luglio del 1944.

Un gruppo, guidato da Teller, con un minor numero di risorse, incomincia anche a lavorare alla "Super" Arma termonucleare.

Le basi razionali di tale strategia sono chiare. Date delle incertezze tecniche e scientifiche non prevedibili, il perseguimento contemporaneo di diverse soluzioni può aumentare le probabilità di successo.

In realtà, nella primavera del 1944 nessuno dei metodi di arricchimento dell'Uranio ha raggiunto un tasso di crescita sufficiente e la progettazione dell'arma per la bomba non risulta idonea per il Plutonio, il quale mostra una maggiore velocità nella spontaneità del processo di fissione rispetto a quanto previsto.

Il progetto si arenato in un vicolo cieco.

Da una parte si ha un materiale adatto alla fissione (Plutonio) senza però un progetto della bomba.

Dall'altra c'è il progetto di una bomba ("The Gun") senza però un materiale idoneo per la fissione (Uranio 235).

La strategia parallela descritta precedentemente però consente di superare questa crisi.

Per la progettazione di materiali adatti alla fissione, una svolta decisiva avviene quando si scopre che un processo inizialmente abbandonato, la "thermal diffusion", può fornire dell'Uranio leggermente arricchito che a sua volta può alimentare i processi di diffusione gassosa ed elettromagnetica per un'ulteriore arricchimento. Questi processi paralleli sono combinati in un singolo processo composto, che alla fine (Marzo 1945) raggiunge la performance desiderata.

Per la progettazione dell'arma si utilizza per l'Uranio 235 il gun metod originariamnte pensato per il Plutonio della bomba Thin Man mai realizzata (pare...)

3.15 Soluzioni

In definitiva a Los Alamos alla fine vengono affrontati e risolti i 3 problemi principali:

- 1) determinazione delle proprietà di una massa critica di U235 nel brevissimo tempo intercorrente l'inizio della reazione a catena e l'esplosione. Per risolverlo il Prof. Robert F. Bacher, con la divisione fisica sperimentale di Wilson, utilizza gli acceleratori di particelle più evoluti e realizza strumenti di misura accuratissimi;
- 2) previsione sul comportamento della massa critica elaborando i dati sperimentali ottenuti (lavoro svolto dalla divisione fisica teorica di Hans Bethe).
- 3) progettazione delle bomba. Infatti la potenza e la stessa esplosione dipendono dalla rapidità di raggiungimento della massa critica e innesco della reazione a catena e quindi, moltissimo, dalla struttura nella quale i materiali fissili sono inseriti.

Dopo aver scartato varie ipotesi (colpo di artiglieria, posizionamento di una mina nucleare in porto nemico etc) si arriva a 2 soluzioni prima alternative poi perseguite parallelamente.

1) metodo della canna di cannone, rustico ed efficace ma adatto solo per l' U235, consistente nello sparo di un proiettile di X(non divulgabile) chilogrammi di U235 contro altri X(non divulgabile) chilogrammi di U235 ⁵³ bersaglio (ambedue contenuti in una canna di cannone) raggiungendo istantaneamente la massa critica con l'innesco della reazione a catena e la conseguente liberazione istantanea (esplosione) di energia

2) sistema ad implosione, adatto per il Plutonio (ideato da Seth Neddermeyer ma poi sviluppato da Von Neumann con le sue "lenti ad implosione). Già valutato ed inizialmente scartato per la complessità tecnica di realizzazione ed in particolare per il problema dell'asimmetria dell'onda esplosiva, che verrà risolto dal chimico George Kistiakowsky a capo dell'apposito gruppo solo a metà aprile del 1945. Evidenzio che il completamento dell' ingegnerizzazione sarà a metà marzo e dell'assemblaggio della bomba anzi di ambedue le bombe a luglio . Infatti fortunatamente un gruppo di scienziati ha continuato a lavorare al progetto di implosione come riserva. Quando diviene chiaro, nella primavera del 1944, che il Gun Approach non può funzionare con il plutonio, la progettazione di riserva diviene prioritaria. Tuttavia, nuove sfide debbono essere affrontate, in quanto l'implosione deve essere perfettamente simmetrica per dar vita alla reazione a catena. Questo nuovo aspetto richiede la conoscenza di un campo non prefigurato nel progetto: Le Idrodinamiche delle implosioni

Giunti ormai al 1945 arrivano finalmente i risultati: 2 sistemi di innesco della esplosione nucleare: il gun type per l'U235 e l'implosion type per il Plutonio ambedue teoricamente efficienti e tra loro alternativi. Mentre per il primo i calcoli danno un più

⁵³ Clayton K.S. Chun *Giappone 1945* Leg edizioni srl Gorizia 2015 pag 60 con appositamente dati errati

che sufficiente margine di affidabilità per il secondo la complessità dei calcoli e l'inesistenza di qualunque esperienza precedente portano alla necessità di un esperimento: il famoso Trinity Test.

3.16 Il Trinity Test

Il sistema ad implosione consiste nel far detonare contemporaneamente una serie di cariche di alto esplosivo modellato a forma di lente cioè in modo che le linee di forza dell'esplosione si concentrino sul nocciolo di plutonio rendendolo massa critica così da innescare o meglio mantenere autosostenuta ed improvvisa la reazione a catena innescata da un "iniziatore" tuttora coperto da segreto militare. La massa critica, la lunghezza e l'inclinazione della traiettoria delle linee di forza dell'esplosione convenzionale e poi dei neutroni sono calcolati infinite volte fino a giungere ad utilizzare il calcolo delle probabilità della roulette (il gioco d'azzardo basato unicamente sulla sorte) tanto da chiamarlo Metodo Montecarlo dall'omonimo famoso casinò. Alla fine si conviene che l'unico modo di avere una qualche certezza è provare l'ordigno. Si sceglie un posto ameno e di villeggiatura....per i serpenti ,gli scorpioni e le formiche rosse.. forse: Jonada del Muerto (Viaggio del Morto) 250 chilometri a sud di Los Alamos nell'Alamogordo Bomber and Gunnery Range (poligono di Alamogordo).

Al fine solo per tarare gli strumenti fin dal 7 maggio 1945 si fanno esplodere 100 tonnellate di esplosivo ad alto potenziale. Data l'impossibilità di ripetere il test tutto deve essere perfetto, quindi si usano ridondanti apparecchiature per la misurazione dell'onda d'urto, delle radiazioni, della intensità della luce e della temperatura utilizzando anche oltre cinquanta cineprese hollywoodiane con operatori reclutati anche

dal mondo del cinema. Dopo aver trasformato una landa desolata in un enorme laboratorio, la Bomba viene assemblata il 12 luglio e sistemata il 15 luglio su di traliccio metallico di 30 metri e mezzo. Serpeggia, insieme ai serpenti (contro i quali gli scienziati sono stati dotati di uno “Snake bite kit”), anche l’inconfessabile timore che l’esplosione faccia incendiare l’atmosfera per la fusione dei nuclei di azoto dell’aria. Infatti nei mesi precedenti Teller e Emil Konopinski (fisico ebreo polacco) hanno già immaginato questa eventualità e, nonostante le assicurazioni di Bethe, Segrè rimane in dubbio e, sembra, ci scappi anche una scommessapagabile solo nell’aldilà. Durante la notte, come nei migliori films fanta-horror scoppia anche una tempesta tanto da far temere una detonazione accidentale per qualche fulmine. Alle 5,30 del mattino del 16 luglio inizia l’Era Atomica. Il Trinity Test riesce pienamente sviluppando energia per 18.144 tonnellate di tritolo (secondo altri 18,6 chilotoni) il quadruplo del previsto, annientando tutto nel raggio di un chilometro e mezzo, vetrificando la sabbia che poi verrà chiamata “Trinitite” altrimenti detta Atomsite o Alamogordo Glass (vetro di Alamogordo) di cui sono in grado di esibire un frammento come portafortuna.

Fermi, che ha misurato speditamente la potenza dell’esplosione dallo spostamento di circa 2 metri di alcuni pezzetti di carta gettati in aria, è talmente concentrato da non ricordare di aver sentito il botto⁵⁴. Oppenheimer richiama la *Bhagavad Gita* (testo sacro induista) che recita “io sono diventato la morte che tutto rapisce, distruttrice di mondi”. Il Generale Groves, gongolante e sempre pratico, esclama “La guerra è finita. Uno o due di questi “così” e il Giappone è spacciato”. Churchill, quando gli dicono che “i bimbi sono nati in modo soddisfacente”, frase convenzionale per annunciare l’avvento

⁵⁴ Caffarelli R.V., *Enrico Fermi. Immagini e Documenti*, Edizioni Plus Università di Pisa, Pisa 2001.

dell'atomica, nella successiva riunione con Roosevelt, con il generale Marshall e l'ammiraglio Leahy, dirà di “essere entrati di colpo in possesso di un mezzo provvidenziale per abbreviare il macello” riferendosi alla paventata strage di 1 milione di americani e mezzo milione di inglesi in caso di attuazione del piano “Downfall” (invasione del Giappone) con le 2 operazioni “Olimpic “ e “Coronet”.

Alcuni si chiedono quale sia la ragione del nome “Trinity Test” che potrebbe sembrare anche blasfema. A mio avviso gli scienziati hanno fatto questa scelta perché:

- 1) hanno temuto di scatenare l'apocalisse in caso di “*Ignition of the Atmosphere with Nuclear Bombs*”⁵⁵;
- 2) si sono impossessati, come nuovi Prometeo, del segreto del fuoco degli Dei e dell'energia alla base della materia;
- 3) si sono resi conto di aver aperto il vaso di Pandora della Nuova Era che si chiamerà appunto “atomica”.

Nel frattempo però il 3 maggio 1945 la guerra in Europa è già finita. Ergo non c'è più una Germania nazista dove buttare la Bomba.

⁵⁵ Teller E., Konopisksi *Ignition of the Atmosphere with Nuclear Bombs* 1946 desecretato nel 1973 in <http://www.fas.org/sgp/othergov/doe/lanl/docs1/00329010.pdf> consultato in data 11 settembre 2017

CAPITOLO IV: IL DOTTOR STRANGELOVE

4.1 Ripensamenti e pentimenti

Gli scienziati, prima pronti ad un massacro di nazisti (rectius tedeschi, l'atomica non chiede la tessera di partito o le opinioni prima di vaporizzarti), iniziano ad avere scrupoli morali. Infatti Szilard, il suggeritore della famosa lettera all'origine di tutto, fin da marzo si rivolge nuovamente ad Einstein per una seconda lettera di presentazione con annesso memorandum (stilato da Szilard) per essere ricevuto da Roosevelt.

Ritiene, infatti, che “l'unico uomo con cui sicuramente siamo qualificati a comunicare è il Presidente”⁵⁶. Contatta anche la moglie del Presidente Eleanor che gli fissa un appuntamento per l'8 maggio, ma il 14 aprile Roosevelt muore. Allora tenta attraverso Tom Pendergast, un notevole di Kansas city conoscente di un giovane matematico Albert. Cahn, con il quale si recano nella città natale del nuovo presidente Truman spifferando abbastanza da ottenere per 3 giorni dopo un appuntamento alla casa Bianca. Lì giunto, insieme al vicedirettore del Metallurgical Laboratory e decano dell'Università di Chicago Walter Bartky e Harold Urey premio Nobel, senza aver incontrato Truman, li spediscono a Spartansburg in Carolina del Sud per parlare con James Byrnes. Il futuro segretario di Stato legge la lettera di affidavit di Einstein (“ho molta fiducia nel giudizio di Szilard”) e il memorandum. Questo consiste nella previsione di una corsa agli armamenti da parte russa in caso di esibizione o utilizzo dell'atomica, che “questa situazione può essere valutata solo da uomini che abbiano una conoscenza di prima

⁵⁶ Weart, Spencer R. e Szilard Weiss Gertrud, *Leo Szilard :His Version of the Fact* Mit Press 1978 pg 181

mano dei fatti pertinenti, cioè dal piccolo gruppo di scienziati che è impegnato attivamente in questo lavoro”⁵⁷ che si relazionerebbe con un sottocomitato del gabinetto del governo al quale dettare le loro proposte. In altre parole la famosa “cospirazione aperta” di H.G.Wells cioè una sorta di elitario governo ombra composto da scienziati. Logicamente incontrano una completa indifferenza alle amene proposte e solo le ire del Gen Groves per la violazione alla sicurezza ed il salto gerarchico. Nel frattempo, sempre presso il laboratorio di Chicago, vera fucina di pentiti dell’ultima ora, James Franck, premio Nobel e già professore a Gottinga, ed altri scienziati stilano anche loro una petizione contro l’uso della bomba, (poi chiamata “Rapporto Franck” e firmata e compilata anche dall’onnipresente Szilard). Propongono un’ esplosione dimostrativa in un deserto o in un territorio arido e richiamano il timore di una futura corsa agli armamenti atomici. Compton, direttore del laboratorio trasmette, esprimendo le sue riserve, il rapporto al Segretario alla guerra Stimson che lo sottoporrà a Truman senza nessun esito. Szilard a questo punto constatando che le motivazioni politiche non hanno successo si butta su quelle morali. Infatti fa girare e firmare di nascosto una petizione al presidente per impedire l’utilizzo dell’arma ottenendo in un prima stesura 53 firme poi divenute 68 degli scienziati del Laboratorio Metallurgico di Chicago non essendo riuscito a farla circolare anche a Los Alamos ed a Oak Ridge. La invia il 17 luglio 1945 senza, come al solito, ottenere nulla. Szilard sicuramente è un grande scienziato ma come cospiratore vale poco.

Molto più seriamente già dal 27 aprile 1945 a Los Alamos si forma un comitato misto militari (USAAF) e scienziati del Manhattan per la scelta dei possibili obiettivi (Targeting Committee) con l’intento di dimostrare la potenza dell’arma e indurre alla

⁵⁷ Rhodes R., *L’invenzione della bomba atomica*, Rizzoli Milano 1990 pg 699

resa gli indomabili Giapponesi. La prima osservazione è la necessità di usare le atomiche su zone urbane grandi non meno di 5 Km di diametro e non già danneggiate da bombardamenti convenzionali per poterne apprezzare gli effetti. Dopo aver analizzato 17 obiettivi ci si limita a 5 (Hiroshima, Yokohama, Kokura, Niigata Kyoto) poi a 3 (Kioto, Hiroshima e Niigata). La prima, già capitale, è ricca di arte e di industrie e monumenti di grande valore morale e religioso, la terza ha un grande porto militare e fiorenti industrie. Hiroshima è sede di fabbriche militari navali (Kanawajima) e metallurgiche, del Quartier Generale meridionale delle FF.AA.(dall'aprile 1945), il secondo dopo Tokio, del Quartier Generale dei Trasporti della Marina (dal 1942), della Divisione Trasporti e Commissariato (vestiario), del Centro di Addestramento del Genio militare, del Centro di quarantena di Ninoshima, di depositi d'armi ed infine anche di una delle sedi anche della famigerata Unità 731 di cui parlerò in seguito⁵⁸. In pratica il 10% della città è ad uso esclusivo militare.

Truman e Stimson eliminano Kyoto per l'altissimo significato religioso e artistico (assimilabile alla Città del Vaticano) inserendo il maggior centro di produzione di esplosivi del Giappone: Kokura per poi aggiungere ,a cura dello stato maggiore del Gen.Le May, Nagasaki dove sono le fabbriche Mitsubishi di armi, materiale elettrico e cantieri navali. In tutte le città non risultano presenze di prigionieri di guerra alleati. Invece ad Hiroshima ce ne saranno 23.

Il comitato valuta anche la possibilità di preavviso o di un'esplosione dimostrativa in una zona deserta o nella baia di Tokio che si sconsigliano per una serie di ragioni:

⁵⁸ Lamont Brown R., 2002 *Kempeitai Japan's Dreaded Military Police*, Sutton Publishing, Stroud (UK), 2002

- 1) asserita incapacità tecnica dei Giapponesi di poter misurare e comprendere l'evento (tesi Isidor Isaac Raby della Columbia University Premio Nobel 1944 per l'invenzione della risonanza magnetica nucleare);
- 2) eventuale fiasco con conseguente rafforzamento psicologico del nemico;
- 3) impossibilità di preannunciare un sito deserto in Giappone per il pericolo di concentramento di prigionieri di guerra⁵⁹;
- 4) inattendibilità di un sito neutrale che facilmente i Giapponesi avrebbero etichettato come una finzione in stile Hollywoodiano.
- 5) Comprensibile opposizione dei militari al preavviso dovendo non solo portare un siffatto carico ma volendo evitare di essere persino attesi da un comitato tutt'altro che di benvenuto. (sembra che fosse la tesi del Colonnello Tibbets ma non è certo).

Contemporaneamente, dopo che il 24 aprile il nuovo Presidente viene informato dell'esistenza del progetto atomico, il 9 maggio 1945 prende vita anche un altro Comitato presieduto da Stimson Segretario di Stato alla guerra (ministro della guerra), per decidere se usare la bomba. I componenti sono tutti civili, ripeto nessun militare,⁶⁰ ma 4 politici e 3 scienziati: Stimson, Harrison G.L. suo consigliere speciale, Byrnes J.F. (quello che incontra Szilard) consigliere speciale del Presidente, Bard F. sottosegretario alla Marina, Clayton W.L., vice segretario di Stato, Bush V. ,presidente del Carnegie Institute di Washington, Kompton K.T., rettore del MIT e Conant J.B. rettore di Harvard. A questi si aggiunge una commissione di supporto per gli aspetti tecnici di 4 fisici: Oppenheimer, Lawrence, Fermi e Compton che avrebbero anche fornito un parere

⁵⁹ Mc Cullough D., *Truman*, Simon and Schuster, New York 1992

⁶⁰ Paulin J.H. *America's decision To Drop the Atomic Bomb on Japan* Louisiana State University 2007

circa l'utilizzo e le modalità di uso della nuova arma contro il Giappone. Il 31 maggio e il 1 giugno c'è la riunione plenaria congiunta del comitato, della commissione scientifica e dei militari. Dopo l'esposizione dei previsti effetti della Bomba, la discussione verte di nuovo su come usarla e se dare un "preavviso dettagliato anticipato" o una "dimostrazione" su un'area deserta giapponese. La commissione scientifica, tenendo anche conto del "rapporto Frank", nell'affermare l'importanza di prevenire la guerra piuttosto che vietare le bombe così prosegue⁶¹:

"Le opinioni dei nostri colleghi in merito all'inizio dell'utilizzo di questa arma divergono: si va da un'idea di dimostrazione puramente tecnica fino ad una proposta di impiego bellico.....Noi propendiamo per quest'ultimo punto di vista, poiché non possiamo proporre una qualsiasi dimostrazione tecnica adatta ad avvicinare la fine della guerra, non vediamo alternative all'impegno bellico diretto". Concludono poi:" per quanto riguarda questi aspetti generali relativi all'uso dell'energia atomica, è chiaro che noi, come scienziati non abbiamo nessun diritto proprietario. E' vero che siamo tra i pochi cittadini che hanno avuto occasione di rivolgere un'attenta considerazione a questi problemi durante gli ultimi anni. Ciononostante non possiamo reclamare alcuna competenza specifica nel risolvere i problemi politici, sociali e militari ai quali noi tutti siamo posti di fronte dall'avvento della potenza atomica" Alla fine del secondo giorno la proposta del Comitato è di usare l'atomica prima possibile, senza preavviso e contro uno "stabilimento industriale di natura militare....circondato dalle case degli operai" cioè su di obiettivo che ne può fare apprezzare la forza.

⁶¹ Openheimer J.R., *Memorandum by J.R. Openheimer, Recommendations on the immediate Use of Nuclear Weapons giugno 1945*

Stimson gira la raccomandazione a Truman il 6 giugno che, sempre su suggerimento della Commissione, decide di rivelare la novità ai Russi durante la conferenza di Potsdam dal 17 luglio al 2 agosto. Prima però vuole essere sicuro che il “Gadget” funzioni. La notizia della riuscita del Trinity Test (16 luglio) giunge il 17 luglio con maggiori particolari il 21. Il 24 luglio ,dopo aver consultato Churchill che già dal 4 luglio ha approvato l’uso dell’atomica, Truman informa Stalin il quale, sapendo già quasi tutto grazie alle spie comuniste, non si dimostra sorpreso, rispondendo tranquillamente e felicemente che è felice di saperlo e che “si augurava che sarebbe stata usata in modo opportuno contro i giapponesi”.

Nel pomeriggio il Gen Groves a Washington stila l’ordine di bombardamento che trasmette a Marshall e a Stimson per l’approvazione.

Il 25 mattina viene inviato al Gen Spaatz C. (comandante delle forze aeree strategiche del Pacifico) con il seguente testo:” Il 509 Gruppo misto, 20 Forza Aerea, lancerà la sua prima bomba speciale appena il tempo permetterà il bombardamento a vista, dopo il 3 agosto 1945 su uno dei seguenti obiettivi: Hiroshima, Kokura, Niigata, Nagasaki.....” Seguito dal via libera definitivo di Truman che in data 31 luglio 1945 alle 7 e 48 del mattino Truman scrive di persona a Stimson :

“Suggerimento approvato, lanciare non appena pronti ma non prima del 2 agosto”⁶²

Il Gen Spaatz ha infatti richiesto un ordine scritto per usare l’atomica evidentemente temendo problemi o possibili “scaricabarile” a posteriori in caso di fallimento o di polemiche del dopo-bomba. Il via libera definitivo avviene dopo che il 26 luglio con l’ultimatum di Potsdam USA ,Gran Bretagna e Cina chiedono la resa incondizionata del

⁶² Mc Cullough D., *Truman*, Simon and Schuster, New York 1992 pg 448

Giappone dicendo di voler eliminare anche ”.....per sempre l'autorità e l'influsso di chi ha ingannato e sviato il popolo del Giappone inducendolo all'avventura della conquista mondiale.... Per il Giappone l'alternativa è la completa ed estrema distruzione“.

Il testo è ambiguo circa l'abolizione anche dell'istituto imperiale e su come il popolo giapponese potrà determinare la sua futura forma di governo. D'altro canto è bene evidenziare che gran parte dell'opinione pubblica americana ritiene direttamente responsabile della guerra nel Pacifico l'imperatore Hirohito. Questo risulta da un sondaggio a mezzo interviste del maggio 1945 dove il 33% chiede l'immediata esecuzione capitale dell'Imperatore, 17% di sottoporlo ad un processo come criminale di guerra, 9% di esiliarlo fuori dal Giappone, 1% di prenderlo prigioniero ed esibirlo⁶³. Dal Giappone, al quale il testo è stato trasmesso alle 7 ore di Tokio del 27 luglio, non giunge alcuna risposta formale.

Solo il pomeriggio del 28 luglio il primo ministro giapponese Barone Kantaro Suzuki dice testualmente: “Ritengo che la dichiarazione congiunta dei tre paesi non sia che una rifrittura di quella del Cairo. Per parte sua il governo non vi trova alcun valore importante e non v'è altra soluzione che *MOKUSATSU* (Trad. “ignorare. totalmente” ma anche e in alternativa “trattare con silenzioso disprezzo”) la dichiarazione e combattere risolutamente per la conclusione vittoriosa della guerra .

Nel frattempo il 26 luglio giunge a Tinian da San Francisco l'incrociatore pesante Indianapolis con il cannone ed il proiettile di U235 per Little Boy mentre entro il 2 agosto cinque C54 “Dakota:” da trasporto arrivano dalla base aerea di Kirtland Field

⁶³ Agnoli P., *Hiroshima e il nostro senso morale* Guerini Associati Milano 2012 pag 143

(Albuquerque New Mexico) con i 3 pezzi del bersaglio di Little Boy ,con l'inziatore e il nocciolo di plutonio di "Fat man".

4.2 Little Boy

Little Boy è una bomba a caduta lunga 3 metri e 20 centimetri centimetri (altre fonti 305 centimetri), larga al punto massimo 74 centimetri (altre fonti 71 cm.)del peso di 4.550 chilogrammi (altre fonti 4.200 kg.). È del tipo "a cannone". Somiglia ad un "bidone della spazzatura allungato e con le pinne" dice Jacob Beser (l'ufficiale alle contromisure elettroniche dell'equipaggio dell'Enola Gay)⁶⁴.

Infatti è un cilindro corazzato di opaco acciaio brunito e muso leggermente arrotondato con alcuni "tappi verdi" da sostituire con "tappi rossi" che attivano alcun batterie interne (pare che uno di questi sia stato venduto su Ebay). Dotato di un triplice innesco a spoletta connesso a 4 unità radar tra loro collegate chiamate Archibaldi evoluzione di un allarme di coda per aerei. Quando due di questi, rivolti verso terra, danno la stessa indicazione chiudono un relè ad un'altezza determinata. Questo invia un segnale che transita in un banco (serie) di interruttori ad orologeria, avviati da fili armatori strappati all'atto del lancio della Bomba, (per evitare che segnali riflessi dall'aereo possano ingannare i radar), quindi, attraverso l'interruttore barometrico tarato a non meno di 2.200 metri⁶⁵, giunge agli inneschi esplosivi di cordite. Questi sparano da un capo della

⁶⁴ Gordon T. e Witts M.M., *Enola Gay*, Stein and Day 1977 pg 216

⁶⁵ Hawkins D., *Manhattan District History, Project Y, The Los Alamos Project*, vol I Los Alamos Scientific Laboratory 1947. pg 225 e seguenti

canna di cannone il proiettile di U235 verso il bersaglio di altro U235 dall'altro capo. Si forma repentinamente una massa supercritica di XX chilogrammi (in merito le fonti divergono da 50 a 64 chilogrammi circa) che innesca la reazione a catena e l'esplosione.

4.3 Fat Man

Fat Man è invece una bomba ad implosione. Lunga 325 centimetri e larga 152,5 centimetri pesante 4550 chili, viene armata "dall'unità X" un banco (serie) di condensatori ad alta tensione alimentati da batterie a loro volta attivate con la sostituzione di tappi rossi ai verdi.

I condensatori caricati dalle batterie, al segnale previsto, scaricano tutta l'energia contemporaneamente su tutti i 32 detonatori vaporizzando i fili annegati nei blocchi di esplosivo veloce. L'esplosivo è modellato in blocchi a piramide tronca grandi come batterie di automobile che, assemblati con la base minore al centro, formano una sfera "di lenti implosive". Infatti ogni blocco di 22 chili è composto da esplosivo veloce, la "Composizione B" (TNT fuso e polvere cristallina di RDX più potente del 40%), con all'interno un elemento lento, il Baratol, (nitrato di bario e alluminio umettati con Tnt, acido stearossiacetico e nitrocellulosa), orientato verso l'interno del blocco. Le 32 onde di detonazione sferiche si fondono e rallentano, per la combustione più lenta, mutando il fronte da convesso a concavo trasformandosi così un'onda sferica verso l'interno. Questa, attraversando un secondo strato di esplosivo veloce, riprende velocità per

combaciare con una sfera di denso Uranio naturale (Uranio 238 non 235) che ne smussa le irregolarità e la trasforma in un'onda d'urto⁶⁶, per giungere all'interno della sfera di U238 dove comprime il nocciolo di plutonio Pu 239, grande come un arancia. Questo consiste in 2 emisferi rivestiti di nichel combacianti con massa complessiva inferiore alla critica (5 kg. in un involucro pesante ...la mia è un'ipotesi) le cui facce piane sono dorate per correggere piccole imperfezioni. La strizzata porta ad una densità almeno doppia il Plutonio ottenendo una massa supercritica grande come un globo oculare ed investe, nella sua corsa verso il centro, l'Iniziatore contenuto in una cavità centrale delle dimensioni di una noce.

L' "Iniziatore", il cui disegno è ancora un segreto, è come una noce composta da Polonio (precisamente l'isotopo PO 210) avvolto in un foglietto metallico a sua volta contenuto in gusci concentrici di argenteo Berillio bucherellato come una pallina da Golf⁶⁷. L'onda implosiva, turbinando tra le irregolarità del Berillio lo mescola al Polonio le cui particelle alfa liberano dal Berillio in un decimilionesimo di secondo 9 o 10 neutroni che innescano la reazione a catena della fissione nucleare nella massa supercritica di Plutonio. In milionesimi di secondo si genera energia per decine di milioni di gradi di calore e milioni di chilogrammi di pressione oltre alle radiazioni letali.

A questo proposito si evidenzia che ambedue le bombe saranno fatte detonare molto sopra le città anche per ridurre ,per quanto possibile, la contaminazione radioattiva immediata che però per il "fallout" (ricaduta di materiali radioattivi) sarà comunque estesa.

⁶⁶ Rhodes R., The making of the atomic bomb, edizioni Simon & Schuster, New York 1986 pg. 269

⁶⁷ Rhodes R., The making of the atomic bomb, edizioni Simon & Schuster, New York 1986 pg. 663

4.4 Hiroshima

A Tinian ,un'isola lunga 19 km e con un area di 60km quadrati trasformata in un aeroporto dai” Seebees” (lett. Api del mare) cioè dai genieri della US-NAVY, fin dal 26 aprile si addestra in una area riservata il 509th composite group del 315th stormo bombardieri della 20th air force. Questo reparto, attivato il 17 dicembre 1944, si compone di un unico Squadron da bombardamento (il 393th) di 10 poi 15 bombardieri strategici quadrimotori B29 “Superfortress” più i supporti logistici e tecnici . In termini italiani è definibile come un Gruppo autonomo di formazione da bombardamento a lungo raggio. Già forte di precedenti periodi di addestramento a Wendover (dove bombardano il lago salato di Salton Sea nella California del sud) e a Batista a Cuba , a Tinian si addestrano con missioni convenzionali sul Giappone gettando 49 “zucche”, bombe convenzionali, simulacri delle vere bombe atomiche uguali per peso forma e colori su 28 città diverse dalle 4 prescelte. Le modalità di lancio sono da 10.000 metri e a vista. Infatti il sistema di puntamento a guida radar non è perfezionato e presenta larghissimi margini di imprecisione (solo il 2% dei lanci a guida radar da 10.000 metri su un bersaglio di 300 metri di raggio vanno a segno mentre con i lanci a vista si oscilla dal 20% al 50%).

Il 30 giugno un B29 del 509th gruppo, alla ricerca di un obiettivo secondario, sgancia “motu proprio” una “zucca” da 4.540 kg sul palazzo imperiale ma fortunatamente sbaglia il tiro. Se fosse andato a segno con la morte dell’Imperatore probabilmente nemmeno le atomiche avrebbero domato il Sol Levante. Il 31 luglio Little Boy è pronta a cura del 1th Ordnance squadron del 509th e il 1th Technical Services Detachment del dipartimento della Guerra. Fat Man è pronta il 2 agosto. Intanto a mezzanotte tra il 29 e il 30 luglio l’Indianapolis, recandosi a Leyte nelle Filippine senza scorta, viene silurato

con 6 siluri dal sottomarino giapponese I-58 comandato da Mochistura Hashimoto. Dopo l'affondamento dai tardivi soccorsi (84 ore dopo) saranno recuperati solo 318 naufraghi su 1.196 uomini di equipaggio con la perdita di circa 800 marinai di cui molti morti per sete, affogati o sbranati dagli squali.

Il 3 agosto il Tenente Generale Twining, comandante del XXI Bomber Command (dal quale dipende il 509th gruppo), firma il Field order (trad.ordine di missione) no.13 con il definitivo ordine di bombardamento di Hiroshima.

Il 5 agosto il Gen LeMay, capo di stato maggiore del Gen Spaatz, con l'ordine d'operazioni nr 35 ne dà esecutività per il giorno seguente.

Il 6 agosto tre B 29 da ricognizione metereologica sono su Kokura (B29 *Jabbit III* pilotato dal maggiore John Wilson), su Nahasaki (B29 *Full House* al comando il maggiore Ralph Taylor) e su Hiroshima (B29 *Straight Flush* capitano Claude Eatherly, quello della “zucca” sul palazzo imperiale) mentre ad Iwo Jima è pronto il B29 *Top Secret* del Capitano Charles McKnight.

Alle 2,45 ora di Tinian il B29 *Enola Gay* nr 82 comandato dal Tcol Paul W. Tibbets, decolla incontrandosi alle 5,55 con il B29 *The Great Artiste*, con a bordo strumentazione scientifica comandato dal maggiore Sweeney e con il B29 nr 91, poi denominato *Necessary Evil* ricognitore fotografico comandato dal George W. Marquard.

Alle 7,30 il Sottotenente Morris Jeppson, assistente ufficiale all'armamento, sostituisce gli spinotti verdi con quelli rossi e il Capitano di Vascello della Us Navy William “Deak” Parsons, ufficiale all'armamento e responsabile della bomba, comunica che Little Boy è operativa.

Alle 8,51 lo *Straight Flush* comunica che la copertura nuvolosa è inferiore al 30% , per Hiroshima la sorte è segnata.

Alle 9.15 ora di Tinian 8.15 e 17 secondi ora di Hiroshima del 6 agosto 1945 dall'*Enola Gay*, alla velocità di 528 Km orari e dall'altezza di 9460 metri (o da 9630 secondo altre fonti), il maggiore Thomas V. Ferebee di 24 anni, utilizzando la segretissima nuova punteria Norden collegata con il pilota automatico dell'aereo, individua l'obiettivo e sgancia il primo ordigno atomico della storia.

Subito dopo lo sgancio tutti gli aviatori indossano i nuovi occhiali Polaroid per proteggersi dal lampo accecante, l'*Enola Gay* vira di 155 gradi a destra seguito ad un chilometro e mezzo dietro dal *Great Artist* che, sganciate tre sonde con apparecchi scientifici paracadutate, gira di 155 gradi a sinistra, mentre il *Necessary Evil* curva a destra di soli 90 gradi per fotografare.

Allo scoppio sono a circa 10 chilometri di distanza. Gli ultimi 2 faranno 3 orbite intorno alla città a 18 chilometri di distanza alla quota di 8850 metri.

"Little Boy" esplode dopo 43 secondi, alle 8.16 e 2 secondi ora di Hiroshima 9.16 e 2 secondi ora di Tinian, all'altezza di 575 (o 576) metri con una potenza pari 12.500 tonnellate di tritolo (12,5 kilotoni) sopra l'ospedale chirurgico Shima a circa 250 (170 secondo altre fonti) metri dal ponte Aioi alla confluenza dei fiumi Ota e Motoyasu al centro di Hiroshima.

L'Era Atomica è cominciata. Un lampo di luce bianca azzurrognola "10 volte più forte del sole" diviene in 0,1 millisecondi una palla di fuoco di 30 metri di diametro raggiungendo in un secondo 300.000 gradi celsius. Ne segue un assordante rombo di tuono che farà chiamare la Bomba "*Pika-don*" (lampo-tuono).

A terra nell'area intorno all'esplosione la temperatura raggiunge 1 milione di gradi celsius vaporizzando o calcificando qualsiasi essere vivente.

Circa 30 secondi dopo si innesca una devastante tempesta di fuoco che si trasforma in una sorta di tornado di fiamme. Tutto intorno le 2 onde d'urto (originaria e di riflesso)

di circa 800 km orari spianano qualunque artefatto non in cemento armato. Stime della polizia di Hiroshima indicano in un primo momento 71.379 morti (di cui identificati 61.443 i cui nomi sono sul cenotafio), 68.023 feriti di cui 19.691 gravi. Una stima successiva del 10 agosto 1946 porta a 118.661 vittime e 3.677 dispersi, 30.524 feriti gravi e 48.606 feriti, per così dire, leggeri. Dopo 6-10 minuti dall'esplosione una nube radioattiva a forma di fungo raggiunge i 16.700 metri per giungere ai 18.300 al ventesimo minuto iniziando a precipitare al suolo sotto forma di letale pioggia nera che dura circa un'ora. Solo l'11 agosto gli analisti del XXI Bomber Command saranno in grado di presentare un rapporto in quanto i 2 B29 fotografici (chiamati F 13) ed il B29 con apparati radio in grado di ricevere dati da altre sonde paracadutate "all'inferno" riescono con grande difficoltà a fare fotografie aeree del terreno per la mancanza di visibilità. Comunque il centro della città è completamente devastato, su 11 km quadrati intorno al punto zero o Ground zero (il punto esattamente perpendicolare sotto l'esplosione) 6,5 km quadrati (pari a circa il 60% dell'area urbana) sono rasi al suolo come il 75% dei 90.000 edifici. Un Comando divisionale totalmente distrutto, un deposito viveri al 25% ed altre infrastrutture militari sono danneggiate ma, ironia della sorte, solo il 26% dei più grandi impianti industriali. Infatti sopravvivono gran parte degli operai e impiegati a quell'ora già a lavoro e le fabbriche sono ancora in grado di lavorare⁶⁸. Purtroppo il 20% dei caduti sono scolaretti. Nel massacro muoiono anche alcuni prigionieri di guerra alleati.

Il col. Tibbets al suo ritorno trova il gen. Spaatz che lo decora della Distinguished Service Cross mentre il resto dell'equipaggio con Distinguished Flying cross.

⁶⁸ Bauer E. *Storia controversa della seconda guerra mondiale*, vol 8 pag 256, Istituto Geografico De Agostini Novara 1976.

Truman viene informato mentre sull'incrociatore Augusta torna da Potsdam.

L'indomani parla alla nazione ed al mondo annunciando l'avvenuto utilizzo della prima atomica, precisando che se il Giappone non accetta la dichiarazione di Potsdam arrendendosi senza condizioni, "poteva aspettarsi una pioggia di distruzione dal cielo quale non si era mai vista sulla Terra"⁶⁹. Infatti la seconda bomba (Fat man al plutonio) è già pronta mentre una terza, da buttare secondo LeMay, Spaatz e Twining su Tokyo, lo sarà entro il 24 agosto.

I Giapponesi intuiscono cosa ha distrutto Hiroshima ,tant'è che inviano il prof Yoshio Nishina ,eminente fisico studente di Bohr scopritore dell'effetto Klein-Nishina sullo scattering tra fotoni ed elettroni, avendone subito l'amara conferma con la precisazione dell'inesistenza di contromisure di difesa salvo abbattere senza eccezione "tutti gli aerei nemici che sorvolano il Giappone".

Il ministro degli esteri Togo pensa che è giunto il tempo della resa diversamente dall'ammiraglio Toyoda, capo dello stato maggiore della Marina,⁷⁰ che, ritenendo che la Bomba sia l'unica prodotta, vuole continuare a combattere. Anche il gen. Hata, Comandante della 2 Armata il cui quartier generale è stato annientato, responsabile della difesa dell'isola di Kyushu (la parte meridionale del Giappone), pensa che tutto sommato non è stata così devastante..... Non possono sapere che Fat Man è pronta, un'altra in produzione per il 24 agosto, altre 3 per settembre (di cui la prima il 3 settembre), altre 3 per ottobre e 3 per novembre (di cui l'ultima per il 7 dicembre)⁷¹ probabilmente a nocciolo misto (U235 e Plutonio così da sfruttare ambedue i siti di

⁶⁹ Clayton K.S. Chun Giappone 1945 Leg edizioni srl Gorizia 2015

⁷⁰ Frank R.B., Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire, Random House, New York 1999

⁷¹ "memorandum from Major General L:r: Groves to Chief of Staff Juli 30, 1945 su [http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB162/45 .pdf](http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB162/45.pdf) consultato il 18 settembre 2017

produzione). Tutte queste sono fin da subito trasportabili da 15 B29 già appositamente modificati. Ce n'è abbastanza per un deserto atomico. L'Imperatore al corrente di tutto "sopraffatto dal dolore" l'8 agosto incarica Togo Shigenori e il primo ministro Suzuki di convincere il governo per un voto unanime per la resa.

Contrari sono il ministro della guerra Anami Korechika, il capo di Stato maggiore dell'esercito Gen Umezu Yoshijiro che non⁷² si illudono circa la vittoria ma spingono per condizioni più favorevoli di resa. Oltre che per il mantenimento della figura dell'Imperatore, spingono anche per la smobilitazione delle forze armate solo fuori dei confini nazionali, per tribunali giapponesi per i criminali di guerra, e per nessuna occupazione da parte delle forze alleate dell'arcipelago giapponese. Praticamente chiedono quasi il "pari e patta" nella convinzione che gli americani hanno "finito" le atomiche e che comunque i 6.300.000 uomini ancora in armi (di cui 2.300.000 soldati e 4.000.000 di paramilitari) avrebbero procurato perdite inaccettabili agli alleati se costretti, nonostante le atomiche, ad invadere il Giappone.

Nello stesso 8 agosto 419 B29 con un attacco diurno bombardano gli stabilimenti aeronautici della Nakajima a Musashino sganciando anche 5 "zucche".

Oltre le bombe si iniziano a lanciare anche 6 milioni di volantini in giapponese su 47 città con più di 100.000 abitanti. Il testo, che viene anche letto ogni 15 minuti da Radio Saipan, dando notizia del bombardamento atomico di Hiroshima, chiede al popolo giapponese di "pregare l'Imperatore di mettere fine alla guerra" altrimenti "impiegheremo risolutamente questa bomba e le nostre altre armi superiori"⁷³.

⁷² Jungk R., Gli apprendisti stregoni, Einaudi Torino 1958

⁷³ J.F.Moynahan a L.R. Groves, 23 maggio 1946 MED 314.7 Storia

Alcuni di questi volantini arrivarono a Nagasaki solo il 10 agosto.

A tutto questo si aggiunge la dichiarazione di guerra dell'UR.S.S.. al Giappone (8 agosto) e l'inizio dell'offensiva della Armata Rossa (9 agosto), forte di circa 4700 carri armati e 1850 cannoni semoventi, su tre fronti (Gruppi di Armate):

- 1) Fronte del Trans Baikal con 654.040 uomini e mezzi
- 2) I Fronte dell'Estremo oriente , 586.589 militari perfettamente equipaggiati,
- 3) II Fronte dell'Estremo Oriente, 337.096.

A tutto questo si possono contrapporre solo 713.000 uomini dell'Armata del Kwantung con 1.155 carri armati obsoleti, e al massimo 50 aerei.

Con queste premesse è facile prevedere la caduta in mano russa di tutta l'Asia nord-orientale, Sakhalin, le isole Curili e pure Hokkaido.

4.5 Nagasaki

In assenza di qualsiasi comunicazione il 9 agosto, mentre 165 bombardieri colpiscono il porto di Amagasaki, tra Kobe ed Osaka, e l'area di Tokyo a scopi diversivi, viene data esecuzione alla Special Mission nr. 19: il secondo bombardamento atomico con obiettivo primario Kokura e secondario Nagasaki. Kokura è sede di un arsenale, delle principali fabbriche di armi automatiche, di acciaierie e cantieri navali, a Nagasaki insistono cantieri navali e 4 stabilimenti Mitsubishi che assemblano armi i cui componenti per il 96% sono prodotti da una miriade di piccole officine decentrate di una decina di operai ciascuna.

Nagasaki , bombardata solo 5 volte, è quasi intatta.

Comandante della missione è il maggiore Sweeney pilota del B29 *Bockcar* o *Bock's Car* (trad. auto di Bock) dal nome del suo abituale comandante il Capitano Frederick C. Bock per l'occasione pilota del *Great Artiste* che insieme al *Full House* sono i 2 B29 scientifici e fotografici.

La bomba viene armata (tranne i c.d. "tappi verdi") già prima del decollo, dopo aver risolto "irritualmente" il problema di un cavo montato al contrario tra i 4 radar di coda della bomba e l'unità di accensione grazie al Guardiamarina Bernard O'Keefe. Ironia della storia, da studente 6 anni prima il 25 gennaio 1939 ha assistito alla conferenza alla George Washington University in cui Niels Bohr ha annunciato la scoperta della fissione.⁷⁴

Alle 3.47 (o 3.49 secondo altre fonti) del 9 agosto 1945 ora di Tinian inizia la seconda missione atomica della storia.

Dopo 10 minuti il Capitano di vascello Frederick Ashworth (U.S. Navy) ufficiale all'armamento sostituisce gli spinotti verdi con i rossi ...l'arma deve solo essere sganciata.

Mentre i forti venti incontrati rallentano l'aereo, un indicatore avvisa che una spoletta elettronica di Fatman si è chiusa per il cablaggio montato al contrario di un interruttore.

Non è finita, al punto di riunione con i B29 fotografico-scientifici si presenta con 20 minuti di ritardo solo il Great Artist, il Full House si è perso e sta aspettando più a sud.

Dopo un' inutile attesa di 45-50 minuti sull'isola di Yakushima, il Bockscar si avvia verso Kokura coperta per il 30% da nubi dove giunge alle 10.44 trovandola però coperta da nebbia e dal fumo proveniente da una città limitrofa bombardata.

⁷⁴ .O'Keefe B. J. Nuclear hostages, Houghton Mifflin 1972 pg97

Il puntatore Capitano Raymond “kermit” Beahan non riesce a localizzare il punto di mira. Nei 45 minuti successivi si fanno 3 passaggi o corse d’attacco. Le ultime due sotto il fuoco della contraerea e l’avvicinarsi di caccia intercettori giapponesi. Non solo, la valvola del serbatoio di riserva nel vano bombe anteriore è guasta rendendo inutilizzabili 2.270 litri di carburante.

A questo punto Sweeney opta per Nagasaky dove arriva alle 11,50.

La città è coperta da nubi tanto che per individuarla si ricorre al radar e all’inizio dell’unica possibile corsa di attacco, contrariamente agli ordini, l’ufficiale all’armamento autorizza lo sgancio a guida radar.

Un improvviso squarcio nelle nubi consente di identificare come punto di mira il complesso Mitzubishi di produzione di armi e acciaio sul fiume Urakami a nord del centro a circa 2,6 chilometri dal porto.

Dal B29 Bockcar, che vola a 8.534 metri di quota ,alla velocità dell’aria di 370 km orari, alle 11,58 o alle 12,01 (disaccordo fra le fonti) ora di Tinian del 9 agosto 1945 il puntatore Capitano Raymond “kermit” Beahan sgancia Fat Man con procedura a vista. La Bomba dopo 50 secondi alle 11,02 ora di Nagasaky (12,01 ora di Tinian)esplode a meno di 500 metri (probabilmente 340 metri) di altezza mancando di 500 metri l’obiettivo mirato e di 4800 metri il designato cioè il centro di Nagasaky.

Effettuata la ormai consueta virata di 155 gradi, a destra il Bockscar e a sinistra il Great Artiste, gli aerei fanno una sola orbita intorno alla città alla distanza di 18 chilometri per poi dirigersi alle 12,05 ed atterrare in emergenza sulla pista Yontan Field di Okinawa alle 15 (ora di Tinian) con soli 26 (ventisei) litri di carburante. Alle 23,39 ,riforniti di carburante, arrivano alla base di Tinian.

L’esplosione di Fat Man, più potente e complessa di Little Boy, sviluppa una potenza di 22 Chilotoni (a fronte dei 15 di Little Boy) con 5 onde d’urto (1 originaria e le altre

riflesse anche dalle colline).La palla di fuoco seguita all'esplosione viene deformata e contenuta in un area relativamente ristretta dalle colline senza che si sviluppi, diversamente da Hiroshima, la successiva tempesta di fuoco. L'ormai classico fungo atomico in 30 secondi raggiunge quota 4.570 per arrivare a 10.670 dopo 1 minuto.

Segue il nero manto funebre della pioggia nera. La zona maggiormente distrutta è larga 3,7 km e lunga 3,1 km con un'area complessiva di “soli” 2,3 chilometri quadrati a fronte dei 6,2 chilometri quadrati di Hiroshima ma con un maggior livello di distruzione. Il 68,3 % delle capacità produttive, (tolto il porto non coinvolto), è andato in fumo ma la ferrovia è incredibilmente ancora efficiente. La vallata del fiume Urakami ha protetto la parte centrale della città con il 30% della popolazione coinvolta a fronte del 60% del primo bombardamento atomico. Le perdite ammontano in un primo momento a 23.753 morti, 1927 dispersi e 23.345 feriti poi divenuti (nel giugno 1946) 39.000 morti e 25.000 feriti. Nel 1947 negli Usa si arriverà a contare 45.000 morti e tra 50.000 e 60.000 feriti. Considerando le morti successive negli anni secondo alcuni si arriva a 70.000 morti ⁷⁵e 140.000 feriti nei cinque anni successivi tra cui 8 prigionieri inglesi ed alcuni sopravvissuti ad Hiroshima.

Oltre a Fat Man sono state sganciate tre sonde paracadutate con all'interno anche un messaggio al Prof. Ryokichi Sagane fisico nucleare dell'Università Imperiale di Tokyo che ha studiato a Berkeley per informarlo del pericolo di prosecuzione dei bombardamenti atomici ad oltranza acciocché faccia ragionare i governanti giapponesi. Tirando le somme: a fronte di 219.410 sopravvissuti “hibakusha” (trad esposti alla bomba) ufficialmente riconosciuti dal governo giapponese al 31 marzo 2011 su

⁷⁵ Dover J., *Culture of War*, Norton, New York 2010

Wikipedia consultata il 20 settembre 2016 la conta delle perdite oscilla da 150.000 (90.000 Hiroshima e 60.000 Nagasaki) a 246.000 (166.000 Hiroscima e 80.000 Nagasaki). Sicuramente quella che è anche morta è la nozione di guerra fino ad allora concepita e la verginità e l'irresponsabilità degli scienziati ora divenuti "distruttori di mondi". Come la potenza delle atomiche si misurerà in chilotoni e poi in megatoni, la previsione delle vittime delle future guerre non sarà più in decine o in "poche centinaia di migliaia di morti" per sedersi "al tavolo della pace" ma in centinaia di milioni di morti senza più alcuna distinzione tra militari e civili per rimanere in piedi in un deserto atomico.

Il 9 agosto il Primo ministro Suzuki tenta di ottenere il voto unanime del governo per la resa incondizionata trovando l'opposizione del ministro della guerra generale Anami KorechiKa, del capo di Stato maggiore dell'esercito generale Umezu Yoshijiro, del capo di Stato maggiore della marina Ammiraglio Toyoda Soemu, del ministro della giustizia Hiromasa, del ministro degli Interni Toji, del ministro della salute Tadahiko, a favore il ministro degli esteri Togo e il ministro della Marina Ammiraglio Yonai Mitsumasa. A nulla valgono gli ammonimenti del Ministro dell'agricoltura Abe Genky circa il possibile crollo della stessa struttura della società giapponese per la carestia dovuta ai bombardamenti, al blocco navale e al raccolto di riso che sarà il più scarso degli ultimi 15 anni. Giunta anche la notizia di Nagasaki, nella notte alle 02,00 del 10 agosto il Primo Ministro eccezionalmente si rivolge direttamente all'Imperatore senza guardarlo negli occhi dicendo:

"La vostra decisione imperiale è richiesta per decidere quale proposta adottare ora, quella del ministro degli esteri (resa incondizionata con mantenimento dell' istituzione imperiale) o quella con le 4 condizioni" (mantenimento della figura imperiale, auto smobilitazione delle forze armate giapponesi fuori del territorio nazionale, tribunali

militari giapponesi per crimini di guerra, non occupazione del territorio nazionale da parte delle forze alleateil pari e patta). Hirohito risponde:

“È arrivato il momento di accettare l’obbligo di sostenere l’insostenibile....ingoio le mie stesse lacrime e autorizzo la proposta di accettare la proclamazione degli alleati sulla base di quanto descritto dal ministro degli Esteri “⁷⁶.

Il voto successivo è unanime. Alle 7,00 del 10 agosto il governo Giapponese comunica attraverso intermediari svizzeri e svedesi di accettare Potsdam con la sola condizione del mantenimento di Hirohito come imperatore. Truman, temendo anche per la sorte di 168.500 prigionieri alleati in mano giapponese, invia la risposta da Washington alle 1,00 del 12 agosto con una trasmissione radio e attraverso la Svizzera. Il testo ambigualmente recita:

“Dal momento della resa l’autorità dell’imperatore e del governo giapponese di reggere lo stato sarà soggetta al comandante supremo delle potenze alleate che avrebbe affrontato, come avrebbe ritenuto giusto, le fasi necessarie per completare i termini della resa... All’Imperatore e all’alto comando giapponese si richiederà di sottoscrivere i termini della resa....La forma ultima di governo sarà stabilita, in accordo con la dichiarazione di Potsdam, dalla volontà liberamente espressa del popolo giapponese”⁷⁷

Il 12 agosto l’Imperatore pressato a rinnegare la posizione favorevole alla resa convoca la famiglia imperiale per avere l’appoggio dei principi di sangue.

⁷⁶ Paulin J.H. *America’s decision To Drop the Atomic Bomb on Japan* Louisiana State University 2007 pg 62

⁷⁷ Feis H. *The Atomic Bomb at the end of World War II* Princeton University Press 1966

Il 13 agosto sera il vicecapo di Stato Maggiore della marina giapponese gen Onishi(l'inventore della campagna di Kamikaze) propone "un piano per una vittoria sicura" a costo di "sacrificare 20.000.000 (venti milioni sic)in un attacco (suicida) speciale"⁷⁸

Alle 20 del 13 agosto ad Anami viene richiesta, senza avere riscontro, l'approvazione di un piano per un colpo di stato per proseguire la guerra

Il 14 un bombardamento di volantini informa i giapponesi della risposta americana invitandoli a lasciare le aree industriali e illustrando i dettagli della proposta di pace. Un volantino di questi viene recapitato dall'Alto Custode del Sigillo Privato Kido personalmente all'Imperatore.

4.6 La resa

Il Monarca indice per le 11 una riunione dei ministri e dei suoi consiglieri nel rifugio antiaereo imperiale ed annunzia di considerare "accettabile" la risposta alleata ed "una prova delle intenzioni pacifiche ed amichevoli del nemico " aggiungendo: "Non posso sopportare il pensiero di lasciar soffrire ancora il mio popolo. Un proseguimento della guerra porterebbe la morte a decine e forse a centinaia di migliaia di persone..L'intera nazione sarebbe ridotta in cenere". L'Imperatore ordina di preparare un rescritto imperiale (un editto ufficiale) che lui stesso avrebbe trasmesso via radio personalmente alla Nazione. Nel frattempo, in attesa della risposta nipponica, il 14 agosto mattina viene lanciato il più grande attacco aereo convenzionale della guerra con oltre 1000

⁷⁸ Toland J., *The Rising Sun: The Decline and Fall of the Japanese Empire 1936-1945*, Modern Library, New York 2003

aerei di cui 833 B29 che con 5 milioni e mezzo di alto esplosivo e una valanga di bombe incendiarie distruggono metà di Kumagaya e un sesto di Isezaki.⁷⁹

Alle 14,49 del 14 agosto ora di Tokyo (1,49 ora di Washington) l'agenzia di informazione giapponese Domei annuncia che "Flash Flash! Tokyo 14 agosto. Si apprende che sta per essere emesso un messaggio imperiale che accetta la dichiarazione di Potsdam⁸⁰.

Alle 2,49 ora di Washington 15,49 ora di Tokyo giunge a Washington tramite le ambasciate di Svizzera e Svezia l'accettazione delle modalità di resa.

Alle 23 ora di Tokyo (10,00 ora di Washington) viene diramato il rescritto imperiale della resa ed inciso dalla voce dell'imperatore in persona su 1 disco fonografico (in 2 copie), il discorso che sarà trasmesso il 15 agosto via radio alle ore 12.

Nel pomeriggio del 14 agosto Truman nello studio ovale della Casa Bianca annuncia l'accettazione dei termini di resa da parte del Giappone.

Durante la notte tra il 14 e il 15 agosto alcuni ufficiali superiori tentano di assumere il controllo del palazzo imperiale e della stazione radio centrale uccidendo il comandante della divisione della guardia imperiale ma non riuscendo ad impadronirsi del disco con il discorso.

Alle 8 (ora di Tokyo) del 15 agosto la cospirazione rientra e i capi del complotto si suicidano come i Generali Anami ed Onishi che non fanno *harakiri* ma *Kappuku* cioè una versione estremamente più lunga e dolorosa mancando il colpo di grazia della decapitazione da parte di un fidato commilitone.

⁷⁹ Rhodes R., *The making of the atomic bomb*, edizioni Simon & Schuster, New York 1986

⁸⁰ Feis H. *The Atomic Bomb at the end of World War II* Princeton University Press 1966

Il rituale del suicidio mediante profondo taglio nel ventre è dovuto al fatto che da millenni l'addome è ritenuto sede dell'anima.

Alle ore 12 del 15 agosto per la prima volta i giapponesi odono l'Imperatore parlare per dir loro che: “nonostante ognuno abbia fatto il meglio possibile...la situazione della guerra si è evoluta in modo non necessariamente favorevole al Giappone, mentre le tendenze generali del mondo si sono tutte rivolte contro i suoi interessi. Inoltre il nemico ha incominciato ad usare una bomba nuova e crudelissima il cui potere di far danno è davvero incalcolabile e che esige il prezzo di molte vite innocenti....Questa è la ragione per la quale abbiamo ordinato l'accettazione delle clausole della dichiarazione congiunta delle potenze.....Le avversità e le sofferenze alle quali la nostra nazione sarà assoggettata d'ora in avanti saranno sicuramente grandi. Siamo acutamente consapevoli dei sentimenti più intimi di tutti voi, nostri sudditi. Tuttavia, è in armonia con i dettami del tempi e del fato che abbiamo ritenuto di spianare la via per una grande pace per tutte le generazioni avvenire sopportando l'insopportabile e soffrendo ciò che è insoffribile.....

Che l'intera nazione continui, come una sola famiglia, di generazione in generazione.”

Il discorso nella lingua imperiale, (una forma arcaica del giapponese classico parlato solo a corte) dura 5 minuti. In una sola altra occasione un Imperatore parlerà direttamente al suo popolo: il 15 marzo 2011 Akihito (figlio di Hirohito) a seguito del terremoto, maremoto e disastro nucleare di Fukushima utilizzando però il giapponese standard. Il pomeriggio del 15 agosto nella piazza di fronte al palazzo imperiale un gran

numero di militari e civili si suicidano per scusarsi della sconfitta e per aver causato l'umiliazione dell'Imperatore⁸¹.

Suzuki il 17 agosto si dimette e diviene primo ministro lo zio dell'Imperatore il principe Naruhiko mentre il posto di Togo viene preso da Shimezu.

Il 2 settembre 1945 il gen McArthur, Capo delle forze USA ed alleate nell'Estremo Oriente pronuncia il seguente discorso:

“Siamo qui radunati, rappresentanti delle maggiori nazioni in conflitto, per concludere un solenne patto in base al quale la pace possa essere ristabilita. Le divergenze, che hanno coinvolto ideali ed ideologie differenti, sono state risolte nei campi di battaglia e noi non siamo qui per discuterle di nuovo. E non siamo qui per incontrarci...con spirito di malizia o addirittura di odio..... È mia ardente speranza, in verità credo la speranza di tutta l'umanità, che da questa solenne occasione possa invece emergere un mondo migliore.....un mondo basato sulla fiducia e la comprensione, un mondo dedicato alla dignità dell'uomo e al raggiungimento del suo più profondo desiderio di libertà, tolleranza e giustizia”⁸².

Alle 9,20 del 2 settembre sulla corazzata Missouri alla fonda nella baia di Tokyo il ministro degli Esteri Shigemitsu Mamoru e il Generale Umezu Yoshijiro firmano la resa del Giappone. A Singapore, l'ultimo caposaldo, la bandiera giapponese sarà ammainata il 12 settembre.

Il 10 gennaio 1946 l'Imperatore con proprio rescritto dichiara che “l'Imperatore non è un Dio manifesto” e nega la superiorità della razza giapponese sulle altre razze umane .

⁸¹ Axell A., Kase H., *Kamikaze: Japan's Suicide Gods* Longman, London 2002 pg 197

⁸² Toland J., *The Rising Sun: The Decline and Fall of the Japanese Empire 1936-1945*, Modern Library, New York 2003 pg 869

V CAPITOLO : DOMANDE E RISPOSTE

5.1 Domande

Delineata storia, i personaggi e le situazioni tentiamo di affrontare più razionalmente e freddamente possibile il dilemma etico attorno alla bomba e quanto dipese dagli europei.

Innanzitutto occorre scindere la questione in due:

- 1) Il problema della scelta di costruirla, che coinvolge specificatamente tutti gli scienziati
- 2) il dilemma delle modalità del suo utilizzo, che riguarda gli scienziati, i militari e i politici

Sull'argomento esistono 2 giudizi opposti con ampia letteratura, da una parte Maddox⁸³, Frank⁸⁴ Allen e Norman⁸⁵ a fronte di Alperovitz⁸⁶, Dower⁸⁷ Dover J., Bernstein⁸⁸.

Chiaramente le due parti sono strettamente collegate come evidenziato da Franklin in *War Stars: the superweapons in american imagination* “⁸⁹ ⁹⁰”. Infatti prima gli

⁸³ Maddox R.J., *Weapons for Victory: the Hiroshima decision Fifty years later*, University of Missouri Press Columbia 1995

⁸⁴ Frank R.B., *Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire*, Random House New York 1999

⁸⁵ Allen T.B., Norman P. *Code –Name Downfall: the secret plan to invade Japan- and why Truman dropped the Bomb*, Simon and Schuster, New York 1995

⁸⁶ Alperovitz T.B. *The decision touse the atomic bomb and the Architecture of an american mith*” Knopf New Jork 1995

⁸⁷ Dover J. *Cultures of war* , Norton New York 2010

⁸⁸ Bernestein J.B *The atomic bomb*, 1976.

⁸⁹ Drogan M. ,Link M. “Cosi’ abbiamo imparato a pensare all’atomo” in “*A qualcuno piace atomica*” quaderno speciale di Limes 2012 pp 23-32

⁹⁰ Franklin H.B. *War Stars : The superweapons and the American imagination*, Amherst, University of Massachusetts Press 2008

armamenti sono ideati, progettati, realizzati come prototipo, testati, ingegnerizzati e prodotti come arma impiegabile e alla fine utilizzati.

In definitiva le domande sono :

- 1) È lecito per gli scienziati usare le loro competenze per costruire armi atte ad uccidere o sterminare?
- 2) Il prestigio mondiale per un'invenzione epocale è un motivo valido per parteciparne alla realizzazione? ;
- 3) Gli scienziati e gli Alleati sono veramente convinti che la Germania sia in grado di produrre la bomba oppure è una scusa per realizzarla? ;
- 4) Quali sono le reali motivazioni degli scienziati nella scelta di realizzare l'arma atomica?
- 5) Gli scienziati vogliono anche rafforzare gli USA come superpotenza globale in contrapposizione alla minaccia comunista e in funzione antisovietica fornendo agli americani quest'arma definitiva? ;
- 6) Gli scienziati e in particolare quelli europei in che misura sono responsabili dell'utilizzo delle atomiche?

5.2 È lecito per gli scienziati usare le loro competenze per costruire armi atte ad uccidere o sterminare?

Innanzitutto occorre chiedersi se la stessa domanda abbia un senso. Infatti è indubbio che in un mondo ideale non occorrerebbero armi, quindi non solo gli scienziati ma tutti non dovrebbero usare le proprie competenze per costruirle. Ma noi non siamo, non siamo mai stati e, inutile illuderci, non saremo mai in un mondo ideale.

Questa aspirazione altro non è che "il desiderio di creare il Paradiso in Terra che", come ha ben detto il filosofo Karl Popper "ha sempre prodotto l'Inferno" ed è la mela avvelenata dell'albero ordinato e apparentemente bello di ogni totalitarismo.

Accettata la domanda, ci si chiede perché limitarla solo agli scienziati e non anche ai giuristi, agli economisti, agli psicologi, ai politici, agli...storici?

La "guerra è la continuazione della politica con altri mezzi" dice il generale prussiano Carl Von Clausewitz, massimo teorico moderno. Eminentissimi studiosi di scienze umanistiche, storici compresi, sono consiglieri ascoltati dei politici sul se e quando scatenare conflitti. Attualmente tale influenza ha raggiunto anche il *come* vincere e gestire le guerre. Le teorie di MAD (Mutual assured destruction) del First Strike, la Danese, la Hand Dead (mano del morto) non sono parto di generali esaltati ma di Think Tank (pensatoi o arsenali di pensatori) composti filosofi, sociologi, psicologi, giuristi, storici etc. che siedono stabilmente nelle riunioni strategiche gomito a gomito con scienziati, politici e generali. E' il complesso di teorici satireggiato da Stanley Kubrick nel Dr. Stranamore, ispirato dalle teorie di Hermann Khan autore di splendidi testi di

strategia globale tra cui il famoso “On the Thermonuclear War”⁹¹ . È il viso borghese fine ed educato del complesso industriale-politico- militare (basato sugli scienziati) da cui il Generale Eisenhower, nel suo discorso di fine mandato presidenziale , ha detto di guardarsi.

Del resto nella storia i principali scienziati sono stati spesso a libro paga degli stati e delle industrie per ideare nuove armi. Archimede inventò gli “specchi ustori”, peraltro oggetto di una “paperclip (operazione per la cattura degli scienziati) ante litteram” dei Romani finita male, ignoti scienziati inventarono le catapulte, le balliste, il famoso “fuoco greco” (sorta di napalm ante litteram, segreto scientifico-militare bizantino ancor non del tutto svelato).

Leonardo ha disegnato le sue “macchine da guerra” con l’idea del carro armato, Galileo ha ricevuto finanziamenti militari per il suo cannocchiale, persino Newton è stato foraggiato dalla Marina inglese per gli studi sulla fisica della Terra. Nella prima guerra mondiale chimici e fisici si sono sbizzarriti ad inventare gas sempre più letali ed insidiosi. Nella seconda guerra mondiale fisici , matematici, statistici sviluppano i sonar, i radar , i computer, missili fino a Marconi che ,secondo alcuni, si favoleggia avrebbe inventato il c.d. “raggio della Morte”

Tutto questo ha anche portato a una notevolissima ricaduta in ambito civile: la scienza dei computer, il project management, internet derivazione di arpanet (rete di collegamento tra comandi e università americane per avere la certezza di poter lanciare il contrattacco atomico avendo una rete di collegamenti multinodale da cui inviare i codici di lancio) .

⁹¹ Kahn H. On the Thermonuclear War Princeton University Press 1960

Fondamentalmente si può dire che gli scienziati da novelli Prometeo si sono trasformati prima nel Dottor Frankstein (pronuncia:Frenkstain,),poi, emigrati in America, nel Professor Frankstein Junior⁹² (pronuncia: Frenkstin) ed infine nel Dottor Stranamore (Strangelove) “che si è cambiato l'impronunciabile nome tedesco quando è diventato americano”⁹³.

Proseguendo nella disamina, perché limitare la domanda agli studiosi e non anche agli ingegneri ed ai tecnici senza i quali non è possibile costruire armi come anche agli operai delle fabbriche d'armi o dei cantieri navali militari?

Forse sotto questo confine di applicazione si cela una concezione elitaria della categoria degli scienziati e intellettuali, considerati come esseri intellettualmente e moralmente superiori, una sorta di “figli della mezzanotte” e quindi adatti ,come avrebbe voluto Szilard , a formare un “bund di cervelli “per influenzare e governare nascostamente il mondo con la famosa “cospirazione aperta” di Wells ?.

La risposta è che non esiste una “scienza fuori dal mondo” e che gli scienziati sono la scienza e quindi sono nel mondo. La conseguenza è che non occorre e non è nemmeno possibile porre limiti alla ricerca e agli scienziati con divieti peraltro validi solo per loro.

Infatti non è il progresso che crea sterminio ma l'uso che se ne fa.

Affermare di non costruire le armi o non fare la guerra “senza se e senza ma” è un astuto trucco dialettico di grande impatto retorico-mediatico utilissimo per rastrellare offerte.

⁹² Mel Brooks , Frankstein Junior Columbia Pictures 1974

⁹³ Kubrick H.,film “Il Dottor Stranamore” Columbia Pictures 1962

La guerra è un fenomeno immanente nella storia ed iniziato dai nostri mitici progenitori quando Caino uccise Abele. Non ha e non avrà mai fine fino a che esisterà il predatore più forte, pericoloso, inutilmente feroce, assassino per puro piacere, consapevole e quindi nemmeno innocente della Terra: l'uomo . La vera questione è evitare che complessi industriali-militari alimentino il ricorso alle armi e far sì che gli scienziati siano liberi di scegliere su cosa, per cosa e per chi lavorare fornendo loro i mezzi per una ricerca libera nell'ambito delle università possibilmente statali.

5.3 Il prestigio mondiale per un'invenzione epocale è un motivo valido per partecipare alla realizzazione dell'Atomica?

Certamente anche sì. Gli scienziati non sono fuori dal mondo e nemmeno sono degli ascetici eremiti o stiliti sopra una colonna e, soprattutto, “tengono famiglia”.

Sono uomini sensibili a tutte le lusinghe, prima fra tutte la gloria scientifica.

Questa viene dalla divulgazione, senza la quale la ricerca è fine a se stessa.

Dalla divulgazione viene il prestigio accademico, gli incarichi, le borse di studio e l'agiatezza economica.

Tutto questo non è disdicevole come non lo è il fatto che prima di emigrare in USA gli scienziati abbiano ricoperto ben pagate cattedre universitarie ed incarichi prestigiosi nelle rispettive Patrie oppresse da dittature da loro odiate e che successivamente sono stati molto ben accolti con cattedre universitarie , cariche accademiche, retribuzioni

gradevoli. Poi da “enemy aliens” (stranieri da paesi nemici) sono diventati cittadini naturalizzati quindi con diritto di voto e tutte le garanzie (Wigner nel 1937, Einstein nel 1940, Teller e Szilard nel 1941 e Fermi nel 1944). Fermi, ad esempio, è stato ordinario di Fisica all’Università di Roma , Accademico d’Italia, redattore e coordinatore dell’area di fisica, matematica, astronomia, geodesia, chimica, industria e ingegneria (1929-1932) e direttore della sezione Fisica della Enciclopedia italiana di Scienze, Lettere ed Arti (1932-1938)⁹⁴ ed è emigrato solo, giustamente ,quando ha avuto “le spalle coperte” con il denaro del Nobel (avuto per gli studi all’Università di Roma) e con la titolarità di una cattedra alla Columbia University.

5.4 Gli scienziati e gli Alleati sono veramente convinti che la Germania sia in grado di produrre la bomba oppure è una scusa per realizzarla?

I tedeschi sono i primi ad organizzarsi per realizzare la Bomba e, nel 1939, sono tecnologicamente più avanzati di tutti. La prima fissione è scoperta da Otto Han e Fritz Strassman in Germania nel 1938 con la dimostrazione che bombardando l’uranio con neutroni lenti si produce bario. Nel 1939 ben 3 iniziative si sviluppano in Germania.

La prima, diretta dal Prof Heisemberg, del Ministero dell’Istruzione, che, a seguito di una riunione segreta il 29 aprile, porta ad un programma di ricerca, al divieto di esportazione dell’uranio e della fornitura di radio dalla Joachimsthal cecoslovacca.

La seconda iniziativa è del Ministero della Guerra, - servizio armamenti dell’Esercito con. Agli inizi del 1939 nell’ambito del Dipartimento di artiglieria dell’Esercito si

⁹⁴ Treccani, Novanta anni di cultura italiana Istituto della Enciclopedia Italiana 2015 pg330

costituirà l'Ufficio per la Ricerca Nucleare, per assumere via via in se tutte le iniziative atomiche in corso ed assorbendo anche l'attrezzatissimo e nuovissimo (del 1937) Kaiser Wilhelm Institut per la fisica. A capo di questa c'è il fisico Kurt Diebner (su imput del prof Paul Harteck di Amburgo) che in una sua lettera al ministero evidenzia: ".....gli sviluppi della fisica nucleare [...] renderanno possibile la produzione di un esplosivo più potente di quelli convenzionali di molti ordini di grandezza [.....] Il paese che lo userà per primo avrà un vantaggio incolmabile sugli altri."⁹⁵

Seguono due riunioni segrete il 16 e il 26 settembre, presenti tutti i principali scienziati fra cui Carl Friederich von Weizsäcker figlio del Sottosegretario di stato della Germania, nelle quali, a cura di Diebner e Bagge, viene steso un "Piano di lavoro preparatorio per l'avvio degli esperimenti sullo sfruttamento della fissione nucleare"⁹⁶ preferendo l'utilizzo dell'acqua pesante come moderatore. Ricordo che solo 2 settimane dopo il presidente Roosevelt riceverà la lettera di Einstein.

La terza iniziativa è privata. Sembra incredibile ma Manfred von Ardenne, facoltoso tedesco studioso ed appassionato di fisica, ha un laboratorio a Lichterfeld (vicino a Berlino) e sviluppa ricerche indipendenti sull'uranio grazie all'ebreo comunista Fritz Houtermans. Dottorato in fisica a Gottinga, questo originalissimo personaggio qualche anno prima è emigrato in Russia, buttato in un campo di concentramento per una purga staliniana e restituito alla Gestapo dai Russi per uno scambio di prigionieri politici.

⁹⁵ Irving E. , *the German Atomic Bomb* Simon e Schuster 1968 (edizione americana) .

⁹⁶ Ibidem

Salvato da Max von Lue, lavora nel sopramenzionato laboratorio e già nell'agosto produce la relazione "Sulla questione dell'avviamento della reazione a catena"⁹⁷.

In questa tratta di reazioni a catena, massa critica U235 e plutonio Pu94: "Ogni neutrone che, invece di fissionare U235, è catturato dall'U238 crea un nuovo nucleo fissionabile dai neutroni termici" La relazione è per il Ministero delle Poste del Reich che ha finanziato le ricerche!

Comunque del contenuto vengono informati sia Heisenberg che Von Weizsäcker.

Heisenberg (già famoso per la teoria dei quanti) stila già il 6 dicembre 1939 due rapporti tecnici segreti per l'Agenzia per gli armamenti dell'Esercito (Heereswaffenamt) nei quali preannuncia le applicazioni pratiche, la fattibilità di un reattore a fissione e l'Uranio 235 come un esplosivo "che sorpassa di diversi ordini di grandezza il potere esplosivo dei più forti materiali esplosivi"⁹⁸.

Nel settembre 1941, dopo un primo esperimento fallito, grazie ai primi centocinquanta litri di acqua pesante ricevuti, riesce a capire che una reazione a catena continuativa nell'uranio naturale produce l'elemento 94 così da poter dire dopo la guerra : "Fu nel settembre 1942 che vedemmo davanti a noi una strada aperta che portava alla bomba atomica"⁹⁹. Ne parla persino con Bohr a Copenhagen passandogli anche un disegno del reattore atomico ad acqua pesante che sta realizzando¹⁰⁰, di fatto allarmando gli

⁹⁷ Ibidem pg 84

⁹⁸ Bernstein J.B. Il club dell'uranio di Hitler. I fisici tedeschi nelle registrazioni segrete di Farm Hall. Sironi Edizioni Milano 2005

⁹⁹ Irving E. , *the German Atomic Bomb* Simon e Schuster 1968 (edizione americana)

¹⁰⁰ Rhodes R., *The making of the atomic bomb*, edizioni Simon & Schuster, New York 1986

alleati. Nel 1942 le restrizioni dovute alle esigenze belliche immediate fanno declassare l'Ufficio per la Ricerca Nucleare spostandolo nell'egida del Consiglio di Ricerca del Reich" nell'ambito dell'Ufficio Pesì e misure del Reich alle dipendenze del Ministero dell'Istruzione¹⁰¹. Riprenderà importanza nel giugno del 1942 con una conferenza di Heiserberg alla presenza di Fromm, Ferdinand Porsche (proprio quello delle autovetture che oggi spopolano in USA...) e Speer con il quale poi parla in separata sede. Lo scienziato non si mostra affatto incoraggiante e in successivi contatti convince Speer a lasciare "il progetto della bomba atomica" continuando solo su "un motore a uranio produttore di energia per la propulsione delle macchine"¹⁰².

Comunque l'esercito alla fine sviluppa 2 centri: uno a Gatow e l'altro a Dahlen nell'istituto di Fisica Kaiser Wilhelm coinvolgendo i maggiori scienziati disponibili: Werner Karl Heisemberg, Otto Hanhn, e Strassmann e Diebner.

La Germania tenterà la via del Plutonio utilizzando come moderatore della velocità dei neutroni l'acqua pesante (D₂ O), prodotta solo dalla Norsk Hydro a Vemork in Norvegia, al posto della paraffina pura. Gli stabilimenti, oggetto di varie azioni di commandos inglesi, vengono alla fine bombardati da 200 B-17 con 600 tonnellate di bombe sganciate a bassa quota in pieno giorno il 16 novembre 1943. Per finire l'opera il 20 febbraio 1944 ulteriori 600 chili di acqua pesante affonderanno nel lago Tinnsjö vicino Rjukan con il traghetto trasportatore grazie ad una missione dei partigiani norvegesi al comando di Knud Haukelid. Successivamente l'episodio verrà riprodotto

¹⁰¹ Newley E.F., "Lo sviluppo dell'arma nucleare" in *Storia della tecnologia*, 1 a cura di Singer C., Holmyard E.J. Hall A.R., Williams T.I., Bollati Boringhieri, Totino 1982 pag 268-283

¹⁰² Speer, A. *Inside the Third Reich* 1970 Macmillan 1970 pg41

nel film “Gli eroi di Telemark” del 1964. Comunque gli scienziati germanici , nonostante tutto riescono a costruire un reattore sperimentale.

In definitiva gli USA avranno la certezza che i Tedeschi non hanno raggiunto l’atomica solo dopo la fine della guerra mentre gli inglesi saranno perseguitati dall’incubo dell’arrivo di qualche missile V2 a testata atomica. D’altro canto durante il conflitto, stranamente, non viene posta in esser alcuna sistematica attività di spionaggio specifica, probabilmente per la difficoltà e il pericolo di addestrare agenti sull’argomento.

Gli alleati capiscono che la Germania è interessata all’energia atomica oltre che da informazioni spionistiche necessariamente generiche (es “ricerche su nuovo tipo di esplosivo più potente di tutti gli altri finora prodotti”), da alcuni fatti quali l’embargo all’esportazione di Uranio naturale, la requisizione le riserve belghe del minerale e da notizie (tecnicamente più precise e pertinenti)provenienti da scienziati esuli, come le confidenze di Heisemberg a Bohr che addirittura porta con sé il famoso disegno del reattore ad acqua pesante il 6 ottobre 1943¹⁰³. Sicuramente gli Alleati non saranno mai sicuri del livello di avanzamento delle ricerche e della realizzazione di un’atomica nazista utilizzabile.

Tanto è vero che, con l’avanzata in Germania, il Gen Marshall in persona (fine 1943) incarica il gen. Groves di dare il via all’operazione “Alsos” per la caccia al materiale fissile, ad attrezzature e più che altro agli scienziati nazisti. Il generale, forse per far capire a chi fa capo l’operazione, l’ha chiamata con la traduzione in greco del suo cognome al singolare (“Alsos” è “boschetto” come “groves” in inglese è “boschetti” o

¹⁰³ Rhodes R., The making of the atomic bomb, edizioni Simon & Schuster, New York 1986 pg 560

meglio “vivaio di piante”¹⁰⁴). Al comando dell’organizzazione c’è il t.col Bors T. Pash. Gran cacciatore di ...comunisti. Perfetto conoscitore del russo, figlio di un profugo slavo anche metropolita della chiesa ortodossa orientale del nord America, si è distinto nelle investigazioni sulle attività asseritamente filocomuniste dei componenti del laboratorio di Lawrence a Berkeley. Un vero “cane da caccia “che porta sempre la preda. Come “cane da fiuto” per l’analisi di documenti per gli aspetti tecnologici e per i riconoscimenti degli scienziati (l’utilizzo di sosia durante la II guerra mondiale da ambo le parti è accertato) c’è il fisico teorico olandese, studioso anche di criminologia, Samuel Goudsmith scopritore dello “spin” degli elettroni”. Prima base di Pash in Europa è Napoli da dove raggiunge Roma e parla con prof Amaldi per poi recarsi a Parigi dove incontra il prof Joliot-Curie il 25 agosto 1944 rendendosi presto conto che ambedue gli scienziati non sanno nulla circa le ricerche atomiche tedesche. Gli ‘Alsos’, primo reparto statunitense ad entrare a Parigi alle 8,55 di mattina subito dopo i Francesi, si spostano a Strasburgo a novembre dove trovano un laboratorio di fisica nel terreno dell’ospedale. Dall’esame della documentazione rinvenuta si capisce che non c’è nessuna bomba atomica tedesca¹⁰⁵.

Ma “Washington vuole la certezza assoluta che i nazisti non avessero in corso nessuna attività atomica che non fosse già nota e voleva anche essere sicura che nessun scienziato di primo piano sfuggisse alla cattura o cadesse in mano all’Unione

¹⁰⁴ Hazon M., Grande Dizionario Inglese-Italiano ,Italiano-Inglese, Garzanti 1961 ventesima edizione 1974 pg 348

¹⁰⁵ Goudsmit S. , *Alsos*, Henry Shuman 1947

Sovietica”¹⁰⁶. Allora corrono ad Heidelberg dove catturano (si fa per dire) Bothe con l’unico ciclotrone funzionante in Germania. Di lì si precipitano a Stadtilm, nei pressi di Weimar, trovando il laboratorio di Kurt Diebner ,l’ufficio centrale del programma atomico tedesco e una piccola quantità di ossido di Uranio. L’ultima destinazione è la corsa ad Haigerloch sul fiume Eyach nella Foresta nera (Germania sud-ovest) letteralmente conquistata dagli Alsos con il battaglione di pionieri al seguito prima dei Francesi. In un bunker nascosto sotto una chiesetta in cima ad una roccia si trova la “macchina dell’Uranio tedesca cioè una pila atomica del Kaiser Wilhelm Institut¹⁰⁷ Moderata da 1 tonnellata e mezzo di acqua pesante con l’uranio metallico diviso in 664 tubi attaccati a 78 catene, con una fonte di neutroni centrale, riesce a moltiplicare per sette i neutroni. Aumentandone le dimensioni del 50% si otterrebbe una reazione autosostenuta (secondo Heiserberg). A questo punto è chiaro che l’atomica tedesca non è un pericolo immediato. La caccia continua ad Hechingen dove Pass trova quasi tutti gli scienziati, a Tailfingen dove è Otto Hahn ed infine in Baviera dove si è rifugiato Heisemberg con famiglia. Tutte le “prede”, che hanno fatto a gara per farsi catturare, sono internate in aprile e maggio 1945 in una confortevolissima villa-fattoria inglese la Farm Hall vicino Cambridge.

L’edificio e i giardini intorno sono talmente imbottiti di microfoni (Operazione Epsilon) da suscitare le ironiche battutacce di Heisemberg che, alla domanda di Diebner circa la presenza di microspie, risponde: “Microfoni nascosti? Ma noo! Non sono così furbi e non credo conoscano i metodi della Gestapo”.

¹⁰⁶ Pash, Boris T., *The Alsos Mission*, Award Books 1969 pg 191

¹⁰⁷ Ibidem

Rimane la questione del minerale di Uranio in mano ai tedeschi (circa 1200 tonnellate). Una parte è ritrovato da Pass in un arsenale a Tolosa in Francia , 38 tonnellate di origine belga, sono immediatamente spedite ai calutroni di Oak Ridge per l'arricchimento e destinate a Little Boy. Il grosso sarà oggetto della , forse, prima operazione coperta contro i russi da parte degli angloamericani. Infatti Stassfurt ,vicino Magdeburgo nella Germania settentrionale, è nella zona d'occupazione assegnata ma non ancora occupata ai Russi. Lì tra il 17 ed il 19 aprile 1945 una squadra mista angloamericana comandata dal tenente colonnello John Landsdale jr. riesce a scovare in uno stabilimento 1.100 tonnellate di minerale e 8 tonnellate di ossido di uranio, a spostarle in un hangar di un aeroporto in zona americana e quindi inviarle verso l'occidente fuori dalla Germania. La missione è autorizzata dal Comandante della IX Armata USA, che occupa provvisoriamente la zona, e dal Gen Bradley Comandante del XII gruppo di armate che, di fronte alla possibilità di impadronirsi di quel tesoro, dice “Al diavolo i russi”¹⁰⁸.

Il 23 aprile Groves scrive a Marshall : “La cattura di questo materiale, che costituiva la massima parte delle scorte di uranio esistenti in Europa, sembra allontanare definitivamente la possibilità che i tedeschi facciano uso di una bomba atomica in questa guerra”¹⁰⁹.

Ma si parla di massima parte non di tutto il materiale. Infatti un'altra mezza tonnellata di uranio (precisamente 560 chilogrammi) uranio sarà trovato nell'ormai famoso sommergibile tedesco U234 insieme uno o due Messerschmitt Me 262 (caccia a reazione) ,un missile Henschel Hs 293 e alcuni siluri silenziosi a propulsione elettrica.

¹⁰⁸ JL (John Landsdale), *Capture of Material*, minuta di rapporto 1946. MED / Operazioni speciali per il dipartimento della guerra (tavola E-F).

¹⁰⁹ LRG a GMC, 23 aprile 1945, MED 7 (tavole E-F)

Salpato il 25 marzo 1945 da Kiel, fatto scalo Kristiansand in Norvegia, è intercettato dal cacciatorpediniere classe Cannon USS Sutton il 15 maggio 1945 nelle acque di Terranova e scortato a Portsmouth in New Hampshire. L'equipaggio è pieno di progettisti, specialisti ed ingegneri tra cui 1 generale della Luftwaffe (Gen Ulrich Kessler) ed anche due ufficiali giapponesi (Col Genzo Shosi e Ten Hideo Tomonaga) suicidi fin dal 10 aprile. La sua missione è portare al Giappone le realizzazioni più recenti della tecnologia tedesca ma l'8 maggio 1945 a causa della resa della Germania giunge l'ordine di "interrompere tutte le attività militari e consegnarsi agli alleati".

Gli ultimi 70 chilogrammi di uranio parzialmente arricchito sarebbero ,il condizionale è d'obbligo, stati consegnati insieme a progetti vari dal Gen delle SS Hans Kamler (il progettista dei campi di sterminio e di enormi infrastrutture sotterranee per la produzione delle "armi della vendetta" (V1-V2- etc) all'agente americano Donald "Don" Richardson secondo quanto affermato dai suoi figli. Lo stesso Gen Kamler sarebbe poi vissuto in USA sotto falso nome (Mr . Morrison) . (*La Repubblica* del 25 aprile 2014).

Sicuramente gli americani con la operazione "paperclip" si turarono il naso circa vari scienziati rei o complici diretti o indiretti di crimini ma di qui ad affermare , come qualcuno insinua, che Little Boy fosse una bomba tedesca riverniciata o su progetto tedesco o che un Generale delle SS faccia la consulenza tecnica con relativa ricognizione per lo sgancio dell'atomica a Hiroshima ritengo che siano solo buone idee per film di fantascienza o fantastoria. L'unica cosa vera è che l'uranio ex tedesco (rectius ex europeo perché di provenienza belga, francese e tedesca) è stato arricchito in Usa.

Rimane la "vexata quaestio " delle "bombe disgregatrici". Alla sperimentazione di una di queste assiste Paolo Romersa il giornalista incaricato dal Duce di relazionargli in

merito alle armi segrete per le quali il Führer dice :”Dio mi perdoni gli ultimi 5 minuti di guerra”..Stando a quanto affermato da Luigi Romersa a mezzogiorno del 12 ottobre 1944 in una base segretissima nell’isola di Rügen sul mar Baltico “dove l’occultamento era affidato ad un reparto nebbiogeni italiano della R.S.I.” “un boato improvviso scosse le pareti del ricovero, seguì un bagliore accecante mentre una densa cortina di fumo si distese sulla campagna. Con gli occhi incollati alle feritoie guardavamo la nube che avanzava compatta....Ne fummo inghiottiti...Verso le sedici, nella foschia, apparvero alcune ombre che si dirigevano verso il nostro rifugio. Erano soldati con addosso curiosi scafandri....anche a noi venne dato una specie di mantello ruvido e filamentoso....forse di amianto. Calzammo gli stivali dello stesso tessuto ed uscimmo in fila. A mano a mano che avanzavamo, la terra appariva più sconvolta. C’erano freddo ed umidità dappertutto ma nel bosco pareva che fosse passata una ventata di fuoco. Degli alberi esistevano soltanto tronchi e i rami spogli niente foglie. Le casette viste poche ore prima erano sparite, ridotte a mucchi di pietre fumanti e calcinacci. Camminando, urtai con un piede la carogna di una capra carbonizzata. Più ci si avvicinava al luogo dell’esplosione più la rovina assumeva aspetti tragici. L’erba aveva preso uno strano colore scamosciato.”¹¹⁰. Gli ufficiali accompagnatori avevano anticipato che:” Assisteremo ad una prova di bomba disgregatrice ‘è il più potente esplosivo che sia mai stato scoperto...Dovremo restar qui dentro fino a sera. La bomba esplodendo, emana radiazioni che, sul momento, possono danneggiare seriamente. Il suo raggio d’azione è assai più vasto delle bombe normali. Per almeno un paio di chilometri la distruzione è

¹¹⁰ Romersa Luigi “*Le armi segrete di hitler*” Mursia editore 2005 il 12 ottobre 1944 pag pg 48 50. e 51

totale”. Romersa afferma anche¹¹¹: “Non ho visto come è stata montata la bomba. L’ho vista soltanto dopo. Era issata su dei pali”. Anche un’altra testimone Elisabeth Mestlin in un’intervista rilasciata a Lutz Riemann della televisione NDR il 5 ottobre 2004 e trasmessa il 13 marzo 2005,¹¹² ricorda la violenta detonazione del 12 ottobre e poi una grossa nuvola di polvere a forma di fungo. L’identificazione di tale ordigno come bomba atomica è una deduzione di Romersa che afferma: ”Il punto di forza, comunque, del nuovo arsenale bellico germanico era la cosiddetta “bomba disgregatrice”, vale a dire l’atomica , della quale, in termini vaghi, ma estremamente convinti , Hitler aveva parlato a Mussolini durante l’incontro di Klesseim”. Orbene né il Führer né Goebbels né gli ufficiali tedeschi accompagnatori mai hanno parlato di atomica ma al massimo “di una nuova bomba di straordinaria potenza a cui nessuno avrebbe potuto opporre resistenza”¹¹³ oppure al massimo che “per via del suo soffio infuocato i nemici sarebbero stati costretti a meditare se fosse più giusto mettere fine alla guerra in modo ragionevole o continuare ad uccidersi per nulla¹¹⁴”.

Di qui ad affermare che sia un’esplosione a seguito di fissione nucleare ce ne corre. Altro episodio citato in trasmissioni televisive d’effetto sono i test di Ohrduf in Turingia che sarebbero avvenuti il 3 o 4 marzo 1945 la sera alle 21,30 e forse anche il 12 marzo nella piazza d’armi della città trasformata in un campo di concentramento di prigionieri russi. Di questo esiste la dichiarazione di una testimone (Cläre Werner) che parla di un lampo abbagliante, rossastro all’interno e giallastro all’esterno visto da circa 2-3 km dal limitrofo borgo medioevale di Wachsenburg e una relazione del 23 marzo 1945 del

¹¹¹ Karlsch Rainer *La bomba di Hitler*, ed Lindau Torino 2006 pg 234

¹¹² Ibidem pg237

¹¹³ Ibidem pg 233

¹¹⁴ Romersa Luigi. 2005. *Le armi segrete di Hitler*. Ugo Mursia Editore.pg 50

luogotenente generale Ilijzov Ivan I. capo del servizio ricognizione militare del GRU al Capo di Stato Maggiore dell'Armata Rossa gen Antonov¹¹⁵ nella quale si legge: "Negli ultimi tempi i tedeschi hanno effettuato in Turingia due grosse esplosioni. Esse hanno avuto luogo in un'area boschiva, coperte dalla più stretta segretezza. In seguito alla detonazione sono stati abbattuti tutti gli alberi in un raggio di 500 o 600 metri dal suo punto centrale. A causa dell'esperimento sono andate inoltre distrutte molte costruzioni e le difese che erano state allestite. I prigionieri di guerra che si trovavano al centro dell'esplosione sono morti , molti di loro senza lasciare la minima traccia. Altri, che erano ad una certa distanza dal centro dell'esplosione, hanno riportato ferite al viso e al corpo, la cui gravità dipendeva dalla posizione rispetto alla bomba [...] la bomba contiene presumibilmente U235 e ha un peso di 2 tonnellate. È stata trasportata con un supporto piatto appositamente costruito. Con lei fu portato anche un contenitore con dell'idrogeno liquido. La bomba era continuamente sorvegliata da 20 uomini delle SS con i cani.

All'esplosione si accompagnava una potente onda di detonazione e un drastico aumento delle temperature. Veniva inoltre registrato un forte effetto radioattivo. La bomba era costituita da una sfera con un diametro di 130 centimetri". Il rapporto si conclude con: "Senza dubbio i tedeschi hanno testato una bomba dal grande potere distruttivo. Nel caso di test positivi e qualora si potesse produrre una quantità sufficiente di questo tipo di ordigni , i tedeschi disporrebbero di un'arma in grado di contrastare la nostra

¹¹⁵ Archivio del presidente della Federazione russa, fondo 93, Rep 81 (45) lista 37 citato con data errata nel volume L.D. Rjabev (a cura di) , Il progetto atomico sovietico (1938-1945) tomo II Mosca 2002 pg 261

offensiva” Dopo la guerra sarebbero stati trovati persino i filmati¹¹⁶, che però ad oggi non sono mai emersi. È chiaro che non si parla di arma atomica ma di bomba dal grande potere distruttivo con l'utilizzo anche di Uranio. In conclusione, volendo ammettere la veridicità delle descrizioni, quindi estrapolando l'episodio dalla marea di ipotesi a dir poco fantastiche sulle armi segrete di Hitler (es. dischi volanti o trottole volanti etc) e sul loro destino successivo alla fine della guerra (es. basi naziste in Antartide difese da Haunebu) appare verosimile che si sia trattato o di una rappresentazione propagandistica per Romersa “ad usum Mussolini” oppure, al massimo, di test con Bombe radiologiche comunemente definite “bombe sporche” (il supposto programma “V4”, da non confondere con l’ “A4” poi divenuto V2) Le cosiddette “bombe sporche”, incubo dell'antiterrorismo odierno, per le quali non serve particolare tecnologia, sono bombe NON nucleari ma con componenti radioattivi (non necessariamente arricchiti) frammisti ad alto esplosivo. Come materiale nucleare possono anche essere sufficienti residui ospedalieri o meglio di centrali atomiche o uranio impoverito peraltro reperibilissimo essendo stato attualmente utilizzato in proiettili perforanti nelle guerre in Jugoslavia ed in Iraq. Se ad esempio, ma è una mia ipotesi, si combinano materiali radioattivi con un esplosivo al fosforo, si inserisce il mix entro tubi pieni di benzina con i quali si avvolgono una o più bombole di ossigeno o idrogeno in pressione e si fa detonare il tutto con esplosivi ad alto potenziale si ottiene una deflagrazione fortissima (“boato improvviso..”) con una luce chiarissima per il fosforo (“seguì un bagliore accecante) e caldissima (“pareva fosse passata una ventata di fuoco” e “per via del suo soffio di fuoco infuocato”) e spinta dei fumi a fungo verso l'alto, con spargimento di materiale

¹¹⁶ Karlsch Rainer *La bomba di Hitler*, ed Lindau Torino 2006

radioattivo in fiamme per una zona abbastanza ampia. La detonazione avrebbe effetti visivi simili alla luce dell'atomica con emissione di radioattività e dispersione di polveri radioattive in dosi letali ma senza fissione dei nuclei. La comune controdeduzione è: controllare sul posto la presenza di radioattività residua. Tale rilevamento ,che peraltro ha dato esiti normali, non è probante circa l'avvenuta esplosione con fissione nucleare dopo oltre 70 anni. Infatti oggi ad Hiroshima e Nagasaki la radioattività del terreno è quella naturale in quanto le radiazioni, trascorsi 14 giorni, sono 1 millesimo delle originarie e diminuiscono rapidamente. Il danno della malattia della bomba è per le radiazioni assorbite nell'immediatezza dell'esplosione o per materiali contaminati in polvere riprecipitati per il c.d "Fall Out" ,assunti nel corpo e non per successiva contaminazione (oltre 14 giorni appunto) a seguito di radioattività residua dal terreno derivante direttamente irraggiamento da esplosione. Anche il confronto con foto aree dell'epoca evidenzia al massimo la presenza di crateri di circa 20 metri di diametro compatibili con un'esplosione convenzionale .

Ultima questione, ammettendo l'esistenza del "programma V4" con le bombe radiologiche, perché non impiegarle? Perché sono sperimentali e intrasportabili per mancanza di un adeguato vettore aereo o missile. Inoltre hanno un effetto sul campo di battaglia analogo ai gas asfissianti, mai utilizzati in battaglia ma ampiamente disponibili nella II guerra mondiale, con le relative controindicazioni.

il Gen Groves (si è occupato di tutto il simpatico generale ndr.) nel rapporto del 1943 "Use of Radioactive Materials as Military Weapon" recita: "Come un gas per utilizzo militare il materiale potrebbe[...]essere inalato. L'ammontare necessario per provocare la morte ad una persona che inala il materiale è estremamente piccolo. È stato stimato che un milionesimo di grammo che si accumula nel corpo di una persona sarebbe fatale. Non sono noti metodi di trattamento per un tale avvelenamento. [...] Non può essere

individuato dai sensi; Può essere distribuito sotto forma di polvere o fumo così finemente polverizzato da permeare il filtro di una maschera antigas standard in quantità sufficienti per essere estremamente pericoloso... I materiali radioattivi possono essere usati[...]per rendere le aree evacuate inabitabili; per contaminare piccole aree critiche come stazioni ferroviarie e aeroporti; come gas radioattivo velenoso per causare vittime tra le truppe; contro grandi città, per promuovere il panico e provocare vittime tra le popolazioni civili.... Le aree contaminate dalle polveri e i fumi radioattivi rimarrebbero pericolose finché si possono mantenere concentrazioni sufficientemente elevate del materiale[...]esso potrebbe essere mescolato come polvere fine dal terreno dai venti, dal movimento dei veicoli, delle truppe ecc., e costituirebbe un potenziale pericolo per molto tempo....Questi materiali potrebbero anche essere predisposti per essere introdotti nel corpo tramite ingestione anziché inalazione. I pozzi e le riserve potrebbero essere contaminati o il cibo avvelenato con un effetto simile a quello derivante dall'inalazione di polveri o fumo. Una produzione di quattro giorni potrebbe contaminare un milione di galloni di acqua in un' estensione tale che un litro di acqua bevuta in un giorno probabilmente causerebbe una incapacità completa o morte nell'arco di un mese”.

Ma analogamente ai gas, l'utilizzo di un'arma siffatta comporta:

- 1) l'interdizione di aree limitate con impossibilità di contrattacco immediato senza irraggiare anche le truppe, peraltro facilmente esposte in caso di venti contrari (come già accaduto nella prima guerra mondiale);
- 2) limitatezza delle zone irradiate con conseguente facile aggirabilità in corsa da reparti russi di rincalzo;

- 3) lentezza degli effetti delle radiazioni sulle forze nemiche, che comunque, specialmente con la dottrina russa, non si fermano o al massimo sono subito sostituite, o meglio superate, da truppe di rincalzo;
- 4) probabile escalation con l'utilizzo per rappresaglia di analoghe armi o di armi chimiche di cui Hitler è talmente contrario, essendone stato vittima nella prima guerra mondiale, da non permettere di usarle mai in battaglia diversamente dai campi di sterminio.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la risposta al terzo quesito è che mai, prima della fine della guerra, gli Alleati e gli scienziati hanno avuto la certezza che la Germania non fosse in grado di produrre e quindi usare la bomba. In conseguenza di ciò per gli scienziati non è stata una scusa ma hanno avuto tutte le ragioni per realizzare l'arma atomica per primi.

5.5 Quali sono le reali motivazioni degli scienziati nella scelta di realizzare l'arma atomica?

Le motivazioni degli scienziati europei per l'emigrazione, fuga o esilio verso gli USA e poi per la partecipazione alla realizzazione dell'arma atomica sono private e politiche.

La prima che caratterizza molti di loro è la fuga dalla persecuzione antisemita che ottusamente si è sviluppata in Germania, poi in Italia, in tutti le nazioni europee dell'Asse e nei territori occupati (Francia, Danimarca, Olanda, Belgio etc) talvolta con la partecipazione convinta di una parte delle popolazioni locali. L'antisemitismo è un demone sempre latente che periodicamente emerge evocato da problemi che nulla

hanno a che vedere con gli Ebrei che vengono identificati come occulti registi di disgrazie o crisi sociali ed economiche. Fermi ha la moglie ebrea e il suocero rastrellato a Roma il 16 ottobre 1943 morirà in prigionia, stessa sorte la madre di Segrè il cui padre morirà per il dolore, Bohr è di madre ebrea, Szilard, Teller, Wigner e von Neumann sono tutti ebrei ungheresi, l'elenco potrebbe continuare ma la sostanza è che non hanno alternativa alla fuga. Pertanto la tesi circa un presunto tradimento delle natie Patrie da parte loro è già qui priva di fondamento. Giunti oltreoceano o in Inghilterra o Canada, molto ben accolti nonostante il loro status di "enemy aliens" molti di loro, (tranne Einstein, Rasetti ed altri) non si pongono il problema se concorrere o meno allo sforzo bellico del paese ospitante. Elemento importante è che mai nessuno scienziato viene costretto a partecipare, diversamente a come sicuramente sarebbe accaduto in Germania. Non in Italia perché si ritiene che la guerra sarà così breve da non necessitare dell'opera di scienziati. La poca considerazione per la ricerca o meglio la ricerca solo dell'innovazione utile ed immediata è purtroppo una italica costante. Infatti Amaldi si ritroverà sul fronte libico.

Il terrore che l'atomica, vista come arma definitiva e risolutiva di qualsiasi conflitto, venga prodotta ed usata dalla Germania, spinge gli scienziati a partecipare sinceramente ed entusiasticamente alla costruzione dell'ordigno. In caso di vittoria tedesca, è molto probabile che i non naturalizzati cittadini americani saranno riconsegnati nelle fauci di Hitler che me lo immagino poco propenso al "chi ha avuto chi ha dato ha dato scordiamoci il passato". Tale espressione partenopea si addice di più all'operazione "paperclip" degli alleati alla fine della guerra.

Altre motivazione, più politica, è l'avversione al dittatore nazista ed al Nazismo stesso.

Questo è per loro la minaccia assoluta alle loro vite , alla democrazia e alla stessa civile convivenza, è insomma la “personificazione del male nel mondo”¹¹⁷ e da lui emerge “l'emergenza suprema”. Per dare un'idea dell'atmosfera riporto quel che scrive il filosofo Melvin Rader nel 1938: “Una vittoria nazista non distruggerebbe soltanto le libertà dell'Europa, ma metterebbe a repentaglio ogni nobile idea di cultura umana, ogni alto concetto di morale umana, ogni splendida conquista faticosamente conquistata dalla democrazia”¹¹⁸.

Questa idea è condivisa anche da scienziati americani che pongono da parte qualunque remora o ideologia pacifista e si mettono a lavorare non solo per l'atomica ma genericamente per lo sforzo bellico statunitense che non ha affrontato la cosiddetta riconversione industriale per l'economia bellica nemmeno nella prima guerra mondiale. Emblematica è la figura di Oppenheimer che da trasognato fisico teorico, con simpatie socialiste, diviene il direttore scientifico del Progetto Manhattan scelto e, quasi imposto, da quel diavolone di Groves nonostante il motivato parere contrario dei servizi segreti. Interessante notare che non solo i ”grandi vecchi” (si fa per dire) Fermi Bohr, Chandwich, von Neumann etc, ma molti giovani scienziati si concentrano a Los Alamos tra cui almeno 6 futuri premi Nobel. “ Dopo la seconda guerra mondiale, Fermi venne a mio modo di vedere ingiustamente criticato dai comunisti e da molti italiani di sinistra per il suo convinto impegno sulla bomba atomica. Ma durante la guerra Fermi sapeva che eravamo entrati in quella che venne percepita come una gara serrata con la

¹¹⁷ Walzer M., *Guerre giuste ed ingiuste. Un discorso morale con esemplificazioni storiche*, Laterza, Bari 2009,

¹¹⁸ Rader M., *No compromise: the conflict between two worlds*, citato in Overy R. *La strada per la vittoria. Perché gli alleati hanno vinto la seconda guerra mondiale*, Il Mulino ,Bologna 2002

Germania nella produzione di una bomba A. La Germania aveva un vantaggio iniziale negli esperimenti sulla fissione. L'opinione diffusa era che La Germania avesse anche un vantaggio nella corsa per la realizzazione di una reazione nucleare autosostenuta. Se Hitler ci avesse sconfitto sul fronte della bomba atomica, avrebbe potuto costringere gli Stati Uniti d'America a una resa. Solo alla fine della guerra si viene a sapere che la Germania non è neppure riuscita a ottenere una reazione nucleare autosostenuta.

Quindi per quanto sopra esposto si può affermare che le motivazioni degli scienziati risiedono nel terrore della vittoria nazista grazie all'atomica, che per loro comporterebbe la deportazione e la morte.

5.6 Gli scienziati vogliono anche rafforzare gli USA come superpotenza globale in contrapposizione alla minaccia comunista e in funzione antisovietica fornendo agli americani quest'arma definitiva?

A questo punto, appurate le motivazioni antinaziste e di sopravvivenza che inducono gli scienziati a partecipare al Manhattan prima di affrontare la questione "sovietica" è bene fare il punto sul Programma Atomico Sovietico.

L'Unione Sovietica ha probabilmente uno scarto di solo anno rispetto agli Stati Uniti nella realizzazione di una bomba atomica.

Fin dalla scoperta della fissione il governo sovietico ha posto molta attenzione al "problema dell'uranio. Il ministro dell'Educazione russo Kaftanov chiede di visitare il laboratorio di Hahn nel 1939 durante la sua visita a Berlino. Nello stesso anno si svolge un convegno pubblico ed ufficiale sul tema specifico a Mosca. Nel 1940 si annuncia

l'istituzione di una commissione speciale per l'uranio dall' "Accademia delle Scienze sovietica". Infatti fin dal 1939 un giovane fisico russo Igor Kurčatov allerta le autorità sulle implicazioni militari della fissione e sul sospetto che vi sia qualche cosa in corso in Germania. La segretezza con la scomparsa di articoli di eminenti scienziati sulle riviste internazionali tradisce anche la sicurezza del Progetto Manhattan facendo intuire ai russi l'esistenza del programma americano. Nel 1941 il fisico Pyotr Leonidovich Kapitsa, in un riunione internazionale di scienziati a Mosca, alla domanda che cosa possano fare gli scienziati per lo sforzo bellico risponde: "Recentemente è stata scoperta una nuova possibilità l'energia nucleare. I calcoli teorici mostrano che se, per esempio, una delle bombe attuali può distruggere un intero isolato, una bomba atomica, anche di piccole dimensioni, se è realizzabile, può facilmente annientare una grande capitale con alcuni milioni di abitanti." Intanto Kurčatov è a Kazan intento a studi sulle contromisure alle mine navali che, dopo il radar è la seconda priorità tecnologica russa. Il suo maestro Abram Joffe insieme al citato prof Kapitsa, fanno parte del comitato consultivo¹¹⁹ del governo russo e lo indicano come direttore del programma nucleare russo, peraltro voluto da Stalin a seguito di notizie pervenute dall'Occidente, nonostante che Lavrentij Berija (capo dei servizi di informazione) sospetti che si tratti di attività disinformativa (di inganno). Infatti già nel 1941 i russi per via spionistica hanno "il rapporto Maud" e altre informazioni grazie in particolare al traditore John Cairncross (uno dei cinque nel governo inglese)¹²⁰ dopo aver letto la relazione Maud. Il lavoro inizia a Mosca nel 1943 e poi dall'estate nella Los Alamos sovietica: il

¹¹⁹ Holloway D. "la bomba di Stalin" in *A qualcuno piace atomica* Limes quaderno speciale 2012

¹²⁰ Riabev L.D. *Atomny Proekt Sssr: Dokumenty i materialy 1938-1945* Nauka Fizmatlit, Mosca 1998 memorandum di fine settembre-inizio ottobre del primo dipartimento del Commissariato del popolo per gli affari interni NKVD

“Laboratorio nr 2” in una fattoria fuori città vicina alla Moscovia ed ad un poligono di artiglieria . L’attività, compreso il tentativo di realizzare un ciclotrone, si svolge anche in altre località e a gennaio 1944 i 20 scienziati e 30 ausiliari fanno “esperimenti e calcoli teorici relativi alle razioni in gioco sia nelle armi nucleari che nei reattori nucleari....avviano un lavoro finalizzato alla produzione di uranio e grafite adeguatamente puri e studiano vari modi possibili di separazione degli isotopi dell’uranio”¹²¹

Alla fine però per salvare la pelle e giustificare gli scarsi progressi dovuti anche ai fisiologici ritardi del sistema industriale gli scienziati scrivono a Berja alzando la posta e richiedendo l’impossibile cioè avere i mezzi ,gli uomini e le infrastrutture per organizzare il progetto “conformemente alle possibilità e al significato del nostro grande Stato nella cultura mondiale” cioè come il progetto Manhattan di cui evidentemente avevano conoscenza definendolo “una concentrazione di forze scientifiche ed ingegneristiche su una scala mai vista nella storia”. È il vecchio trucco che ogni burosauro, come me, conosce: chiedere l’impossibile per giustificare in anticipo un fallimento ed avere comunque la scusa pronta esterna al proprio ufficio. I russi riusciranno ad avere l’atomica solo nel 1949 con il test riuscito del 29 agosto nel poligono di Semipalatinsk in Kazakistan...con una copia esatta della bomba al plutonio di Nagasaki. Infatti ,già durante la guerra mondiale è cominciata la guerra delle spie Urss-Usa. In questo contesto si inserisce il problema ideologico negli scienziati europei e americani.

¹²¹ York Herbert, *the advisor*, W. H. Freeman . 1976 pg 31

Infatti se molti apprezzano lo stato che li accoglie e il suo sistema sociale, alcuni pur essendo comunisti, valutando l'eccezionalità della situazione storica, lavorano per il progetto ma ,alla prima occasione, passano le informazioni ai russi.

È il caso di Ted Hall, americano, il più giovane fisico di Los Alamos che poi, solo negli anni novanta si pentirà dicendo che “se avesse conosciuto la vera natura della dittatura di Stalin non avrebbe avuto lo stomaco di condividere le informazioni sulla bomba atomica con i russi” ...¹²².Un altro è il famosissimo Klaus Fuchs, tedesco comunista emigrato stranamente non in Urss ma in USA, strettissimo collaboratore di Bohr. Quest'altro campione di lealtà e coerenza, non considerando morale che siano solo gli americani ad avere la bomba, fin dal luglio 1941 dopo aver contattato “motu proprio” l'addetto militare russo a Londra, passa costantemente informazioni ai sovietici fino al punto, nel giugno 1945, di trasmettere un disegno completo con dettagliata descrizione della bomba al plutonio. Suo complice è la guardia della sorveglianza di Los Alamos Richard Greenglass (15 anni di condanna) fratello di Ethel Rosenberg che con il marito Julius sarà condannata a morte dopo un clamoroso processo. Personalmente ritengo la fedeltà alla propria patria o, in caso di esilio, la riconoscenza alla nazione ospitante un valore fondamentale.

In conclusione, tenuto conto di quanto sopra esposto, la risposta alla domanda è:

che gli scienziati non vogliono rafforzare gli USA come superpotenza globale in contrapposizione alla minaccia comunista e in funzione antisovietica fornendo agli

¹²² Maurizi Stefania, Una bomba, dieci storie: gli scienziati e l'atomica, Mondadori Milano 2004

americani quest'arma definitiva, anzi alcuni di essi consentono all'Urss di divenire seppur con 4 anni di ritardo una superpotenza nucleare.

5.7 Gli scienziati e in particolare gli europei in che misura sono responsabili dell'utilizzo delle atomiche?

Per poter rispondere a questa domanda occorre esaminare il famoso parere dello "Scientific Panel of Interim Committee on Nuclear Power" (Commissione Scientifica del Comitato ad Interim sull'Arma atomica) composta da Oppenheimer , Lawrence, Compton e Fermi (1 italiano e 3 americani). L'Interim Committee on Nuclear Power a cui la sezione Scientifica (Scientific Panel) fornisce consulenza, è istituito da Truman su proposta di Henry Stimson (ministro della guerra) su idea di Bush e Conant il 25 aprile 1945 subito dopo essere stato informato dell'esistenza del Progetto Manhattan. È composto da Stimson,(ministro della guerra) George L. Harrison (consigliere speciale di Stimson), James F. Byrnes (rappresentante speciale del presidente e prossimo Segretario di Stato), Ralph Bard (sottosegretario alla Marina), William L. Clayton (vice segretario di Stato) e gli scienziati Vannemar Bush (presidente del Carnegie Institut di Washington), Karl T. Compton (rettore del MIT) e James B. Conant (rettore di Harvard). Il 9 maggio 1945 nella prima riunione si forma la sopra citata sezione scientifica i cui componenti sono proposti da Bush e Conant.

Evidenzio che nella commissione non c'è un solo militare, sono tutti politici e accademici. Si susseguono alcune riunioni fino a quella del 1 giugno con anche la presenza di alcuni militari Gen Marshall Gen Groves e Gen Harvey Bundy e degli scienziati della commissione scientifica . Durante la riunione , dopo l'esposizione scientifica e la discussione circa l'utilizzo ed i vari tipi di obiettivi possibili con i relativi

effetti, Stimson riassume e mette a verbale che:” la conclusione, sulla quale c’è stato un consenso generale, [è] che non possiamo dare ai giapponesi nessun preavviso: che non possiamo concentrarci su una zona con popolazione civile: che dobbiamo però cercare di produrre una profonda impressione psicologica in quanti più abitanti possibile. Su suggerimento del Prof. Conant il Ministro si è detto d’accordo che l’obiettivo più desiderabile sarebbe un’industria bellica vitale con un gran numero di operai ed immediatamente circondata da abitazioni operaie”¹²³. Al termine della riunione, su proposta di Byrnes, si conferma la tesi ed il consenso del Comitato con queste parole: “Byrnes ha raccomandato e il Comitato si è detto d’accordo di confermare [quanto detto] dal Segretario alla guerra, che , mentre la scelta finale dell’obiettivo è essenzialmente una scelta militare, la posizione attuale del Comitato è che la bomba debba essere usata contro il Giappone il più presto possibile, che debba essere usata contro un’industria bellica circondata da case operaie e senza[lett. che non deve esserci] nessun preavviso.”¹²⁴.

Nel frattempo alcuni scienziati del laboratorio metallurgico di Chicago, con l’immancabile Szilard , stilano e consegnano il cosiddetto “Rapporto Franck” dal nome del presidente del comitato degli scienziati del laboratorio, anche lui firmatario, James Franck ebreo tedesco premio Nobel ed ex professore a Gottinga. In questo si propone una dimostrazione in “un luogo deserto o in territorio arido” in alternativa all’impiego

¹²³ Rhodes R., *The making of the atomic bomb*, edizioni Simon & Schuster, New York 1986 pg 72

¹²⁴ Diario di Stimson citato in Giovannitti Len e Freed Fred, *The Decision to Drop the Bomb* 1965 Coward ,McCann

diretto in quanto innescherebbe la corsa russa agli armamenti ...quindi non per fini umanitari ma politici.

Il rapporto attraverso Stimson viene consegnato a Truman. Conseguenza di ciò è la richiesta alla sezione scientifica del Comitato ad Interim di pronunciarsi circa un eventuale lancio dimostrativo tale da convincere i giapponesi alla resa incondizionata. Tra il 16 ed 17 giugno si riuniscono a Los Alamos i 4 scienziati e, non riuscendo ad escogitare una dimostrazione abbastanza persuasiva producono il famoso documento segreto sulle : , *Recommendations on the Immediate Use of Nuclear Weapons, June 16, 1945, Top Secret*. Questo è la “summa” delle posizioni degli scienziati pro e contro l’atomica

“ 16 Giugno 1945

Ci è stato chiesto di esprimerci sull’uso iniziale della nuova arma. Questo utilizzo , a nostra opinione, dovrebbe essere tale da promuovere una soddisfacente sistemazione delle nostre relazioni internazionali...”

Questa frase si riferisce al desiderio di promuovere la soddisfacente sistemazione con la resa incondizionata dal Giappone come sarà richiesto dalla successiva dichiarazione di Potsdam del 26 luglio 1945 e quindi senza alcuna garanzia circa il mantenimento della istituzione dell’Imperatore. Tale posizione poi sarà ammorbidita, se non ufficialmente ma di fatto, dopo la resa, tenuto conto che l’Imperatore stesso sarà colui che imporrà la pace ai militari con il “sostenere l’insostenibile ”. Lo stesso MacArthur è convinto che la figura dell’imperatore sia un fatto positivo per il cambiamento pacifico postbellico. Infatti destituire, imprigionare , processare e giustiziare l’imperatore, come da alcuni auspicato, equivarrebbe per i giapponesi alla crocifissione di Cristo per i cristiani e scatenerrebbe una rivolta di proporzioni inimmaginabili con ulteriori decine di migliaia di morti. Hiro Hito il 10 gennaio 1946 dichiarerà falsa la concezione del suo status

divino e prima, nel settembre 1945, andrà in visita “motu proprio” dal Gen MacArthur come cenno di sottomissione alla sua autorità ma anche distensivo e di speranza che non rimarrà delusa. Infatti anche grazie al governo illuminato del Generale “proconsole” ed alle forniture per le truppe americane nella guerra di Corea dopo solo 4 anni (ironia della storia..), il Giappone risorgerà economicamente, come paese pacifico e democratico. Il “generalissimo” nel suo discorso al Congresso Usa del 19 aprile 1951 dirà : “Il popolo giapponese all’indomani della seconda guerra mondiale è stato protagonista del più grande processo di riforma mai registrato nella storia moderna. Con una volontà ammirevole, una curiosità profonda e una sensibilità raffinata, ha saputo costruire, dalle ceneri del conflitto mondiale, il tempio della supremazia della libertà dell’individuo e della civiltà umana e nel processo che ne è scaturito ha creato un governo profondamente rappresentativo, impegnato per l’avanzamento della moralità politica, della libertà dell’iniziativa economica e della giustizia sociale”¹²⁵.

Sicuramente l’utilizzo dell’atomica anzi delle 2 atomiche indurranno l’Imperatore non a chiedere la pace, cosa di cui era già convinto, ma ad intervenire in prima persona ed imporre la pace. L’analisi degli scienziati in questo senso è corretta.

Al tempo stesso, ravvisiamo l’obbligo per la nostra nazione di usare le armi per salvare vite americane nella guerra contro i giapponesi.

Per capire questo passo occorre calarsi nel momento storico.

La Germania, prima ideale destinataria della bomba atomica è sconfitta a prezzo altissimi da ambo le parti.

¹²⁵ Imperato E.T., *General MacArthur: Speeches and Reports 1908-1964* Turner Publishing, Paducah 2000 pg 165

6 milioni di tedeschi uccisi di cui 4 solo nell'ultima fase per la maggior parte civili. Oltre 2 milioni di donne e bambine stuprate dai sovietici di cui molte uccise o suicide¹²⁶ I soli russi, contano 30 milioni di morti tra civili e militari¹²⁷ e si vendicano delle atrocità subite dalle divisione tedesche. Negli ultimi 18 mesi di guerra le perdite russe arrivano a 9 milioni di cui 400.000 solo per conquistare Berlino Per compensare tanto sforzo gli inglesi hanno scatenato un terrorismo aereo per compiacere i russi attraverso le cosiddette “le tempeste di fuoco”, bombardamenti incendiari che hanno il loro apice a Dresda, la Firenze sull'Elba solo piena di profughi in fuga dall'Armata Rossa. Nel febbraio 1945 “la lontana città di Dresda fu sottoposta, con il deliberato intento di seminare strage fra la popolazione civile, a un micidiale attacco sferrato contro i quartieri del centro, non contro gli stabilimenti o linee ferroviarie.”¹²⁸

La Croce Rossa Internazionale stima oltre 250.000 morti di cui il 20% bambini. Anche se le stime non sono precise il numero dei morti è superiore ad Hiroshima e Nagasaki. Questo rende l'idea a quale livello ambedue i contendenti anche nel fronte occidentale, comunemente ritenuto “meno barbaro” siano arrivati.

Il fronte del Pacifico dopo la battaglia delle Midway è un susseguirsi vittorie americane a caro prezzo. A Saipan, Guam ,Tinian gli americani trovano una resistenza quasi fino all'ultimo uomo ma a Iwo Jima e Okinawa, prime isole propriamente giapponesi conquistate, hanno veramente idea della vocazione al martirio del soldato giapponese.

¹²⁶ Sanders H. Jonr B., *befreier und Befreite. Krieg, Vergevaltungen, Kinder*, Fisher, Frankfurt am Main 1995.

¹²⁷ Yarrington G., Stokesbury J. (a cura di), *World War II, Personal Accounts Pearl Harbour to V-J Day, A Traveling Exhibition Sponsored by The National Archives and Records Administration*, Lyndon Baines Johnson Foundation, Austin 1992

¹²⁸ Hart L. H. *Storia militare della seconda guerra mondiale*, Mondadori ,Milano.1970

La morale del soldato giapponese è il “bushido” cioè il codice del Samurai che prevede l’immortalità per chi muore per la Patria attraverso il ricordo dei connazionali per oltre 10.000 anni (Nippon Banzai significa Il Giappone per 10.000 anni) . La resa non è concepita., la prigionia un’onta che si protrae per 5 generazioni

“Se sopravvivi, non subire l’onta della prigionia, se muori non lasciare che il tuo nome sia macchiato da misfatti” recita il Manuale di condotta del soldato giapponese. A Saipan anche i civili si suicidano (20.000 ventimila) ed altri 10.000 sono uccisi dai militari perché tentano di salvarsi. Per dare un’idea nell’isola di Aguijan vicino Tinian il plotone del tenente Yamada si arrende solo il 4 settembre 1945 e ci saranno tracce di “soldati fantasma”, come il famoso Susumo che si arrenderà solo al suo comandante nel 1953, che continueranno la guerra nella giungla per altri 30 anni. Mentre nelle precedenti battaglie, anche per non essere presi prigionieri, i giapponesi fanno le cariche Banzai di fatto quasi suicide e le perdite sono quasi inutilmente molto maggiori degli americani, ad Iwo Jima l’atteggiamento cambia. Il generale Tadamichi Kuribayashi insegna ai suoi 23.800 uomini tra soldati e fanti di marina a non buttare via la vita in cariche Banzai ma ad adottare una nuova tattica; “A tutti noi piacerebbe morire rapidamente e con facilità, ma così non infliggeremo perdite gravi al nemico. Dobbiamo combattere stando al coperto e più a lungo che possiamo....¹²⁹Dobbiamo infiltrarci in mezzo ai nemici ed annientarli. Dobbiamo prendere le bombe a mano, attaccare i carri armati nemici e distruggerli. Ad ogni salva uccideremo il nemico, l’uccideremo senza errore. Ogni uomo considererà suo dovere uccidere 10 nemici prima di morire”¹³⁰ Mi dispiace terminare la mia vita qui, combattendo gli USA..Ma voglio difendere

¹²⁹ Wheeler Richard ,*Iwo* Lippincott & Crowell 1980;

¹³⁰ Costello John *The Pacific War*, Rawson, Wade

quest'isola più a lungo possibile”¹³¹. Infatti tutti si battono fino alla morte infliggendo agli americani 6821 morti ,21865 feriti pari a 27.686 (altre fonti dicono 27.499)¹³² uomini fuori combattimento su 60.000 attaccantiuno su due . Dei soli 1083 giapponesi sopravvissuti, solo 216 si consegnano prigionieri¹³³.

Tutto questo per un'area di suolo giapponese di soli 20,72 chilometri quadrati!

Infatti i giapponesi “volevano far pagare la conquista di Iwo Jima talmente cara che gli americani si sarebbero ritratti dall'idea di invadere il loro territorio nazionale”¹³⁴.

Ad Okinawa è ancora peggio. Con il concorso anche di assalti suicidi dei Kamikaze tra il 1 aprile ed il 21 giugno 1945 i giapponesi abbattano 763 aerei, affondano 36 unità navali e ne danneggiano 368 con la morte di 3048 marinai e il ferimento di altri 6035 su un totale di 72.358 perdite americane¹³⁵ di cui 49151 morti. Muoiono 110.000 militari giapponesi e, pare, oltre 150.000 civili di cui molti si sono uniti alle forze combattenti¹³⁶. In 10 ondate 1900 Kamikaze si sacrificano con 1465 velivoli, 16 navi affondate e 4 danneggiate, solo 7400 nipponici si arrendono. I Kamikaze, il cui significato letterale richiama il “vento divino” che nel 1281 bloccò la flotta mongola, diventano un'arma fondamentale per far desistere gli americani dall'invasione del Giappone. “ Come recita il Giornale di Guerra del Quartier Generale Giapponese: “ Non

¹³¹ Wheeler Richard, *Iwo* Lippincott & Crowell 1980

¹³² :Walker P.D., *Truman's Dilemma: Invasion or the Bomb*, Pelican publishing Company, Gretna 2003

¹³³ Bauer E. *Storia controversa della seconda guerra mondiale*, vol 8 pag 69, Istituto Geografico De Agostini Novara 1976.

¹³⁴ Manchester William 1980 *Godbye Darkness*, Little Brown 1980

¹³⁵ Clayton K.S. Chun *Japan 1945, from Downfall to Hiroshima and Nagasaki* Osprey Publishing limited Kemp House, Chawley Park, Cunnor Hill ,Oxford 2008 pg 39

¹³⁶ Ienaga S., *The Pacific War 1931-1945* Pantheon Books New York 1979

possiamo più continuare la guerra così pensando di vincerla. L'unica speranza per i cento milioni di giapponesi è sacrificare le proprie vite scagliandosi contro il nemico per fargli perdere la voglia di combattere”¹³⁷

Da tutto quanto sopra espresso non si può che ritenere esatta e comprensibile la preoccupazione degli scienziati

Per realizzare tale fine noi raccomandiamo che prima che le armi vengano usate, non solo la Gran Bretagna , ma anche Russia, Francia e Cina siano avvisate che noi abbiamo fatto considerevoli progressi nel nostro lavoro sulle armi atomiche, che queste possono essere pronte all'uso durante l'attuale guerra e che accetteremo suggerimenti su come si possa cooperare nel portare avanti questo sviluppo per contribuire a migliorare le relazioni internazionali.

La proposta di informare gli alleati del fatto che siano stati fatti considerevoli progressi e non le tecnologie per raggiungerli risiede nella preoccupazione degli scienziati che un utilizzo a sorpresa della Bomba scateni una corsa agli armamenti. Il problema è che la corsa agli armamenti atomici è già in corso. Infatti per primi i tedeschi, poi gli inglesi, quindi i russi ed anche i giapponesi e gli americani, spinti peraltro dai britannici, iniziano a sviluppare l'atomica. Anche i giapponesi tentano la via dell'atomica realizzando da uno a cinque ciclotroni (acceleratore di particelle pesanti) chiamati Riken (distrutti il 13 aprile 1945 da un bombardamento su Tokyo) realizzati dal prof Yoshio Nishina autore di uno dei programmi di ricerca atomica giapponese. L'eminente fisico, che ha studiato con Bohr a Copenhagen, andrà a constatare l'esito della bomba di Hiroshima rendendosi perfettamente conto di cosa si tratta.

¹³⁷ Frank R.B. *Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire*, Random House , New York 1999 pg 89

Gli Stati Uniti in definitiva sono gli unici che hanno avuto la capacità e la possibilità di trasformare un'intera "nazione in un impianto industriale" come ipotizzato da Bohr nel 1939 in relazione alla allora ipotetica separazione dell'isotopo U235 dall'uranio 338

Gli altri non che non abbiano voluto ma non hanno potuto o non sono stati in grado di realizzarla. Quindi gli USA, fabbricando ed utilizzando l'atomica, non hanno scatenato la corsa agli armamenti atomici ma l'hanno solo vinta. Le relazioni internazionali poi, anche se non miglioreranno saranno nel futuro molto condizionate dalla minaccia atomica impedendo una probabile nuova III guerra mondiale USA-URSS con armi convenzionali che nulla avrebbe avuto da invidiare alla seconda. La guerra fredda , stante l'alternatività ed inconciliabilità dei sistemi politico economici dell'USA e dell'Urss accomunati solo dall'aspirazione all'egemonia mondiale, sarà l'alternativa appunto "fredda" ad un conflitto convenzionale caldissimo. Evidenzio che di fatto l'Armata Rossa dopo la guerra non smobiliterà mai interamente anzi riarmerà i paesi satelliti del futuro Patto di Varsavia.

Anche gli Stati Uniti, dopo un primo momento di euforia, con la crisi di Berlino del 1948 e la guerra di Corea del 1950, si riarmeranno anche convenzionalmente e con il piano MDAP e la NATO riforniranno di tutto punto anche gli ex nemici. Il solo Esercito Italiano, ad esempio, nel 1954 conterà 354.000 uomini ottimamente equipaggiati dagli USA con dimensioni e capacità mai raggiunte prima in tempo di pace nemmeno sotto il Fascismo. L'atomica, con l'orrore che generano Hiroshima e Nagasaki, sarà l'arma della pace, bloccando pregiudizialmente qualunque fantasia guerrafondaia da First Strike di teorici intellettuali di ambo le parti. Gli stessi generali o ufficiali bloccheranno responsabilmente sul nascere qualunque casus belli. Eloquenti è il Capitano di Fregata Vasili Alexandrovich Archipov, terzo ufficiale di un sottomarino russo B 59, che convince il Comandante Valentin Savitskij a ritirare l'ordine, già confermato dal

commissario politico Maslennikov, di armare la testata di un siluro nucleare. Il sottomarino infatti , avendo violato la cinta navale o meglio la “quarantena” ,come la definita da Mac Manara, intorno a Cuba, il 27 ottobre 1962 pur avendone la facoltà non risponde al lancio di bombe di profondità da esercitazione di un cacciatorpediniere americano. Gli americani, a loro volta, quando il sommergibile emerge gli consentono di defilarsi senza ispezionarlo per non scoprire la dotazione di un siluro a testata atomica che avrebbe spazzato via undici navi americane .

Per questa ragione da militare cosciente di cosa significhi una guerra atomica ho “imparato a non preoccuparmi e ad amare la bomba” consapevole che dopo una guerra nucleare per dirla come Krusciov: “i vivi avrebbero invidiato i morti”

Comunque, la proposta di una parte degli scienziati, considerando che non potevano essere al corrente dei programmi di ricerca sovietico, e giapponese, ha una sua logica ingenua a meno di non considerarla come un modo per alleggerire la loro posizione.

Le opinioni dei nostri colleghi scienziati sull'uso iniziale di queste nuove armi non sono unanimi: essi vanno da una proposta di dimostrazione puramente tecnica a quella del miglior uso militare progettato per ottenere la resa. Coloro che sostengono una pura dimostrazione tecnica vorrebbero bandire l'uso delle armi atomiche e temono che se noi usiamo ora l'arma possa venir pregiudicata la nostra posizione in futuri negoziati.

L'idea di una dimostrazione puramente tecnica in un'area isolata o nella Baia di Tokyo è stata esaminata a suo tempo scartata per le seguenti ragioni:

1) presunta impossibilità per i giapponesi di descrivere e misurare e comprendere la tecnologia della bomba, come sostenuto da Isidor Isaac Rabi della Columbia University, Nobel del 1944 ¹³⁸.

2) il notevolissimo costo della bomba;

3) il rischio di un fallimento che avrebbe rinforzato la già forte volontà di non arrendersi dei giapponesi;

4) la possibilità che lo show divenisse solo un'informazione per il nemico per organizzarsi magari, sapendo ovviamente il luogo, per abbattere l'aereo prima della dimostrazione

5) l'eventualità che per un qualsiasi evento l'ordigno cadesse intatto in mano nemica

6) l'incredulità o diffidenza , effettuare il test in area neutrale sicuramente avrebbe indotto a pensare ad un trucco hollywoodiano;

7) la quasi certezza che preannunciare il sito in territorio giapponese avrebbe potuto indurre i nipponici a concentrarvi i prigionieri di guerra alleati;

8) la disponibilità fino a tutto agosto di sole 2 bombe

Tali motivazioni obiettivamente sono, a mio parere, incontestabili specialmente tenendo conto del terrificante trattamento riservato ai prigionieri di guerra dai giapponesi.

I prigionieri alleati nelle mani dei giapponesi sono 168.500. I soli americani sono 24.992 di cui 35% (8.634) moriranno in prigionia anche per sevizie ,maltrattamenti, malnutrizione e torture a fronte dei soli 833 americani morti su 93.653 prigionieri dei tedeschi pari allo 0,9%.

¹³⁸ Donovan R.J. 1977 Conflict and Crisis: the presidency of Harry S. Truman 1945-1948. University of Missouri Press 1996 pg66

Per quanto concerne la proposta di bandire le armi atomiche se non è ingenua è un modo per “lavarsi la coscienza a posteriori”. Notoriamente bandire l’uso di un’arma è oggettivamente impossibile, al limite se ne può condannare l’uso. Eloquenti è la situazione delle armi chimiche e batteriologiche: sono vietate dai trattati ma le superpotenze e non solo loro.... mantengono la tecnologia per realizzarle rapidamente per sviluppare contromisure e antidoti o per eventuali rappresaglie .

Altri sottolineano l’opportunità di salvare vite americane mediante l’immediato uso militare e credono che tale uso migliori le prospettive internazionali, in quanto essi propendono maggiormente per la prevenzione della guerra piuttosto che per l’eliminazione di quest’arma specifica.

Noi ci sentiamo più vicini a quest’ultimo punto di vista; non possiamo suggerire alcuna dimostrazione tecnica che abbia una qualche probabilità di porre fine alla guerra; non vediamo alternativa accettabile all’uso militare diretto.

Il Giappone è il nemico peggiore per i democratici Stati Uniti. Un avversario moralmente e fanaticamente compatto, che non concepisce il concetto di resa, con Forze armate provate ma numerose ed ancora efficienti, che non bada quasi alle perdite, con migliaia di giovani che si offrono volontari come kamikaze, con una popolazione che combatterà strada per strada senza distinzione di età, sesso o condizione sociale. Insomma un esercito da cento milioni di combattenti. Emblematica e terribile la storia del tenente pilota Hajime Fujii. Escluso ,benché volontario, dai Kamikaze perché con moglie e figli, comunica la “tristissima” notizia alla moglie Fumiko. Quella si suicida annegandosi nel fiume Arakawa con i suoi 2 bambini Chieko (1 anno) e Kazuko (4 anni) per consentirgli di sacrificarsi per l’Imperatore. Fujii sarà uno dei 1465 kamikaze

di Okinawa. Un nemico anche spietato che, dopo la resa della Cina nel 1937, ha ucciso, violentato e torturato 350.000 uomini ,donne e bambini cinesi ritenuti “razze inferiori” come i coreani e i mongoli. Questi sono considerati “maruta” ovvero manichini o pupazzi di legno da usare come cavie, bersagli per esercitazioni di tiro, o esperimenti con armi batteriologiche o chimiche da parte della famigerata Ping Fan Unità 732 . Questa è un’unità di ricerca formata da 5000 soldati e 3000 scienziati¹³⁹ ed impiegati con una sezione anche ad Hiroshima. Tali pratiche verranno estese anche ai prigionieri occidentali per ottenere risultati non dipendenti dalla biologia delle cavie. Nell’Asia occupata dai Giapponesi la popolazione diminuisce da 44 milioni a 25 milioni¹⁴⁰ In Corea ed in Cina 400.000 donne dai 10 (dieci) anni in su sono considerate “parte dell’equipaggiamento” come “generi di conforto” talvolta “spartite” a turno da oltre cinquanta soldati al giorno¹⁴¹.

Con un nemico così non ci sono alternative se non :

- 1) un asfissiante blocco navale;
- 2) devastanti bombardamenti convenzionali a tappeto;
- 3) un invasione o in alternativa
- 4) un bombardamento atomico a oltranza fino alla resa o all’annichilimento.

Le prime 2 fasi vengono messe in pratica, oltre 280 chilometri quadrati di 66 città sono rasi al suolo da oltre 10.000 tonnellate di esplosivi incendiari e no, 22 milioni di

¹³⁹ Barenblatt D. APlague upon Humanity. The Hidden History of Japan’s Biological warfare Program, Harper perennial ,New York 2005

¹⁴⁰ Allen T.B., Norman P. *Code –Name Downfall: the secret plan to invade Japan- and why Truman dropped the Bomb*, Simon and Schuster, New York 1995

¹⁴¹ Yoshiaki Y., *Confort Women*, Columbia University Press , New york 2002

senzatetto, 1 milione di morti civili sotto i bombardamenti che si aggiungono ai 780.000 militari morti in battaglia. “Non esistono civili in Giappone. Siamo in guerra e abbiamo adottato uno stile di guerra che punta sul tutto per tutto, che salva innanzitutto la vita dei soldati americani, che riduce l’agonia della guerra e che tenta di ottenere una pace duratura. Intendiamo scovare il nemico e distruggerlo ovunque esso si trovi, con il più alto numero di perdite, nel minor tempo possibile”¹⁴²

In attesa dell’atomica si prepara pure l’invasione con l’operazione “Downfall” nelle sue due fasi Operazione Olympic e Operazione Coronet. Truman si raccomanda “di economizzare nella massima misura possibile le perdite di vite americane”¹⁴³.

Dopo una preliminare pianificazione a cura del JWPC (Joint War Plans Committee) Comitato congiunto piani di guerra, tra il 5 ed il 25 maggio 1945 gli Stati Maggiore di MacArthur e Nimitz ne sviluppano la pianificazione di dettaglio.

L’Operazione Olympic., con inizio previsto in un primo momento per il 1 dicembre poi anticipato al 1 novembre 1945, prevede la conquista della parte meridionale di Kyushu una delle 4 isole maggiori dell’arcipelago giapponese, composto da 6852 isole, a cura della sesta armata di MacArthur agli ordini del gen Walter Krueger con 9 divisioni dell’esercito, 3 di marines e 2 dell’esercito di rincalzo, con una riserva strategica di altre due divisioni nelle Filippine e una nelle isole Ryukyu tra Kyushu e Taiwan per un totale di 252.000 e 86.600 marines di cui circa 140.000 uomini in prima schiera . Per giungere

¹⁴² Millet A.R., Moslowiski P. *For the common Defense. A Military History of the United States of America*, The Free Press, New York 1984

¹⁴³ Feis H. *The Atomic Bomb at the end of World War II* Princeton University Press 1966

alla conquista completa di Kyushu si ritengono necessarie almeno altre 17 divisioni arrivando a 766.700 uomini

Operazione Coronet: obiettivo l'isola di Honshu e Tokio, con inizio il 1 marzo 1946 e l'impiego della I della VIII armata. La prima ondata sarà di 9 divisioni di fanteria e 3 di marines, in rincalzo l'equivalente di altre 3 divisioni di fanteria 1 di marines e 2 corazzate per un totale di 575.000 uomini di cui 250.000 in prima schiera. Dopo 90 giorni ne serviranno altre 4 per sostenere nel tempo le operazioni e l'eventuale, se possibile, rotazione delle unità. Per completare l'occupazione necessiteranno in tutto almeno altre 25 divisioni.

Il totale delle forze da impiegare (comprese la marina e l'aviazione e supporti) supera il milione di uomini con perdite preventivate diverse a seconda dei vari studi.

Secondo il JPWP con uno studio del 15 giugno 1945 per la sola Olympic prima parte saranno 193.500 per giungere a 220.000 ad operazione completa.

Lo stato maggiore di MacArthur calcola 105.050 perdite nei primi 90 giorni di invasione.

L'ammiraglio Leahy nella riunione congiunta del 15 giugno con Truman, Stimson Marshall, l'ammiraglio King ed altri, parla di una situazione "tipo Okinawa" con il perdite dell'ordine di 268.000.

In definitiva, qualora si dovesse arrivare all'opzione Coronet completa ed alla successiva conquista totale del Giappone "palmo a palmo", si potrebbe arrivare al milione di perdite americane (tra morti, feriti e dispersi) come Stimson scriverà nel 1947 su Harper's Magazine, di febbraio¹⁴⁴. Evidenzio che in Normandia i militari caduti

¹⁴⁴ Hein L., Living with the Bomb: American and Japanese Cultural Conflicts in the Nuclear Age, Selden editions, Armonia (NY) 1997

USA sono 6603 ed in tutto il conflitto saranno 405.000. L'amministrazione americana a giugno mette in magazzino 500.000 medaglie "Purple Hearts" riservate ai caduti o feriti in combattimento. Fortunatamente ad oggi non sono ancora finite e molte sono ancora nei magazzini. Ultimo particolare: le unità da impiegare saranno composte da moltissimi reclute "di primo pelo". Infatti i veterani hanno diritto al congedo previsto dalle leggi statunitensi in base ad un punteggio calcolato su: anni di servizio, trasferimenti all'estero, campagne di guerra, decorazioni e numero di familiari a carico o sopravvissuti in famiglia. Rammento che proprio in base alla "sole survivor policy" il sergente Frederick "Fritz" Niland della 101 divisione aviotrasportata è stato rimpatriato dal Fronte europeo ispirando il noto film "Salvate il soldato Ryan" .

Ma i Giapponesi non dormono certo e già dal 1942 hanno iniziato a pensare alla pianificazione della difesa del territorio metropolitano producendo alla fine il piano piano per la difesa della Patria "Ketsu-go" sakusen (cioè operazione Decisiva) approvato dall'imperatore il 20 gennaio 1945. Il piano mira non alla ormai impossibile vittoria ,su cui non hanno illusioni, ma a procurare agli americani tali e tante perdite da indurli ad accettare un armistizio piuttosto che la resa incondizionata del Giappone..

Per questa ragione prevede una presa di contatto e frenaggio sulle spiagge per poi continuare con una difesa ad oltranza palmo a palmo, anche con l'aiuto della popolazione civile interamente mobilitata. Oltre a 4 milioni di impiegati civili militarizzati, anche tutti gli uomini e le donne dai 17 ai 45 anni sono chiamati a combattere per l'imperatore con tutto, armi storiche ad avancarica, archi ,lance e frecce o canne di bambù con la punta avvelenata svuotando persino i musei. Anche i bambini sono addestrati alle tecniche "caccia carri" che consistono nel gettarsi sotto i carri armati avversari per apporre una mina o esplosivi sul fondo," del mezzo, detto "ventre molle, con poche possibilità di sopravvivenza come hanno fatto i nostri eroici

paracadutisti ad El Alamein La differenza è che questi ragazzini sono addestrati a gettarsi non “tra” i cingoli ma “sotto” i cingoli con cinte esplosive addosso “per morire nel modo più onorevole possibile”¹⁴⁵.

Il Ministero della Guerra fin dal 1 agosto 1944 ha ordinato ,in caso di invasione, di uccidere tutti i 168.500 prigionieri di guerra americani, inglesi olandesi, cinesi ed indonesiani ed altri

Logicamente le forze armate daranno fondo a tutto potendo equipaggiare al massimo 42 divisioni di fanteria 2 divisioni corazzate e 18 brigate autonome per 1.500.000 uomini più 850.000 rincalzi per l'equivalente di 65 divisioni di cui 15 deposito (cioè senza armamento ma solo soldati per ripianare le perdite delle unità combattenti) con un totale di 2.350.000 militari. A questi si aggiungono teoricamente una milizia di 28.000.000 di civili indottrinati ad uccidere gli invasori . Su 12 divisioni di fanteria, 4 divisioni costiere o da fortezza, 6 brigate corazzate, 1 brigata costiera o da fortezza, 5 brigate autonome di fanteria pari a 534.000 soldati presenti sull'isola di Kyushu, si schierano per difendere in particolare proprio i punti previsti per gli sbarchi principali dell'operazione Olympic (la baia di Arake e la regione costiera di Miazaki) l'equivalente di 9 divisioni di fanteria e alcune brigate autonome. Tenendo presente che per aver buone probabilità di successo la proporzione tra attaccanti e difensori trincerati è 3 a 1 e la forza d'invasione (compresi rincalzi ,supporti etc) sarà di 766.700¹⁴⁶ i generali americani hanno di che preoccuparsi. Sull'isola di Hoshu (obbiettivo

¹⁴⁵ Toland J., *The Rising Sun: The Decline and Fall of the Japanese Empire 1936-1945*, Modern Library, New York 2003

¹⁴⁶ Clayton K.S. Chun *Japan 1945, from Downfall to Hiroshima and Nagasaki* Osprey Publishing limited Kemp House, Chawley Park, Cunnor Hill ,Oxford 2008 pg73

dell'operazione Coronet) sono predisposte :11 divisioni operative, 2 divisioni corazzate, 7 divisioni costiere 7 brigate miste indipendenti e 3 brigate autonome corazzate di cui 5 divisioni nella zona della baia di Sagami, 15 divisioni vicino alle spiagge di Kujukuri con al centro la Baia di Tokio e tutto il resto in riserva .

Oltre ciò rimangono le forze aeree giapponesi che al 13 agosto sono stimate in 10.290 velivoli da utilizzare quasi tutti come kamikaze, con una possibilità di successo antinave del 32%. Di questi già 330 sono dedicati alle portaerei ed altri 250 solo per le navi da trasporto per colpirle giorno e notte continuativamente per 10 giorni. Se si aggiungono i “kaiten” (siluri umani) si arriva tranquillamente ad una previsione del 30-50 % di navi colpite. In definitiva un’ enorme carneficina di civili e militari di ambo le parti di gran lunga superiore alla somma dei martiri di Hiroshima e Nagasaki che, sembra assurdo,(ma è la guerra ad essere assurda), saranno sacrificati per limitare le perdite .

In merito al tema generale dell'uso dell'energia atomica, è chiaro che noi, come uomini di scienza, non rivendichiamo diritti di proprietà. È vero che noi siamo tra i pochi cittadini ad aver avuto occasione di ponderare seriamente questi problemi durante gli anni scorsi.

Non abbiamo, comunque, alcuna pretesa di speciale competenza nel risolvere problemi di carattere politico, sociale e militare che si sono manifestati con l'avvento dell'energia nucleare”.¹⁴⁷

Se prima gli altri scienziati per lavarsi la coscienza per lo meno hanno proposto una dimostrazione in un luogo desertico della bomba, questi con questa modestia di maniera tentano di “dichiararsi fuori” dai problemi politici, sociali e militari sorti dall'Atomica

¹⁴⁷ MED 76 Documenti del Manhattan Engineer District (Recor group 77) National Archives o in *Memorandum by J.R. Oppenheimer, Recommendations on the Immediate Use of Nuclear Weapons, June 16, 1945, Top Secret*

da loro concepita, ideata, incoraggiata , realizzata del cui utilizzo, insieme ai politici, sono pienamente responsabili

5.8 A volte ritornano (Corea oggi)

Se non è vero che la storia si ripete è sicuramente dotata di grande ironia

Infatti in questi giorni ,nello stesso teatro di operazioni di questa tesi, assistiamo ad un “remake”:

Uno stato totalitario con a capo un dittatore (di fatto ereditario..), mobilita tutte le forze della nazione per respingere un’invasione (che non ci sarà) ma così facendo consolida il fronte interno.

Il dittatore nordcoreano Kim Jong Un, che non è un pazzo ma un gran furbone, applica pedissequamente, “come da libretta”, le teorie elaborate dagli intellettuali nei “Think Tank” della guerra fredda e ripropone per alcuni versi la tattica giapponese nella II guerra mondiale con la determinante differenza che l’atomica ce l’ha anche lui. Atomica che non userà mai per primo, per mantenere lui stesso l’eventuale conflitto in ambito convenzionale. Infatti il Nord Corea oltre qualche arma nucleare, ha un esercito di 1 milione di uomini più un altro milione di riserva di pronta mobilitazione ed altri 3 milioni e mezzo di varie milizie tra cui la Milizia dei contadini e dei lavoratori e le giovani guardie rosse. Queste svolgono addestramento “premilitare “ tutti i sabati (4 ore) e sono inquadrati nell’esercito. La leva obbligatoria è di dieci anni per gli uomini e sette per le donne estensibile dal 2014 di un anno o “volontariamente” anche di più. La componente femminile è combattente e circa il 22% degli organici. L’esercito, inquadrato in 19 corpi d’armata ed 1 corpo d’armata di forze scelte, è schierato per il

60-65% nella parte meridionale (come i giapponesi a Kyushu), nella fascia di 100 km dalla linea di demilitarizzazione (38° parallelo), su 4 scaglioni di profondità. Il primo è, ancorato su una linea di difesa fissa con una chilometrica serie di postazioni, bunker e grotte profondamente interrate e comunicanti fra loro realizzate in decenni di preparazione (dal 1952....65 anni di lavori)che ricordano la difesa di Iwo Jima. Il secondo scaglione composto da 2 corpi d'armata meccanizzati ed 1 corazzato, organizzati alla "patto di Varsavia" della guerra fredda, con compiti di difesa dinamica e contrattacco in caso di sfondamento della prima linea, come nella difesa di Okinawa e di Kyushu. Il terzo scaglione comprende 3 corpi d'armata di fanteria ed il corpo d'armata della difesa della capitale Pyongyang, molto simile ai piani anti-Coronet. Il quarto ed ultimo scaglione con 4 corpi di fanteria e 2 meccanizzati ha il controllo dei confini con la Cina e la costa orientale verso il Giappone e rammenta le predisposizioni con forze residuali per la difesa di Hokkaido (quarta isola maggiore del Giappone)da un eventuale sbarco russo....Gli equipaggiamenti sono numerosi, obsoleti ma funzionanti. Infatti l'esercito dispone di circa 3000 carri armati del tipo T54/55 o variante cinese T/59 mantenuti efficienti grazie ad un industria locale sviluppatasi a causa dell'embargo. Tutte queste forze per la carenza di carburante e la preponderanza assoluta dell'aviazione Sud Coreana ed USA (come nel 1945) non hanno alcuna valenza offensiva a meno di supporto diretto della Cina. Tanto è vero che la vera missione delle forze armate nordcoreane non è quella di occupare la Corea del Sud ma di resistere ad oltranza per infliggere più perdite possibile agli americani al fine di dissuaderli da attaccare. Dal punto di vista strettamente militare sembra il set di un film sulla difesa del Giappone nella II Guerra mondiale. Le vere differenze sorgono sui veri protagonisti di questa guerra mediatica. Il dittatore nord coreano, l'Iran e la Cina e gli USA.

Kim Jong Un vuole rimanere al suo posto, rafforzare il fronte interno e consolidare il consenso senza fare la fine di Gheddafi o Saddam Hussein, la Cina tollera le bizzarrie per evitare di avere sui confini i sud coreani e gli americani e per la stessa ragione dell'Iran: mettere in difficoltà la credibilità degli USA continuamente provocati.

Il parallelo e la storia diventano beffardi considerando che i giapponesi, a suo tempo, avrebbero spostato a Konan ora Hungnam il loro programma atomico per sottrarlo ai bombardamenti e per la presenza di uranio ,precisamente uraninite (biossido di uranio) per poi fare un test nella baia (ma non ci sono riscontri solo voci) nel 1945.

Ancor più ironico è il fatto che il Nord Corea ha messo in pratica quasi tutte le teorie in voga nei “think tank” della guerra fredda :

1)”l’ipotesi danese”: un piccolo stato si munisce di armi nucleari minacciando danni gravissimi ai potentissimi vicini tanto da scoraggiarli da attaccarlo.

2) “la Dead Hand (mano morta o del morto)” essendo probabile....ma è solo un’opinione, che le atomiche nordcoreane non servano per essere “lanciate” ma “lasciate” in alcuni siti nordcoreani minati con ADM (Atomic Demolition Munition) da far esplodere per ritorsione in caso di rivolte o colpi di stato o per bloccare un’invasione Anche in questo non sarebbe un’idea originale essendo ,forse, copiata da qualche pianificazione risalente agli anni '60

Per concludere con un nemico così le soluzioni, come a suo tempo con il Giappone, possono essere:

- 1) un asfissiante embargo commerciale, già in corso (cfr. il blocco navale del 1945)
- 2) bombardamento convenzionale dei siti nucleari o di lancio (cfr. bombardamenti convenzionali del 1945) con possibile utilizzo delle “Superbomb convenzionali non nucleari (MOAB GBU-43B) già utilizzata in Afghanistan o MOP GBU-57/B (Massive Ordnance penetrator) contro le postazioni interrate.

- 3) un'invasione, questa volta a cura dei cinesi, analogamente a quanto già da loro fatto in Vietnam nel 1979 (cfr. l'intervento russo con la conquista del Nord della Corea nel 1945)
- 4) bombardamento atomico tattico su obiettivi militari unicamente come rappresaglia a seguito di un primo colpo nucleare andato a segno da parte nordcoreana su Guam o altri territori statunitensi o alleati (Giappone o Sud Corea). Solo in questo caso non si innescerebbe l'escalation nucleare del conflitto con l'astensione o l'intervento della Cina per fermare il Nord Corea.

Tuttavia ,poiché probabilmente continuerà solo la guerra mediatica con lanci a vuoto da una parte e schieramento di flotte, allerta dei bombardieri, possibili blitz segreti di forze speciali (c.d. Black Operations) dall'altra, l'esito probabile a medio-lungo termine a mio parere potrà essere:

- 1) un colpo di stato di una fazione delle forze armate legate alla Cina, (capeggiata possibilmente da generali che non si addormentino durante le parate come il gen Hyon Yong-chol per questo fucilato ,o meglio, “cannoneggiato” con un cannone antiaereo nel 2015) con successivo processo contro la solita “banda dei quattro”(come in Cina nel 1976) o contro “le tigri” (38 alti funzionari arrestati nella campagna anticorruzione attuale in Cina),
- 2) morte per malattia o incidente del dittatore con funerali di stato, imbalsamazione (come il nonno Kim Il Sung, presidente eterno, e il padre Kim Jong Il) e sistemazione nel “palazzo del sole di Kumsusan” (mausoleo a Pyongyang) con triplice inchino da parte di ogni visitatore.

Dimenticavo: la situazione descritta comporterà necessariamente l'aumento delle spese militari da parte nordcoreana, statunitense ,sudcoreana, cinese, e di tutti gli stati dell'area interessata.....Giappone compreso.

Tutto questo mi ricorda una frase di Papa Pio XI, poi usata dal cardinale Francesco Marchetti Selvaggiani nel 1939 e ripresa dall'onorevole Andreotti nel 1951:

“A pensare male si fa peccato ma spesso ci si azzecca”.

CONCLUSIONI

Questa ricerca, in un certo senso, è nata circa 45 anni fa, nel 1972, quando mio padre, funzionario dello stato, scettico e ironico di fronte a qualunque propaganda, con mia madre, intellettuale laureata in filosofia nelle stesse aule di questo corso di dottorato, mi hanno portato a vedere “il Dottor Stranamore” di Stanley Kubrick dicendomi “guarda e rifletti”.

L’amore per “la storia, la cultura e la provocazione”, eredità di mia madre, e il senso pratico di mio padre hanno sviluppato un “diavolo in me” che mi induce, in presenza di tesi storiche, ripetute a “drizzare le orecchie” ed ad approfondire.

Una di queste è la “vulgata” circa gli scienziati europei pacifisti e sempre innocenti, costretti dalle circostanze a lavorare per l’atomica con la conseguente “colpa americana” per le stragi di Hiroshima e Nagasaki che si accompagna alla solfa sui “militari americani macellai di civili innocenti”.

Per giungere a delle conclusioni logiche ed oggettive scevre da pregiudizi ideologici e propagandistici ho sviluppato la tesi in senso interdisciplinare su più livelli: tecnologico, storico, politico e militare

Il primo, partendo dagli inizi filosofico-religiosi, si è esteso fino alla tecnica degli ordigni. Per questa ragione , trattando di argomenti ancora in parte segreti, le mie fonti sono obbligatoriamente già pubblicate o pubblicabili e comunque desegretate quali ad esempio le allegate ” Note basate su una serie di cinque lezioni tenute da Serber durante le prime due settimane di aprile 1943 come corso di indottrinamento in connessione con l’inizio del Progetto a Los Alamos . Trascritte da E.U. Condon” o il documento del l’United States Department of Energy sul Progetto Manhattan .

Il secondo, intrecciato con il primo, mette in luce l'evoluzione storica, personale e professionale degli scienziati europei da ricercatori puri al servizio della scienza a naturalizzati americani, consulenti scientifici di altissimo livello a servizio di stati belligeranti e o di complessi industriali-militari. Per evidenziare la trasformazione ho utilizzato un parallelismo cinematografico con riferimenti a famosi film (Frankstein, Frankstein Junior, Dr Strangelove)

Il terzo, politico, svela la complessità dell'innaturale alleanza tra stati democratici e la Russia sovietica di Stalin con la nascita dei primi germogli della guerra fredda sin dalla seconda guerra mondiale, specialmente per gli aspetti "atomici".

Con il quarto (militare) affronto non solo gli aspetti strettamente bellici, ma anche quelli umanitari delle popolazioni vittime di una guerra divenuta di sterminio. È emersa, in particolare, l'anomalia di un quasi vincitore (gli USA) ansioso di pace che teme di essere costretto ad un armistizio con il Giappone che non combatte più per vincere ma per infliggere le maggiori perdite possibili al fine di raggiungere anche lui la pace. Ambedue vogliono la pace e per questo si massacrano. In questa assurdità ho scoperto che gli unici che ragionano sono i militari americani, a torto definiti macellai, che sconsigliano di utilizzare l'atomica, inducono a lasciare l'imperatore al suo posto, non si vendicano del nemico sconfitto ma lo aiutano e trasformano una nazione nemica stremata in alleata fiorente. Non a caso nella ricostruzione materiale e morale e della libertà e democrazia del Giappone e dell'Europa i protagonisti sono il generale MacArthur (Governatore Militare del Giappone) e il Gen Marshall (Segretario di stato) con l'omonimo piano. Invece lo sviluppo di teorie di "First strike", "ipotesi Danese", la "Dead hand" etc, dove le vittime sono solo numeri per stabilire chi a vinto o persino chi non ha perso, è dovuto agli scienziati ed agli intellettuali anche europei naturalizzati americani. Di questi Stanley Kubrick ha fatto una splendida, provocatoria e

dissacrante satira con Peter Sellers nel film “Il Dottor Stranamore” del 1962. Il personaggio, “dall’impronunciabile cognome tedesco Dr Merkwürkdigliebe cambiato all’atto della acquisizione della cittadinanza americana in Strangelove”, rappresenta i principali scienziati atomici europei americanizzati: Von Neumann (per la carrozzella), Teller (per il modo di parlare simile anche ad un noto fotografo Arthur Fellig presente sulla scena), Szilard (per le teorie di eletti da salvare nelle caverne), Wigner (per la mano offesa), Fermi (per il regolo calcolatore) e “dulcis in fundo”....Von Braun (per i capelli biondi -- anche se il film è in bianco e nero -- e per la frase finale “Mein Führer I can walk!”).

Infatti gli scienziati europei, di ambo gli schieramenti, avendo ormai perso l’innocenza, diventano teorici della guerra e consulenti strategici nei cosiddetti Think tank, pronti a sostenere “le richieste non giustificate dalla realtà del complesso industriale militare “. Questo senza curarsi che “ogni colpo che viene esploso, ogni nave da guerra che viene inviata, ogni razzo che viene sparato, significa, in ultima analisi, un furto a coloro che soffrono la fame e non sono nutriti, a coloro che hanno freddo e non sono vestiti” e che “ il mondo in armi non sta spendendo soltanto dei soldi. Sta spendendo il sudore dei suoi lavoratori, il genio dei suoi scienziati, le speranze dei suoi bambini”

Queste parole non sono di qualche salottiero intellettuale pacifista molto alla moda, ma del Signor Generale Eisenhower Presidente degli Stati Uniti.

In conclusione se ,come dicevano Talleyrand (vescovo e statista chiamato:“il diavolo zoppo”) e George Clemenceau (statista detto:“la tigre”) :

“la guerra è una cosa troppo seria per lasciarla in mano ai generali”

allora:

“la guerra nucleare è una cosa troppo seria per lasciarla in mano agli intellettuali”.

BIBLIOGRAFIA

1. *A new approach of innovative design: An introduction to C-K Theory*. Armand Hautchuel and Benoit Weil. International Conference of Engineering Design ICED 03 Stockholm, August 19-21, 2003.
2. Allen T.B., Norman P. *Code –Name Downfall: the secret plan to invade Japan- and why Truman dropped the Bomb*, Simon and Schuster, New York 1995
3. Alperovitz T.B. *The decision touse the atomic bomb and the Architecture of an american mith”* Knopf New York 1995
4. Allardice Corbin, Trapnell Edward R.,*resoconto Chicago Pile 1946 e poi 17 novembre 1949*
5. Bauer E. *Storia controversa della seconda guerra mondiale*, vol 8 pag 256, Istituto Geografico De Agostini Novara 1976.
6. Batacchi Pietro, “*La nuova Brigata Paracadutisti Folgore*”, *Rivista Italiana Difesa* 33, 33,12 (Dicembre 2015),pp 44-49.mmm
7. Barenblatt D. *A Plague upon Humanity. The Hidden History of Japan’s Biological warfare Program*, Harper perennial ,New York 2005

8. Battimelli G., *L'eredità di Fermi. Storia fotografica dal 1927 al 1959* dagli archivi di Edoardo Amaldi, Editori Riuniti, Roma 2003.
9. Bernstein J.B. *Il club dell'uranio di Hitler. I fisici tedeschi nelle registrazioni segrete di Farm Hall*. Sironi Edizioni Milano 2005
10. *Bibbia miniata nuovissima edizione dai testi originali*, a cura di Ravasi Gianfranco, Rossano Pietro, Ghirlanda Antonio, collaborazione alla traduzione della Genesi di Testa Emanuele, Novara: Istituto Geografico De Agostini e Cinisello Balsamo (Milano):Edizioni San Paolo, 2000, Tomo I, pp. 21 e 22.
11. Boyer P., *By the Bomb's Early Light: American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age*, Pantheon, New York 1985.
12. Caffarelli R.V., *Enrico Fermi. Immagini e Documenti*, Edizioni Plus Università di Pisa, Pisa 2001
13. Chapman, C. and S.Ward. 1997. *Project Risk Management: Process, Techniques and Insights*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
14. Churchill W., *La seconda guerra mondiale*, Arnoldo Mondadori, Milano 1967.
15. Clayton K.S. *Chun Giappone 1945* Leg edizioni srl Gorizia 2015 pag 60
16. Clayton K.S. *Chun Japan 1945, from Downfall to Hiroshima and Nagasaki* Osprey Publishing limited Kemp House, Chawley Park, Cunnor Hill ,Oxford 2008 pg 39

17. Costello John *The Pacific War*, Rawson, Wade
18. Dalton John “*A new system of Chemical Philosophy*”
19. Drogan M. ,Link M. “Cosi’ *abbiamo imparato a pensare all’atomo*” in “*A qualcuno piace atomica*” quaderno speciale di Limes 2012 pp 23-32
20. De Maria E. “*Enrico Fermi: un fisico da via Panisperna all’America*” monografia nr 8, Supplemento a “*Le Scienze*”,nr 368, aprile 1999
21. Department of Defense. 2001. *Risk Management Guide for Department of Defense Acquisitions*. Belvoir, VA: Defense Acquisition University Press.
22. Donovan R.J. 1977 *Conflict and Crisis: the presidency of Harry S. Truman 1945-1948*. University of Missouri Press 1996 pg66
23. Dover J., *Culture of War*, Norton, New York 2010
24. E. Amaldi, *Da via Panisperna all’ America*, Editori Riuniti , Roma 1997
25. Edoardo Amaldi: *La vita e l’opera di E. Majorana*. Roma, Accademia dei Lincei, 1966.
26. Feis H. *The Atomic Bomb at the end of World War II* Princeton University Press 1966
27. Frank R.B., *Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire*, Random House, New York 1999.
28. Franklin H.B. *War Stars : The superweapons and the American imagination*, Amherst, University of Massachusetts Press 2008

29. Giovannitti L. e Freed F., *The Decision to Drop the Bomb* 1965
Coward McCann
30. Goodchild P. 2004, "*Edward Teller. The Real Dr. Strangelove*"
31. Gordon T. e Witts M.M., *Enola Gay*, Stein and Day 1977
32. Gosling F. 1999. *The Manhattan Project US Department of Energy* (DOE/MA-0001-01/99).
33. Gowing M., *Britain and atomic energy 1939-1945*, McMillan
London 1964)
34. Groueff S. 1967, "*Manhattan Project*"
35. Goudsmit S. , *Alsos*, Henry Shuman 1947
36. Groves L. 1962. *Now it can be told. The story of the Manhattan Project*. Da Capo Press: New York
37. Guerini A. Agnoli P. *Hiroshima e il nostro senso morale* Guerini
Associati Milano 2012
38. Hart L. H. *Storia militare della seconda guerra mondiale*,
Mondadori ,Milano.1970
39. Hatchuel A., "*Towards Design Theory and expandable
rationality: The unfinished program of Herbert Simon*", Journal
of Management and Governance, Vol. 5, no. 3-4, 2002, pp. 260-
273.
40. Hautchuel A. and Weil B., "*C-K Theory: Notions and
Applications of a Unified Design Theory*", Proceedings of the
Herbert Simon International Conference on "Design Sciences",
Lyon, 2002, pp.22

41. Hawkins D. 1961. *Manhattan District History. Project Y, the Los Alamos Project*. Vol. I: Inception until August 1945. Los Alamos National Laboratory
42. Hazon M., Grande Dizionario Inglese-Italiano ,Italiano-Inglese, Garzanti 1961 ventesima edizione 1974 pg 165
43. Hein L., *Living with the Bomb: American and Japanese Cultural Conflicts in the Nuclear Age*, Selden editions, Armoni (NY) 1997
44. Hewlett R, Anderson O. 1962. *The New World, 1939-1946*. Volume I of a History of the United States Atomic Energy Commission. The Pennsylvania State University Press: University Park, PA
45. Hoddeson L, Henriksen P, Meade R, Westfall C. 1993. *Critical Assembly. A Technical History of Los Alamos during the Oppenheimer Years, 1943-1945*. Cambridge University Press: New-York
46. Holloway D., “*La bomba di Stalin*”in *A qualcuno piace atomica*, Quaderno speciale di Limes 2012 pag 67-75.
47. http://www.80g.it/wp-content/uploads/2012/06/13GRACO_Aquileia_NinoAren_pag459a1.pdf data consultazione 24 nov. 2015
48. <http://www.DIMA.UNIGE.IT/Bartocci/testi/Fermi.ttmc> data consultazione 30 agosto 2017

- 49.[http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB162/45 .pdf](http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB162/45.pdf)
consultato il 18 settembre 2017 memorandum from Major
General L:r: Groves to Chief of Staff Juli 30, 1945
- 50.Ienaga S., *The Pacific War 1931-1945* Pantheon Books New
York 1979
- 51.Imparato E.T., *General MacArthur: Speeches and Reports 908-
1964* Turner Publishing, Paducah 2000 pg 165
- 52.Irving E. , *the German Atomic Bomb* Simon e Schuster 1968
(edizione americana
- 53.Israel G., Nastasi P., *Scienza e razza nell'Italia fascista*, Il
Mulino, Bologna 1998
- 54.JL (John Landsdale), *Capture of Material*, minuta di rapporto
1946. MED / Operazioni speciali per il dipartimento della guerra
(tavola E-F).
- 55.Jacob, Maurice, Maiani, Luciano (2001). “*The Scientific Legacy
of Fermi in Particle Physics*”. In Bernardis, Bonolis, Luisa.
Enrico Fermi: His Work and Legacy. Bologna: Società italiana e
di Fisica Springer
- 56.Jungk R., *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi Torino 1958 pp. 14-
15
- 57.Kahn H. *On the Thermonuclear War* Princeton University Press
1960
- 58.Karlsch Rainer *La bomba di Hitler*,ed Lindau Torino

- 59.L.D. Riabev, *Atomnyi Proekt:Documenty Sssr: i materialy (Progetto Autonomo dell'U.r.s.s.: documenti e materiali) 1938-1945*, Nauka Fizmatlit, Moskva 1998.
- 60.LRG a GMC, (Leslie Richard Groves a General Marshall Commander) 23 aprile 1945, MED 7 (tavole E-F)
- 61.Lamont Brown R., 2002 *Kempeitai Japan's Dreaded Military Police*,Sutton Publishing, Stroud (UK), 2002.
- 62.Loch C, DeMeyer A, Pich M. 2006. *Managing the Unknown. A new Approach to Managing High Uncertainty and Risks in Projects*. John Wiley and Sons, Inc: Hooboken, New Jersey.
- 63.Loch, C.H., and S. C. Sommer. 2004. *Vol de Nuit: The Dream of the Flying Car at Lemond Automobiles*. INSEAD case study.
- 64.Lord Hinton of Bankside, “*L’energia atomica*” in Storia della tecnologia a cura di Singer C., Holmyard E.J., Hall A.R.,Williams T.I., Bollati Boringhieri, Torino 1982 pp.223-267.
- 65.Manchester William 1980 *Goddbye Darkness*, Little Brown 1980
- 66.Maurizi Stefania, *Una bomba, dieci storie: gli scienziati e l’atomica*, Mondadori Milano 2004
- 67.Maddox R.J., *Weapons for Victory: the Hiroshima decision Fifty years later*, University of Missouri Press Columbia 1995
68. MED 76 Documenti del Manhattan Engineer District (Recor group 77) National Archives o in *Memorandum by J.R. Oppenheimer, Recommendations on the Immediate Use of Nuclear Weapons, June 16, 1945, Top Secret*

- 69.Millet A.R.,Moslowiski P. *For the common Defense. A Military History of the United States of America*, The Free Press, New York 1984
- 70.Moynahan J.F. a L.R. Groves, 23 maggio 1946 MED 314.7
- Storia Documenti del Mahattan Engineer District (record goup &&) National Archives.
- 71.Mc Cullough D.,*Truman*,Simon and Schuster, New York 1992.
- 72.Neumann J. e Morgenstern Oskar, *Theory of Games and Economic Behavior* Princeton University Press 1944
- 73.Neumann J. *First Draft of a Report on the Edvac* .Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania Philadelphia 1945
- 74.Neumann J. *Zur Theorie der Gesellschaftspiele(sulla teoria dei giochi di società)* Mathematische Annalen 1928. Nr.100 pag.295-320
- 75.New York Herald tribune del 12 febbraio 1939
- 76.Newley E. F.,”*Lo sviluppo dell’arma nucleare*” in Storia della tecnologia a cura di Singer C., Holmyard E.J., Hall A.R. William T.I., Bollati Boringhieri, Torino 1982 pagg268-283.)
- 77.Nuti L. *La sfida nucleare*, Il Mulino 2007
- 78.Nuti L. *L’atomica, scienza ,cultura e politica*, FrancoAngeli 2014
- 79.O’Keefe B. J. *Nuclear hostages*, Houghton Mifflin 1972

- 80.Overy R., *La strada per la vittoria. Perché gli alleati hanno vinto la seconda* Guerra mondiale, il Mulino Bologna 2002.
- 81.Paulin J.H. *America's decision To Drop the Atomic Bomb on Japan* Lousiana State University 2007
- 82.Pash, Boris T., *The Alsos Mission*, Award Books 1969 pg 191
- 83.Pensabene Giuseppe, *Il Tevere di Roma*, Roma 1-2 luglio 1941
- 84.Philipp L., *über das Relativitätsprinzip*, Berlino 1918.
- 85.Reeves R. *Una forza della natura. Ernest Rutherford, genio di frontiera*, edizioni Codice, Torino 2010.
- 86.Rhodes R., *The making of the atomic bomb*, edizioni Simon & Schuster, New York 1986
- 87.Riabev,L.D. *Atomnyi Proekt:Documenty Sssr: i materialy (Progetto Autonomo dell'U.r.s.s.: documenti e materiali)* 1938-1945, Nauka Fizmatlit, Moskva 1998
- 88.Romersa Luigi. 2005. *Le armi segrete di Hitler*. Ugo Mursia Editore.
- 89.Rutherford Ernest *The Scattering of a alfa and beta particles by Matter and the Structure of the Atom* April 1911 , Philosophical Magazine series 6 vol.21 nr 125 pgg:669-688.
- 90.Sanders H. Jonr B., *befreier und Befreite. Krieg, Vergevaltungen, Kinder*, Fisher, Frankfurt am Main 1995.
- 91.Segre` E., *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, Milano 1996

92. Serber R. 1992. Los Alamos Primer: *The first lectures on how to make the atomic bomb*. University of California Press: Berkeley.
93. Shapley 1978 pg 153 Shapley Deborah *Nuclear weapons history: Japan's wartime bomb projects revealed*, Science nr 199 pg 152
94. Speer, A. *Inside the Third Reich* 1970 Macmillan 1970 pg41
95. Stille U., "l'opera di Fermi esaltata dai maggiori fisici del mondo" in *Corriere della sera* del 30 novembre 1954.
96. The U.S. Nuclear Weapons Cost Study Project 1998¹ Teller E., Konopisksi *Ignition of the Atmosphere with Nuclear Bombs* 1946 desecretato nel 1973 in <http://www.fas.org/sgp/othergov/doe/lanl/docs1/00329010.pdf> consultato in data 11 settembre 2017¹
97. Toland J., *The Rising Sun: The Decline and Fall of the Japanese Empire 1936-1945*, Modern Library, New York 2003
98. Treccani, *Novanta anni di cultura italiana* Istituto della Enciclopedia Italiana 2015 pg330:
99. Walker P.D., *Truman's Dilemma: Invasion or the Bomb*, Pelican publishing Company, Gretna 2003
100. Weart, Spencer R. e Szilard Weiss Gertrud , *Leo Szilard :His Version of the Fact* Mit Press 1978 pg 181
101. Washington Post del 29 aprile 1929 in relazione agli esperimenti con il ciclotrone
102. Wheeler Richard ,*Iwo* Lippincott & Crowell 1980;

103. Yarrington G., Stokesbury J. (a cura di), *World War II, Personal Accounts Pearl Harbour to V-J Day, A Traveling Exhibition Sponsored by The National Archives and Records Administration*, Lyndon Baines Johnson Foundation, Austin 1992
104. York Herbert, *the advisor*, W. H. Freeman . 1976 pg 31
105. Yoshiaki Y., *Confort Women*, Columbia University Press , New york 2002

DOCUMENTI

A) .SERBER R. indoctrination course Los Alamos Primer

Il primo documento allegato è il documento distribuito con accesso segreto e limitato a tutti gli scienziati nuovi arrivati all'Area Tecnica di Los Alamos e desegretato solo dopo 50 anni.

Il documento ciclostilato e con varie notazioni autografe di Serber, è stato realizzato da Edward U. Condon Vicedirettore di Los Alamos, teorico della Westinghouse nato ad Alamogordo. Riproduce sistematizzate una serie di 5 conferenze tenute da Serber nelle prime 2 settimane di aprile 1943 come corso introduttivo per gli scienziati. Volute da Oppenheimer, ricalcano le tesi di un seminario estivo svolto a Berkeley nel 1942 e i risultati del lavoro sperimentale del 1942 sulla fissione veloce. È importante perché evidenzia lo stato dell'arte all'inizio del progetto di Los Alamos, rivelando che molte conoscenze sono già disponibili ma solo a livello teorico. Interessante è "l'incipit" con il quale si precisa che l'obiettivo del progetto non è uno studio teorico ma per "produrre un'arma pratica militarmente, nella forma di una bomba nella quale l'energia sia liberata da una reazione a catena con neutroni veloci in uno o più dei materiali notoriamente fissionabili".

**B) GOSLING F.C. United States Department of Energy The Manhattan Project
Making the Atomic Bomb**

Il secondo documento allegato è invece quello divulgato nel 1999, anche questo dopo oltre 50 anni, dall'Ufficio storico del Dipartimento dell'Energia degli USA a cura di F.G. Gosling. Se il primo documento è l'inizio, questo è la conclusione.

Infatti rivela tutto possibile sulla realizzazione delle atomiche

La sua importanza risiede nella possibilità che offre di controllare quanto in pochi anni sia stato fatto a Los Alamos e più in generale dal Progetto Manhattan dallo stadio iniziale descritto dal I documento.

LA--1

UNCLASSIFIED

Series..A

IS-4 REPORT SECTION

REPRODUCTION
COPY



UNCLASSIFIED

UNCLAS

UNCLASSIFIED

PUBLICLY RELEASABLE

Per *Sharon*
Wrightson, FSS-16 Date: *11-21-85*
By *M. Dallego*, CIC-14 Date: *3-19-96*

Classification
by

unclassified

Commission,

for from
Per *Jack W. Kahan, asst. chf. Decl. Bu, OR*
dtd 2-25-63
By REPORT LIBRARY *W. Haney, 12-19-68*

LOS ANGELES NATL LAB LIBS.
3 9338 00349 7103

SECRET
UNLIMITED

UNCLASSIFIED

UNCLASSIFIED

ing
in-
formation in the
other
members of the project, even of the same laboratory
without specific authorization.

THE LOS ALAMOS PRIMER

UNCLASSIFIED

The following notes are based on a set of five lectures given by R. Serber during the first two weeks of April 1943, as an "indoctrination course" in connection with the starting of the Los Alamos Project. The notes were written up by E. U. Condon.

Bob Serber

1. Object

The object of the project is to produce a practical military weapon in the form of a bomb in which the energy is released by a fast neutron chain reaction in one or more of the materials known to show nuclear fission.

2. Energy of Fission Process

The direct energy release in the fission process is of the order of 170 MEV per atom. This is considerably more than 10 times the heat of reaction per atom in ordinary combustion processes.

This is $170 \cdot 10^6 \cdot 4.8 \cdot 10^{-10} / 300 = 2.7 \cdot 10^{-4}$ erg/nucleus. Since the weight of 1 nucleus of 25 is $3.88 \cdot 10^{-22}$ gram/nucleus the energy release is

$$7 \cdot 10^{17} \text{ erg/gram}$$

The energy release in TNT is $4 \cdot 10^{10}$ erg/gram or $3.6 \cdot 10^{16}$ erg/ton. Hence

$$1 \text{ kg of 25} \approx 20000 \text{ tons of TNT}$$

3. Fast Neutron Chain Reaction

Release of this energy in a large scale way is a possibility because of the fact that in each fission process, which requires a neutron to produce it, two neutrons are released. Consider a very great mass of active material, so great that no neutrons are lost through the surface and assume the material so pure that no neutrons are lost in other ways than by fission. One neutron released in the mass would become 2 after the first fission, each of these would produce 2 after they each had produced fission so in the nth generation of neutrons there would be 2^n neutrons available.

Since in 1 kg. of 25 there are $5 \cdot 10^{25}$ nuclei it would require about $n = 80$ generations ($2^{80} \approx 5 \cdot 10^{25}$) to fission the whole kilogram.

While this is going on the energy release is making the material very hot, developing great pressure and hence tending to cause an explosion.

In an actual finite setup, some neutrons are lost by diffusion out through the surface. There will be therefore a certain size of sphere for which the surface losses of neutrons are

any document contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the

the transmission of its contents in any manner unauthorized person is prohibited by law

UNCLASSIFIED

2.

without specific authorization.

just sufficient to stop the chain reaction. This radius depends on the density. As the reaction proceeds the material tends to expand, increasing the required minimum size faster than the actual size increases.

The whole question of whether an effective explosion is made depends on whether the energy released is stopped by this tendency before an appreciable fraction of the active material has fished.

compared to the total binding energy of the electrons in any atom. In consequence even if but 10^{-8} of the available energy is released

the material is very highly ionized and the temperature is raised to the order of $5 \cdot 10^8$ degrees. If 1% is released the mean speed

of the nuclear particles is of the order of 10^8 cm/sec. Expansion of 2 few centimeters will stop the reaction, so the whole reaction

must occur in about 10^{-8} sec otherwise the material will have blown out enough to stop it.

end the mean free path between fissions is about 13 cm so the mean time between fissions is about 10^{-10} sec. Since only the last

few generations will release enough energy to produce much expansion,

it is just possible for the reaction to occur to an interesting extent before it is stopped by the spreading of the active

material. The materials in question are U^{235} , U^{238} and element 94 ^{239}Pu and some others of lesser interest.

explosion process since they require about a microsecond to be slowed down in the hydrogenic materials and the explosion is all over.

The nuclear cross-section for fission of the two kinds of U and of 94 is shown roughly in Fig. 1 where σ_f is plotted

against the log of the incident neutrons. We see that 25

has a cross-section of about $640 \cdot 10^{-24}$ cm² for neutron energies exceeding 0.5 MeV and rises to much higher values at low neutron energies (for thermal neutrons). For 28 however a

threshold energy of 1 MEV occurs below which Above the threshold is fairly constant and equal to (Fig. 1 on next page)

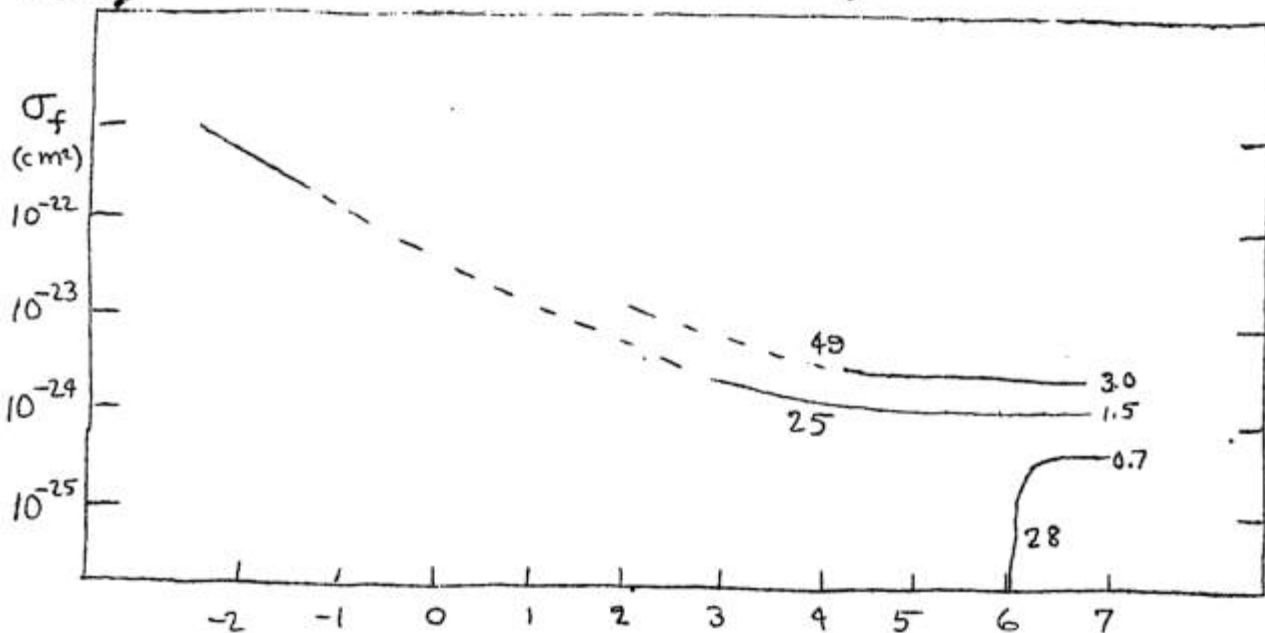
UNCLASSIFIED

UNCLASSIFIED

The designated "LIMITED" [redacted] sharing
with information which is more restricted than the in-
formation in the usual correspondence. [redacted]
receiving [redacted] [redacted] other
members of the project even at the case laboratory,
without sp[redacted]

Fig. 1.

UNCLASSIFIED



(thermal) log neutron energy in EV.

5. Neutron Spectrum

In Fig. 2 is shown the energy distribution of the neutrons released in the fission process. The mean energy is about 2 MEV but an appreciable fraction of the neutrons released have less than 1 MEV of energy and so are unable to produce fission in ^{238}U .

One can give a quite satisfactory interpretation of the energy distribution in Fig. 2 by supposing it to result from evaporation of neutrons from the fission product nuclei with a temperature of about $\frac{1}{2}$ MeV. Such a Maxwellian velocity distribution is to be relative to the moving fission product nuclei giving rise to a curve like Fig. 2.

(Fig. 2 on next page)

This document contains information affecting the National
Defense of the United States within the meaning of the
Espionage Laws, Title 18, U.S.C., Sec. 793 and 794,
or the revelation of its contents in any manner to an
unauthorized person is prohibited by law.

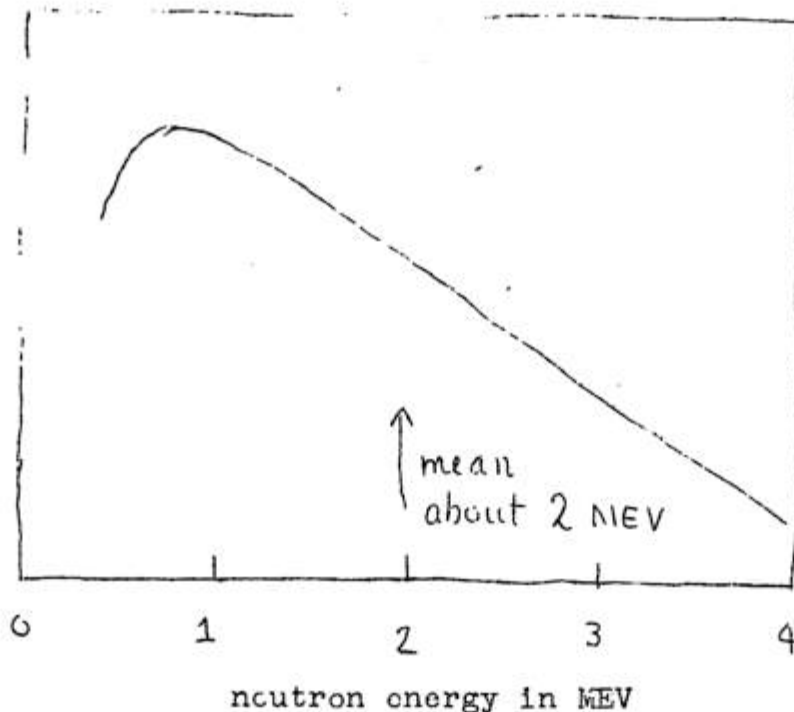
03115
84030

UNCLASSIFIED

08.11.30
03.11.30
Fig. 2

UNCLASSIFIED

The designated "LIMITED" indicates a report dealing with information in the usual secret reports. Persons receiving this report, other members of the project, even of the same laboratory, without specific authorization.



6. Neutron number

The average number of neutrons produced per fission is denoted by ν . It is not known whether ν has the same value for fission processes in different materials, induced by fast or slow neutrons or occurring spontaneously.

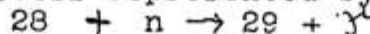
The best value at present is

$$\nu = 2.2 \pm 0.2$$

although a value $\nu = 3$ has been reported for spontaneous fission.

7. Neutron capture

When neutrons are in uranium they are also caused to disappear by another process represented by the equation



The resulting element 29 undergoes two successive β transformations into elements 39 and 49. The occurrence of this process in 28 acts to consume neutrons and works against the possibility of a fast neutron chain reaction in material containing 28.

It is this series of reactions, occurring in a slow neutron fission pile, which is the basis of a project for large scale production of element 29.

This document contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C., Sec. 793 and 794, as amended, the transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

UNCLASSIFIED

The use of this information with information which is more restricted in its dissemination is prohibited. It is the policy of the Department of Energy to prevent the unauthorized disclosure of information which is more restricted in its dissemination to other members of the project, even of the same laboratory, without specific authorization.

UNCLASSIFIED
000000

SECRET
LIMITED

8. Why ordinary U is safe

Ordinary U, containing only 1/140 of 25, is safe against a fast neutron chain because, (a) only 3/4 of the neutrons from a fission have energies above the threshold of 28, (b) only 1/4 of the neutrons escape being slowed below 1 MEV, the 28 threshold before they make a fission.

So the effective neutron multiplication number in 28 is

$$\nu \approx 3/4 \times 1/4 \times 2.2 = 0.4$$

Evidently a value greater than 1 is needed for a chain reaction. Hence a contribution of at least 0.6 is needed from the fissionability of the 25 constituent. One can estimate that the fraction of 25 must be increased at least 10-fold to make an explosive reaction possible.

9. Material 49

As mentioned above this material is prepared from the neutron capture reaction in 28. So far only microgram quantities have been produced so bulk physical properties of this element are not known. Also its ν value has not been measured. Its σ_f has been measured and found to be about twice that of 25 over the whole energy range. It is strongly α -radioactive with a half-life of about 20000 years.

Since there is every reason to expect its ν to be close to that for U and since it is fissionable with slow neutrons it is expected to be suitable for our problem and another project is going forward with plans to produce it for us in kilogram quantities.

Further study of all its properties has an important place on our program as rapidly as suitable quantities become available.

10. Simplest Estimate of Minimum Size of Bomb

Let us consider a homogeneous material in which the neutron number is ν and the mean-time between fissions is τ . In Sec. 3 we estimated $\tau = 10^{-8}$ sec. for uranium. Then if N is the number of neutrons in unit volume we have

$$\dot{N} + \text{div } \underline{j} = \frac{\nu-1}{\tau} N$$

The term on the right is the net rate of generation of neutrons in unit volume. The first term on the left is the rate of increase of neutron density. In the second term on the left $\underline{j}$ is the net diffusion current stream of the neutrons (net number of neutrons crossing 1 cm² in 1 sec across a plane oriented in such a way that this net number is maximum).

In ordinary diffusion theory (which is valid only when all dimensions of boundaries are large compared to the mean free path of the diffusing particles - a condition not fulfilled in our case) the diffusion current is proportional to the gradient of N ,

$$\underline{j} = -D \text{ grad } N$$

UNCLASSIFIED

The design of this document is more restricted than the information in the usual secret documents. Persons receiving this document are not to discuss its contents with other members of the project, even of the same laboratory, without specific authorization.

where D is the diffusion coefficient (cm^2/sec).

Hence we have

$$\dot{N} = D \Delta N + \left(\frac{\nu-1}{T}\right) N$$

Assume a solution whose time dependence is of the form

$$N = N_1(x, y, z) e^{\nu' t/T}$$

where ν' is called the "effective neutron number". The equation to be satisfied by N_1 is

$$\Delta N_1 + \frac{-\nu' + \nu - 1}{D T} N_1 = 0$$

together with a boundary condition. In the simple case in which we are dealing with a sphere of radius R , we may suppose that N_1 is spherically symmetric.

At $r=R$ we would have, on simple theory $N_1 = 0$. (In point of fact $N_1 > 0$ due to the effect of the mean free path's not being small compared with R , but this will not be considered here). For spherical symmetry the equation for N_1 has the solution

$$N_1(r) = \frac{\sin(\pi r/R)}{r}$$

provided that ν' has the value

$$\nu' = (\nu - 1) - \pi^2 D T / R^2$$

This shows that in an infinitely large sphere the neutron density would build up with the time constant $(\nu - 1)/T$. Smaller spheres build up less rapidly. Any sphere so small that $\nu' < 0$ is one for which the neutrons leak out the surface so rapidly that an initial density will die out rather than build up. Hence the critical radius is given by

$$R_c^2 = \frac{\pi^2 D T}{\nu - 1} \quad \nu' = 0$$

Now D is given by $D = \frac{1}{3} v \lambda$ where λ is the transport mean free path, $\lambda = 1/n \sigma_t$, n is the number of nuclei per cc and

$$\sigma_t = \left[\sigma_f + \int \sigma_s (1 - \cos \theta) d\omega \right]$$

which brings out the reason for measurements of the angular scattering of neutrons in U. In metallic U we have

$$\sigma_t = 4 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2$$

which, for a density of 19 gm/cm^3 , gives $\lambda = 5 \text{ cm}$.

Also

$$T = \frac{1}{n \sigma_f v} = \frac{\lambda}{v} \frac{\sigma_t}{\sigma_f} \quad \text{so } \pi^2 D T = \frac{\pi^2}{3} \lambda^2 \frac{\sigma_t}{\sigma_f} = 220.$$

Therefore

$$R_c^2 = \frac{220}{1.3} = 183 \text{ and } R_c = 13.5 \text{ cm.}$$

The critical volume is therefore $10.5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ giving a critical mass of 200 kilograms.

This document contains information which is exempt from release under the provisions of the Espionage Act, U.S.C. 1831, 1832, 1833, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 358

UNCLASSIFIED

The designated "LIMITED" indicates a report containing information in the usual secret category. It is not to be given these reports to the public.

members of the project, even of the same laboratory, without specific authorization.

Show that if the gadget has the shape of a cube, $0 < x < a$, $0 < y < a$, $0 < z < a$, that the critical value of a is given by

$$a = \sqrt{3} R_c$$

Hence the critical mass for a cubical shape is $3^{5/2}/4\pi = 1.24$ times as great as for a sphere.

The value of the critical mass is, however, considerably overestimated by the elementary diffusion theory. The more exact diffusion theory allowing for the long free path drops R_c by a factor about $2/3$ giving

$$R_c \sim 9 \text{ cm} \quad M_c \sim 60 \text{ kg of } 25.$$

The elementary treatment just given indicates the dependence of M_c on the principal constants

$$M_c \sim \frac{1}{\rho^2} \frac{1}{[\sigma_f \sigma_t (v-1)]^{3/2}}$$

where ρ is the density. For $R \neq R_c$ we have the time dependence of neutron multiplication given by

$$e^{(v-1)\sigma_t [1 - (R_c/R)^2] / \tau}$$

Hence for a sphere of twice the critical mass the time constant, for multiplication of neutron density by e is 2.4×10^{-8} sec.

11. Effect of Tamper

If we surround the core of active material by a shell of inactive material the shell will reflect some neutrons which would otherwise escape. Therefore a smaller quantity of active material will be enough to give rise to an explosion. The surrounding case is called a tamper.

The tamper material serves not only to retard the escape of neutrons but also by its inertia to retard the expansion of the active material. (The retardation provided by the tensile strength of the case is negligible.) For the latter purpose it is desirable to use the densest available materials (Al, W, Re, U). Present evidence indicates that for neutron reflecting properties also, one cannot do better than use these heavy elements. Needless to say, a great deal of work will have to be done on the properties of tamper materials.

We will now analyze the effect of tamper by the same approximate diffusion theory that was used in the preceding section. Let D' be the diffusion coefficient for fast neutrons in the tamper material and suppose the lifetime of a neutron in the tamper is (α/γ) . Here $\alpha = n' \sigma_{cp} / n \sigma_t$, with n' the nuclear density of the tamper and σ_{cp} its capture cross-section. If the tamper material is itself fissionable (U tamper) the absorption coefficient is reduced by a factor $(1 - \beta)$, with β the number of neutrons produced per capture.

At the boundary between active material and tamper, the diffusion stream of neutrons must be continuous so

UNCLASSIFIED

Intelligence Act of 1950, Sec. 3503 (a) and 3503 (b) 22. Its transmission in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

SECRET

$$D \left(\frac{\partial N}{\partial r} \right)_{\text{active}} = D' \left(\frac{\partial N}{\partial r} \right)_{\text{tamper}}$$

In the tamper the equation for neutron density is

$$\dot{N} = D' \Delta N - \frac{\alpha}{T} N$$

or for the spatial dependence,

$$\Delta N_i - \frac{\nu' + \alpha}{D' T} N_i = 0$$

As an easy special case suppose the tamper has the same neutron diffusion coefficient as the active material (i.e. the same mean free path) but has no absorption, so $\alpha = 0$. Then under critical conditions ($\nu' = 0$) we have

$$N_i = A/r + B$$

in the tamper material and

$$N_i = \frac{\sin kr}{r}$$

in the active material.

At the outer boundary of the tamper, $r = R'$, we must have $N_i = 0$ hence

$$N_i = A \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R'} \right)$$

On each side of the boundary $r = R$ between active material and tamper material, the slopes must be equal so, equating the densities and slopes on both sides of the boundary we find the following equation to determine k ,

$$kR \cos kR + \frac{R/R'}{1 - R/R'} \sin kR = 0$$

In the limit of a very large tamper radius $R' \rightarrow \infty$ this requires that

$$kR = \pi/2R$$

which is just half the value it had in the case of the untampered gadget. Hence the critical mass needed is one-eighth as much as for the bare bomb.

Actually on better theory the improvement is not as great as this because the edge effect (correction for long free path) is not as big in this case as in the bare bomb. Hence the improvement of non-absorptive equal diffusion tamper over the critical mass, both handled by more accurate diffusion theory only turns out to be a factor of four instead of eight.

Exercise:

Consider a non-absorptive tamper material for which the diffusion coefficient D' is small compared to D . In the limit if $D' = 0$, no neutrons could escape from the active material by diffusion, so the critical radius would vanish and any amount of active core would be explosive.

The design of this report contains information which is more restricted than the information in the unclassified report. It is classified "Secret" and its transmission in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

SECRET

SECRET

SECRET

The design of the bomb is a matter of great importance. It is not possible to get an idea of the improvement obtainable from tamper material of shorter mean free path than the active material show that if $D' = \frac{1}{2}D$ then the critical mass is $1/2.40$ times what it is in the case of thick tamper ($R' = \infty$) if $D' = D$. From this we see that it would be very much worth while to find tamper materials of low diffusion coefficient.

(It turns out that $\chi = kR$ is a root of $\chi \cos \chi = (1 - D'/D) \sin \chi$ which is 1.17 approximately when $D'/D = 0.5$.)

If the tamper material is absorptive then the neutron density in it will fall off like $e^{-kr/r}$

instead of $1/r$ which tends to make the critical mass greater than if the tamper did not absorb.

The distance the neutrons get into the tamper is $1/\lambda = \ell' \sqrt{\frac{s}{3(1-\lambda)}}$ where ℓ' is the mean free path and s the number of collisions before capture. Guessing $s \sim 20$ this gives, with $\ell' = 5$ cm, an effective tamper thickness ~ 13 cm. For a U tamper $\lambda \sim 0.6$, and the effective thickness is raised to 17 cm. These figures give an idea of the tamper thickness actually required; the weight of the tamper is about a ton.

For a normal U tamper the best available calculations give $R_c = 6$ cm and $M_c = 15$ Kg of 25 while with Au tamper $M_c = 22$ kg of 25.

The critical mass for 49 might be, because of its larger fission cross section, less than that of 25 by about a factor 3. So for 49

$M_c = 5$ Kg for U tamper

$M_c = 7.5$ Kg for Au tamper.

These values of critical masses are still quite uncertain, particularly those for 49. To improve our estimates requires a better knowledge of the properties of bomb materials and tamper: neutron multiplication number, elastic and inelastic cross sections, overall experiments on tamper materials. Finally however, when materials are available, the critical masses will have to be determined by actual test.

12. Damage

UNCLASSIFIED

Several kinds of damage will be caused by the bomb.

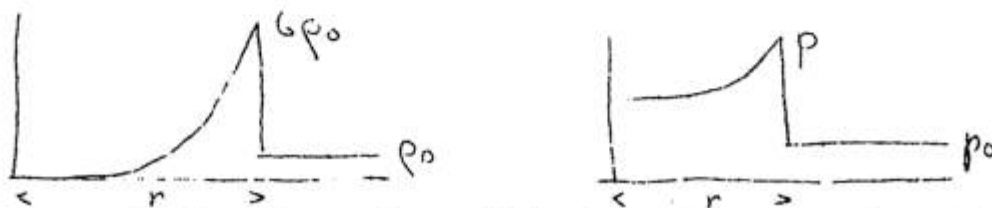
A very large number of neutrons is released in the explosion. One can estimate a radius of about 1000 yards around the site of explosion as the size of the region in which the neutron concentration is great enough to produce severe pathological effects.

Enough radioactive material is produced that the total activity will be of the order of 10^6 curies even after 10 days. Just what effect this will have in rendering the locality uninhabitable depends greatly on very uncertain factors about the way in

APPROVED FOR PUBLIC RELEASE

**GEORGE
SIMPSON
LIMITED
LONDON**

The mechanical explosion damage is caused by the blast or shock wave. The explosion starts acoustic waves in the air which travel with the acoustic velocity, c , superposed on the velocity u of the mass motion with which material is convected out from the center. Since $c \sim \sqrt{T}$ where T is the absolute temperature and since both u and c are greater farther back in the wave disturbance it follows that the back of the wave overtakes the front and thus builds up a sharp front. This is essentially discontinuous in both pressure and density.



If E is the total energy released in the explosion it has been shown that the maximum value of the pressure in the wave front varies as

$$\rho \sim E/r^3$$

This behavior continues as long as p is greater than about 2 atmospheres. At lower pressures there is a transition to ordinary acoustic behavior the width of the pulse no longer increasing.

If destructive action may be regarded as measured by the maximum pressure amplitude, it follows that the radius of destructive action produced by an explosion varies as $\sqrt[3]{E}$. Now in a $\frac{1}{2}$ ton bomb, containing $\frac{1}{4}$ ton of TNT the destructive radius is of the order of 150 feet. Hence in a bomb equivalent to 100000 tons of TNT (or 5 kg of active material totally converted) one would expect a destructive radius of the order of $\sqrt[3]{400000} \times 150 = 1.1 \times 10^4$ feet or about 2 miles.

This points roughly to the kind of results which may be expected from a device of the kind we hope to make. Since the one factor that determines the damage is the energy release, our aim is simply to get as much energy from the explosion as we can. And since the materials we use are very precious, we are constrained to do this with as high an efficiency as is possible.

Defense of the United States within the meaning of the Espionage Act or the revelation of its secrets in any unauthorized person is prohibited by law

APPROVED FOR PUBLIC RELEASE

UNCLASSIFIED

The d [REDACTED] with [REDACTED] information [REDACTED] formation [REDACTED] ceiving [REDACTED] members of the [REDACTED] without specific [REDACTED]

13. Efficiency

As remarked in Sec. 3, the material tends to blow apart as the reaction proceeds, and this tends to stop the reaction. In general then the reaction will not go to completion in an actual gadget. The fraction of energy released relative to that which would be released if all active material were transformed is called the efficiency.

Let R_{co} = critical radius figured for normal density ρ_0 , also R_0 initial radius and R = radius at a particular instant. Assume homogeneous expansion. Then the density when expanded is

$$\rho = \rho_0 (R_0/R)^3$$

and the critical radius R_c figured with the actual density ρ is

$$R_c = R_{co} (\rho_0/\rho)$$

The reaction will proceed until expansion has gone so far that $R_c = R$. Therefore the radius R at which expansion stops is given by

$$R/R_0 = \sqrt[3]{R_{co}/R_0}$$

Since the ratio of R_0/R_{co} is equal to the cube root of the ratio of M_0 , the actual active mass, to M_c the critical mass we see that

$$R/R_0 = \sqrt[3]{M_0/M_{co}}$$

and therefore a gadget having twice the critical mass will expand to a radius only $\sqrt[3]{2} = 1.12$ times its original radius before the reaction stops.

The next problem is to find a simple expression for the time taken for this expansion to occur, since we already know how to calculate the time constant ν'/τ of the reaction. Of course ν' is not a constant during the expansion since its value depends on the radius but this point will be ignored at first.

At a place where we have N neutrons/cm³ there will be N/τ fissions/cm³ sec and therefore if $\mathcal{E}$ is the energy release in erg/fission the volume rate of energy generation is $(\mathcal{E}/\tau)N$. Hence the total energy released in unit volume between time $-\infty$ and time t is

$$W = (\mathcal{E}/\nu') N e^{\nu' t/\tau}$$

Most of this energy goes at once into kinetic energy of the fission fragments which are quickly brought to rest in the material by communication of their energy largely to thermal kinetic energy of motion to the other atoms of the active stuff.

The course of events is shown in Fig. 3. The units on the scale of abscissas are units of $\nu' t/\tau$. If there was no expansion, and if the rate of reaction toward the end was not slowed down by depletion of active material, then the energy released up to a given time in erg/cm³ would be given by the values on the upper logarithmic scale. The places on this scale marked 100%, 10% and 1% respectively show the energy released in unit volume for these three values of the efficiency. A second logarithmic scale shows the growth of the neutron density with time under these

assumptions

Defense of the United States against the espionage Act, U.S.C. or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law

UNCLASSIFIED

The designated "LIMITED" indicates a report dealing with information which is restricted than information in the usual secret reports. Persons receiving these reports are not to show them to other members of the staff or of the same laboratory without specific authorization.

~~SECRET~~
~~LIMITED~~

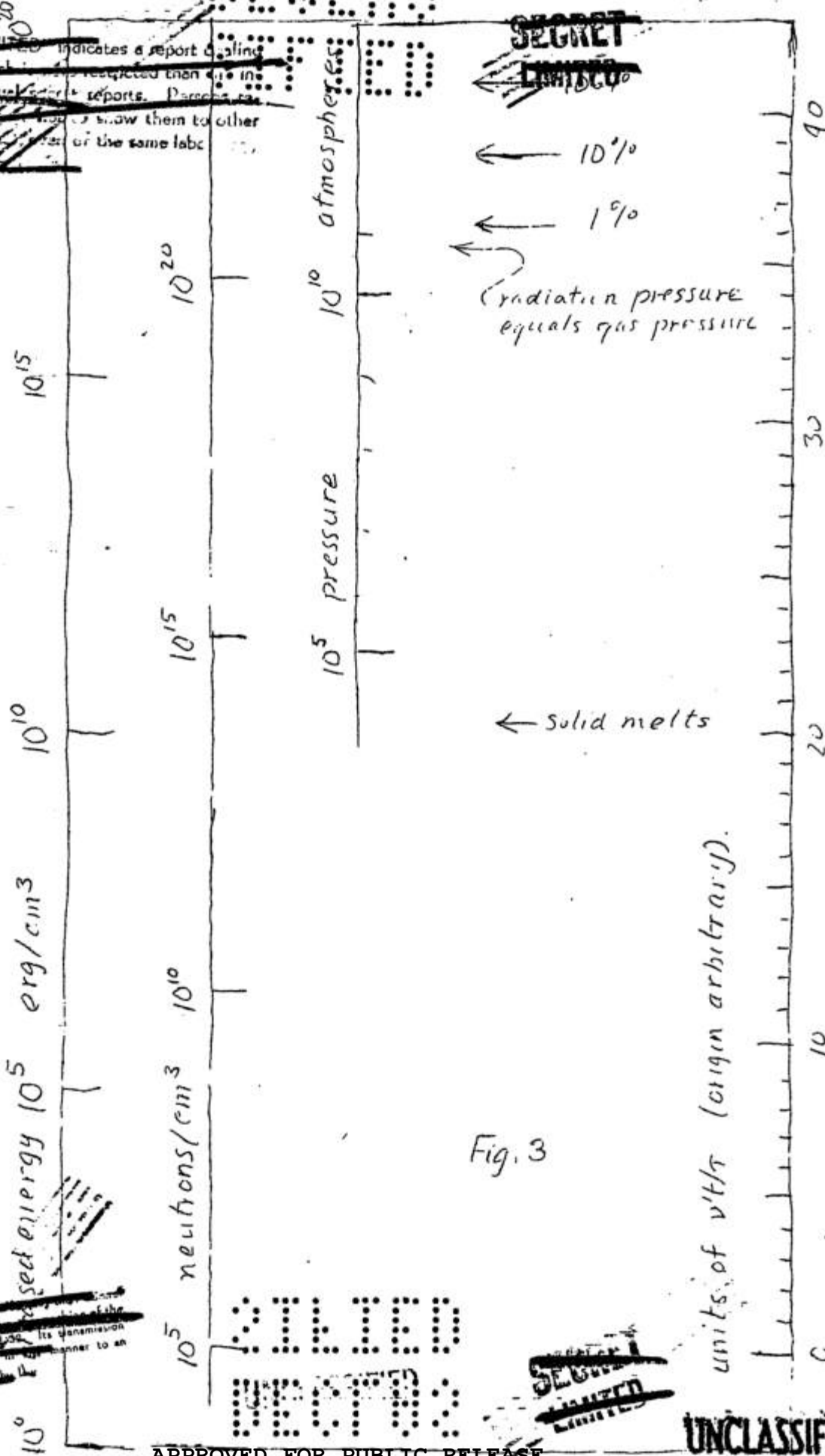


Fig. 3

UNCLASSIFIED

SECRET
LIMITED

UNCLASSIFIED

The designated UNLIMITED report dealing with information that is not to be released in the usual secret reports. Persons receiving this information should be aware of the fact that it is not to be released outside the laboratory.

SECRET
LIMITED

It can be calculated that the pressure in atmospheres is very roughly like the values given on the third scale. At a point just below 10^{17} erg/cm³ evolved the radiation pressure is equal to the gas pressure, after that radiation pressure predominates. Near 10^{10} erg/cm³ is the place where the solid melts so up to this time nothing very drastic has happened - the important phenomena occur in the next 20 units of v'/τ .

Very roughly we may estimate, as follows for masses not much larger than the critical mass, the combination of factors on which the efficiency depends: In a time of the order τ/v' the material moves from R_0 to R so acquires a velocity

$$v \sim (v'/\tau) (R - R_0)$$

Writing $R_0 = R_{c0}(1 + \Delta)$ we find that

$$R - R_0 = \frac{1}{2} \Delta R_{c0}$$

The kinetic energy per gram that is acquired by the material is

$$v^2/2 \sim \frac{1}{2} (v'/\tau)^2 \Delta^2 R_{c0}^2$$

The total energy released is greater in the order $pV \div p dV$ or $2/3 \Delta$. Let $\epsilon = 7.10^{17}$ erg/gram be the energy release for complete conversion then the efficiency is of the order

$$f \approx (v'^2/\epsilon \tau^2) (\Delta^2/4) R_{c0}^2 (2/3 \Delta)$$

or

$$f \approx (1/6) (v'^2/\epsilon \tau^2) R_{c0}^2 \Delta$$

For an untampered gadget

$$v' \approx 2(v-1)\Delta$$

giving

$$f = \frac{2}{3} \frac{(v-1)^2 R_{c0}^2}{\epsilon \tau^2} \Delta^5$$

Putting in the known constants

$$\epsilon = 7.10^{17} \quad \tau = 10^{-8} \quad R_c = 9$$

we find

$$f = K \Delta^3 \quad \text{with} \quad K = 1.1$$

If this very rough calculation is replaced by a more accurate one the only change is to alter the value of the coefficient K . The calculations are not yet complete, but the true value is probably $K \approx \frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$.

Hence for a mass that is twice the critical mass, $R_0 = \sqrt[3]{2} R_c$ so $\Delta = 0.25$ and the efficiency comes out less than 1%. We see that the efficiency is extremely low even when this much valuable material is used.

Notice that τ varies inversely as the velocity of the neutrons. Hence it is advantageous for the neutrons to be fast. The efficiency depends on the nuclear properties through the factors

$$f \sim \frac{v^2 (v-1)}{\epsilon} \frac{\sigma_f}{\sigma_t} \Delta^3$$

where v is the mean speed of the neutrons and the other symbols are already defined.

In the above treatment we have considered only the effect of the general expansion of the bomb material. There is an additional effect which tends to stop the reaction: as the pressure builds up it begins to blow off material at the outer edge of the bomb. This turns out to be of comparable importance in

APPROVED FOR PUBLIC RELEASE

The design of the bomb is such that the information is not to be released to the public. The design is such that the information is not to be released to the public. The design is such that the information is not to be released to the public.

~~SECRET~~
~~SECRET~~
~~SECRET~~

UNCLASSIFIED

stopping the reaction to the general expansion of the interior. However the formula for the efficiency can be shown to be unchanged in form; the edge expansion manifests itself simply in a reduction in the constant K. The effect of blowing off the edge has been already taken into account in the more accurate estimate of K given above.

14. Effect of Tamper on Efficiency

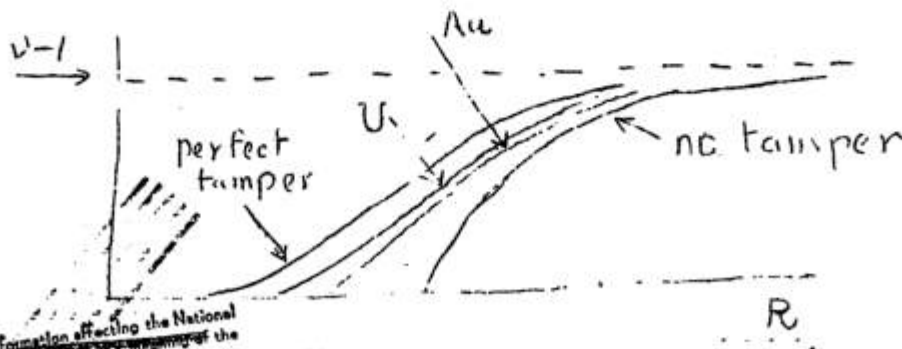
For a given mass of active material, tamper always increases efficiency. It acts both to reflect neutrons back into the active material and by its inertia to slow the expansion thus giving opportunity for the reaction to proceed farther before it is stopped by the expansion.

However the increase in efficiency given by a good tamper is not as large as one might judge simply from the reduction in the critical mass produced by the tamper. This is due to the fact that the neutrons which are returned by diffusion into and back out of the tamper take a long time to return, particularly since they are slowed down by inelastic impacts in the tamper material.

The time scale, for masses near critical where one has to rely on the slowest neutrons to keep the chain going, now becomes effectively the lifetime of neutrons in the tamper, rather than the lifetime in the bomb. The lifetime of neutrons in a U tamper is $\sim 10^{-7}$ sec, ten times that in the bomb. The efficiency is consequently very small just above the critical mass, so to some extent the reduction in critical mass is of no use to us.

One can get a picture of the effect of tamper on efficiency from Fig. 4, in which U/ν' is plotted against bomb radius for various tamper materials. The time scale is given by τ/ν' ; the efficiency, as we have seen in the preceding section, is inversely proportional to the square of the time scale. Thus $f \sim \nu'^2$.

Fig. 4.



This document contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the espionage laws, Title 18, U.S.C., Sec. 793 and 794, and the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

~~SECRET~~
~~SECRET~~
~~SECRET~~

UNCLASSIFIED

UNCLASSIFIED

The designated "LIMITED" indicates a redacted section with information which is more restricted than the information in the rest of the document. It is not to be shown to other members of the project or of the same laboratory, without special permission.

UNCLASSIFIED
15.

SECRET
LIMITED

UNCLASSIFIED

If we use good tamper (U) the efficiency is very low near the critical mass due to the small slope of the ν' vs. R curve near $\nu' = 0$. When one uses a mass sufficiently greater than the critical to get good efficiency there is not very much difference between U and Au as tamper materials.

It turns out that if one is using $4 M_c$ and the U tamper, then only about 15% more active material is needed to get the same energy release with a gold tamper, although the critical masses differ by 50%.

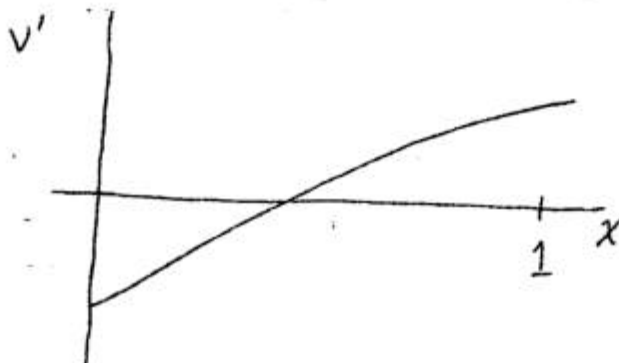
In addition to reflecting neutrons, the tamper also inhibits the tendency of the edge of the bomb to blow off. The edge expands into the tamper material, starting a shock wave which compresses the tamper material sixteenfold. These edge effects as remarked in Sec. 13 always act to reduce the factor K in the formula, $f = K \Delta^3$, but not by as great an amount in the case of tamped bomb as in the case of the untamped bomb.

15. Detonation

Before firing, the active material must be disposed in such a way that the effective neutron number ν' is less than unity. The act of firing consists in producing a rearrangement such that after the rearrangement ν' is greater than unity.

This problem is complicated by the fact that, as we have seen, we need to deal with a total mass of active material considerably greater than the critical in order to get appreciable efficiency.

For any proposed type of rearrangement we may introduce a coordinate χ which changes from 0 to 1 as the rearrangement of parts proceeds from its initial to its final value.



Schematically ν' will vary with χ along some such curve as is indicated in the sketch. Since the rearrangement proceeds at a finite speed there will be a finite time interval during which ν' though positive is much smaller than its final value. As considered in more detail later there will always be some un-

This document contains information which is more restricted than the information in the rest of the document. It is not to be shown to other members of the project or of the same laboratory, without special permission.

SECRET
SECRET
SECRET

UNCLASSIFIED

The design of this document is more restricted than that with information which is more restricted than that with information in the restricted category. Persons receiving these reports are not to show them to other members of the staff of the same laboratory, without specific authorization.

16.

UNCLASSIFIED

avoidable sources of neutrons in the active material. In any scheme of rearrangement some fairly massive amount of material will have to be moved a distance of the order of $R_c \sim 10$ cm. Assuming a speed of 3000 ft/sec can be imparted with some type of gun this means that the time it takes to put the pieces of the bomb together is $\sim 10^{-4}$ sec. Since the whole explosion is over in a time $\sim 75 \tau / v' \sim 10^{-6}$ sec, we see that, except for very small v' ($v' < 0.1$), an explosion started by a premature neutron will be all finished before there is time for the pieces to move an appreciable distance. Thus if neutron multiplication happens to start before the pieces reach their final configuration an explosion will occur that is of lower efficiency corresponding to the lower value of v' at the instant of explosion.

To avoid predetonation it is therefore necessary to keep the neutron background as low as possible and to effect the rearrangement as rapidly as possible.

16. Probability of Predetonation

Since it will be clearly impossible to reduce the neutron background rigorously to zero, there will always be some chance of predetonation. In this section we try to see how great this chance is in order to see how this affects the firing problem.

The chance of predetonation is dependent on the likelihood of a neutron appearing in the active mass while v' is still small and on the likelihood that such a neutron will really set off a chain reaction. With just a single neutron released when $v' > 0.1$ it is by no means certain that a chain reaction will start, since any particular neutron may escape from the active material without causing a chain reaction.

The question can be considered in relation to a little gambling problem. In tossing loaded coins suppose p is the probability of winning and q that of losing. Let P_n be the probability of losing all of an initial stock of n coins. On the first toss either one wins and thus has $(n+1)$ coins or loses and thus has $(n-1)$ coins. Hence the probability P_n is given by

$$P_n = p P_{n+1} + q P_{n-1}$$

the solution of which is

$$P_n = (q/p)^n$$

Identifying this with the neutron multiplication problem one can show that $q/p = 1 - v'$. Hence the probability of not starting a chain reaction with one neutron is $(1 - v')$ or v' is the probability that any one neutron will start a chain reaction.

Suppose now that there is a source of N neutron/sec. Let $P(t)$ be the probability of not getting a predetonation up to the instant t . In the interval dt we have

$$dP = -N dt v' P$$

On the left the first three factors together give the probability of going off a time dt , and the factor P is the probability of not having had a predetonation up to that time.

Near the value $v' = 0.1$ we may suppose that v' varies linearly with time, $v' = ct$. Hence, integrating the differential equation

$$P = e^{-\frac{1}{2} N v' t^2} = e^{-\frac{1}{2} N c t^3}$$

This document contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Act, U.S.C. 30-31 and 32. Its transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

UNCLASSIFIED

ceiving these
members of the
without spe

is the number of neutrons expected in the interval between $t = 0$, when $v' = 0$, and the time when the multiplication number has reached the value v' . Evidently for a particular type of firing rearrangement $\bar{N}$ will vary inversely as the velocity with which the firing rearrangement is carried out.

For example consider a bomb whose mass is between two and three critical masses, for which the final value of v' is 0.3 and suppose that $N = 10^4$ neutrons/sec from unavoidable sources. Also suppose that one piece must move $d = 10$ cm from the $v' = 0.0$ configuration to the final $v' = 0.3$ configuration. Suppose that this piece has a velocity of 10^5 cm/sec then $\bar{N} = 1$ and

$$P = e^{-0.15}$$

so there is approximately a 15% chance of predetonation.

This is the chance of predetonation any time up to that at which the final value of v' is reached. In this example the exponent is small enough that the chance of predetonation, $(1 - P)$, is given by the linear approximation.

$$(1 - P) = \frac{1}{2} \bar{N} v'$$

Since the efficiency varies as v'^3 one will get an explosion of less than $\frac{1}{4}$ of the maximum if it goes off before v' has reached the value $0.3/\sqrt[3]{4} = 0.19$. Hence the probability of an explosion giving less than 25% of the maximum value is

$$(0.19/0.3)^2 \times 0.15 = 6\%$$

The example serves to indicate the importance of taking great pains to get the least possible neutron background, and of shooting the firing rearrangement with the maximum possible velocity. It seems one should strive for a neutron background of 10000 neutron/sec or less and firing velocities of 3000 ft/sec or more. Both of these are difficult ^{of} attainment.

17. Fizzles

The question now arises: what if by bad luck or because the neutron background is very high, the bomb goes off when v' is very close to zero? It is important to know whether the enemy will have an opportunity to inspect the remains and recover the material. We shall see that this is not a worry; in any event the bomb will generate enough energy to completely destroy itself.

It has been remarked in the last section that for very small v' ($v' < 0.1$), the explosion takes so long that the pieces do have time to move an appreciable distance before the reaction ends. Thus even if a neutron enters and starts a chain just when $v' = 0$ there will be time for v' to rise to a positive value, and give an efficiency small, but greater than zero.

Suppose, then, that a neutron is released when $v' = 0$. The number of neutrons builds up according to the equation

$$\frac{dN}{dt} = (v' - 1)N$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

$$N = N_0 e^{(v' - 1)t}$$

UNCLASSIFIED
SECRET
LIMITED

The designation "LIMITED" indicates a report dealing with information which is more restricted than the information in the open source reports. Persons receiving these reports are not to be permitted to other members of the organization of the same laboratory, without specific authorization.

UNCLASSIFIED
18. DETONATING SOURCE

SECRET
LIMITED

UNCLASSIFIED

timal configuration, and d_0 is the distance to reach this configuration. If the velocity of fire is v , we have $x=vt$,

$$\ln N = \int_0^t (\rho'/\tau) dt = \frac{1}{2} \frac{v_0 v}{d_0 \tau} t^2$$

Suppose the reaction continues until about 10^{22} neutrons are produced, which would correspond to an energy production equivalent to 100 tons of TNT. Then, at the end of the reaction

$$\ln N = \ln 10^{22} \approx 50.$$

(We can check this assumption after we have completed our estimate of the energy release. However, since the final number of neutrons enters only in the logarithm of a large number, our result is quite insensitive to what we take for N at this point.)

Thus the reaction ends when

$$\frac{1}{2} \frac{v_0 v}{d_0 \tau} t^2 = 50$$

$$x^2 = v^2 t^2 = 100 \frac{d_0 v \tau}{v_0}$$

$$v' = v_0 \frac{x}{d_0}$$

The efficiency is

$$f \sim \frac{1}{2} v'^3 = 500 v_0^{3/2} \left(\frac{v \tau}{d_0} \right)^{3/2} = 10 \sqrt{v_0 \frac{v \tau}{d_0}}$$

Using the same figures as in the preceding section ($v_0 = .3$, $v = 10^5$, $d_0 = 10$) we find

$$f = 8 \times 10^{-5}$$

The mass of 25 in the bomb is about 40 kg. The mass used up is thus $40 \times 8 \times 10^{-5} = .003$ kg, and the energy release is $.003 \times 20000 = 60$ tons of TNT equivalent, ample to destroy the bomb.

18. Detonating Source

To avoid predetonation we must make sure that there is only a small probability of a neutron appearing while the pieces of the bomb are being put together. On the other hand, when the pieces reach their best position we want to be very sure that a neutron starts the reaction before the pieces have a chance to separate or break. It may be possible to make the projectile seat and stay in the desired position. Failing in this, or in any event as extra insurance, another possibility is to provide a strong neutron source which becomes active as soon as the pieces come into position. For example one might use a $Ra + Be$ source in which the Ra is on one piece and the Be on the other so neutrons are only produced when the pieces are close to the proper relative position.

We can easily estimate the strength of source required. After the source starts working, we want a high probability of detonation before the pieces have time to move more than say 1 cm. This means that N , the neutrons/sec from the source must be large enough that

$$\frac{1}{2} \frac{N d_0 v}{v} \gg 1 \quad (\text{say } = 10)$$

$$N \approx 10^7 \text{ neutrons/sec.}$$

This document contains information affecting the National Defense of the United States within the Espionage Act, U.S.C. or the revelation in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

UNCLASSIFIED

LIMITED

with information... information in the... Persons receiving those reports... to show them to other members of the... of the same laboratory, without specific authorization.

UNCLASSIFIED
19.

UNCLASSIFIED
X15C

This is the yield from 1 gr Ra intimately mixed with beryllium. Hence it might be necessary to use several grams of radium since it will probably not be used efficiently in this type of source.

Some other substance such as polonium that is not so γ -active as radium will probably prove more satisfactory.

Evidently a source of this strength that can be activated within about 10^{-5} sec and is mechanically rugged enough to stand the shocks associated with firing presents a difficult problem.

19. Neutron Background

There are three recognized sources of neutrons which provide the background which gives rise to danger of predetonation: (a) cosmic ray neutrons, (b) spontaneous fission, (c) nuclear reactions which produce neutrons.

(a) Cosmic Rays. The number of cosmic ray neutrons is about 1 per cm^2 per minute which is too few to be of any importance.

(b) Spontaneous fission. The spontaneous fission rate is known only for 28 which is responsible for the fission activity of ordinary U. At present we have only upper limits for 25 and 49 since the activity of these has not been detected. The known facts are

28	gives	15 neutrons/kg sec.
25	"	< 150 "
49	"	< 500 "

It is considered probable that the rates for 25 and 49 are much smaller than these upper limits. Even if 25 and 49 were the same as 28, a 40 kg bomb would have a background from this source of 600 neutron/sec. This does not seem difficult to beat.

But if U is used as tamper this will weigh about a ton which gives 15000 neutron/sec. Of course not all of these will get into the active material but one may expect a background of several thousand per second from this source.

Thus with a U tamper one is faced with the problem of high velocity firing. In the range of moderately high efficiencies, say 4 Mc of active material, it might for this reason not be worth while to use a U tamper, since as we have seen, an inactive tamper will cost only about 15% more active material. Or one might use a compromise in which the tamper was an inner layer of U, backed up by inactive material; for masses this large the time scale is so short that neutrons do not have time to penetrate more than about 5 cm into the tamper anyway.

(c) Nuclear reactions. The only important reactions are the (α, n) reactions of light elements which might be present as impurities. The (β, n) reactions have a negligible yield.

UNCLASSIFIED

SECRET

UNCLASSIFIED

one within the
S. C. 50-31 and
the relation of its contents
to the unauthorized person is pro-
hibited by law.

20.

Let us examine what sort of limit on light element impurities in the active material is set by the need of holding down the neutron background from this source.

The problem is particularly bad for 49 since its half-life is only 20000 years. Its mean life is thus 30000 years = 10^{12} sec. Thus 10 kg of 49, containing 2.5×10^{25} nuclei gives 2.5×10^{13} α -particles/sec.

The yield from Ra α 's on Be is 1.2×10^{-4} and the shorter range from α 's of 49 as compared with those of Ra and its equilibrium products will perhaps cut this figure in half, say $6 \cdot 10^{-5}$. Since the stopping power for α 's of these energies is proportional to $\sqrt{A}$ where A is the atomic weight, the stopping power per gram is proportional to $1/\sqrt{A}$.

If the concentration by weight of Be in the active material is C then the yield of neutron/sec is

where N_{α} is the number of α 's per second and y is the yield. Hence to get 10000 neutrons/sec one would need to have a concentration given by

$$\sqrt{239/9} \cdot C \cdot 2.5 \cdot 10^{13} \cdot 6 \times 10^{-5} = 10^4$$

that is $C \sim 10^{-6}$

which is, of course, a very low concentration of anything in anything else.

The yield drops rapidly as one goes to elements of higher atomic weight because of the increased Coulomb barrier. So it is unnecessary to consider limits on elements beyond Ca as long as ordinary standards of purity are maintained.

Experiments on the yields with light elements need to be done. One can base some rough guesses on the standard barrier penetration formulas and find the following upper limits on the concentration by weight for several light elements for production of 10^4 neutron/sec/

Li	2×10^{-5}	
Be	10^{-7}	10^{-6}
B	$2 \cdot 10^{-6}$	
C	$2 \cdot 10^{-4}$	*
N	-	**
O	2×10^{-3}	***
F	2×10^{-5}	

* Low yield because only C^{13} contributes.

** (α -n) reaction not energetically possible.

*** Low yield because only O^{17} contributes.

The effect of several impurities simultaneously present is of course additive.

It is thus recognized that the preparation and handling of the 49 in such a way as to attain and maintain such high standards of purity is an extremely difficult problem. And it seems very probable that the neutron background will be high and therefore high velocity firing will be desirable.

With 25 the situation is much more favorable. The α 's come from 24 present in normal U to about 1/10000. If all 24 goes with 25 in the separation from 23 we shall have 1/100 of 24 in the 25. The lifetime of 24 is 100 times that of 49 so the

This document contains information relating to the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. 793 and 794. Its transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

SECRET

21.

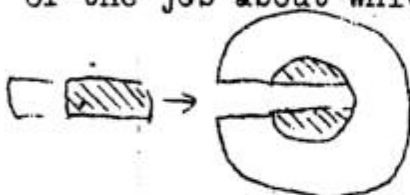
SECRET
LIMITED

concentration of impurities in 25 may be 10^4 times that in 49 for the same background, which is not at all difficult of attainment.

To summarize: 49 will be extremely difficult to work with from the stand-point of neutron background whereas 25 without U tamper will be not very difficult.

20. Shooting

We now consider briefly the problem of the actual mechanics of shooting so that the pieces are brought together with a relative velocity of the order of 10^5 cm/sec or more. This is the part of the job about which we know least at present.



One way is to use a sphere and to shoot into it a cylindrical plug made of some active material and some tamper, as in the sketch. This avoids fancy shapes and gives the

most favorable shape, for shooting; to the projected piece whose mass would be of the order of 100 lbs.

The highest muzzle velocity available in U. S. Army guns is one whose bore is 4.7 inches and whose barrel is 21 feet long. This gives a 50 lb. projectile a muzzle velocity of 3150 ft/sec. The gun weighs 5 tons. It appears that the ratio of projectile mass to gun mass is about constant for different guns so a 100 lb. projectile would require a gun weighing about 10 tons.

The weight of the gun varies very roughly as the cube of the muzzle velocity hence there is a high premium on using lower velocities of fire.

Another possibility is to use two guns and to fire two projectiles at each other. For the same relative velocity this arrangement requires about $1/8$ as much total gun weight. Here the worst difficulty lies in timing the two guns. This can be partly overcome by using an elongated tamper mass and putting all the active material in the projectiles so it does not matter exactly where they meet. We have been told that at present it would be possible to synchronize so the spread in places of impact on various shots would be 2 or 3 feet. One serious restriction imposed by these shooting methods is that the mass of active material that can be gotten together is limited by the fact that each piece separately must be non-explosive. Since the separate pieces are not of the best shape, nor surrounded by the best tamper material, one is not limited to two critical masses for the completed bomb, but might perhaps get as high as four critical masses. However in the two gun scheme, if the final mass is to be $\sim 4Mc$, each piece separately would probably be explosive as soon as it entered the tamper, and better synchronization would be required. It seems worthwhile to investigate whether present performance might not be improved by a factor ten.

SECRET
UNCLASSIFIED

SECRET
LIMITED

UNCLASSIFIED
22.

Document contains information affecting the national defense of the United States within the meaning of the espionage laws, Title 18, U.S.C. 50-31 and the transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

Severe restrictions on the mass of the bomb can be circumvented by using pieces of shape more difficult to shoot. For example a flat plate of actual material tamped on only one side, has a minimum thickness below which it can no longer support a chain reaction, no matter how large its area, because of neutron leakage across the untamped surface. If two such plates were slid together, untamped surfaces in contact, the resulting arrangement could be well over the critical thickness for a plate tamped on both sides, and the mass would depend only on the area of the plates.

Calculations show that the critical mass of a well tamped spheroid, whose major axis is five times its minor axis, is only 35% larger than the critical mass of a sphere. If such a spheroid 10 cm thick and 50 cm in diameter were sliced in half, each piece would be sub-critical though the total mass, 250 Kg, is 12 times the critical mass. The efficiency of such an arrangement



would be quite good, since the expansion tends to bring the material more and more nearly into a spherical shape.

Thus there are many ordnance questions we would like to have answered. We would like to know how well guns can be synchronized. We shall need information about the possibilities of firing other than cylindrical shapes at lower velocities. We shall need to know the mechanical effects of the blast wave proceeding the projectile in the gun barrel. Also whether the projectile can be made to seat itself properly and whether a ton of inactive material may be used to drive the active material into place, this being desirable because thus the active material might be kept out of the gun barrel which to some extent acts as a tamper.

Various other shooting arrangements have been suggested as yet not carefully analyzed.



For example it has been suggested that the pieces might be mounted on a ring as in the sketch. If explosive material were distributed around the ring and fired the pieces would be blown inward to form a sphere.

Another more likely possibility is to have the sphere assembled but with a wedge of neutron-absorbing material built into it, which on firing would be blown out by an explosive charge causing k to go from less than unity to more than unity. Here the difficulty lies in the fact that no material is known whose absorption coefficient for fast neutrons is much larger than the emission coefficient of the bomb material. Hence the absorbing plug will need to have a volume comparable to that of the absorber and when removed will leave the active material in an unfavorable configuration, equivalent to a low mean density.

UNCLASSIFIED

UNCLASSIFIED

21. Autocatalytic Methods

The term "autocatalytic method" is being used to describe any arrangement in which the motions of material produced by the reaction will act, at least for a time, to increase ν' rather than to decrease it. Evidently if arrangements having this property can be developed they would be very valuable, especially if the tendency toward increasing ν' was possessed to any marked degree.

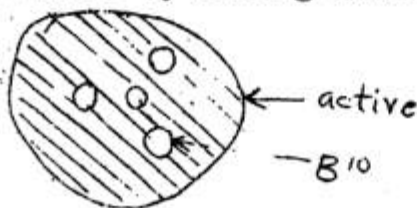
Suppose we had an arrangement in which for example ν' would increase of its own accord from a low value like 0.01 up to a value 10 to 50 times greater. The firing problem would be simplified by the low initial value of ν' , and the efficiency would be maintained by the tendency to develop a high value of ν' as the reaction proceeds. It may be that a method of this kind will be absolutely essential for utilization of ^{239}Pu owing to the difficulties of high neutron background from (α, n) reactions with the impurities as already discussed.



The simplest scheme which might be autocatalytic is indicated in the sketch where the active material is disposed in a hollow shell. Suppose that when the firing plug is in place one has just the critical mass for this configuration.

If as the reaction proceeds the expansion were to proceed only inward it is easy to see from diffusion theory that ν' would increase. Of course in actual fact it will proceed outward (tending to decrease ν') as well as inward and the outward expansion would in reality give the dominant effect. However, even if the outward expansion were very small compared to the inward expansion it has been calculated that this method gives very low efficiency: with 12 Mc an efficiency of only about 10^{-9} was calculated.

A better arrangement is the "boron bubble" scheme. B^{10} has the largest known absorption cross-section for fast neutrons, $52 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2$. Suppose we take a large mass of active material and put in enough boron to make the mass just critical. The device is then fired by adding some more active material or tamper.



As the reaction proceeds the boron is compressed and is less effective at absorbing neutrons than when not compressed. This can be seen most readily if one considers the case in which the bubbles

are large compared to the mean depth in which a neutron goes in boron before being absorbed. Then their effectiveness in removing neutrons will be proportional to their total area and so will drop on compression. Hence ν' will increase as the bubbles are compressed. If the bomb is sufficiently large this tendency is bound to outweigh the opposing one due to the general expansion of the bomb material, since the distance the edge of the bomb must move to produce a given decrease in ν' increases with the radius of the bomb, whereas for a larger bomb the distance the edge of a

UNCLASSIFIED

With information which is more restricted than the information in the usual secret reports. Persons receiving these reports are not to show them to other members of the project, even if they are in the same laboratory.

This document contains information affecting the national defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. 50-31 and 50-32, its transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

DECLASSIFIED
DATE 01-24-80

UNCLASSIFIED

bubble must move is unchanged, since it is not necessary to increase the radius of the bubbles but only to use more of them. The density of particles (electrons plus nuclei) in boron is 8.3×10^{23} particle/cm³ while in uranium it is more than 5 times greater. Therefore as soon as the reaction has proceeded to the point where there is a high degree of ionization and the material behaves as a gas there will be a great action to compress the boron. An opposing tendency to the one desired will be the stirring or turbulence acting to mix the boron uniformly with the uniform, but the time scale is too short for this to be effective.

It can be shown that if initially $\nu' = 0$, allowing for the boron absorption, and if no expansion of the outer edge occurs then ν' will rise to $\nu' \sim \frac{1}{2}(\nu - 1)$ by compression of the boron. This scheme requires at least five times the critical mass for no boron, and the efficiency is low unless considerably more is used.

If one uses just that amount of boron which makes twice the no-boron critical mass be just critical, then the efficiency is lower by a factor at least 30.

All autocatalytic schemes that have been thought of so far require large amounts of active material, are low in efficiency unless very large amounts are used, and are dangerous to handle. Some bright ideas are needed.

22. Conclusion

From the preceding outline we see that the immediate experimental program is largely concerned with measuring the neutron properties of various materials, and with the ordnance problem. It is also necessary to start now studies on techniques for direct experimental determination of critical size and time scale, working with large but sub-critical amounts of active material.

The case with information which is...
...the in-
...the re-
...them to other
...of the same laboratory,
...the project, even of the same laboratory,

This document contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the espionage laws, the transmission or the revelation of its contents in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

DECLASSIFIED
DATE 01-24-80

UNCLASSIFIED

The MANHATTAN PROJECT

Making the Atomic Bomb

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY

Copies of this publication are
available while supply lasts from the
Office of Scientific and Technical Information
P.O. Box 62
Oak Ridge, TN 37831
Attention: Information Services
Telephone: (423) 576-8401

Also Available: The United States
Department of Energy: A Summary History, 1977-1994



Printed with soy ink on recycled paper

The MANHATTAN PROJECT

Making the Atomic Bomb

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY

F.G. Gosling

History Division

Executive Secretariat

Management and Administration

Department of Energy

January 1999 edition

DISCLAIMER

This report was prepared as an account of work sponsored by an agency of the United States Government. Neither the United States Government nor any agency thereof, nor any of their employees, make any warranty, express or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information, apparatus, product, or process disclosed, or represents that its use would not infringe privately owned rights. Reference herein to any specific commercial product, process, or service by trade name, trademark, manufacturer, or otherwise does not necessarily constitute or imply its endorsement, recommendation, or favoring by the United States Government or any agency thereof. The views and opinions of authors expressed herein do not necessarily state or reflect those of the United States Government or any agency thereof.

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.

Foreword

The Department of Energy Organization Act of 1977 brought together for the first time in one department most of the Federal Government's energy programs. With these programs came a score of organizational entities, each with its own history and traditions, from a dozen departments and independent agencies. The History Division has prepared a series of monographs on The Origins of the Department of Energy. Each explains the history, goals, and achievements of a predecessor agency or a major program of the Department of Energy.

"The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb" is a short history of the origins and development of the American atomic bomb program during World War II. Beginning with the scientific developments of the pre-war years, the monograph details the role of United States government in conducting a secret, nationwide enterprise that took science from the laboratory and into combat with an entirely new type of weapon. The monograph concludes with a discussion of the immediate postwar period, the debate over the Atomic Energy Act of 1946, and the founding of the Atomic Energy Commission.

The author wishes to thank Richard G. Hewlett, Jack M. Holl, and Thomas Cornwell for reviewing the manuscript and making numerous valuable suggestions. He also wishes to thank Glenn Seaborg for a thorough critique that improved the final product. Others who read and commented on the manuscript include Roger Anders, Terry Fehner, Alice Buck, Betsy Scroger, and Sheila Convis. Finally, the author thanks La Shonda Steward for research support, Betsy Scroger for a first-class editing job, and Sheila Convis for project support.

Table of Contents

Introduction: The Einstein Letter vii

Part I: Physics Background, 1919-1939 1

Part II: Early Government Support 5

Part III: The Manhattan Engineer District 13

Part IV: The Manhattan Engineer District in Operation 19

Part V: The Atomic Bomb and American Strategy 45

Part VI: The Manhattan District in Peacetime 55

Manhattan Project Chart 58

Notes 59

Select Bibliography 61

Manhattan Project Chronology 62

Introduction

Introduction: The Einstein Letter

On October 11, 1939, Alexander Sachs, Wall Street economist and longtime friend and unofficial advisor to President Franklin Delano Roosevelt, met with the President to discuss a letter written by Albert Einstein the previous August. Einstein had written to inform Roosevelt that recent research on chain reactions utilizing uranium made it probable that large amounts of power could be produced by a chain reaction and that, by harnessing this power, the construction of "extremely powerful bombs..."¹ was conceivable. Einstein believed the German government was actively supporting research in this area and urged the United States government to do likewise. Sachs read from a cover letter he had prepared and briefed Roosevelt on the main points contained in Einstein's letter. Initially the President was noncommittal and expressed concern over locating the necessary funds, but at a second meeting over breakfast the next morning Roosevelt became convinced of the value of exploring atomic energy.

Einstein drafted his famous letter with the help of the Hungarian emigre physicist Leo Szilard, one of a number of European scientists who had fled to the United States in the 1930s to escape Nazi and Fascist repression. Szilard was among the most vocal of those advocating a program to develop bombs

based on recent findings in nuclear physics and chemistry. Those like Szilard and fellow Hungarian refugee physicists Edward Teller and Eugene Wigner regarded it as their responsibility to alert Americans to the possibility that German scientists might win the race to build an atomic bomb and to warn that Hitler would be more than willing to resort to such a weapon. But Roosevelt, preoccupied with events in Europe, took over two months to meet with Sachs after receiving Einstein's letter. Szilard and his colleagues interpreted Roosevelt's inaction as unwelcome evidence that the President did not take the threat of nuclear warfare seriously.

Roosevelt wrote Einstein back on October 19, 1939, informing the physicist that he had set up a committee consisting of Sachs and representatives from the Army and Navy to study uranium.² Events proved that the President was a man of considerable action once he had chosen a direction. In fact, Roosevelt's approval of uranium research in October 1939, based on his belief that the United States could not take the risk of allowing Hitler to achieve unilateral possession of "extremely powerful bombs," was merely the first decision among many that ultimately led to the establishment of the only atomic bomb effort that succeeded in World War II--the Manhattan Project.

The British, who made significant theoretical contributions early in the war, did not have the resources to pursue a full-fledged atomic bomb research program while fighting for their survival. Consequently, the British acceded, reluctantly, to American leadership and sent scientists to every Manhattan Project facility. The Germans, despite Allied fears that were not dispelled until the ALSOS mission in 1944,³ were little nearer to producing atomic weapons at the end of the war than they had been at the beginning of the war. German scientists pursued research on fission, but the government's attempts to forge a coherent strategy met with little success.⁴

The Russians built a program that grew increasingly active as the war drew to a conclusion, but the first successful Soviet test was not conducted until 1949. The Japanese managed to build several cyclotrons by war's end, but the atomic bomb research effort could not maintain a high priority in the face of increasing scarcities. Only the Americans, late entrants into World War II and protected by oceans on both sides, managed to take the discovery of fission from the laboratory to the battlefield and gain a shortlived atomic monopoly.

Part I:

Physics Background, 1919-1939

The Atomic Solar System

The road to the atomic bomb began in 1919 when the New Zealander Ernest Rutherford, working in the Cavendish Laboratory at Cambridge University in England, achieved the first artificial transmutation of an element when he changed several atoms of nitrogen into oxygen. At the time of Rutherford's breakthrough, the atom was conceived as a miniature solar system, with extremely light negatively charged particles, called electrons, in orbit around the much heavier positively charged nucleus. In the process of changing nitrogen into oxygen, Rutherford detected a high-energy particle with a positive charge that proved to be a hydrogen nucleus. The proton, as this subatomic particle was named, joined the electron in the miniature solar system. Another addition came in 1932 when James Chadwick, Rutherford's colleague at Cambridge, identified a third particle, the neutron, so-named because it had no charge.

By the early 1930s the atom was thought to consist of a positively charged nucleus, containing both protons and neutrons, circled by negatively charged electrons equal in number to the protons in the nucleus. The number of protons determined the element's atomic number. Hydrogen, with one proton, came first and uranium, with ninety-two protons, last on the periodic table. This simple scheme became more complicated when chemists discovered that many elements existed at different weights even

while displaying identical chemical properties. It was Chadwick's discovery of the neutron in 1932 that explained this mystery. Scientists found that the weight discrepancy between atoms of the same element resulted because they contained different numbers of neutrons. These different classes of atoms of the same element but with varying numbers of neutrons were designated isotopes. The three isotopes of uranium, for instance, all have ninety-two protons in their nuclei and ninety-two electrons in orbit. But uranium-238, which accounts for over ninety-nine percent of natural uranium, has 146 neutrons in its nucleus, compared with 143 neutrons in the rare uranium-235 (.7 percent of natural uranium) and 142 neutrons in uranium-234, which is found only in traces in the heavy metal. The slight difference in atomic weight between the uranium-235 and uranium-238 isotopes figured greatly in nuclear physics during the 1930s and 1940s.

The year 1932 produced other notable events in atomic physics. The Englishman J. D. Cockroft and the Irishman E. T. S. Walton, working jointly at the Cavendish Laboratory, were the first to split the atom when they bombarded lithium with protons generated by a particle accelerator and changed the resulting lithium nucleus into two helium nuclei. Also in that year, Ernest O. Lawrence and his colleagues M. Stanley Livingston and Milton White successfully operated the first cyclotron on the Berkeley campus of the University of California.

Moonshine

Lawrence's cyclotron, the Cockroft-Walton machine, and the Van de Graaff electrostatic generator, developed by Robert J. Van de Graaff at Princeton University, were particle accelerators designed to bombard the nuclei of various elements to disintegrate atoms. Attempts of the early 1930s, however, required huge amounts of energy to split atoms because the first accelerators used proton beams and alpha particles as sources of energy. Since protons and alpha particles are positively charged, they met substantial resistance from the positively charged target nucleus when they attempted to penetrate atoms. Even high-speed protons and alpha particles scored direct hits on a nucleus only approximately once in a million tries. Most simply passed by the target nucleus. Not surprisingly, Ernest Rutherford, Albert Einstein, and Niels Bohr regarded particle bombardment as useful in furthering knowledge of nuclear physics but believed

Part I:

it unlikely to meet public expectations of harnessing the power of the atom for practical purposes anytime in the near future. In a 1933 interview Rutherford called such expectations “moonshine.”⁵ Einstein compared particle bombardment with shooting in the dark at scarce birds, while Bohr, the Danish Nobel laureate, agreed that the chances of taming atomic energy were remote.⁶

From Protons to Neutrons: *Fermi*

Rutherford, Einstein, and Bohr proved to be wrong in this instance, and the proof was not long in coming. Beginning in 1934, the Italian physicist Enrico Fermi began bombarding elements with neutrons instead of protons, theorizing that Chadwick’s uncharged particles could pass into the nucleus without resistance. Like other scientists at the time, Fermi paid little attention to the possibility that matter might disappear during bombardment and result in the release of huge amounts of energy in accordance with Einstein’s formula, $E = mc^2$, which stated that mass and energy were equivalent. Fermi and his colleagues bombarded sixty-three stable elements and produced thirty-seven new radioactive ones.⁷ They also found that carbon and hydrogen proved useful as moderators in slowing the bombarding neutrons and that slow neutrons produced the best results since neutrons moving more slowly remained in the vicinity of the nucleus longer and were therefore more likely to be captured.

One element Fermi bombarded with slow neutrons was uranium, the heaviest of the known elements. Scientists disagreed over what Fermi had produced in this transmutation. Some thought that the resulting substances were new “transuranic” elements, while others noted that the chemical properties of the substances resembled those of lighter elements. Fermi was himself uncertain. For the next several years, attempts to identify these substances dominated the research agenda in the international scientific community, with the answer coming out of Nazi Germany just before Christmas 1938.

The Discovery of Fission:

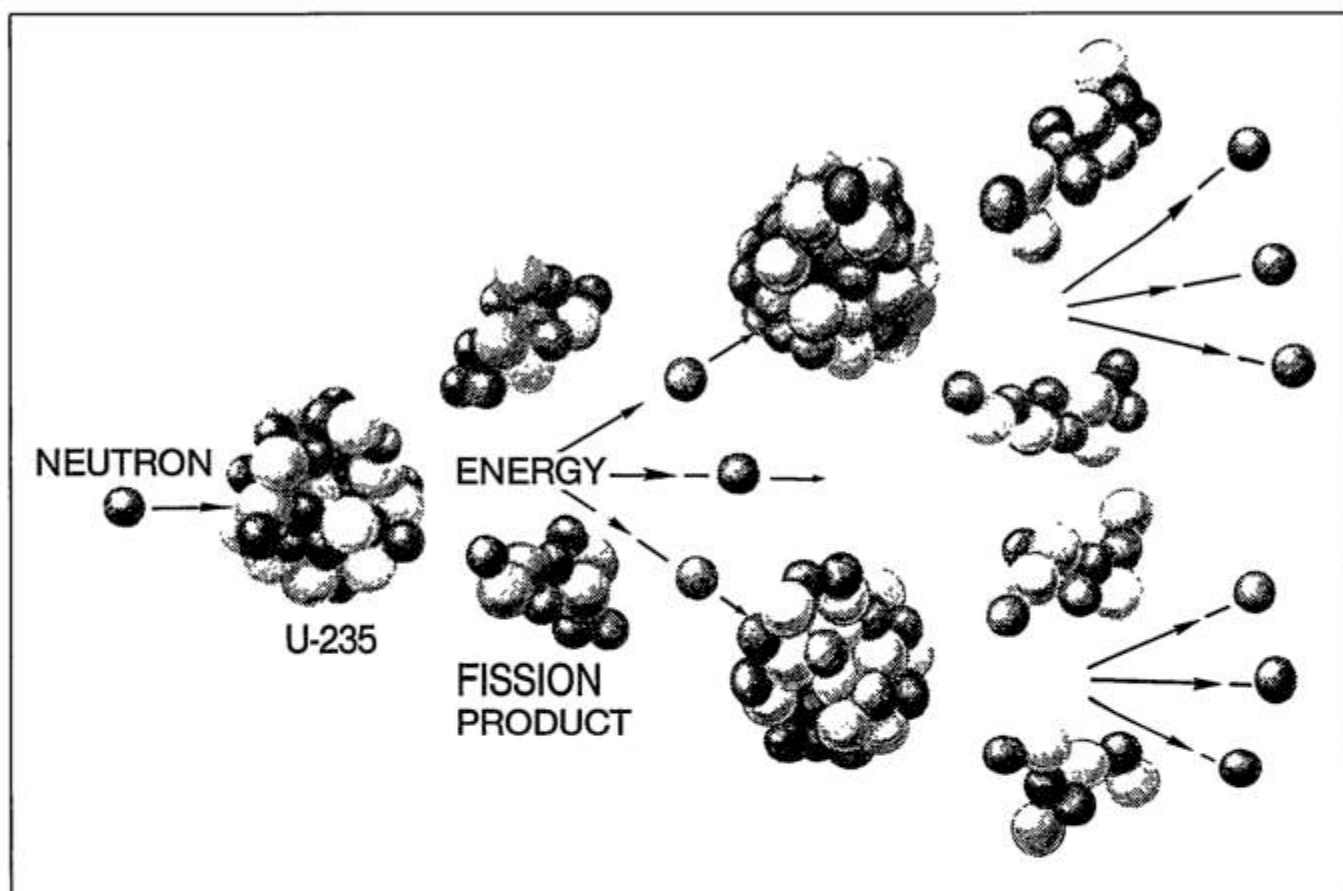
Hahn and Strassmann

The radiochemists Otto Hahn and Fritz Strassmann were bombarding elements with neutrons in their Berlin laboratory when they made an unexpected discovery. They found that while the

nuclei of most elements changed somewhat during neutron bombardment, uranium nuclei changed greatly and broke into two roughly equal pieces. They split and became not the new transuranic elements that some thought Fermi had discovered but radioactive barium isotopes (barium has the atomic number 56) and fragments of the uranium itself. The substances Fermi had created in his experiments, that is, did more than resemble lighter elements; they *were* lighter elements. Importantly, the products of the Hahn-Strassmann experiment weighed less than that of the original uranium nucleus, and herein lay the primary significance of their findings. For it followed from Einstein’s equation that the loss of mass resulting from the splitting process must have been converted into energy in the form of kinetic energy that could in turn be converted into heat. Calculations made by Hahn’s former colleague, Lise Meitner, a refugee from Nazism then staying in Sweden, and her nephew, Otto Frisch, led to the conclusion that so much energy had been released that a previously undiscovered kind of process was at work. Frisch, borrowing the term for cell division in biology—binary fission—named the process fission.⁸ For his part, Fermi had produced fission in 1934 but had not recognized it.

Chain Reaction

It soon became clear that the process of fission discovered by Hahn and Strassmann had another important characteristic besides the immediate release of enormous amounts of energy. This was the emission of neutrons. The energy released when fission occurred in uranium caused several neutrons to “boil off” the two main fragments as they flew apart. Given the right set of circumstances, perhaps these secondary neutrons might collide with other atoms and release more neutrons, in turn smashing into other atoms and, at the same time, continuously emitting energy. Beginning with a single uranium nucleus, fission could not only produce substantial amounts of energy but could also lead to a reaction creating ever-increasing amounts of energy. The possibility of such a “chain reaction” completely altered the prospects for releasing the energy stored in the nucleus. A controlled self-sustaining reaction could make it possible to generate a large amount of energy for heat and power, while an unchecked reaction could create an explosion of huge force.



Uranium-235 Fission Chain Reaction. *Department of Energy.*

Fission Comes to America: 1939

News of the Hahn-Strassmann experiments and the Meitner-Frisch calculations spread rapidly. Meitner and Frisch communicated their results to Niels Bohr, who was in Copenhagen preparing to depart for the United States via Sweden and England. Bohr confirmed the validity of the findings while sailing to New York City, arriving on January 16, 1939. Ten days later Bohr, accompanied by Fermi, communicated the latest developments to some European emigre scientists who had preceded him to this country and to members of the American scientific community at the opening session of a conference on theoretical physics in Washington, D.C.

American physicists quickly grasped the importance of Bohr's message, having by the 1930s developed into an accomplished scientific community. While involved in important theoretical work, Americans made their most significant contributions in experimental physics, where teamwork had

replaced individualism in laboratory research. No one epitomized the "can do" attitude of American physicists better than Ernest O. Lawrence, whose ingenuity and drive made the Berkeley Radiation Laboratory the unofficial capital of nuclear physics in the United States. Lawrence staked his claim to American leadership when he built his first particle accelerator, the cyclotron, in 1930. Van de Graaff followed with his generator in 1931, and from then on Americans led the way in producing equipment for nuclear physics and high-energy physics research later.

Early American Work on Fission

American scientists became active participants in attempts to confirm and extend Hahn's and Strassmann's results, which dominated nuclear physics in 1939. Bohr and John A. Wheeler advanced the theory of fission in important theoretical work done at Princeton University, while Fermi and Szilard collaborated with Walter H. Zinn and

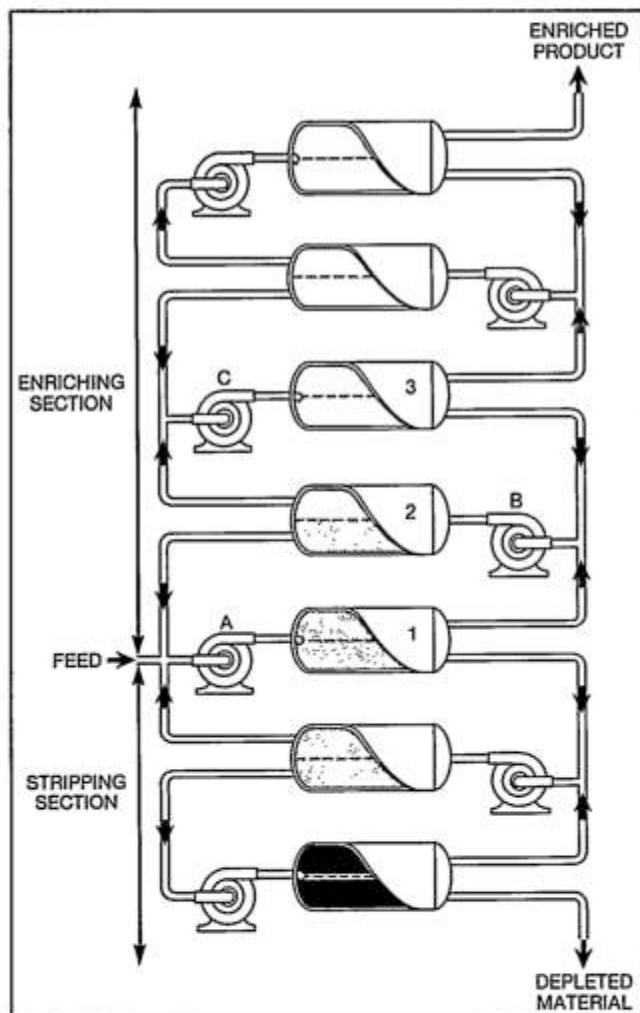
Part I:

Herbert L. Anderson at Columbia University in investigating the possibility of producing a nuclear chain reaction. Given that uranium emitted neutrons (usually two) when it fissioned, the question became whether or not a chain reaction in uranium was possible, and, if so, in which of the three isotopes of the rare metal it was most likely to occur. By March 1940 John R. Dunning and his colleagues at Columbia University, collaborating with Alfred Nier of the University of Minnesota, had demonstrated conclusively that uranium-235, present in only 1 in 140 parts of natural uranium, was the isotope that fissioned with slow neutrons, not the more abundant uranium-238 as Fermi had guessed. This finding was important, for it meant that a chain reaction using the slightly lighter uranium-235 was possible, but only if the isotope could be separated from the

uranium-238 and concentrated into a critical mass, a process that posed serious problems. Fermi continued to try to achieve a chain reaction using large amounts of natural uranium in a pile formation.

Dunning's and Nier's demonstration promised nuclear power but not necessarily a bomb. It was already known that a bomb would require fission by fast neutrons; a chain reaction using slow neutrons might not proceed very far before the metal would blow itself apart, causing little, if any, damage. Uranium-238 fissioned with fast neutrons but could not sustain a chain reaction because it required neutrons with higher energy. The crucial question was whether uranium-235 could fission with fast neutrons in a chain-reacting manner, but without enriched samples of uranium-235, scientists could not perform the necessary experiments.

Part II: Early Government Support



Schematic Diagram of Flow of Process Gas in Gaseous Diffusion Cascade. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

The Uranium Committee

President Roosevelt responded to the call for government support of uranium research quickly but cautiously. He appointed Lyman J. Briggs, director of the National Bureau of Standards, head of the Advisory Committee on Uranium, which met for the first time on October 21, 1939. The committee, including both civilian and military representation, was to coordinate its activities with Sachs and look into the current state of research on uranium to recommend an appropriate role for the federal government. In early 1940 the Uranium Committee recommended that the government fund limited research on isotope separation as well as Fermi's and Szilard's work on chain reactions at Columbia.

Isotope Separation

Scientists had concluded that enriched samples of uranium-235 were necessary for further research and that the isotope might serve as a fuel source for an explosive device; thus, finding the most effective method of isotope separation was a high priority. Since uranium-235 and uranium-238 were chemically identical, they could not be separated by chemical means. And with their masses differing by less than one percent, separation by physical means would be extremely difficult and expensive. Nonetheless, scientists pressed forward on several complicated techniques of physical separation, all based on the small difference in atomic weight between the uranium isotopes.

The Electromagnetic Method

The electromagnetic method, pioneered by Alfred O. Nier of the University of Minnesota, used a mass spectrometer, or spectrograph, to send a stream of charged particles through a magnetic field. Atoms of the lighter isotope would be deflected more by the magnetic field than those of the heavier isotope, resulting in two streams that could then be collected in different receivers. The electromagnetic method as it existed in 1940, however, would have taken far too long to separate quantities sufficient to be useful in the current war. In fact, twenty-seven thousand years would have been required for a single spectrometer to separate one gram of uranium-235.⁹

Gaseous Diffusion

Gaseous diffusion appeared more promising. Based on the well-known principle that molecules of a lighter isotope would pass through a porous bar-

rier more readily than molecules of a heavier one, this approach proposed to produce by myriad repetitions a gas increasingly rich in uranium-235 as the heavier uranium-238 was separated out in a system of cascades. Theoretically, this process could achieve high concentrations of uranium-235 but, like the electromagnetic method, would be extremely costly. British researchers led the way on gaseous diffusion, with John R. Dunning and his colleagues at Columbia University joining the effort in late 1940.

Centrifuge

Many scientists initially thought the best hope for isotope separation was the high-speed centrifuge, a device based on the same principle as the cream separator. Centrifugal force in a cylinder spinning rapidly on its vertical axis would separate a gaseous mixture of two isotopes since the lighter isotope would be less affected by the action and could be drawn off at the center and top of the cylinder. A cascade system composed of hundreds, perhaps thousands, of centrifuges could produce a rich mixture. This method, being pursued primarily by Jesse W. Beams at the University of Virginia, received much of the early isotope separation funding.¹⁰

Liquid Thermal Diffusion

The Uranium Committee briefly demonstrated an interest in a fourth enrichment process during 1940, only to conclude that it would not be worth pursuing. This process, liquid thermal diffusion, was being investigated by Philip Abelson at the Carnegie Institution. Into the space between two concentric vertical pipes Abelson placed pressurized liquid uranium hexafluoride. With the outer wall cooled by a circulating water jacket and the inner heated by high-pressure steam, the lighter isotope tended to concentrate near the hot wall and the heavier near the cold. Convection would in time carry the lighter isotope to the top of the column. Taller columns would produce more separation. Like other enrichment methods, liquid thermal diffusion was at an early stage of development.¹¹

Limited Government Funding: 1940

The Uranium Committee's first report, issued on November 1, 1939, recommended that, despite the uncertainty of success, the government should immediately obtain four tons of graphite and fifty tons

of uranium oxide. This recommendation led to the first outlay of government funds—\$6,000 in February 1940—and reflected the importance attached to the Fermi-Szilard pile experiments already underway at Columbia University. Building upon the work performed in 1934 demonstrating the value of moderators in producing slow neutrons, Fermi thought that a mixture of the right moderator and natural uranium could produce a self-sustaining chain reaction. Fermi and Szilard increasingly focused their attention on carbon in the form of graphite. Perhaps graphite could slow down, or moderate, the neutrons coming from the fission reaction, increasing the probability of their causing additional fissions in sustaining the chain reaction. A pile containing a large amount of natural uranium could then produce enough secondary neutrons to keep a reaction going.

There was, however, a large theoretical gap between building a self-generating pile and building a bomb. Although the pile envisioned by Fermi and Szilard could produce large amounts of power and might have military applications (powering naval vessels, for instance), it would be too big for a bomb. It would take separation of uranium-235 or substantial enrichment of natural uranium with uranium-235 to create a fast-neutron reaction on a small enough scale to build a usable bomb. While certain of the chances of success in his graphite power pile, Fermi, in 1939, thought that there was "little likelihood of an atomic bomb, little proof that we were not pursuing a chimera."¹²

The National Defense Research Committee

Shortly after World War II began with the German invasion of Poland on September 1, 1939, Vannevar Bush, president of the Carnegie Foundation, became convinced of the need for the government to marshal the forces of science for a war that would inevitably involve the United States. He sounded out other science administrators in the nation's capital and agreed to act as point man in convincing the Roosevelt administration to set up a national science organization. Bush struck an alliance with Roosevelt's closest advisor, Harry Hopkins, and after clearing his project with the armed forces and science agencies, met with the President and Hopkins. With the imminent fall of France undoubtedly on Roosevelt's mind, it took less than ten minutes for Bush to obtain the President's approval and move into action.¹³

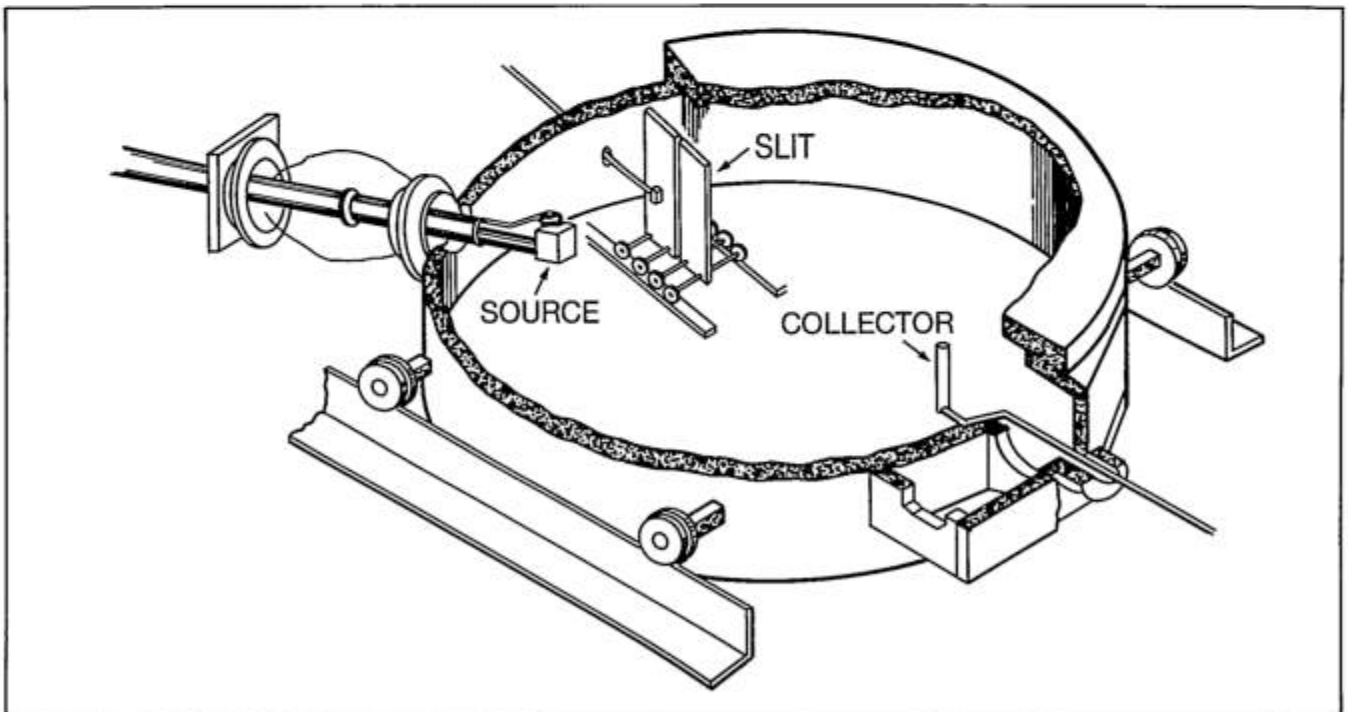
Roosevelt approved in June 1940 the establishment of a voice for the scientific community within the executive branch. The National Defense Research Committee, with Bush at its head, reorganized the Uranium Committee into a scientific body and eliminated military membership. Not dependent on the military for funds, as the Uranium Committee had been, the National Defense Research Committee would have more influence and more direct access to money for nuclear research. In the interest of security, Bush barred foreign-born scientists from committee membership and blocked the further publication of articles on uranium research. Retaining programmatic responsibilities for uranium research in the new organizational setup (among the National Defense Research Committee's early priorities were studies on radar, proximity fuzes, and anti-submarine warfare), the Uranium Committee recommended that isotope separation methods and the chain reaction work continue to receive funding for the remainder of 1940. Bush approved the plan and allocated the funds.

A Push From Lawrence

During 1939 and 1940 most of the work done on isotope separation and the chain reaction pile was performed in university laboratories by academic

scientists funded primarily by private foundations. While the federal government began supporting uranium research in 1940, the pace appeared too leisurely to the scientific community and failed to convince scientists that their work was of high priority. Certainly few were more inclined to this view than Ernest O. Lawrence, director of the Radiation Laboratory at the University of California in Berkeley. Lawrence was among those who thought that it was merely a matter of time before the United States was drawn into World War II, and he wanted the government to mobilize its scientific forces as rapidly as possible.

Specifically what Lawrence had on his mind in early 1941 were experiments taking place in his own laboratory using samples produced in the cyclotron. Studies on uranium fission fragments by Edwin M. McMillan and Philip H. Abelson led to the chemical identification of element 93, neptunium, while research by Glenn T. Seaborg revealed that an isotope of neptunium decayed to yet another transuranium (man-made) element. In February, Seaborg identified this as element 94, which he later named plutonium. By May he had proven that plutonium-239 was 1.7 times as likely as uranium-235 to fission. This finding made the Fermi-Szilard experiment more important than ever



First Mass Spectrograph Components in 37-Inch Cyclotron Tank. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

Part II:

as it suggested the possibility of producing large amounts of the fissionable plutonium in a uranium pile using plentiful uranium-238 and then separating it chemically. Surely this would be less expensive and simpler than building isotope-separation plants.

Lawrence, demonstrating his characteristic energy and impatience, launched a campaign to speed up uranium research. He began by proposing to convert his smaller cyclotron into a spectrograph to produce uranium-235. Since both the cyclotron and the spectrograph used a vacuum chamber and electromagnet, this conversion would be relatively uncomplicated. Lawrence then took his case to Karl T. Compton and Alfred L. Loomis at Harvard University, both doing radar work for the National Defense Research Committee and benefiting from Lawrence's advice in staffing their laboratories. Infected by Lawrence's enthusiasm, Compton forwarded Lawrence's optimistic assessment on uranium research to Bush, warning that Germany was undoubtedly making progress and that Briggs and the Uranium Committee were moving too slowly. Compton also noted that the British were ahead of their American colleagues, even though, in his opinion, they were inferior in both numbers and ability.

Program Review: Summer 1941

Bush and Lawrence met in New York City. Though he continued to support the Uranium Committee, Bush recognized that Lawrence's assessment was not far off the mark. Bush shrewdly decided to appoint Lawrence as an advisor to Briggs—a move that quickly resulted in funding for plutonium work at Berkeley and for Nier's mass spectrograph at Minnesota—and also asked the National Academy of Sciences to review the uranium research program. Headed by Arthur Compton of the University of Chicago and including Lawrence, this committee submitted its unanimous report on May 17. Compton's committee, however, failed to provide the practical-minded Bush with the evidence he needed that uranium research would pay off in the event the United States went to war in the near future. Compton's group thought that increased uranium funding could produce radioactive material that could be dropped on an enemy by 1943, a pile that could power naval vessels in three or four years, and a bomb of enormous power at an indeterminate point, but certainly not before 1945. Compton's report discussed bomb production only in connection with slow neutrons, a clear indication that much more scientific work remained to be done.



Ernest Lawrence, Arthur Compton, Vannevar Bush, James Conant, Karl Loomis, and Alfred Loomis. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

before an explosive device could be detonated.¹⁴

Bush reconstituted the National Academy of Sciences committee and instructed it to assess the recommendations contained in the first report from an engineering standpoint. On July 11 the second committee endorsed the first report and supported continuation of isotope separation work and pile research for scientific reasons, though it admitted that it could promise no immediate applications. The second report, like the first, was a disappointing document from Bush's point of view.¹⁵

The Office of Scientific Research and Development

By the time Bush received the second National Academy of Sciences report, he had assumed the position of director of the Office of Scientific Research and Development. Established by an executive order on June 28, 1941—six days after German troops invaded the Soviet Union—the Office of Scientific Research and Development strengthened the scientific presence in the federal government. Bush, who had lobbied hard for the new setup, now reported directly to the President and could invoke the prestige of the White House in his dealings with other federal agencies. The National Defense Research Committee, now headed by James B. Conant, president of Harvard University, became an advisory body responsible for making research and development recommendations to the Office of Scientific Research and Development. The Uranium Committee became the Office of Scientific Research and Development Section on Uranium and was codenamed S-1 (Section One of the Office of Scientific Research and Development).

Turning the Corner: The MAUD Report

Bush's disappointment with the July 11 National Academy of Sciences report did not last long. Several days later he and Conant received a copy of a draft report forwarded from the National Defense Research Committee liaison office in London. The report, prepared by a group codenamed the MAUD Committee and set up by the British in spring 1940 to study the possibility of developing a nuclear weapon, maintained that a sufficiently purified critical mass of uranium-235 could fission even with fast neutrons.¹⁶ Building upon theoretical work on atomic bombs performed by refugee physicists Rudolf Peierls and Otto Frisch in 1940 and 1941, the MAUD report estimated that a critical mass of

ten kilograms would be large enough to produce an enormous explosion. A bomb this size could be loaded on existing aircraft and be ready in approximately two years.¹⁷

Americans had been in touch with the MAUD Committee since fall 1940, but it was the July 1941 MAUD report that helped the American bomb effort turn the corner. Here were specific plans for producing a bomb, produced by a distinguished group of scientists with high credibility in the United States, not only with Bush and Conant but with the President.¹⁸ The MAUD report dismissed plutonium production, thermal diffusion, the electromagnetic method, and the centrifuge and called for gaseous diffusion of uranium-235 on a massive scale. The British believed that uranium research could lead to the production of a bomb in time to effect the outcome of the war. While the MAUD report provided encouragement to Americans advocating a more extensive uranium research program, it also served as a sobering reminder that fission had been discovered in Nazi Germany almost three years earlier and that since spring 1940 a large part of the Kaiser Wilhelm Institute in Berlin had been set aside for uranium research.

Bush and Conant immediately went to work. After strengthening the Uranium Committee, particularly with the addition of Fermi as head of theoretical studies and Harold C. Urey as head of isotope separation and heavy water research (heavy water was highly regarded as a moderator), Bush asked yet another reconstituted National Academy of Sciences committee to evaluate the uranium program. This time he gave Compton specific instructions to address technical questions of critical mass and destructive capability, partially to verify the MAUD results.

Bush Reports to Roosevelt

Without waiting for Compton's committee to finish its work, Bush went to see the President. On October 9 Bush met with Roosevelt and Vice President Henry A. Wallace (briefed on uranium research in July). Bush summarized the British findings, discussed cost and duration of a bomb project, and emphasized the uncertainty of the situation. He also received the President's permission to explore construction needs with the Army. Roosevelt instructed him to move as quickly as possible but not to go beyond research and development. Bush, then, was to find out if a bomb could be built and at what cost but not to proceed to the production

Part II:

stage without further presidential authorization. Roosevelt indicated that he could find a way to finance the project and asked Bush to draft a letter so that the British government could be approached "at the top."¹⁹

Compton reported back on November 6, just one month and a day before the Japanese attack on Pearl Harbor on December 7, 1941, brought the United States into World War II (Germany and Italy declared war on the United States three days later). Compton's committee concluded that a critical mass of between two and 100 kilograms of uranium-235 would produce a powerful fission bomb and that for \$50-100 million isotope separation in sufficient quantities could be accomplished. Although the Americans were less optimistic than the British, they confirmed the basic conclusions of the MAUD committee and convinced Bush to forward their findings to Roosevelt under a cover letter on November 27. Roosevelt did not respond until January 19, 1942; when he did, it was as commander in chief of a nation at war. The President's handwritten note read, "V. B. OK—returned—I think you had best keep this in your own safe FDR."²⁰

Moving Into Action

By the time Roosevelt responded, Bush had set the wheels in motion. He put Eger V. Murphree, a chemical engineer with the Standard Oil Company, in charge of a group responsible for overseeing engineering studies and supervising pilot plant construction and any laboratory-scale investigations. And he appointed Urey, Lawrence, and Compton as program chiefs. Urey headed up work including diffusion and centrifuge methods and heavy-water studies. Lawrence took electromagnetic and plutonium responsibilities, and Compton ran chain reaction and weapon theory programs. Bush's responsibility was to coordinate engineering and scientific efforts and make final decisions on recommendations for construction contracts. In accordance with the instructions he received from Roosevelt, Bush removed all uranium work from the National Defense Research Committee. From this point forward, broad policy decisions relating to uranium were primarily the responsibility of the Top Policy Group, composed of Bush, Conant, Vice President Wallace, Secretary of War Henry L. Stimson, and Army Chief of Staff George C. Marshall.²¹ A high-level conference convened by Wallace on

December 16 put the seal of approval on these arrangements. Two days later the S-1 Committee gave Lawrence \$400,000 to continue his electromagnetic work.

With the United States now at war and with the fear that the American bomb effort was behind Nazi Germany's, a sense of urgency permeated the federal government's science enterprise. Even as Bush tried to fine-tune the organizational apparatus, new scientific information poured in from laboratories to be analyzed and incorporated into planning for the upcoming design and construction stage. By spring 1942, as American naval forces slowed the Japanese advance in the Pacific with an April victory in the battle of the Coral Sea, the situation had changed from one of too little money and no deadlines to one of a clear goal, plenty of money, but too little time. The race for the bomb was on.

Continuing Efforts on Isotope Separation

During the first half of 1942 several routes to a bomb were explored. At Columbia, Urey worked on the gaseous diffusion and centrifuge systems for isotope separation in the codenamed SAM (Substitute or Special Alloy Metals) Laboratory. At Berkeley, Lawrence continued his investigations on electromagnetic separation using the mass spectrograph he had converted from his thirty-seven-inch cyclotron. Compton patched together facilities at the University of Chicago's Metallurgical Laboratory for pile experiments aimed at producing plutonium. Meanwhile Murphree's group hurriedly studied ways to move from laboratory experiments to production facilities.

Research on uranium required uranium ore, and obtaining sufficient supplies was the responsibility of Murphree and his group. Fortunately, enough ore was on hand to meet the projected need of 150 tons through mid-1944. Twelve hundred tons of high-grade ore were stored on Staten Island, and Murphree made arrangements to obtain additional supplies from Canada and the Colorado Plateau, the only American source. Uranium in the form of hexafluoride was also needed as feed material for the centrifuge and the gaseous and thermal diffusion processes. Abelson, who had moved from the Carnegie Institution to the Naval Research Laboratory, was producing small quantities, and Murphree made arrangements with E. I. du Pont de Nemours and Company and the Harshaw Chemical

Company of Cleveland to produce hexafluoride on a scale sufficient to keep the vital isotope separation research going.

Lawrence was so successful in producing enriched samples of uranium-235 electromagnetically with his converted cyclotron that Bush sent a special progress report to Roosevelt on March 9, 1942. Bush told the President that Lawrence's work might lead to a short cut to the bomb, especially in light of new calculations indicating that the critical mass required might well be smaller than previously predicted. Bush also emphasized that the efficiency of the weapon would probably be greater than earlier estimated and expressed more confidence that it could be detonated successfully. Bush thought that if matters were expedited a bomb was possible in 1944. Two days later the President responded: "I think the whole thing should be pushed not only in regard to development, but also with due regard to time. This is very much of the essence."²²

In the meantime, however, isotope separation studies at Columbia quickly confronted serious engineering difficulties. Not only were the specifications for the centrifuge demanding, but, depending upon rotor size, it was estimated that it would require tens of thousands of centrifuges to produce enough uranium-235 to be of value. Gaseous diffusion immediately ran into trouble as well. Fabrication of an effective barrier to separate the uranium isotopes seemed so difficult as to relegate gaseous diffusion to a lower priority (the barrier had to be a corrosion-resistant membrane containing millions of submicroscopic holes per square inch). Both separation methods demanded the design and construction of new technologies and required that parts, many of them never before produced, be finished to tolerances not previously imposed on American industry.

In Chicago, Compton decided to combine all pile research by stages. Initially he funded Fermi's pile at Columbia and the theoretical work of Eugene Wigner at Princeton and J. Robert Oppenheimer at Berkeley. He appointed Szilard head of materials acquisition and arranged for Seaborg to move his plutonium work from Berkeley to Chicago in April 1942. Compton secured space wherever he could find it, including a racket court under the west grandstand at Stagg Field, where Samuel K. Allison began building a graphite and uranium pile. Although it was recognized that heavy water would provide a moderator superior to graphite, the only

available supply was a small amount that the British had smuggled out of France. In a decision typical of the new climate of urgency, Compton decided to forge ahead with graphite, a decision made easier by Fermi's increasingly satisfactory results at Columbia and Allison's even better results in Chicago. In light of recent calculations that cast doubt on the MAUD report's negative assessment of plutonium production, Compton hoped that Allison's pile would provide plutonium that could be used as material for a weapon.

By May 1942 Bush decided that production planning could wait no longer, and he instructed Conant to meet with the S-1 section leaders and make recommendations on all approaches to the bomb, regardless of cost. Analyzing the status of the four methods of isotope separation then under consideration—gaseous diffusion, centrifuge, electromagnetic, and pile—the committee decided on May 23 to recommend that all be pushed as fast as possible. This decision reflected the inability of the committee to distinguish a clear front-runner and its consequent unwillingness to abandon any method. With funds readily available and the outcome of the war conceivably hanging in the balance, the S-1 leadership recommended that all four methods proceed to the pilot plant stage and to full production planning.

Enter the Army

The decision to proceed with production planning led directly to the involvement of the Army, specifically the Corps of Engineers. Roosevelt had approved Army involvement on October 9, 1941, and Bush had arranged for Army participation at S-1 meetings beginning in March 1942. The need for security suggested placing the S-1 program within one of the armed forces, and the construction expertise of the Corps of Engineers made it the logical choice to build the production facilities envisioned in the Conant report of May 23.

By orchestrating some delicate negotiations between the Office of Scientific Research and Development and the Army, Bush was able to transfer the responsibility for process development, materials procurement, engineering design, and site selection to the Corps of Engineers and to earmark approximately sixty percent of the proposed 1943 budget, or \$54 million, for these functions. An Army officer would be in overall command of the entire project. This new arrangement left S-1, with a

Part II:

budget of approximately \$30 million, in charge of only university research and pilot plant studies. Additional reorganization created an S-1 Executive Committee, composed of Conant, Briggs, Compton, Lawrence, Murphree, and Urey. This group would oversee all Office of Scientific Research and Development work and keep abreast of technical

developments that might influence engineering considerations or plant design.²³ With this reorganization in place, the nature of the American atomic bomb effort changed from one dominated by research scientists to one in which scientists played a supporting role in the construction enterprise run by the United States Army Corps of Engineers.

Part III:

The Manhattan Engineer District

Initial Problems

Summer 1942—during which the American island-hopping campaign in the Pacific began at Guadalcanal—proved to be a troublesome one for the fledgling bomb project. Colonel James C. Marshall received the assignment of directing the Laboratory for the Development of Substitute Metals, or DSM. Marshall immediately moved from Syracuse to New York City, where he set up the Manhattan Engineer District, established by general order on August 13. Marshall, like most other Army officers, knew nothing of nuclear physics. Furthermore, Marshall and his Army superiors were disposed to move cautiously. In one case, for instance, Marshall delayed purchase of an excellent production site in Tennessee pending further study, while the scientists who had been involved in the project from the start were pressing for immediate purchase. While Bush had carefully managed the transition to Army control, there was not yet a mechanism to arbitrate disagreements between S-1 and the military. The resulting lack of coordination complicated attempts to gain a higher priority for scarce materials and boded ill for the future of the entire bomb project.

Reorganization of the Manhattan Engineer District: Groves and the Military Policy Committee

Decisions made in September provided administrative clarity and renewed the project's sense of urgency. Bush and the Army agreed that an officer other than Marshall should be given the assignment of overseeing the entire atomic project, which by now was referred to as the Manhattan Project. On September 17, the Army appointed Colonel Leslie R. Groves (promoted to Brigadier General six days later) to head the effort. Groves was an engineer with impressive credentials, including building of the Pentagon, and, most importantly, had strong administrative abilities. Within two days Groves acted to obtain the Tennessee site and secured a higher priority rating for project materials. In addition, Groves moved the Manhattan Engineer District headquarters from New York to Washington. He quickly recognized the talents of



General Leslie R. Groves. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

Marshall's deputy, Colonel Kenneth D. Nichols, and arranged for Nichols to work as his chief aide and troubleshooter throughout the war.

Bush, with the help and authority of Secretary of War Henry L. Stimson, set up the Military Policy Committee, including one representative each from the Army, the Navy, and the Office of Scientific Research and Development. Bush hoped that scientists would have better access to decision making in the new structure than they had enjoyed when DSM and S-1 operated as parallel but separate units. With Groves in overall command (Marshall remained as District Engineer, where his cautious nature proved useful in later decision making) and the Military Policy Committee in place (the Top Policy Group retained broad policy authority), Bush felt that early organizational deficiencies had been remedied.²⁴

During summer and fall 1942 technical and administrative difficulties were still severe. Each of the four isotope separation processes remained under consideration, but a full-scale commitment to all four posed serious problems even with the project's high priority. When Groves took command in mid-September, he made it clear that by late 1942 decisions would be made as to which process or processes promised to produce a bomb in the shortest amount of time. The exigencies of war, Groves held, required scientists to move from laboratory research to development and production in record time. Though traditional scientific caution might be short-circuited in the process, there was no alternative if a bomb was to be built in time to be used in the current conflict. As everyone involved in the Manhattan Project soon learned, Groves never lost sight of this goal and made all his decisions accordingly.

Isotope Separation Methods: Fall 1942

Groves made good on his timetable when he scheduled a meeting of the Military Policy Committee on November 12 and a meeting of the S-1 Executive Committee on November 14. The scientists at each of the institutions doing isotope separation research knew these meetings would determine the separation method to be used in the bomb project; therefore, the keen competition among the institutions added to the sense of urgency created by the war. Berkeley remained a hotbed of activity as Lawrence and his staff pushed the electromagnetic method into the lead. The S-1 Executive Committee even toyed with the idea of placing all its money on Lawrence but was dissuaded by Conant.

Throughout the summer and fall, Lawrence refined his new 184-inch magnet and huge cyclotron to produce calutrons, as the tanks were called in honor of the University of California, capable of reliable beam resolution and containing improved collectors for trapping the enriched uranium-235. The S-1 Executive Committee visited Berkeley on September 13 and subsequently recommended building both a pilot plant and a large section of a full-scale plant in Tennessee.

The centrifuge being developed by Jesse Beams at the University of Virginia was the big loser in the November meetings. Westinghouse had been unable to overcome problems with its model centrifuge. Parts failed with discouraging regularity due to severe vibrations during trial runs; consequently, a pilot plant and subsequent production stages appeared impractical in the near future. Conant had already concluded that the centrifuge was likely to be dropped when he reported to Bush on October 26. The meetings of November 12 and 14 confirmed his analysis.

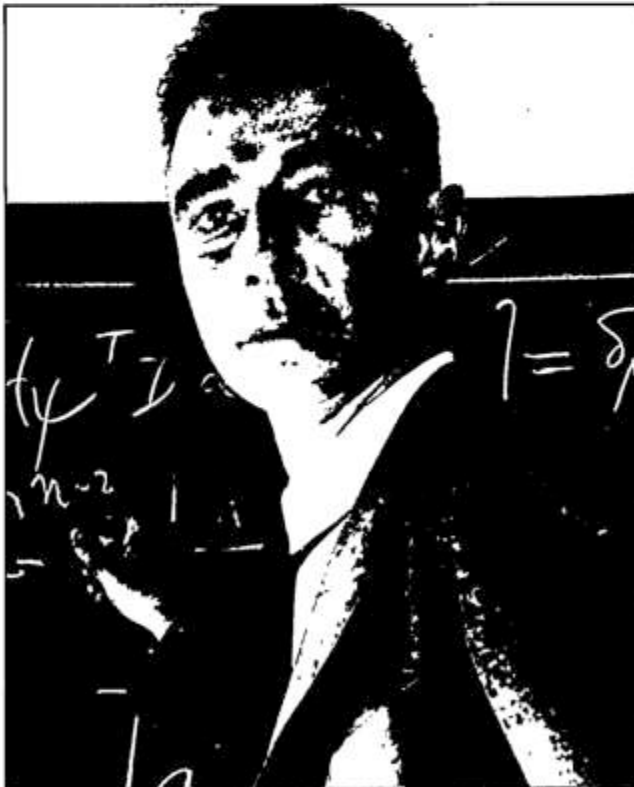
Gaseous diffusion held some promise and remained a live option, although the Dunning group at Columbia had not yet produced any uranium-235 by the November meetings. The major problem continued to be the barrier; nickel was the leading candidate for barrier material, but there was serious doubt as to whether a reliable nickel barrier could be ready in sufficient quantity by the end of the war.

While the centrifuge was cancelled and gaseous diffusion received mixed reviews, optimism prevailed among the pile proponents at the Metallurgical Laboratory in Chicago. Shortages of uranium and graphite delayed construction of the Stagg Field pile—CP-1 (Chicago Pile Number One)—but this frustration was tempered by calculations indicating that a completed pile would produce a chain reaction. With Fermi's move to Chicago in April, all pile research was now being conducted at the Metallurgical Laboratory as Compton had planned, and Fermi and his team anticipated a successful experiment by the end of the year. Further optimism stemmed from Seaborg's inventive work with plutonium, particularly his investigations on plutonium's oxidation states that seemed to provide a way to separate plutonium from the irradiated uranium to be produced in the pile. In August Seaborg's team produced a microscopic sample of pure plutonium, a major chemical achievement and one fully justifying further work on the pile. The

only cloud in the Chicago sky was the scientists' disappointment when they learned that construction and operation of the production facilities, now to be built near the Clinch River in Tennessee at Site X, would be turned over to a private firm. An experimental pile would be built in the Argonne Forest Preserve just outside Chicago, but the Metallurgical Laboratory scientists would have to cede their claim to pile technology to an organization experienced enough to take the process into construction and operation.

The Luminaries Report From Berkeley

While each of the four processes fought to demonstrate its "workability" during summer and fall 1942; equally important theoretical studies were being conducted that greatly influenced the decisions made in November. Robert Oppenheimer headed the work of a group of theoretical physicists he called the luminaries, which included Felix Bloch, Hans Bethe, Edward Teller, and Robert Serber, while John H. Manley assisted him by coordinating nationwide fission research and instrument and measurement studies from the Metallurgical



J. Robert Oppenheimer. Reprinted by permission of the J. Robert Oppenheimer Memorial Committee.

Laboratory in Chicago. Despite inconsistent experimental results, the consensus emerging at Berkeley was that approximately twice as much fissionable material would be required for a bomb than had been estimated six months earlier. This was disturbing, especially in light of the military's view that it would take more than one bomb to win the war. The goal of mass-producing fissionable material, which still appeared questionable in late 1942, seemed even more unrealistic given Oppenheimer's estimates. Oppenheimer did report, with some enthusiasm, that fusion explosions using deuterium (heavy hydrogen) might be possible. The possibility of thermonuclear (fusion) bombs generated some optimism since deuterium supplies, while not abundant, were certainly larger and more easily supplemented than were those of uranium and plutonium. S-1 immediately authorized basic research on other light elements.

Input From DuPont

Final input for the November meetings of the Military Policy Committee and the S-1 Executive Committee came from DuPont. One of the first things Groves did when he took over in September was to begin courting DuPont, hoping that the giant chemical firm would undertake construction and operation of the plutonium separation plant to be built in Tennessee. He appealed to patriotism, informing the company that the bomb project had high priority with the President and maintaining that a successful effort could affect the outcome of the war. DuPont managers resisted but did not refuse the task, and in the process they provided an objective appraisal of the pile project. Noting that it was not even known if the chain reaction would work, DuPont stated that under the best of circumstances plutonium could be mass-produced by 1945, and it emphasized that it thought the chances of this happening were low. This appraisal did not discourage Groves, who was confident that DuPont would take the assignment if offered.

Time for Decisions

The Military Policy Committee met on November 12, 1942, and its decisions were ratified by the S-1 Executive Committee two days later. The Military Policy Committee, acting on Groves's and Conant's recommendations, cancelled the centrifuge project. Gaseous diffusion, the pile, and the electromagnetic method were to proceed directly to full-scale,

Part III:

eliminating the pilot plant stage. The S-1 Executive Committee approved these recommendations and agreed that the gaseous diffusion facility was of lower priority than either the pile or the electromagnetic plant but ahead of a second pile. The scientific committee also asked DuPont to look into methods for increasing American supplies of heavy water in case it was needed to serve as a moderator for one of the new piles.

A Brief Scare

Anxious as he was to get moving, Groves decided to make one final quality control check before acting of the decisions of November 12 and 14. This decision seemed imperative after a brief scare surrounding the pile project. While Fermi's calculations provided reasonable assurance against such a possibility, the vision of a chain reaction running wild in heavily-populated Chicago arose when the S-1 Executive Committee found that Compton was building the experimental pile at Stagg Field, a decision he had made without informing either the committee or Groves. In addition, information from British scientists raised serious questions about the feasibility of deriving plutonium from the pile. It took several days for Groves and a committee of scientists including Lawrence and Oppenheimer to satisfy themselves that the pile experiment posed little danger, was justified by sound theory, and would in all probability produce plutonium as predicted.

One Last Look: The Lewis Committee

On November 18, Groves appointed Warren K. Lewis of the Massachusetts Institute of Technology to head a final review committee, comprised of himself and three DuPont representatives. During the next two weeks, the committee traveled from New York to Chicago to Berkeley and back again through Chicago. It endorsed the work on gaseous diffusion at Columbia, though it made some organizational recommendations; in fact, the Lewis committee elevated gaseous diffusion to first priority and expressed reservations about the electromagnetic program despite an impassioned presentation by Lawrence in Berkeley. Upon returning to Chicago, Crawford H. Greenewalt, a member of the Lewis committee, was present at Stagg Field when, at 3:20 p.m. on December 2, 1942, Fermi's massive lattice pile of 400 tons of graphite, six tons of uranium metal, and fifty tons of uranium oxide achieved the first self-sustaining chain reaction, operating initially

at a power level of one-half watt (increased to 200 watts ten days later).²⁵ As Compton reported to Conant, "the Italian navigator has just landed in the new world." To Conant's question, "Were the natives friendly?" Compton answered, "Everyone landed safe and happy."²⁶ Significant as this moment was in the history of physics, it came after the Lewis committee had endorsed moving to the pilot stage and one day after Groves had instructed DuPont to move into design and construction on December 1.²⁷

No Turning Back: Final Decisions and Presidential Approval

The S-1 Executive Committee met to consider the Lewis report on December 9, 1942, just weeks after Allied troops landed in North Africa. Most of the morning session was spent evaluating the controversial recommendation that only a small electromagnetic plant be built. Lewis and his colleagues based their recommendation on the belief that Lawrence could not produce enough uranium-235 to be of military significance. But since the calutron could provide enriched samples quickly, the committee supported the construction of a small electromagnetic plant. Conant disagreed with the Lewis committee's assessment, believing that uranium had more weapon potential than plutonium. And since he knew that gaseous diffusion could not provide any enriched uranium until the gaseous diffusion plant was in full operation, he supported the one method that might, if all went well, produce enough uranium to build a bomb in 1944. During the afternoon, the S-1 Executive Committee went over a draft Groves had prepared for Bush to send to the President. It supported the Lewis committee's report except that it recommended skipping the pilot plant stage for the pile. After Conant and the Lewis committee met on December 10 and reached a compromise on the electromagnetic method, Groves's draft was amended and forwarded to Bush.²⁸

On December 28, 1942, President Roosevelt approved the establishment of what ultimately became a government investment in excess of \$2 billion, \$.5 billion of which was itemized in Bush's report submitted on December 16. The Manhattan Project was authorized to build full-scale gaseous diffusion and plutonium plants and the compromise electromagnetic plant, as well as heavy water production facilities. In his report, Bush reaffirmed his belief that bombs possibly could be produced during the first half of 1945 but cautioned that an earlier

delivery was unlikely. No schedule could guarantee that the United States would overtake Germany in the race for the bomb, but by the beginning of 1943 the Manhattan Project had the complete support of President Roosevelt and the military leadership, the services of some of the nation's most distinguished scientists, and a sense of urgency driven by fear. Much had been achieved in the year between Pearl Harbor and the end of 1942.

No single decision created the American atomic bomb project. Roosevelt's December 28 decision was inevitable in light of numerous earlier ones that, in incremental fashion, committed the United States to pursuing atomic weapons. In fact, the essential pieces were in place when Roosevelt approved

Bush's November 9, 1941, report on January 19, 1942. At that time, there was a science organization at the highest level of the federal government and a Top Policy Group with direct access to the President. Funds were authorized, and the participation of the Corps of Engineers had been approved in principle. In addition, the country was at war and its scientific leadership—as well as its President—had the belief, born of the MAUD report, that the project could result in a significant contribution to the war effort. Roosevelt's approval of \$500 million in late December 1942 was a step that followed directly from the commitments made in January of that year and stemmed logically from the President's earliest tentative decisions in late 1939.

Part IV:

The Manhattan Engineer District in Operation

The Manhattan Project

In many ways the Manhattan Engineer District operated like any other large construction company. It purchased and prepared sites, let contracts, hired personnel and subcontractors, built and maintained housing and service facilities, placed orders for materials, developed administrative and accounting procedures, and established communications networks. By the end of the war Groves and his staff had spent approximately \$2.2 billion on production facilities and towns built in the states of Tennessee, Washington, and New Mexico, as well as on research in university laboratories from Columbia to Berkeley. What made the Manhattan Project unlike other companies performing similar functions was that, because of the necessity of moving quickly, it invested hundreds of millions of dollars in unproven and hitherto unknown processes and did so entirely in secret. Speed and secrecy were the watchwords of the Manhattan Project.

Secrecy proved to be a blessing in disguise. Although it dictated remote site locations, required subterfuge in obtaining labor and supplies, and served as a constant irritant to the academic scientists on the project, it had one overwhelming advantage: Secrecy made it possible to make decisions with little regard for normal peacetime political considerations. Groves knew that as long as he had the backing of the White House money would be available and he could devote his considerable energies entirely to

running the bomb project. Secrecy in the Manhattan Project was so complete that many people working for the organization did not know what they were working on until they heard about the bombing of Hiroshima on the radio. The need for haste clarified priorities and shaped decision making. Unfinished research on three separate, unproven processes had to be used to freeze design plans for production facilities, even though it was recognized that later findings inevitably would dictate changes. The pilot plant stage was eliminated entirely, violating all manufacturing practices and leading to intermittent shutdowns and endless troubleshooting during trial runs in production facilities. The inherent problems of collapsing the stages between the laboratory and full production created an emotionally charged atmosphere with optimism and despair alternating with confusing frequency.

Despite Bush's assertion that a bomb could probably be produced by 1945, he and the other principals associated with the project recognized the magnitude of the task before them. For any large organization to take laboratory research into design, construction, operation, and product delivery in two-and-a-half years (from early 1943 to Hiroshima) would be a major industrial achievement. Whether the Manhattan Project would be able to produce bombs in time to affect the current conflict was an open question as 1943 began. (Obvious though it seems in retrospect, it must be remembered that no one at the time knew that the war would end in 1945 or who the remaining contestants would be if and when the atomic bomb was ready for use).

Clinton Engineer Works (Oak Ridge)

By the time President Roosevelt authorized the Manhattan Project on December 28, 1942, work on the east Tennessee site where the first production facilities were to be built was already underway. The final quarter of 1942 saw the acquisition of the roughly ninety-square-mile parcel (59,000 acres) in the ridges just west of Knoxville, the removal of the relatively few families on the marginal farmland, and extensive site preparation to provide the transportation, communications, and utility needs of the town and production plants that would occupy the previously underdeveloped area. Original plans called for the Clinton Engineer Works, as the military reservation was named, to house approximately 13,000 people in prefabricated housing, trailers, and wood dormitories. By the time the Manhattan Engineer District headquarters were

Part IV:

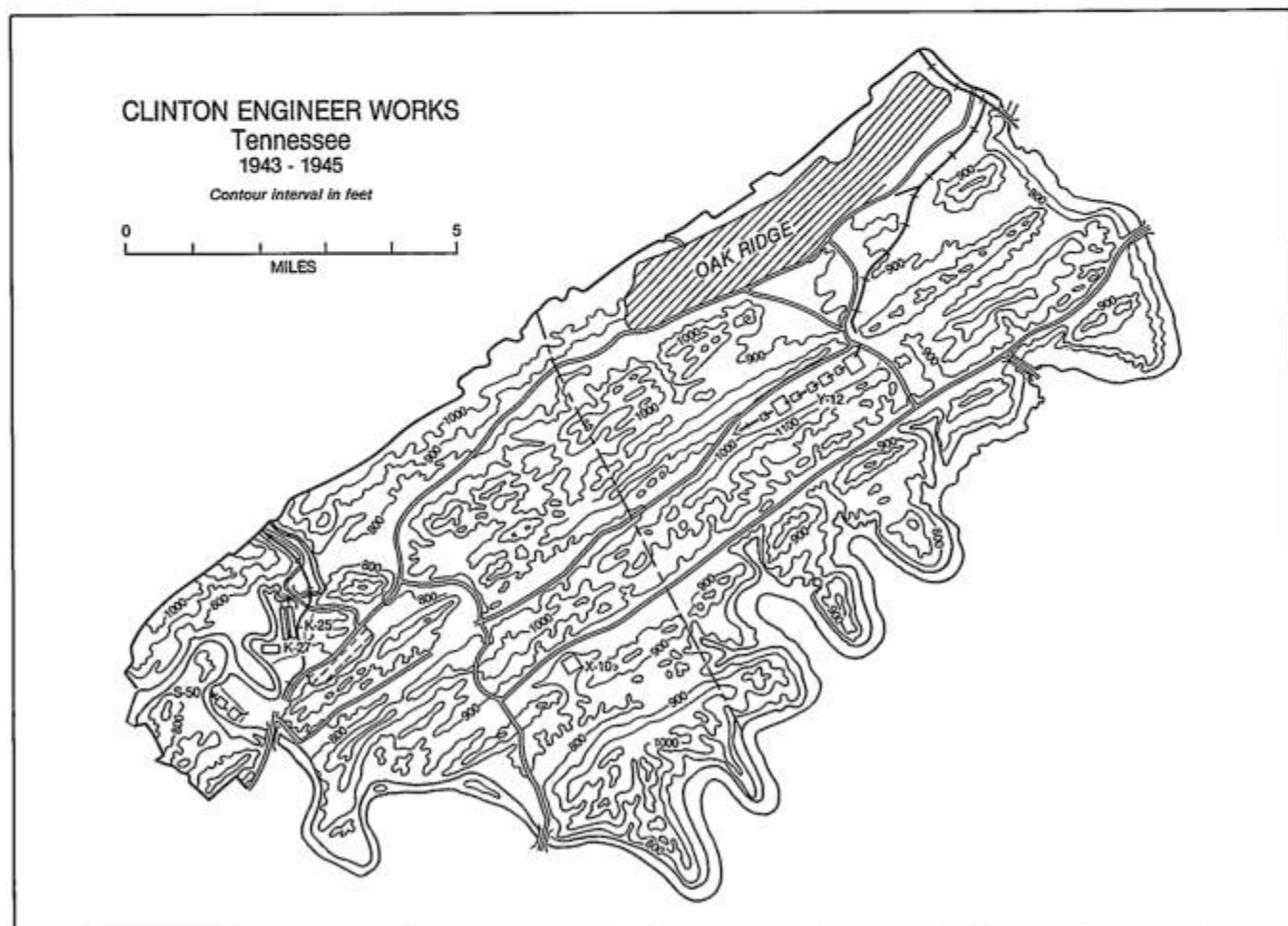
moved from Washington to Tennessee in the summer of 1943 (Groves kept the Manhattan Project's office in Washington and placed Nichols in command in Tennessee), estimates for the town of Oak Ridge had been revised upward to 40-45,000 people. (The name Oak Ridge did not come into usage until after World War II but will be used here to avoid confusion). At the end of the war, Oak Ridge was the fifth largest town in Tennessee, and the Clinton Engineer Works was consuming one-seventh of all the power being produced in the nation.²⁹ While the Army and its contractors tried to keep up with the rapid influx of workers and their families, services always lagged behind demand, though morale remained high in the atomic boomtown.

The three production facility sites were located in valleys away from the town. This provided security and containment in case of explosions. The Y-12 area, home of the electromagnetic plant, was closest to Oak Ridge, being but one ridge away to the south. Farther to the south and west lay both the

X-10 area, which contained the experimental plutonium pile and separation facilities, and K-25, site of the gaseous diffusion plant and later the S-50 thermal diffusion plant. Y-12 and X-10 were begun slightly earlier in 1943 than was K-25, but all three were well along by the end of the year.

The Y-12 Electromagnetic Plant: Final Decisions

Although the Lewis report had placed gaseous diffusion ahead of the electromagnetic approach, many were still betting in early 1943 that Lawrence and his mass spectrograph would eventually predominate. Lawrence and his laboratory of mechanics at Berkeley continued to experiment with the giant 184-inch magnet, trying to reach a consensus on which shims, sources, and collectors to incorporate into Y-12 design for the Oak Ridge plant. Research on magnet size and placement and beam resolution eventually led to a racetrack configuration



Clinton Engineer Works. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

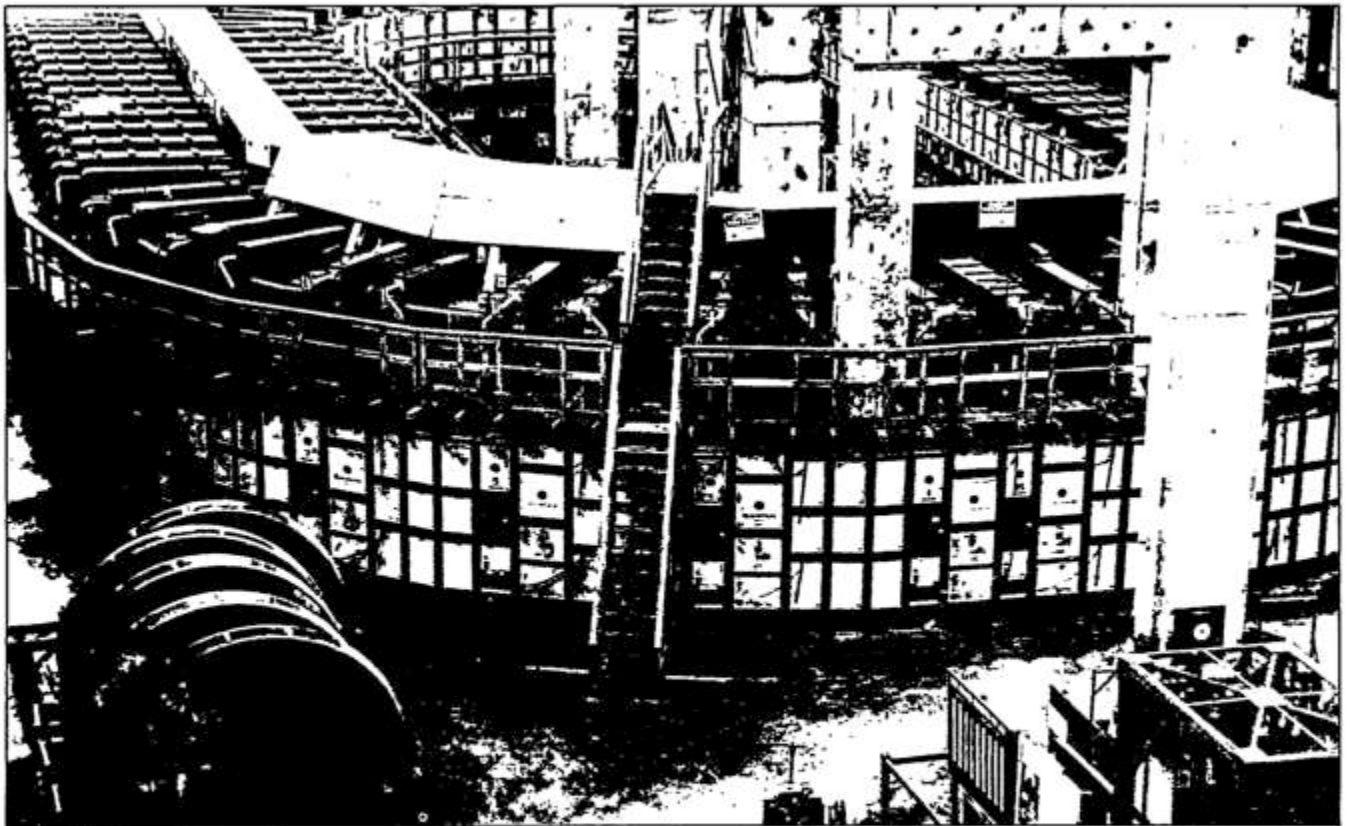
of two magnets with forty-eight gaps containing two vacuum tanks each per building, with ten buildings being necessary to provide the 2,000 sources and collectors needed to separate 100 grams of uranium-235 daily. It was hoped that improvements in calutron design, or placing multiple sources and collectors in each tank, might increase efficiency and reduce the number of tanks and buildings required, but experimental results were inconclusive even as Stone & Webster of Boston, the Y-12 contractor at Oak Ridge, prepared to break ground.

At a meeting of Groves, Lawrence, and John R. Lotz of Stone & Webster in Berkeley late in December 1942, Y-12 plans took shape. It was agreed that Stone & Webster would take over design and construction of a 500-tank facility, while Lawrence's laboratory would play a supporting role by supplying experimental data. By the time another summit conference on Y-12 took place in Berkeley on January 13 and 14, Groves had persuaded the Tennessee Eastman Corporation to sign on as plant operator and arranged for various parts of the electromagnetic equipment to be manufactured by the Westinghouse Electric and Manufacturing Com-

pany, the Allis-Chalmers Manufacturing Company, and the Chapman Valve Manufacturing Company. General Electric agreed to provide electrical equipment.

On January 14, after a day of presentations and a demonstration of the experimental tanks in the cyclotron building, Groves stunned the Y-12 contractors by insisting that the first racetrack of ninety-six tanks be in operation by July 1 and that 500 tanks be delivered by year's end. Given that each racetrack was 122 feet long, 77 feet wide and 15 feet high; that the completed plant was to be the size of three two-story buildings; that tank design was still in flux; and that chemical extraction facilities also would have to be built, Groves's demands were little less than shocking. Nonetheless, Groves maintained that his schedule could be met.³⁰

For the next two months Lawrence, the contractors, and the Army negotiated over the final design. While all involved could see possible improvements, there simply was not enough time to incorporate every suggested modification. Y-12 design was finalized at a March 17 meeting in Boston, with one major modification—the inclusion of a second stage



Y-12 Alpha Racetrack at Clinton. Spare Magnets in Left Foreground. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

Part IV:

of the electromagnetic process. The purpose of this second stage was to take the enriched uranium-235 derived from several runs of the first stage and use it as the sole feed material for a second stage of racetracks containing tanks approximately half the size of those in the first. Groves approved this arrangement and work began on both the Alpha (first-stage) and Beta (second-stage) tracks.

Construction of Y-12

Groundbreaking for the Alpha plant took place on February 18, 1943. Soon blueprints could not be produced fast enough to keep up with construction as Stone & Webster labored to meet Groves's deadline. The Beta facility was actually begun before formal authorization. While laborers were aggressively recruited, there was always a shortage of workers skilled enough to perform jobs according to the rigid specifications. (A further complication was that some tasks could be performed only by workers

with special clearances). Huge amounts of material had to be obtained (38 million board feet of lumber, for instance), and the magnets needed so much copper for windings that the Army had to borrow almost 15,000 tons of silver bullion from the United States Treasury to fabricate into strips and wind on to coils as a substitute for copper.³¹ Treasury silver was also used to manufacture the busbars that ran around the top of the racetracks.

Replacing copper with silver solved the immediate problem of the magnets and busbars, but persistent shortages of electronic tubes, generators, regulators, and other equipment plagued the electromagnetic project and posed the most serious threat to Groves's deadline. Furthermore, last-minute design changes continued to frustrate equipment manufacturers. Nonetheless, when Lawrence toured with Y-12 contractors in May 1943, he was impressed by the scale of operations. Lawrence returned to Berkeley rededicated to the "awful job" of finishing the racetracks on time.³²

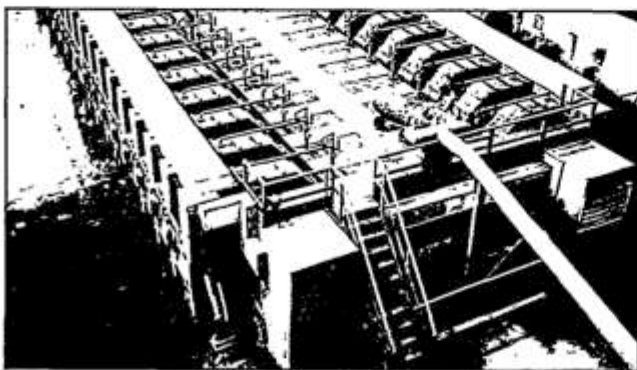


Y-12 Electromagnetic Plant Under Construction at Clinton. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

Design Changes at Y-12

Lawrence and his colleagues continued to look for ways to improve the electromagnetic process. Lawrence found that hot (high positive voltage) electrical sources could replace the single cold (grounded) source in future plants, providing more efficient use of power, reducing insulator failure, and making it possible to use multiple rather than single beams.³³ Meanwhile, receiver design evolved quickly enough in spring and summer 1943 to be incorporated into the Alpha plant. Work at the Radiation Laboratory picked up additional speed in March with the authorization of the Beta process. With Alpha technology far from perfected, Lawrence and his staff now had to participate in planning for an unanticipated stage of the electromagnetic process.

While the scientists in Berkeley studied changes that would be required in the down-sized Beta racetracks, engineering work at Oak Ridge prescribed specific design modifications. For a variety of reasons, including simplicity of maintenance, Tennessee Eastman decided that the Beta plant would consist of a rectangular, rather than oval, arrangement of two tracks of thirty-six tanks each. Factoring this configuration into their calculations, Lawrence and his coworkers bent their efforts to developing chemical processing techniques that would minimize the loss of enriched uranium during Beta production runs. To make certain that Alpha had enough feed material, Lawrence arranged for research on an alternate method at Brown University and expanded efforts at Berkeley. With what was left of his time and money in early 1943 Lawrence built prototypes of Alpha and Beta units for testing



Y-12 Beta Racetrack at Clinton. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

and training operating personnel. Meanwhile Tennessee Eastman, running behind schedule, raced to complete experimental models so that training and test runs could be performed at Oak Ridge.

Warning From Los Alamos

But in the midst of encouraging progress in construction and research on the electromagnetic process in July came discouraging news from Oppenheimer's isolated laboratory in Los Alamos, New Mexico, set up in spring 1943 to consolidate work on atomic weapons. Oppenheimer warned that three times more fissionable material would be required for a bomb than earlier estimates had indicated. Even with satisfactory performance of the racetracks, it was possible that they might not produce enough purified uranium-235 in time.

Lawrence responded to this crisis in characteristic fashion: He immediately lobbied Groves to incorporate multiple sources into the racetracks under construction and to build more racetracks. Groves decided to build the first four as planned but, after receiving favorable reports from both Stone & Webster and Tennessee Eastman, allowed a four-beam source in the fifth. Convinced that the electromagnetic process would work and sensing that estimates from Los Alamos might be revised downward in the future, Groves let Lawrence talk him into building a new plant—in effect, doubling the size of the electromagnetic complex. The new facility, Groves reported to the Military Policy Committee on September 9, would consist of two buildings, each with two rectangular racetracks of ninety-six tanks operating with four-beam sources.

Shakedown at Y-12

During summer and fall 1943 the first electromagnetic plant began to take shape. The huge building to house the operating equipment was readied as manufacturers began delivering everything from electrical switches to motors, valves, and tanks. While construction and outfitting proceeded, almost 5,000 operating and maintenance personnel were hired and trained. Then, between October and mid-December, Y-12 paid the price for being a new technology that had not been put through its paces in a pilot plant. Vacuum tanks in the first Alpha racetrack leaked and shimmied out of line due to magnetic pressure, welds failed, electrical circuits malfunctioned, and operators made frequent mistakes. Most seriously, the magnet coils shorted out because of rust and sediment in the cooling oil.

Groves arrived on December 15 and shut the racetrack down. The coils were sent to Allis-Chalmers with hope that they could be cleaned without being dismantled entirely, while measures were taken to prevent recurrence of the shorting problem. The second Alpha track now bore the weight of the electromagnetic effort. In spite of precautions aimed at correcting the electrical and oil-related problems that had shut down the first racetrack, the second Alpha fared little better when it started up in mid-January 1944. While all tanks operated at least for short periods, performance was sporadic and maintenance could not keep up with electrical failures and defective parts. Like its predecessor, Alpha 2 was a maintenance nightmare.

Alpha 2 produced about 200 grams of twelve-percent uranium-235 by the end of February, enough to send samples to Los Alamos and feed the first Beta unit but not enough to satisfy estimates of weapon requirements. The first four Alpha tracks did not operate together until April, a full four months late. While maintenance improved, output was well under previous expectations. The opening of the Beta building on March 11 led to further disappointment. Beam resolution was so unsatisfactory that complete redesign was required. To make matters worse, word spread that the K-25 gaseous diffusion process was in deep trouble because of its ongoing barrier crisis. K-25 had been counted upon to provide uranium enriched enough to serve as feed material for Beta. Now it would be producing such slight enrichment that the Alpha tracks would have to process K-25's material, requiring extensive redesign and retooling of tanks, doors, and liners, particularly in units that would be wired to run as hot, rather than as cold, electrical sources.³⁴

Reworking the Racetracks

It became clear to Groves that he would have to find a way for a combination of isotope separation processes to produce enough fissionable material for bombs. This meant making changes in the racetracks so that they could process the slightly enriched material produced by K-25. He then concentrated on further expansion of the electromagnetic facilities. Lawrence, seconded by Oppenheimer, believed that four more racetracks should be built to accompany the nine already finished or under construction. Groves agreed with this approach, though he was not sure that the additional racetracks could be built in time.

As K-25 stock continued to drop and plutonium prospects remained uncertain, Lawrence lobbied yet again for further expansion of Y-12, arguing that it provided the only possible avenue to a bomb by 1945. His plan was to convert all tanks to multiple beams and to build two more racetracks. By this time even the British had given up on gaseous diffusion and urged acceptance of Lawrence's plan.

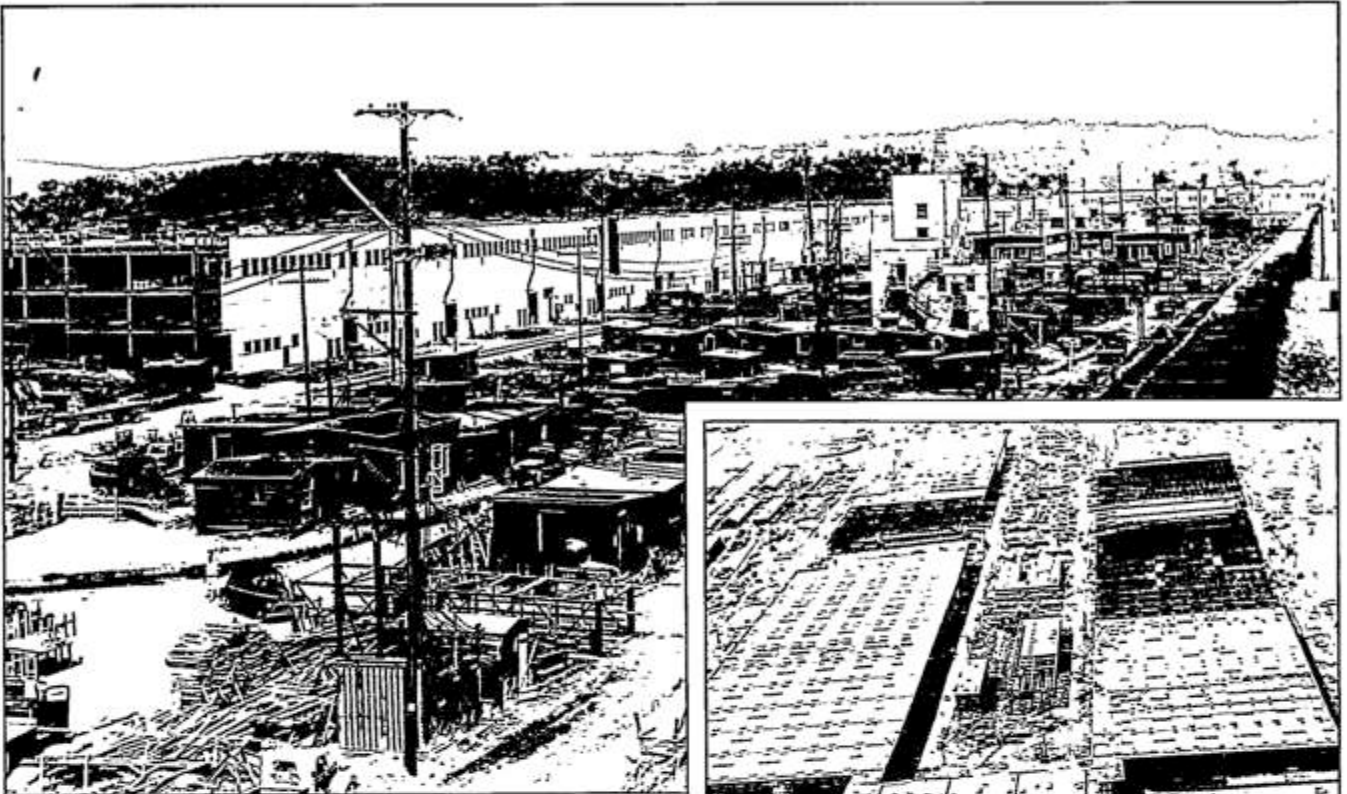
Time was running out, and an element of desperation crept into decisions made at a meeting on July 4, 1944. Groves met with the Oak Ridge contractors to consider proposals Lawrence had prepared after assessing once again the resources and abilities of the Radiation Laboratory. There was to be no change in the completed racetracks; there simply was not enough time. Some improvements were to be made in the racetracks then under construction. In the most important decision made at the meeting, Lawrence was to throw all he had into a completely new type of calutron that would use a thirty-beam source. Technical support would come from both Westinghouse and General Electric, which would cease work on four-beam development. It was a gamble in a high-stakes game, but sticking with the Alpha and Beta racetracks might have been an even greater gamble.

The K-25 Gaseous Diffusion Plant

Eleven miles southwest of Oak Ridge on the Clinch River was the site of the K-25 gaseous diffusion plant upon which so much hope had rested when it was authorized in late 1942. Championed by the British and placed first by the Lewis committee, gaseous diffusion seemed to be based on sound theory but had not yet produced samples of enriched uranium-235.

At Oak Ridge, on a relatively flat area of about 5,000 acres, site preparation for the K-25 powerplant began in June. Throughout the summer, contractors contended with primitive roads as they shipped in the materials needed to build what became the world's largest steam electric plant. In September work began on the cascade building, plans for which had changed dramatically since the spring. Now there were to be fifty four-story buildings (2,000,000 square feet) in a U-shape measuring half a mile by 1,000 feet. Innovative foundation techniques were required to avoid setting thousands of concrete piers to support load-bearing walls.

Since it was eleven miles from the headquarters at Oak Ridge, the K-25 site developed into a satellite

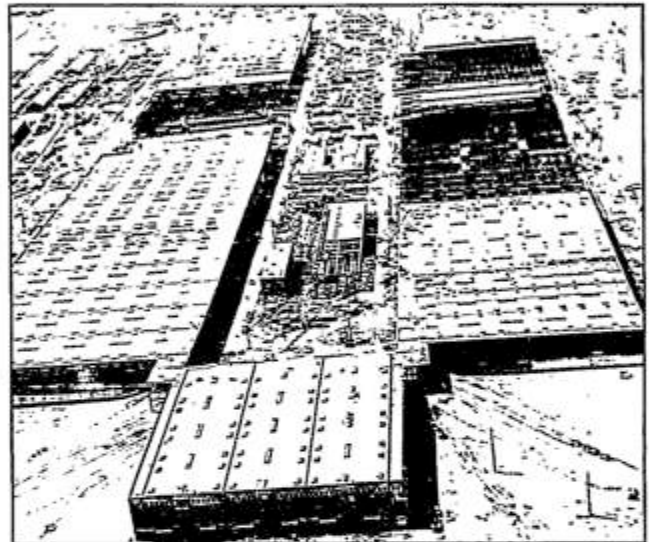


K-25 Gaseous Diffusion Plant Under Construction at Clinton. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

town. Housing was supplied, as was a full array of service facilities for the population that reached 15,000. Dubbed Happy Valley by the inhabitants, the town had housing similar to that in Oak Ridge, but, like headquarters, it too experienced chronic shortages. Even with a contractor camp with facilities for 2,000 employees nearby, half of Happy Valley's workers had to commute to the construction site daily.

Downgrading K-25

In late summer 1943 it was decided that K-25 would play a lesser role than originally intended. Instead of producing fully enriched uranium-235, the gaseous diffusion plant would now provide around fifty percent enrichment for use as feed material in Y-12. This would be accomplished by eliminating the more troublesome upper part of the cascade. Even this level of enrichment was not assured since a barrier for the diffusion plant still did not exist. The decision to downgrade K-25 was part of the



K-25 from Opposite End. White Building in Center of Previous Picture Discernible at Far End. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

larger decision to double Y-12 capacity and fit with Groves's new strategy of utilizing a combination of methods to produce enough fissionable material for bombs as soon as possible.

There was no doubt in Groves's mind that gaseous diffusion still had to be pursued vigorously. Not only had major resources already been expended on the program, but there was also the possibility that it might yet prove successful. Y-12 was in trouble as 1944 began, and the plutonium pile projects were just getting underway. A workable barrier design might put K-25 ahead in the race for the bomb. Unfortunately, no one had been able to fabricate barrier of sufficient quality. The only alternative remaining was to increase production enough to compensate for the low percentage of barrier that met specifications. As Lawrence prepared to throw

Part IV:

everything he had into a thirty-beam source for Y-12, Groves ordered a crash barrier program, hoping to prevent K-25 from standing idle as the race for the bomb continued.

Help From the Navy

As problems with both Y-12 and K-25 reached crisis proportions in spring and summer 1944, the Manhattan Project received help from an unexpected source—the United States Navy. President Roosevelt had instructed that the atomic bomb effort be an Army program and that the Navy be excluded from deliberations. Navy research on atomic power, conducted primarily for submarines, received no direct aid from Groves, who, in fact, was not up-to-date on the state of Navy efforts when he received a letter on the subject from Oppenheimer late in April 1944.

Oppenheimer informed Groves that Philip Abelson's experiments on thermal diffusion at the Philadelphia Naval Yard deserved a closer look. Abelson was building a plant to produce enriched uranium to be completed in early July. It might be possible, Oppenheimer thought, to help Abelson complete and expand his plant and use its slightly enriched product as feed for Y-12 until problems with K-25 could be resolved.

The liquid thermal diffusion process had been evaluated in 1940 by the Uranium Committee, when Abelson was at the National Bureau of Standards. In 1941 he moved to the Naval Research Laboratory, where there was more support for his work. During summer 1942 Bush and Conant received reports about Abelson's research but concluded that it would take too long for the thermal diffusion process to make a major contribution to the bomb effort, especially since the electromagnetic and pile projects were making satisfactory progress. After a visit with Abelson in January 1943, Bush encouraged the Navy to increase its support of thermal diffusion. A thorough review of Abelson's project early in 1943, however, concluded that thermal diffusion work should be expanded but should not be considered as a replacement for gaseous diffusion, which was better understood theoretically. Abelson continued his work independently of the Manhattan Project. He obtained authorization to build a new plant at the Philadelphia Naval Yard, where construction began in January 1944.

Groves immediately saw the value of Oppenheimer's suggestion and sent a group to Philadelphia to visit Abelson's plant. A quick analysis

demonstrated that a thermal diffusion plant could be built at Oak Ridge and placed in operation by early 1945. The steam needed in the convection columns was already at hand in the form of the almost completed K-25 powerplant. It would be a relatively simple matter to provide steam to the thermal diffusion plant and produce enriched uranium, while providing electricity for the K-25 plant when it was finished. Groves gave the contractor, H. K. Ferguson Company of Cleveland, just ninety days from September 27 to bring a 2,142-column plant on line (Abelson's plant contained 100 columns). There was no time to waste as Happy Valley braced itself for a new influx of workers.

The Metallurgical Laboratory

One of the most important branches of the far-flung Manhattan Project was the Metallurgical Laboratory (Met Lab) in Chicago, which was counted on to design a production pile for plutonium. Here again the job was to design equipment for a technology that was not well understood even in the laboratory. The Fermi pile, important as it was historically, provided little technical guidance other than to suggest a lattice arrangement of graphite and uranium. Any pile producing more power than the few watts generated in Fermi's famous experiment would require elaborate controls, radiation shielding, and a cooling system. These engineering features would all contribute to a reduction in neutron multiplication (neutron multiplication being represented by k); so it was imperative to determine which pile design would be safe and controllable and still have a k high enough to sustain an ongoing reaction.³⁵

Pile Design

A group headed by Compton's chief engineer, Thomas V. Moore, began designing the production pile in June 1942. Moore's first goals were to find the best methods of extracting plutonium from the irradiated uranium and for cooling the uranium. It quickly became clear that a production pile would differ significantly in design from Fermi's experimental reactor, possibly by extending uranium rods into and through the graphite next to cooling tubes and building a radiation and containment shield. Although experimental reactors like Fermi's did not generate enough power to need cooling systems, piles built to produce plutonium would operate at high power levels and require coolants. The Met Lab group considered the full range of gases and liquids in a search to isolate the substances with the

best nuclear characteristics, with hydrogen and helium standing out among the gases and water—even with its marginal nuclear properties and tendency to corrode uranium—as the best liquid.

During the summer, Moore and his group began planning a helium-cooled pilot pile for the Argonne Forest Preserve near Chicago, built by Stone & Webster, and on September 25 they reported to Compton. The proposal was for a 460-ton cube of graphite to be pierced by 376 vertical columns containing twenty-two cartridges of uranium and graphite. Cooling would be provided by circulating helium from top to bottom through the pile. A wall of graphite surrounding the reactor would provide radiation containment, while a series of spherical segments that gave the design the nickname Mae West would make up the outer shell.

By the time Compton received Moore's report, he had two other pile designs to consider. One was a water-cooled model developed by Eugene Wigner and Gale Young, a former colleague of Compton's. Wigner and Young proposed a twelve-foot by twenty-five-foot cylinder of graphite with pipes of uranium extending from a water tank above, through the cylinder, and into a second water tank underneath. Coolant would circulate continuously through the system, and corrosion would be minimized by coating interior surfaces or lining the uranium pipes.

A second alternative to Mae West was more daring. Szilard thought that liquid metal would be such an efficient coolant that, in combination with an electromagnetic pump having no moving parts (adapted from a design he and Einstein had created), it would be possible to achieve high power levels in a considerably smaller pile. Szilard had trouble obtaining supplies for his experiment, primarily because bismuth, the metal he preferred as the coolant, was rare.

Groves Steps In

October 1942 found Groves in Chicago ready to force a showdown on pile design. Szilard was noisily complaining that decisions had to be made so that design could move to procurement and construction. Compton's delay reflected uncertainty of the superiority of the helium pile and awareness that, engineering studies could not be definitive until the precise value of k had been established. Some scientists at the Met Lab urged that a full production pile be built immediately, while others advocated a multi-step process, perhaps beginning with an externally cooled reactor proposed by Fermi. The situa-

tion was tailor-made for a man with Groves's temperament. On October 5 Groves exhorted the Met Lab to decide on pile design within a week. Even wrong decisions were better than no decisions, Groves claimed, and since time was more valuable than money, more than one approach should be pursued if no single design stood out. While Groves did not mandate a specific decision, his imposed deadline forced the Met Lab scientists to reach a consensus.

Compton decided on compromise. Fermi would study the fundamentals of pile operation on a small experimental unit to be completed and in operation by the end of the year. Hopefully he could determine the precise value of k and make a significant advance in pile engineering possible. An intermediate pile with external cooling would be built at Argonne and operated until June 1, 1943, when it would be taken down for plutonium extraction. The helium-cooled Mae West, designed to produce 100 grams of plutonium a day, would be built and operating by March 1944. Studies on liquid-cooled reactors would continue, including Szilard's work on liquid metals.

Seaborg and Plutonium Chemistry

While the Met Lab labored to make headway on pile design, Seaborg and his coworkers tried to gain enough information about transuranium chemistry to insure that plutonium produced could be successfully extracted from the irradiated uranium. Using lanthanum fluoride as a carrier, Seaborg isolated a weighable sample of plutonium in August 1942. At the same time, Isadore Perlman and William J. Knox explored the peroxide method of separation; John E. Willard studied various materials to determine which best adsorbed plutonium;³⁶ Theodore T. Magel and Daniel K. Koshland, Jr., researched solvent-extraction processes; and Harrison S. Brown and Orville F. Hill performed experiments into volatility reactions. Basic research on plutonium's chemistry continued as did work on radiation and fission products.

Seaborg's discovery and subsequent isolation of plutonium were major events in the history of chemistry, but, like Fermi's achievement, it remained to be seen whether they could be translated into a production process useful to the bomb effort. In fact, Seaborg's challenge seemed even more daunting, for while piles had to be scaled up ten to twenty times, a separation plant for plutonium would involve a scale-up of the laboratory experiment on the order of a billion-fold.

Collaboration with DuPont's Charles M. Cooper and his staff on plutonium separation facilities began even before Seaborg succeeded in isolating a sample of plutonium. Seaborg was reluctant to drop any of the approaches then under consideration, and Cooper agreed. The two decided to pursue all four methods of plutonium separation but put first priority on the lanthanum fluoride process Seaborg had already developed. Cooper's staff ran into problems with the lanthanum fluoride method in late 1942, but by then Seaborg had become interested in phosphate carriers. Work led by Stanley G. Thompson found that bismuth phosphate retained over ninety-eight percent plutonium in a precipitate. With bismuth phosphate as a backup for the lanthanum fluoride, Cooper moved ahead on a semiworks near Stagg Field.

DuPont Joins the Team

Compton's original plans to build the experimental pile and chemical separation plant on the University of Chicago campus changed during fall 1942. The S-1 Executive Committee concurred that it would be safer to put Fermi's pile in Argonne and build the pilot plant and separation facilities in Oak Ridge than to place these experiments in a populous area. On October 3 DuPont agreed to design and build the chemical separation plant. Groves tried to entice further DuPont participation at Oak Ridge by having the firm prepare an appraisal of the pile project and by placing three DuPont staff members on the Lewis committee. Because DuPont was sensitive about its public image (the company was still smarting from charges that it profiteered during World War I), Groves ultimately obtained the services of the giant chemical company for the sum of one dollar over actual costs. In addition, DuPont vowed to stay out of the bomb business after the war and offered all patents to the United States government.

Groves had done well in convincing DuPont to join the Manhattan Project. DuPont's proven administrative structure assured excellent coordination (Crawford Greenewalt was given the responsibility of coordinating DuPont and Met Lab planning), and Groves and Compton welcomed the company's demand that it be put in full charge of the Oak Ridge plutonium project. DuPont had a strong organization and had studied every aspect of the Met Lab's program thoroughly before accepting the assignment. While deeply involved in the overall war effort, DuPont expected to be able to divert personnel and other resources from explosives work in

time to throw its full weight into the Oak Ridge project.

Moving the pilot plutonium plant to Oak Ridge left too little room for the full-scale production plant at the X-10 site and also left too little generating power for yet another major facility. Furthermore, the site was uncomfortably close to Knoxville should a catastrophe occur. Thus the search for an alternate location for the full-scale plutonium facility began soon after DuPont joined the production team. Compton's scientists needed an area of approximately 225 square miles. Three or four piles and one or two chemical separation complexes would be at least a mile apart for security purposes, while nothing would be allowed within four miles of the separation complexes for fear of radioactive accidents. Towns, highways, rail lines, and laboratories would be several miles further away.

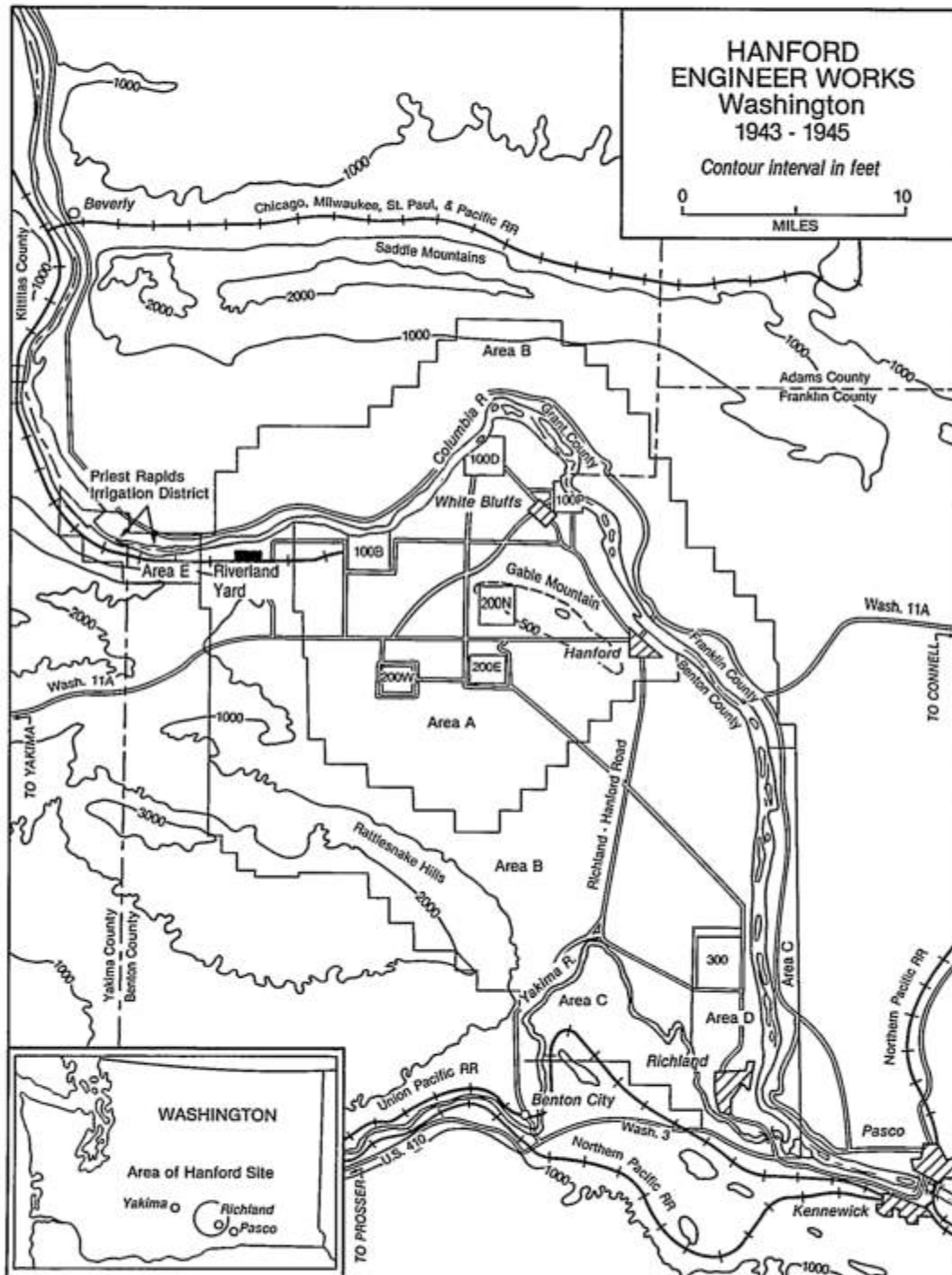
Hanford

December 16, 1942, found Colonel Franklin T. Matthias of Groves's staff and two DuPont engineers headed for the Pacific Northwest and southern California to investigate possible production sites. Of the possible sites available, none had a better combination of isolation, long construction season, and abundant water for hydroelectric power than those found along the Columbia and Colorado Rivers. After viewing six locations in Washington, Oregon, and California, the group agreed that the area around Hanford, Washington, best met the criteria established by the Met Lab scientists and DuPont engineers. The Grand Coulee and Bonneville Dams offered substantial hydroelectric power, while the flat but rocky terrain would provide excellent support for the huge plutonium production buildings. The ample site of nearly one-half million acres was far enough inland to meet security requirements, while existing transportation facilities could quickly be improved and labor was readily available. Pleased with the committee's unanimous report, Groves accepted its recommendation and authorized the establishment of the Hanford Engineer Works, codenamed Site W.

Now that DuPont would be building the plutonium production complex in the Northwest, Compton saw no reason for any pile facilities in Oak Ridge and proposed to conduct Met Lab research in either Chicago or Argonne. DuPont, on the other hand, continued to support a semiworks at Oak Ridge and asked the Met Lab scientists to operate it. Compton demurred on the grounds that

he did not have sufficient technical staff, but he was also reluctant because his scientists complained that their laboratory was becoming little more than a subsidiary of DuPont. In the end, Compton knew the Met Lab would have to support DuPont, which

simply did not have sufficient expertise to operate the semiworks on its own. The University of Chicago administration supported Compton's decision in early March.



Hanford Engineer Works. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

Pile Design: Changing Priorities

The fall 1942 planning sessions at the Met Lab led to the decision to build a second Fermi pile at Argonne as soon as his experiments on the first were completed and to proceed on design of the Mae West helium-cooled unit. When DuPont engineers assessed the Met Lab's plans in the late fall, they agreed that helium should be given first priority. They placed heavy water second and urged an all-out effort to produce more of this highly effective moderator. Bismuth and water were ranked third and fourth in DuPont's analysis. Priorities changed when Fermi's calculations demonstrated a higher value for k than anyone had anticipated. Met Lab scientists concluded that a water-cooled pile was now feasible, while DuPont shifted its interest to air cooling. Since a helium-cooled unit shared important design characteristics with an air-cooled one, Greenewalt thought that an air-cooled semiworks at Oak Ridge would contribute significantly to designing the full-scale facilities at Hanford.

DuPont established the general specifications for the air-cooled semiworks and chemical separation facilities in early 1943. A massive graphite block, protected by several feet of concrete, would contain hundreds of horizontal channels filled with uranium slugs surrounded by cooling air. New slugs would be pushed into the channels on the face of the pile, forcing irradiated ones at the rear to fall into an underwater bucket. The buckets of irradiated slugs would undergo radioactive decay for several weeks, then be moved by underground canal into the chemical separation facility where the plutonium would be extracted with remote control equipment.

Met Lab activities focused on designing a water-cooled pile for the full-scale plutonium plant. Taking their cue from the DuPont engineers, who utilized a horizontal design for the air-cooled semiworks, Met Lab scientists abandoned the vertical arrangement with water tanks, which had posed serious engineering difficulties. Instead they proposed to place uranium slugs sealed in aluminum cans inside aluminum tubes. The tubes, laid horizontally through a graphite block, would cool the pile with water injected into each tube. The pile, containing 200 tons of uranium and 1,200 tons of graphite, would need 75,000 gallons of water per minute for cooling.

Decision on Pile Design

Greenewalt's initial response to the water-cooled design was guarded. He worried about pressure problems that might lead to boiling water in individual tubes, corrosion of slugs and tubes, and the one-percent margin of safety for k . But he was even more worried about the proposed helium-cooled model. He feared that the compressors would not be ready in time for Hanford, that the shell could not be made vacuum-tight, and that the pile would be extremely difficult to operate. DuPont engineers conceded that Greenewalt's fears were well-grounded. Late in February, Greenewalt reluctantly concluded that the Met Lab's model, while it had its problems, was superior to DuPont's own helium-cooled design and decided to adopt the water-cooled approach.

The Met Lab's victory in the pile design competition came as its status within the Manhattan Project was changing. Still an exciting place intellectually, the Met Lab occupied a less central place in the bomb project as Oak Ridge and Hanford rose to prominence. Fermi continued to work on the Stagg Field pile (CP-1), hoping to determine the exact value of k . Subsequent experiments at the Argonne site using CP-2, built with material from CP-1, focused on neutron capture probabilities, control systems, and instrument reliability. Once the production facilities at Oak Ridge and Hanford were underway, however, Met Lab research became increasingly unimportant in the race for the bomb and the scientists found themselves serving primarily as consultants for DuPont.

Decision on Chemical Extraction

While the Met Lab physicists chafed under DuPont domination, a smoother and quieter relationship existed between the chemists and DuPont. Seaborg and Cooper continued to work well together, and enough progress was made in the semiworks for the lanthanum fluoride process in late 1942 that DuPont moved into the plant design stage and converted the semiworks for the bismuth phosphate method. DuPont pressed for a decision on plutonium extraction methods in late May. Greenewalt chose bismuth phosphate, though even Seaborg admitted he could find little to distinguish between the two. Greenewalt based his decision on

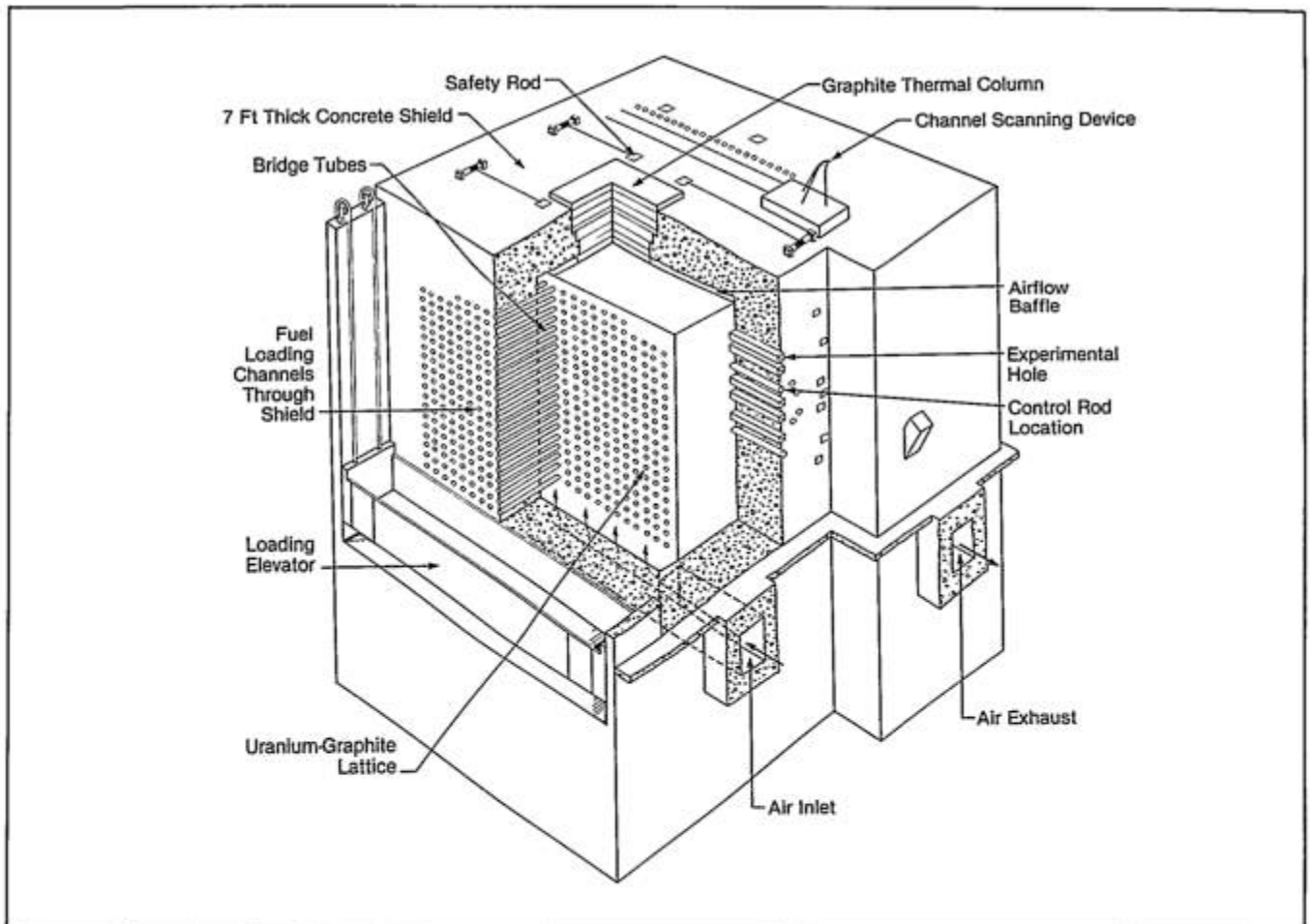
the corrosiveness of lanthanum fluoride and on Seaborg's guarantee that he could extract at least fifty percent of the plutonium using bismuth phosphate. DuPont began constructing the chemical separation pilot plant at Oak Ridge, while Seaborg continued refining the bismuth phosphate method.

It was now Cooper's job to design the pile as well as the plutonium extraction facilities at Clinton, both complicated engineering tasks made even more difficult by high levels of radiation produced by the process. Not only did Cooper have to oversee the design and fabrication of parts for yet another new Manhattan Project technology, he had to do so with an eye toward planning the Hanford facility. Safety was a major consideration because of the hazards of working with plutonium, which was highly radioactive. Uranium, a much less active element than plutonium, posed far fewer safety problems.

In July 1942 Compton set up a health division at the Met Lab and put Robert S. Stone in charge. Stone established emission standards and conducted experiments on radiation hazards, providing valuable planning information for the Oak Ridge and Hanford facilities.

Construction at Oak Ridge

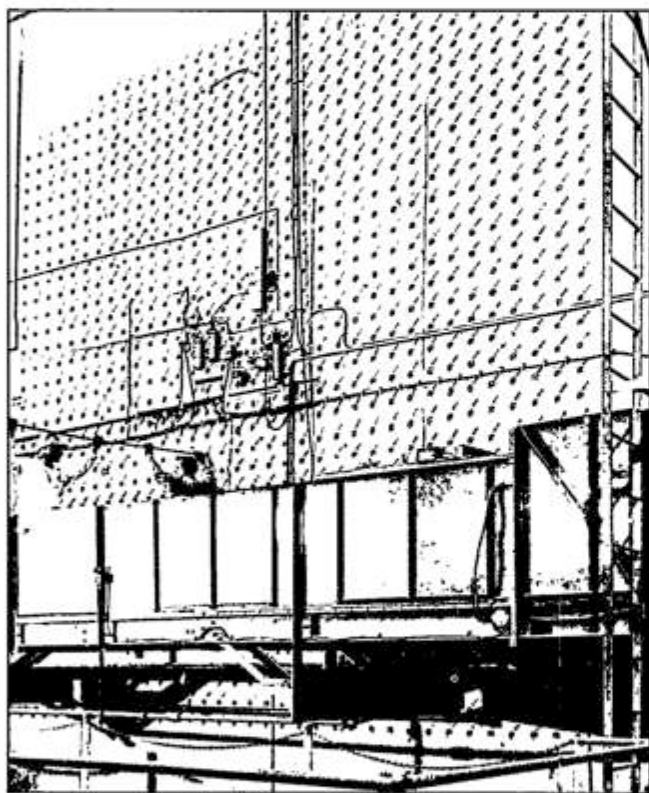
DuPont broke ground for the X-10 complex at Oak Ridge in February 1943. The site would include an air-cooled experimental pile, a pilot chemical separation plant, and support facilities. Cooper produced blueprints for the chemical separation plants in time for construction to begin in March. A series of huge underground concrete cells, the first of which sat under the pile, extended to one story above ground. Aluminum cans containing uranium slugs would drop into the first cell of the chemical



Air-Cooled Pile Built in X-10 Area at Clinton. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

Part IV:

separation facility and dissolve and then go through the extraction process. The pile building went up during the spring and summer, a huge concrete shell seven feet thick with hundreds of holes for uranium slug placement. Slugs were to plutonium piles what barrier was to gaseous diffusion; that is, an obstacle that could shut down the entire process. The Aluminum Company of American (Alcoa) was the only firm left working on a process to enclose uranium-235 in aluminum sheaths, and it was still having problems. Initial production provided mixed results, with many cans failing vacuum tests because of faulty welds.



Workers Loading Uranium Slug Into Face of Air-Cooled Pile. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

X-10 in Operation: Fall 1943

The moment everyone had been waiting for came in late October when DuPont completed construction and tests of the X-10 pile at Clinton Engineer Works. After thousands of slugs were loaded, the pile went critical in the early morning of November 4 and produced plutonium by the end of the month. Criticality was achieved with only half of the

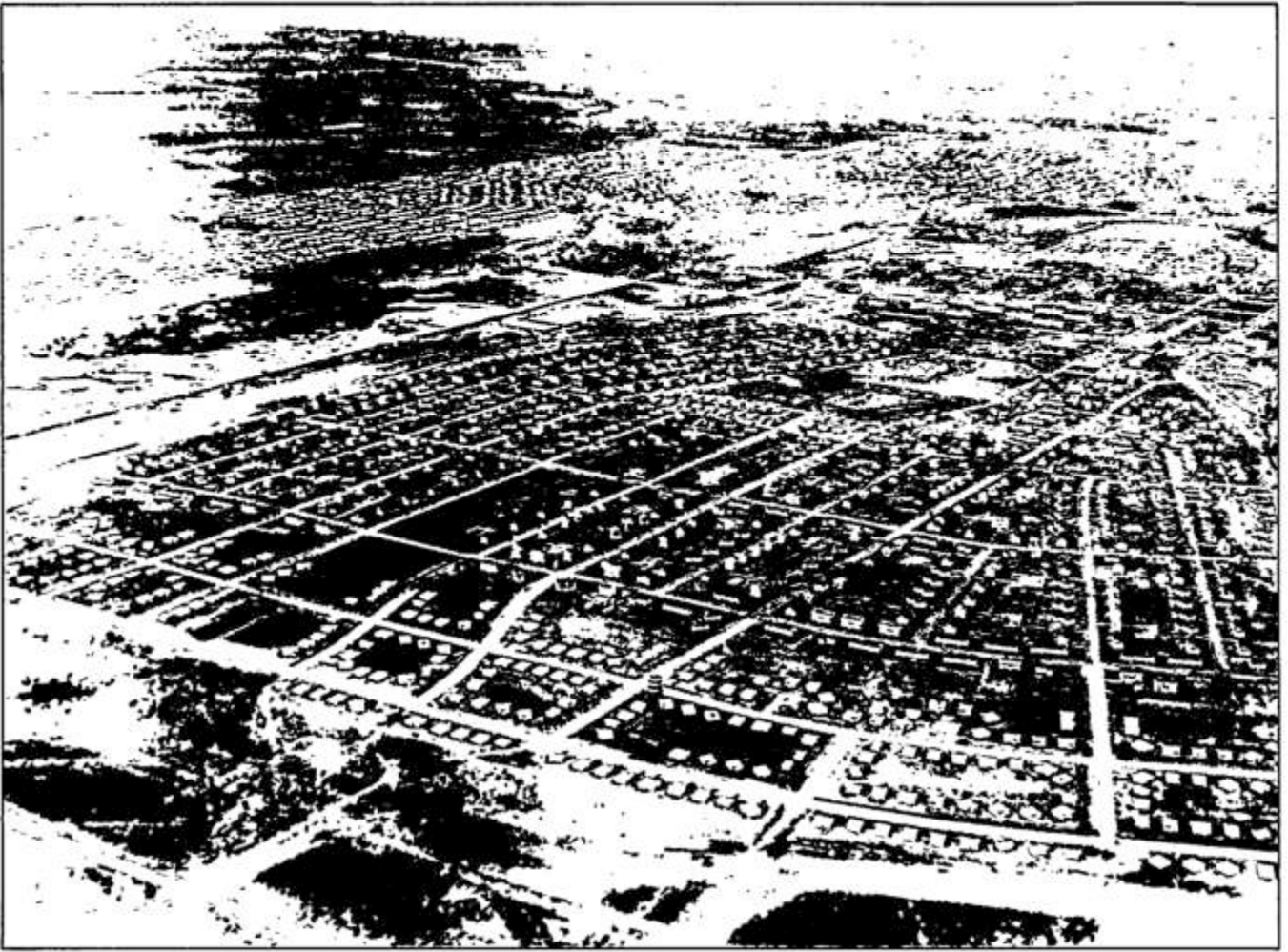
channels filled with uranium. During the next several months, Compton gradually raised the power level of the pile and increased its plutonium yield. Chemical separation techniques using the bismuth phosphate process were so successful that Los Alamos received plutonium samples beginning in the spring. Fission studies of these samples at Los Alamos during summer 1944 heavily influenced bomb design.

Hanford Takes Shape

Colonel Matthias returned to the Hanford area to set up a temporary office on February 22, 1943. His orders were to purchase half a million acres in and around the Hanford-Pasco-White Bluffs area, a sparsely populated region where sheep ranching and farming were the main economic activities. Many of the area's landowners rejected initial offers on their land and took the Army to court seeking more acceptable appraisals. Matthias adopted a strategy of settling out of court to save time, time being a more important commodity than money to the Manhattan Project.

Matthias received his assignment in late March. The three water-cooled piles, designated by the letters B, D, and F, would be built about six miles apart on the south bank of the Columbia River. The four chemical separation plants, built in pairs, would be nearly ten miles south of the piles, while a facility to produce slugs and perform tests would be approximately twenty miles southeast of the separation plants near Richland. Temporary quarters for construction workers would be put up in Hanford, while permanent facilities for other personnel would be located down the road in Richland, safely removed from the production and separation plants.

During summer 1943, Hanford became the Manhattan Project's newest atomic boomtown. Thousands of workers poured into the town, many of them to leave in discontent. Well situated from a logistical point of view, Hanford was a sea of tents and barracks where workers had little to do and nowhere to go. DuPont and the Army coordinated efforts to recruit laborers from all over the country for Hanford, but even with a relative labor surplus in the Pacific Northwest, shortages plagued the project. Conditions improved significantly during the second half of the year, with the addition of recreational facilities, higher pay, and better overall services for Hanford's population, which reached 50,000 by summer 1944. Hanford still resembled the frontier and mining towns once common in the



Aerial View of Hanford Community. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

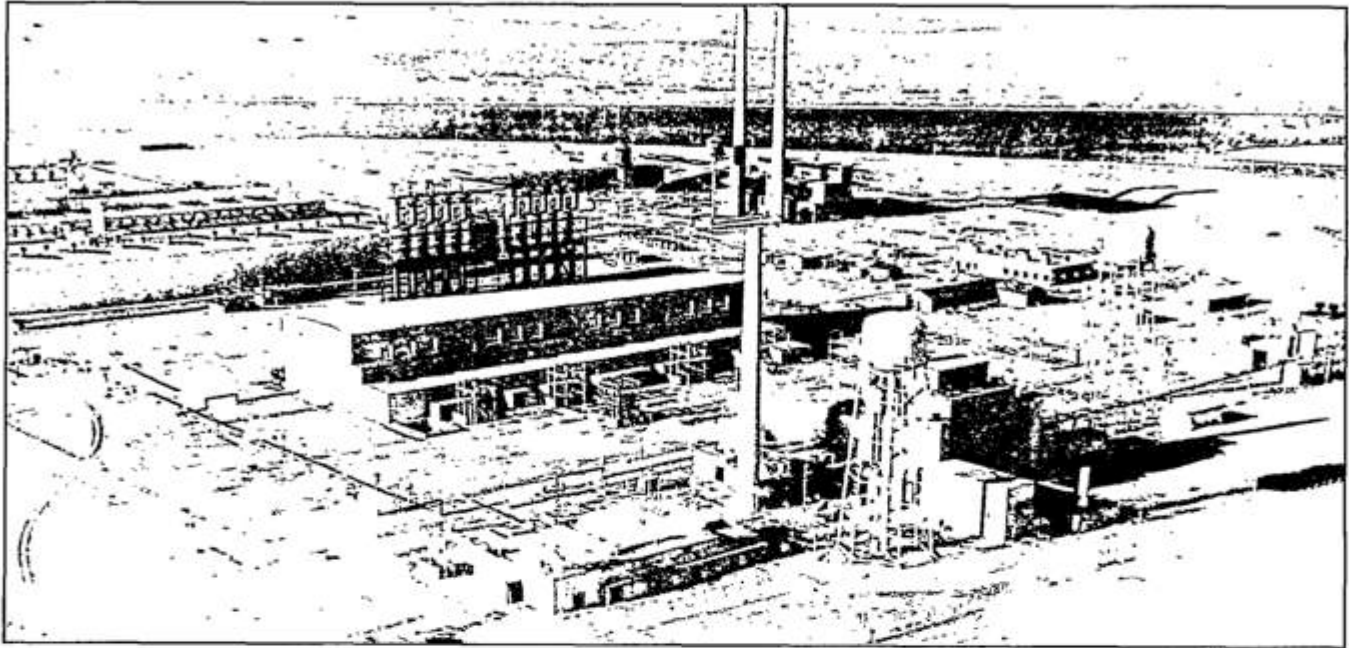
west, but the rate of worker turnover dropped substantially.

Groundbreaking for the water-cooling plant for the 100-B pile, the westernmost of the three, took place on August 27, less than two weeks before Italy's surrender to the Allies on September 8. Work on the pile itself began in February, with the base and shield being completed by mid-May. It took another month to place the graphite pile and install the top shield and two more months to wire and pipe the pile and connect it to the various monitoring and control devices.

At Hanford, irradiated uranium slugs would drop into water pools behind the piles and then be moved by remote-controlled rail cars to a storage facility five miles away for transportation to their final

destination at one of the two chemical separation locations, designated 200-West and 200-East. The T and U plants were located at 200-West, while a single plant, the B unit, made up the 200-East complex (the planned fourth chemical separation plant was not built). The Hanford chemical separation facilities were massive scaled-up versions of those at Oak Ridge, each containing separation and concentration buildings in addition to ventilation (to eliminate radioactive and poisonous gases) and waste storage areas. Labor shortages and the lack of final blueprints forced DuPont to stop work on the 200 areas in summer 1943 and concentrate its forces on 100-B, with the result that 1943 construction progress on chemical separation was limited to digging two huge holes in the ground.³⁷

Part IV:

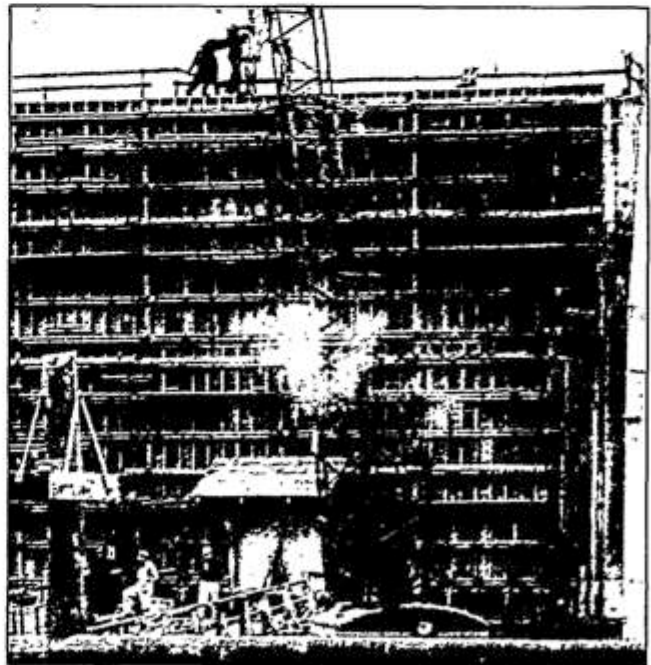


Pile D at Hanford. Pile in Foreground, Water Treatment Plant in Rear. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

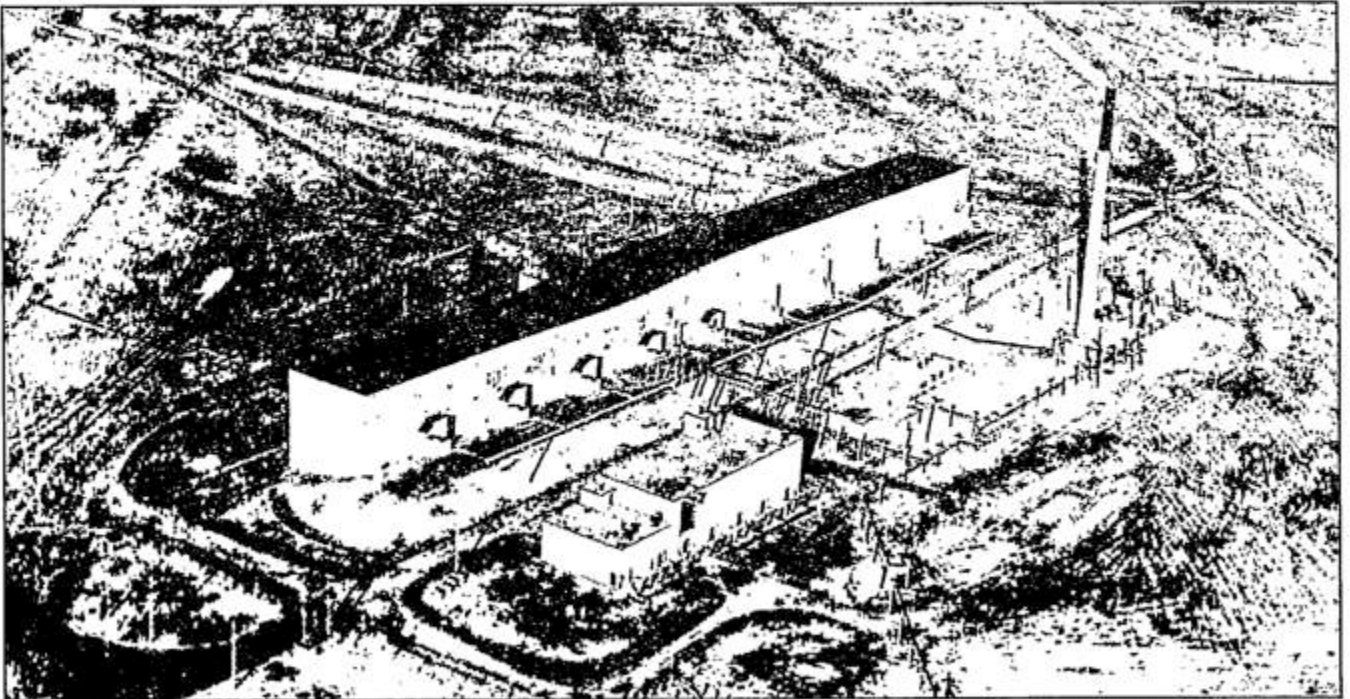
The Chemical Separation Buildings (Queen Marys)

Both 221T and 221U, the chemical separation buildings in the 200-West complex, were finished by December 1944. 221B, their counterpart in 200-East, was completed in spring 1945. Nicknamed Queen Marys by the workers who built them, the separation buildings were awesome canyon-like structures 800 feet long, 65 feet wide, and 80 feet high containing forty process pools. The interior had an eerie quality as operators behind thick concrete shielding manipulated remote control equipment by looking through television monitors and periscopes from an upper gallery. Even with massive concrete lids on the process pools, precautions against radiation exposure were necessary and influenced all aspects of plant design.³⁸

Construction of the chemical concentration buildings (224-T, -U, and -B) was a less daunting task because relatively little radioactivity was involved, and the work was not started until very late 1944. The 200-West units were finished in early October, the East unit in February 1945. In the Queen Marys, bismuth phosphate carried the plutonium through the long succession of process pools. The



Chemical Separation Plant (Queen Mary) Under Construction at Hanford. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).



Completed Queen Mary at Hanford. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

concentration stage was designed to separate the two chemicals. The normal relationship between pilot plant and production plant was realized when the Oak Ridge pilot plant reported that bismuth phosphate was not suitable for the concentration process but that Seaborg's original choice, lanthanum fluoride, worked quite well. Hanford, accordingly, incorporated this suggestion into the concentration facilities. The final step in plutonium extraction was isolation, performed in a more typical laboratory setting with little radiation present. Here Perlman's earlier research on the peroxide method paid off and was applied to produce pure plutonium nitrate. The nitrate would be converted to metal in Los Alamos, New Mexico.

Los Alamos

The final link in the Manhattan Project's farflung network was the Los Alamos Scientific Laboratory in Los Alamos, New Mexico. The laboratory that designed and fabricated the first atomic bombs, codenamed Project Y, began to take shape in spring 1942 when Conant suggested to Bush that the Office of Scientific and Research Development and the Army form a committee to study bomb development. Bush agreed and forwarded the recommendation to Vice President Wallace, Secretary of War

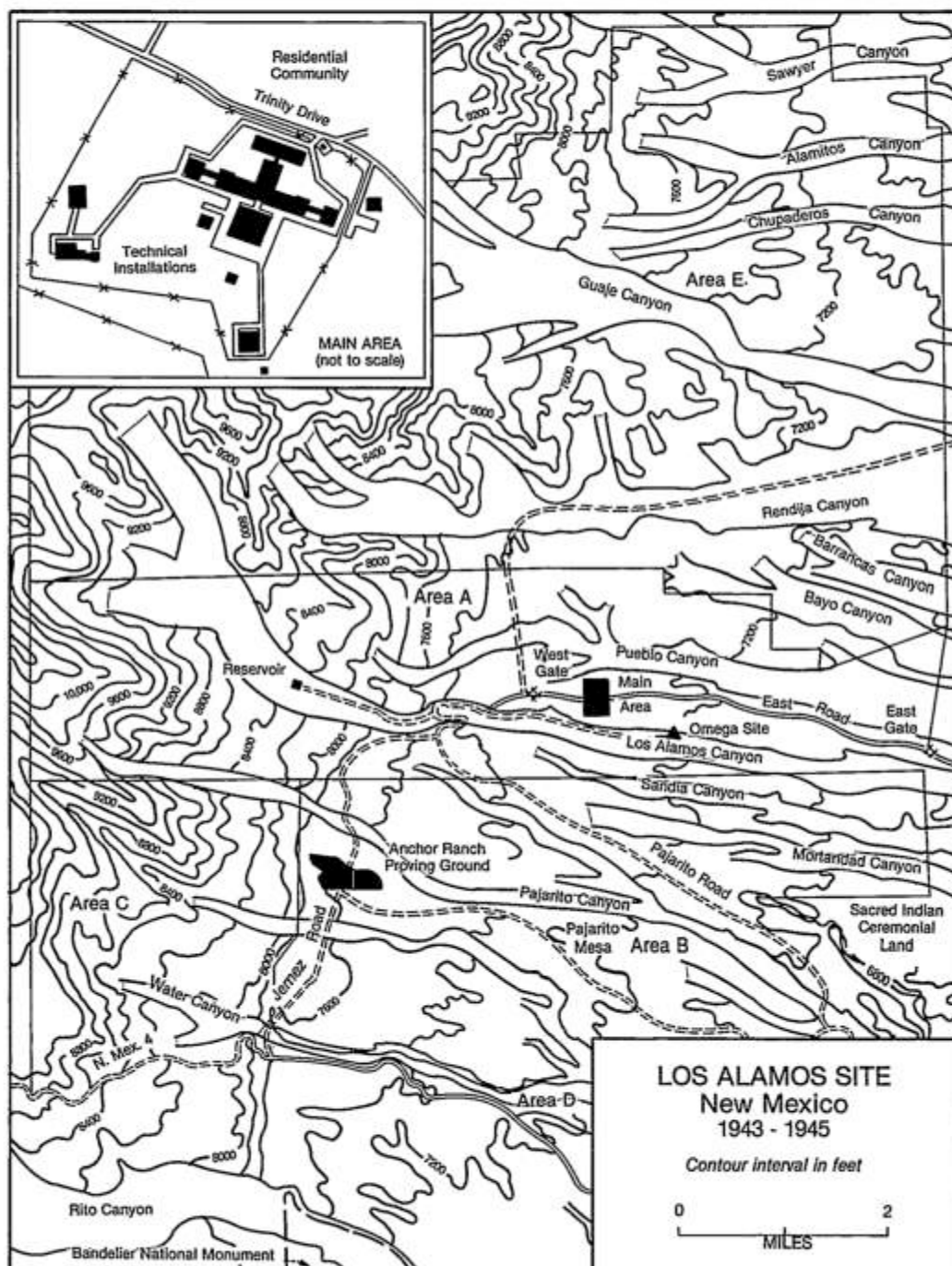
Stimson, and General Marshall (the Top Policy Group). By the time of his appointment in late September, Groves had orders to set up a committee to study military applications of the bomb. Meanwhile, sentiment was growing among the Manhattan scientists that research on the bomb project needed to be better coordinated. Oppenheimer, among others, advocated a central facility where theoretical and experimental work could be conducted according to standard scientific protocols. This would insure accuracy and speed progress. Oppenheimer suggested that the bomb laboratory operate secretly in an isolated area but allow free exchange of ideas among the scientists on the staff. Groves accepted Oppenheimer's suggestion and began seeking an appropriate location.

The search for a bomb laboratory site quickly narrowed to two places in northern New Mexico, Jemez Springs and the Los Alamos Boys Ranch School, locations Oppenheimer knew well since he had a ranch nearby in the Pecos Valley of the Sangre de Cristo Mountains. In mid-November, Oppenheimer, Groves, Edwin M. McMillan, and Lieutenant Colonel W. H. Dudley visited the two sites and chose Los Alamos. Located on a mesa about thirty miles northwest of Santa Fe, Los Alamos was virtually inaccessible. It would have to

Part IV:

be provided with better water and power facilities, but the laboratory community was not expected to be very large. The boys' school occupying the site was eager to sell, and Groves was equally eager to

buy. By the end of 1942 the district engineer in Albuquerque had orders to begin construction, and the University of California had contracted to provide supplies and personnel.



Los Alamos Site. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

Oppenheimer and Groves

Oppenheimer, selected to head the new laboratory, proved to be an excellent director despite initial concerns about his administrative inexperience, leftist political sympathies, and lack of a Nobel Prize when several scientists he would be directing were prizewinners. Groves worked well with Oppenheimer although the two were fundamentally different in temperament. Groves was a practical-minded military man, brusque and goal-oriented. His aide, Colonel Nichols, characterized his heavyset boss as ruthless, egotistical, and confident, "the biggest S.O.B. I have ever worked for. He is most demanding. He is most critical. He is always a driver, never a praiser. He is abrasive and sarcastic." Nichols admitted, however, that if he had it to do over again, he would once again "pick General Groves [as his boss]" because of his unquestioned ability.³⁹ Groves demanded that the Manhattan Project scientists spend all their time on the bomb and resist the temptation, harmless enough in peacetime, to follow lines of research that had no direct applicability to immediate problems. In contrast to Groves, Oppenheimer was a philosophical man, attracted to Eastern mysticism and of a decidedly theoretical inclination and sensitive nature. A chain smoker given to long working hours, Oppenheimer appeared almost emaciated. The Groves-Oppenheimer alliance, though not one of intimacy, was marked by mutual respect and was a major factor in the success of the Manhattan Project.

Oppenheimer insisted, with some success, that scientists at Los Alamos remain as much an academic community as possible, and he proved adept at satisfying the emotional and intellectual needs of his highly distinguished staff. Hans Bethe, head of the theoretical division, remembered that nobody else in that laboratory "... even came close to him. In his knowledge. There was human warmth as well. Everybody certainly had the impression that Oppenheimer cared what each particular person was doing. In talking to someone he made it clear that that person's work was important for the success of the whole project."⁴⁰

Oppenheimer had a chance to display his persuasive abilities early when he had to convince scientists, many of them already deeply involved in war-related research in university laboratories, to join his new organization. Complicating his task were the



Groves and Oppenheimer. Reprinted from Leslie R. Groves, *Now It Can Be Told* (New York: Harper & Row, 1962).

early plans to operate Los Alamos as a military laboratory. Oppenheimer accepted Groves's rationale for this arrangement but soon found that scientists objected to working as commissioned officers and feared that the military chain of command was ill-suited to scientific decision making. The issue came to a head when Oppenheimer tried to convince Robert F. Bacher and Isidor I. Rabi of the Massachusetts Institute of Technology's Radiation Laboratory to join the Los Alamos team. Neither thought a military environment was conducive to scientific research. At Oppenheimer's request, Conant and Groves wrote a letter explaining that the secret weapon-related research had presidential authority and was of the utmost national importance. The letter promised that the laboratory would remain civilian through 1943, when it was believed that the requirements of security would require militarization of the final stages of the project (in

Part IV:

fact, militarization never took place). Oppenheimer would supervise all scientific work, and the military would maintain the post and provide security.

Recruiting the Staff

Oppenheimer spent the first three months of 1943 tirelessly crisscrossing the country in an attempt to put together a first-rate staff, an effort that proved highly successful.⁴¹ Even Bacher signed on, though he promised to resign the moment militarization occurred; Rabi, though he did not move to Los Alamos, became a valuable consultant. As soon as Oppenheimer arrived at Los Alamos in mid-March, recruits began arriving from universities across the United States, including California, Minnesota, Chicago, Princeton, Stanford, Purdue, Columbia, Iowa State, and the Massachusetts Institute of Technology, while still others came from the Met Lab and the National Bureau of Standards. Virtually overnight Los Alamos became an ivory tower frontier boomtown, as scientists and their families, along with nuclear physics equipment, including two Van de Graaffs, a Cockroft-Walton accelerator, and a cyclotron, arrived caravan fashion at the Santa Fe railroad station and then made their way up to the mesa along the single primitive road. It was a most remarkable collection of talent and machinery that settled this remote outpost of the Manhattan Project.

Theory and the "Gadget"

The initial spartan environment of "the Hill" (which included box lunches and temporary housing) was without doubt quite a contrast to the comfortable campus settings so familiar to many on the staff. But the laboratory's work began even as the Corps of Engineers struggled to provide the amenities of civilized life. The properties of uranium were reasonably well understood, those of plutonium less so, and knowledge of fission explosions entirely theoretical. That 2.2 secondary neutrons were produced when uranium-235 fissioned was accepted, but while Seaborg's team had proven in March 1941 that plutonium underwent neutron-induced fission, it was not known yet if plutonium released secondary neutrons during bombardment. The theoretical consensus was that chain reactions took place with sufficient speed to produce powerful releases of energy and not simply explosions of the critical mass itself, but only experiments could test

the theory. The optimum size of the critical mass remained to be established, as did the optimum shape. When enough data were gathered to establish optimum critical mass, optimum effective mass still had to be determined. That is, it was not enough simply to start a chain reaction in a critical mass; it was necessary to start one in a mass that would release the greatest possible amount of energy before it was destroyed in the explosion.

In addition to calculations on uranium and plutonium fission, chain reactions, and critical and effective masses, work needed to be done on the ordnance aspects of the bomb, or "gadget" as it came to be known. Two subcritical masses of fissionable material would have to come together to form a supercritical mass for an explosion to occur. Furthermore, they had to come together in a precise manner and at high speed. Measures also had to be taken to insure that the highly unstable subcritical masses did not predetonate because of spontaneously emitted neutrons or neutrons produced by alpha particles reacting with lightweight impurities. The chances of predetonation could be reduced by purification of the fissionable material and by using a high-speed firing system capable of achieving velocities of 3,000 feet per second. A conventional artillery method of firing one subcritical mass into the other was under consideration for uranium-235, but this method would work for plutonium only if absolute purification of plutonium could be achieved.

A variation of the explosion method was designed for uranium. Bomb designers, unable to solve the purification problem, turned to the relatively unknown implosion method for plutonium. With implosion, symmetrical shockwaves directed inward would compress a subcritical mass of plutonium packed in a nickel casing (tamper), releasing neutrons and causing a chain reaction.

Always in the background loomed the hydrogen bomb, a thermonuclear device considerably more powerful than either a uranium or plutonium device but one that needed a nuclear fission bomb as a detonator. Research on the hydrogen bomb, or Super, was always a distant second in priority at Los Alamos, but Oppenheimer concluded that it was too important to ignore. After considerable thought, he gave Teller permission to devote himself to the Super. To make up for Teller's absence, Rudolf Peierls, one of a group of British scientists who reinforced the Los Alamos staff at the beginning of 1944, was added to Bethe's theory group in mid-1944. Another member of the British contingent

was the Soviet agent Klaus Fuchs, who had been passing nuclear information to the Russians since 1942 and continued doing so until 1949 when he was caught and convicted of espionage (and subsequently exchanged).⁴²

Another Lewis Committee

The first few months at Los Alamos were occupied with briefings on nuclear physics for the technical staff and with planning research priorities and organizing the laboratory. Groves called once again on Warren Lewis to head a committee, this time to evaluate the Los Alamos program. The committee's recommendations resulted in the coordinated effort envisioned by those who advocated a unified laboratory for bomb research. Fermi took control of critical mass experiments and standardization of measurement techniques. Plutonium purification work, begun at the Met Lab, became high priority at Los Alamos, and increased attention was paid to metallurgy. The committee also recommended that an engineering division be organized to collaborate with physicists on bomb design and fabrication. The laboratory was thus organized into four divisions: theoretical (Hans A. Bethe); experimental physics (Robert F. Bacher); chemistry and metallurgy (Joseph W. Kennedy); and ordnance (Navy Captain William S. "Deke" Parsons). Like other Manhattan Project installations, Los Alamos soon began to expand beyond initial expectations.

As director, Oppenheimer shouldered burdens both large and small, including numerous mundane matters such as living quarters, mail censorship, salaries, promotions, and other "quality of life" issues inevitable in an intellectual pressure-cooker with few social amenities. Oppenheimer relied on a group of advisers to help him keep the "big picture" in focus, while a committee made up of Los Alamos group leaders provided day-to-day communications between divisions.

Early Progress

Early experiments on both uranium and plutonium provided welcome results. Uranium emitted neutrons in less than a billionth of a second—just enough time, in the world of nuclear physics, for an efficient explosion. Emilio Segre later provided an additional cushion with his discovery in December 1943 that, if cosmic rays were eliminated,

the subcritical uranium masses would not have to be brought together as quickly as previously thought; nor would the uranium have to be as pure. Muzzle velocity for the scaled-down artillery piece could be lower, and the gun could be shorter and lighter.⁴³ Segre's tests on the first samples of plutonium demonstrated that plutonium emitted even more neutrons than uranium due to the spontaneous fission of plutonium-240. Both theory and experimental data now agreed that a bomb using either element would detonate if it could be designed and fabricated into the correct size and shape. But many details remained to be worked out, including calculations to determine how much uranium-235 or plutonium would be needed for an explosive device.

Bacher's engineering division patiently generated the essential cross-sectional measurements needed to calculate critical and efficient mass. (The cross section is a measurement that indicates the probability of a nuclear reaction taking place). The same group utilized particle accelerators to produce the large numbers of neutrons needed for its cross-sectional experiments. Bacher's group also compiled data that helped identify tamper materials that would most effectively push neutrons back to the core and enhance the efficiency of the explosion. Despite Los Alamos's postwar reputation as a mysterious retreat where brilliant scientists performed miracles of nuclear physics, much of the work that led to the atomic bombs was extremely tedious.

The chemists' job was to purify the uranium-235 and plutonium, reduce them to metals, and process the tamper material. Only highly purified uranium and plutonium would be safe from predetonation. Fortunately purification standards for uranium were relatively modest, and the chemical division was able to focus its effort on the lesser known plutonium and make substantial progress on a multi-step precipitation process by summer 1944. The metallurgy division had to turn the purified uranium-235 and plutonium into metal. Here, too, significant progress was made by summer as the metallurgists adapted a stationary-bomb technique initially developed at Iowa State University.

Parsons, in charge of ordnance engineering, directed his staff to design two artillery pieces of relatively standard specifications except for their extremely light barrels—one for a uranium weapon and one for a plutonium bomb. The weapons needed to achieve high velocities, but they would not have to be durable since they would only be fired once. Here again early efforts centered on the more

Part IV:

problematic plutonium weapon, which required a higher velocity due to its higher risk of predetonation. Two plutonium guns arrived in March and were field-tested successfully. In the same month, two uranium guns were ordered.

Early Implosion Work

Parsons assigned implosion studies a low priority and placed the emphasis on the more familiar artillery method. Consequently, Seth H. Neddermeyer performed his early implosion tests in relative obscurity. Neddermeyer found it difficult to achieve symmetrical implosions at the low velocities he had achieved. When the Princeton mathematician John von Neumann, a Hungarian refugee, visited Los Alamos late in 1943, he suggested that high-speed assembly and high velocities would prevent predetonation and achieve more symmetrical explosions. A relatively small, subcritical mass could be placed under so much pressure by a symmetrical implosion that an efficient detonation would occur. Less critical material would be required, bombs could be ready earlier, and extreme purification of plutonium would be unnecessary. Von Neumann's theories excited Oppenheimer, who assigned Parsons's deputy, George B. Kistiakowsky, the task of perfecting implosion techniques. Because Parsons and Neddermeyer did not get along, it was Kistiakowsky who worked with the scientists on the implosion project. While experiments on implosion and explosion continued, Parsons directed much of his effort toward developing bomb hardware, including arming and wiring mechanisms and fuzing devices. Working with the Army Air Force, Parsons's group developed two bomb models by March 1944 and began testing them with B-29s. Thin Man, named for President Roosevelt, utilized the plutonium gun design, while Fat Man, named after Winston Churchill, was an implosion prototype. (Segre's lighter, smaller uranium gadget became Little Boy, Thin Man's brother).

Elimination of Thin Man

Thin Man was eliminated four months later because of the plutonium-240 contamination problem. Seaborg had warned that when plutonium-

239 was irradiated for a length of time it was likely to pick up an additional neutron, transforming it into plutonium-240 and increasing the danger of predetonation (the bullet and target in the plutonium weapon would melt before coming together). Measurements taken at Clinton confirmed the presence of plutonium-240 in the plutonium produced in the experimental pile. On July 17 the difficult decision was made to cease work on the plutonium gun method. Plutonium could be used only in an implosion device, but in summer 1944 an implosion weapon looked like a long shot.

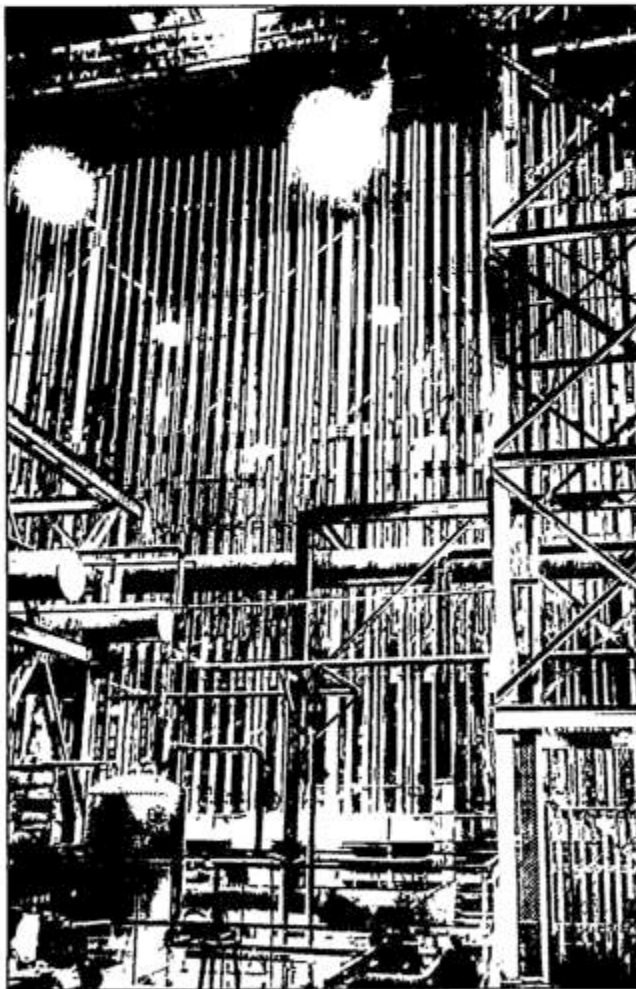
Abandonment of the plutonium gun project eliminated a shortcut to the bomb. This necessitated a revision of the estimates of weapon delivery Bush had given the President in 1943. The new timetable, presented to General Marshall by Groves on August 7, 1944—two months after the Allied invasion of France began at Normandy on June 6—promised small implosion weapons of uranium or plutonium in the second quarter of 1945 if experiments proved satisfactory. More certain was the delivery of a uranium gun bomb by August 1, 1945, and the delivery of one or two more by the end of that year. Marshall and Groves acknowledged that German surrender might take place by summer 1945, thus making it probable that Japan would be the target of any atomic bombs ready at that time.

Question Marks: Summer 1944

It was still unclear if even the August 1 deadline could be met. While expenditures reached \$100 million per month by mid-1944, the Manhattan Project's goal of producing weapons for the current war was not assured. Operational problems plagued the Y-12 electromagnetic facility just coming on line. The K-25 gaseous diffusion plant threatened to become an expensive white elephant if suitable barrier could not be fabricated. And the Hanford piles and separation facilities faced an equally serious threat as not enough of the uranium-containing slugs to feed the pile were available. Even assuming that enough uranium or plutonium could be delivered by the production facilities built in such great haste, there was no guarantee that the Los Alamos laboratory would be able to design and fabricate weapons in time. Only the most optimistic in the Manhattan Project would have predicted, as Groves did when he met with Marshall, that a bomb or bombs powerful enough to make a difference in the current war would be ready by August 1, 1945.

Progress at Oak Ridge

During winter 1944-45 there was substantial progress at Oak Ridge, thanks to improved performance in each of the production facilities and Nichols's work in coordinating a complicated feed schedule that maximized output of enriched uranium by utilizing the electromagnetic, thermal diffusion, and gaseous diffusion processes in tandem. Nine Alpha and three Beta racetracks were operational and, while not producing up to design potential, were becoming significantly more reliable because of maintenance improvements and chemical refinements introduced by Tennessee Eastman. The S-50 thermal diffusion plant being built by the H. K. Ferguson Company was almost complete and



Section of S-50 Liquid Thermal Diffusion Plant at Clinton. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

was producing small amounts of enriched material in the finished racks, and the K-25 gaseous diffusion plant, complete with barriers, was undergoing final leak tests. By March 1945, Union Carbide had worked out most of the kinks in K-25 and had started recycling uranium hexafluoride through the system. S-50 was finished at the same time that the Y-12 racetracks were demonstrating increased efficiency. The Beta calutrons at the electromagnetic plant were producing weapon-grade uranium-235 using feed from the modified Alpha racetracks and the small output from the gaseous diffusion and thermal diffusion facilities. Oak Ridge was now sending enough enriched uranium-235 to Los Alamos to meet experimental needs. To increase production, Groves proposed an additional gaseous diffusion plant (K-27) for low-level enrichment and a fourth Beta track for high-level enrichment, both to be completed by February 1946, in time to contribute to the war against Japan, which many thought would not conclude before summer 1946.

Hanford's Role

With the abandonment of the plutonium gun bomb in July 1944, planning at Hanford became more complicated. Pile 100-B was almost complete, as was the first chemical separation plant, while pile D was at the halfway point. Pile F was not yet under construction. If implosion devices using plutonium could be developed at Los Alamos, the three piles would probably produce enough plutonium for the weapons required, but as yet no one was sure of the amount needed.

Pile Operation

Excitement mounted at Hanford as the date for pile start-up approached. Fermi placed the first slug in pile 100-B on September 13, 1944. Final checks on the pile had been uneventful. The scientists could only hope they were accurate, since once the pile was operational the intense radioactivity would make maintenance of many components impossible. Loading slugs and taking measurements took two weeks. From just after midnight until approximately 3:00 a.m. on September 27, the pile ran without incident at a power level higher than any previous chain reaction (though only at a fraction of design capacity). The operators were elated, but their excitement turned to astonishment when the power

level began falling after three hours. It fell continuously until the pile ceased operating entirely on the evening of the 28th. By the next morning the reaction began again, reached the previous day's level, then dropped.

Xenon Poisoning

Hanford scientists were at a loss to explain the pile's failure to maintain a chain reaction. Only the foresight of DuPont's engineers made it possible to resolve the crisis. The cause of the strange phenomenon proved to be xenon poisoning. Xenon, a fission product isotope with a mass of 135, was produced as the pile operated. It captured neutrons faster than the pile could produce them, causing a gradual shutdown. With shutdown, the xenon decayed, neutron flow began, and the pile started up again. Fortunately, despite the objections of some scientists who complained of DuPont's excessive caution, the company had installed a large number of extra tubes. This design feature meant that pile 100-B could be expanded to reach a power level sufficient to overwhelm the xenon poisoning. Success was achieved when the first irradiated slugs were discharged from pile 100-B on Christmas Day, 1944. The irradiated slugs, after several weeks of storage, went to the chemical separation and concentration facilities. By the end of January 1945, the highly purified plutonium underwent further concentration in the completed chemical isolation building, where remaining impurities were removed successfully. Los Alamos received its first plutonium on February 2.⁴⁴

Reorganizing for the Final Push

Oppenheimer acted quickly to maximize the laboratory's efforts to master implosion. Only if the implosion method could be perfected would the plutonium produced at Hanford come into play. Without either a plutonium gun bomb or implosion weapon, the burden would fall entirely on uranium and the less efficient gun method. Oppenheimer directed a major reorganization of Los Alamos in July 1944 that prepared the way for the final development of an implosion bomb. Robert Bacher took over G Division (for gadget) to experiment with implosion and design a bomb; George Kistiakowsky led X Division (for explosives) in work on the explosive components; Hans Bethe continued to head up theoretical studies; and "Deke" Parsons now focused on overall bomb construction and

delivery.

Field tests performed with uranium-235 prototypes in late 1944 eased doubts about the artillery method to be employed in the uranium bomb. It was clear that the uranium-235 from Oak Ridge would be used in a gun-type nuclear device to meet the August 1 deadline Groves had given General Marshall and the Joint Chiefs of Staff. The plutonium produced at such expense and effort at Hanford would not fit into wartime planning unless a breakthrough in implosion technology occurred.

At the same time, Los Alamos shifted from research to development and production. Time was of the essence, though laboratory research had not yet charted a clear path to the final product. Army Air Force training could wait no longer, and in September at Wendover Field in western Utah, Colonel Paul Tibbets began drilling the 393rd Bombardment Squadron, the heart of the 509th Composite Wing, in test drops with 5,500-pound orange dummy bombs, nicknamed pumpkins. In June 1945, Tibbets and his command moved to Tinian Island in the Marianas, where the Navy SeaBees had built the world's largest airport to accommodate Boeing's new B-29 Superfortresses.

Taking Care of Business

Personnel shortages, particularly of physicists, and supply problems complicated Oppenheimer's task. The procurement system, designed to protect the secrecy of the Los Alamos project, led to frustrating delays and, when combined with persistent late war shortages, proved a constant headache. The lack of contact between the remote laboratory and its supply sources exacerbated the problem, as did the relative lack of experience the academic scientists had with logistical matters.

Groves and Conant were determined not to let mundane problems compromise the bomb effort, and in fall 1944 they made several changes to prevent this possibility. Conant shipped as many scientists as could be spared from Chicago and Oak Ridge to Los Alamos, hired every civilian machinist he could lay his hands on, and arranged for Army enlisted men to supplement the work force (these GIs were known as SEDs, for Special Engineering Detachment). Hartley Rowe, an experienced industrial engineer, provided help in easing the transition from research to production. Los Alamos also arranged for a rocket research team at the California Institute of Technology to aid in procurement,

test fuzes, and contribute to component development. These changes kept Los Alamos on track as weapon design reached its final stages.

Freezing Weapon Design

Weapon design for the uranium gun bomb was frozen in February 1945. Confidence in the weapon was high enough that a test prior to combat use was seen as unnecessary. The design for an implosion device was approved in March with a test of the more problematic plutonium weapon scheduled for July 4. Oppenheimer shifted the laboratory into high gear and assigned Allison, Bacher, and Kistiakowsky to the Cowpuncher Committee to "ride herd" on the implosion weapon. He placed Kenneth T. Bainbridge in charge of Project Trinity, a new division to oversee the July test firing. Parsons headed Project Alberta, known as Project A, which had the responsibility for preparing and delivering weapons for combat.

During these critical months much depended upon the ability of the chemists and metallurgists to pro-

cess the uranium and plutonium into metals and craft them into the correct shape and size. Plutonium posed by far the greater obstacle. It existed in different states, depending upon temperature, and was extremely toxic. Working under intense pressure, the chemists and metallurgists managed to develop precise techniques for processing plutonium just before it arrived in quantity beginning in May.

As a result of progress at Oak Ridge and metallurgical and chemical refinements on plutonium that improved implosion's chances, the nine months between July 1944 and April 1945 saw the American bomb project progress from doubtful to probable. The August 1 delivery date for the Little Boy uranium bomb certainly appeared more likely than it had when Groves briefed Marshall. There would be no implosion weapons in the first half of 1945 as Groves had hoped, but developments in April boded well for the scheduled summer test of the Fat Man plutonium bomb. And recent calculations provided by Bethe's theoretical group gave hope that the yield for the first weapon would be in the vicinity of 5,000 tons of TNT rather than the 1,000-ton estimate provided in fall 1944.



Part V:

The Atomic Bomb and American Strategy

With the Manhattan Project on the brink of success in spring 1945, the atomic bomb became an increasingly important element in American strategy. A long hoped-for weapon now seemed within reach at a time when hard decisions were being made, not only on ending the war in the Pacific, but also on the shape of the postwar international order.

From Roosevelt to Truman

On April 12, only weeks before Germany's unconditional surrender on May 7, President Roosevelt died suddenly in Warm Springs, Georgia, bringing Vice President Harry S. Truman, a veteran of the United States Senate, to the presidency. Truman was not privy to many of the secret war efforts Roosevelt had undertaken and had to be briefed extensively in his first weeks in office. One of these briefings, provided by Secretary of War Stimson on April 25, concerned S-1 (the Manhattan Project). Stimson, with Groves present during part of the meeting, traced the history of the Manhattan Project, summarized its status, and detailed the timetable for testing and combat delivery. Truman asked numerous questions during the forty-five-

minute meeting and made it clear that he understood the relevance of the atomic bomb to upcoming diplomatic and military initiatives.

By the time Truman took office, Japan was near defeat. American aircraft were attacking Japanese cities at will. A single firebomb raid in March killed nearly 100,000 people and injured over a million in Tokyo. A second air attack on Tokyo in May killed 83,000. Meanwhile, the United States Navy had cut the islands' supply lines. But because of the generally accepted view that the Japanese would fight to the bitter end, a costly invasion of the home islands seemed likely, though some American policy makers held that successful combat delivery of one or more atomic bombs might convince the Japanese that further resistance was futile.

The Interim Committee Report

On June 6 Stimson again briefed Truman on S-1. The briefing summarized the consensus of an Interim Committee meeting held on May 31. The Interim Committee was an advisory group on atomic research composed of Bush, Conant, Compton, Under Secretary of the Navy Ralph A. Bard, Assistant Secretary of State William L. Clayton, and future Secretary of State James F. Byrnes. Oppenheimer, Fermi, Compton, and Lawrence served as scientific advisors (the Scientific Panel), while Marshall represented the military. A second meeting on June 1 with Walter S. Carpenter of DuPont, James C. White of Tennessee Eastman, George H. Bucher of Westinghouse, and James A. Rafferty of Union Carbide provided input from the business side. The Interim Committee was charged with recommending the proper use of atomic weapons in wartime and developing a position for the United States on postwar atomic policy. The May 31 meeting concluded that the United States should try to retain superiority of nuclear weapons in case international relations deteriorated.⁴⁵ Most present at the meeting thought that the United States should protect its monopoly for the present, though they conceded that the secrets could not be held long. It was only a matter of time before another country, presumably Russia, would be capable of producing atomic weapons.

There was some discussion of free exchange of nuclear research for peaceful purposes and the international inspection system that such an exchange would require. Lawrence's suggestion that a demonstration of the atomic bomb might possibly

convince the Japanese to surrender was discussed over lunch and rejected. The bomb might be a dud, the Japanese might put American prisoners of war in the area, or shoot down the plane, and the shock value of the new weapon would be lost. These reasons and others convinced the group that the bomb should be dropped without warning on a dual target—a war plant surrounded by workers' homes. The meeting with the industrialists on June 1 further convinced the Interim Committee that the United States had a lead of three to ten years on the Soviet Union in production facilities for bomb fabrication.

On June 6 Stimson informed the President that the Interim Committee recommended keeping S-1 a secret until Japan had been bombed. The attack should take place as soon as possible and without warning. Truman and Stimson agreed that the President would stall if approached about atomic weapons in Berlin, but that it might be possible to gain concessions from Russia later in return for providing technical information. Stimson told Truman that the Interim Committee was considering domestic legislation and that its members generally held the position that international agreements should be made in which all nuclear research would be made public and a system of inspections would be devised. In case international agreements were not forthcoming, the United States should continue to produce as much fissionable material as possible to take advantage of its current position of superiority.

Planning for Surrender

Strategies for forcing Japanese capitulation occupied center stage in June. Truman gained Chinese concurrence in the Yalta agreements by assuring T. V. Soong, the Chinese foreign minister, that Russia's intentions in the Far East were benevolent, smoothing the way for the entrance of the Red Army. Joseph C. Grew, acting secretary of state, clarified the definition of unconditional surrender. Japan need not fear total annihilation, Grew stated. Once demilitarized, Japan would be free to choose its political system and would be allowed to develop a vibrant economy. Grew hoped that a public statement to Japan would lead to surrender before a costly invasion would have to be launched. The Joint Chiefs of Staff continued to advocate the invasion of Kyushu, a plan identified as Operation Olympic. Stimson hoped that an invasion could be avoided, either by redefining the surrender terms or

by using the atomic bomb.

Indicative of the wide range of his responsibilities was Groves's position as head of a bomb target selection group set up in late April, a responsibility he shared with General Thomas Farrell, appointed Groves's military aide in February 1945. In late May the committee of scientists and Army Air Force officers listed Kokura Arsenal, Hiroshima, Niigata, and Kyoto as the four best targets, believing that attacks on these cities—none of which had yet been bombed by Curtis LeMay's Twentieth Air Force (which planned to eliminate all major Japanese cities by January 1, 1946)—would make a profound psychological impression on the Japanese and weaken military resistance. Stimson vetoed Kyoto, Japan's most cherished cultural center, and Nagasaki replaced the ancient capital in the directive issued to the Army Air Force on July 25.⁴⁶

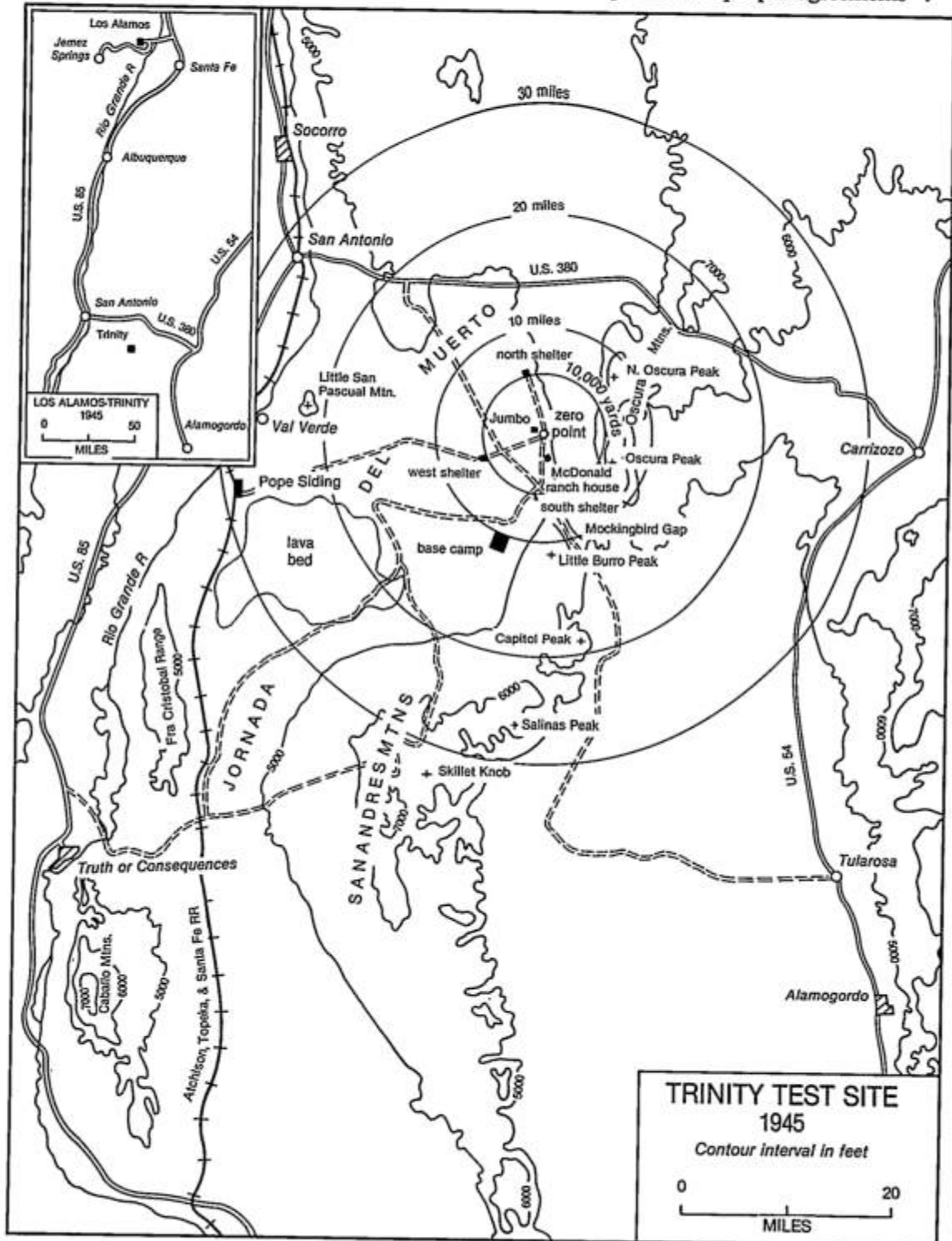
The Franck Report and Its Critics

Meanwhile the Met Lab was beginning to stir. The Scientific Panel of the Interim Committee was the connection between the scientists and the policy makers, and Compton was convinced that there must be a high level of participation in the decision-making process. His June 2 briefing of the Met Lab staff regarding the findings of the Interim Committee led to a flurry of activity. The Met Lab's Committee on the Social and Political Implications of the Atomic Bomb, chaired by James Franck and including Seaborg and Szilard, issued a report advocating international control of atomic power as the only way to stop the arms race that would be inevitable if the United States bombed Japan without first demonstrating the weapon in an uninhabited area.

The Scientific Panel disagreed with the Franck Report, as the Met Lab study was known, and concluded that no technical test would convince Japan to surrender. The Panel concluded that such a military demonstration of the bomb might best further the cause of peace but held that such a demonstration should take place only after the United States informed its allies. On June 21 the Interim Committee sided with the position advanced by the Scientific Panel. The bomb should be used as soon as possible, without warning, and against a war plant surrounded by additional buildings. As to informing allies, the Committee concluded that Truman should mention that the United States was preparing to use a new kind of weapon against Japan when he went to Berlin in July. On July 2,

1945, President Truman listened as Stimson outlined the peace terms for Japan, including demilitarization and prosecution of war criminals in exchange for economic and governmental freedom of choice.

Stimson returned on July 3 and suggested that Truman broach the issue of the bomb with Stalin and tell the Soviet leader that it could become a force for peace with proper agreements⁴⁷.



Trinity Test Site. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

The Trinity Test

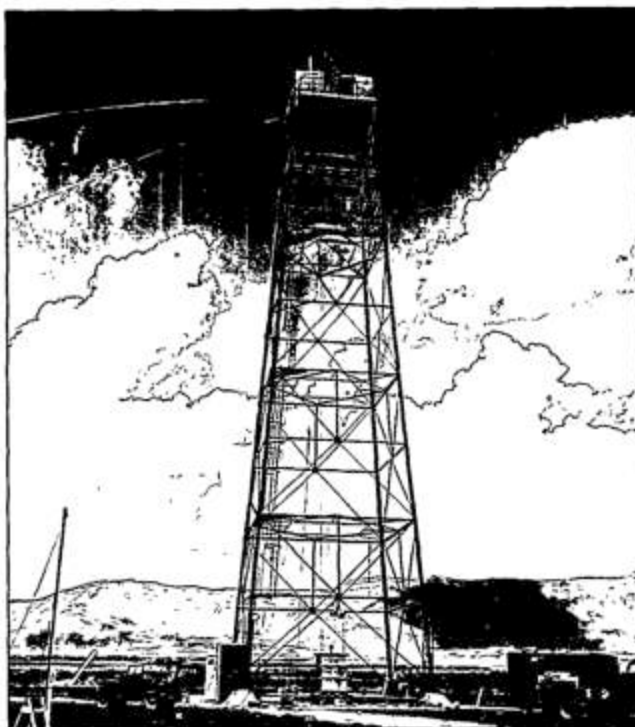
Meanwhile, the test of the plutonium weapon, named Trinity by Oppenheimer (a name inspired by the poems of John Donne), was rescheduled for July 16 at a barren site on the Alamogordo Bombing Range known as the Jornada del Muerto, or Journey of Death, 210 miles south of Los Alamos.

A test explosion had been conducted on May 7 with a small amount of fissionable material to check procedures and fine-tune equipment. Preparations continued through May and June and were complete by the beginning of July. Three observation bunkers located 10,000 yards north, west, and south of the firing tower at ground zero would attempt to measure critical aspects of the reaction. Specifically, scientists would try to determine the symmetry of the implosion and the amount of energy released. Additional measurements would be taken to determine damage estimates, and equipment would record the behavior of the fireball. The biggest concern was control of the radioactivity the test device would release. Not entirely content to trust favorable meteorological conditions to carry the radioactivity into the upper atmosphere, the Army stood ready to evacuate the people in surrounding areas.

On July 12 the plutonium core was taken to the test area in an army sedan. The non-nuclear components left for the test site at 12:01 a.m., Friday the 13th. During the day on the 13th, final assembly of the gadget took place in the McDonald ranch house. By 5:00 p.m. on the 15th, the device had been assembled and hoisted atop the one-hundred-foot firing tower. Groves, Bush, Conant, Lawrence, Farrell, Chadwick (head of the British contingent at Los Alamos and discoverer of the neutron), and others arrived in the test area, where it was pouring rain. Groves and Oppenheimer, standing at the S-10,000 control bunker, discussed what to do if the weather did not break in time for the scheduled 4:00 a.m. test. At 3:30 they pushed the time back to 5:30; at 4:00 the rain stopped. Kistiakowsky and his team armed the device shortly after 5:00 a.m. and retreated to S-10,000. In accordance with his policy that each observe from different locations in case of an accident, Groves left Oppenheimer and joined Bush and Conant at base camp. Those in shelters heard the countdown over the public address system, while observers at base camp picked it up on an FM radio signal.⁴⁸

The Dawn of the Atomic Age

At precisely 5:30 a.m. on Monday, July 16, 1945, the atomic age began. While Manhattan staff members watched anxiously, the device exploded over the New Mexico desert, vaporizing the tower and turning asphalt around the base of the tower to green sand. The bomb released approximately 18.6 kilotons of power, and the New Mexico sky was suddenly brighter than many suns. Some observers suffered temporary blindness even though they looked at the brilliant light through smoked glass. Seconds after the explosion came a huge blast, sending searing heat across the desert and knocking some observers to the ground. A steel container weighing over 200 tons, standing a half-mile from ground zero, was knocked ajar. (Nicknamed Jumbo, the huge container had been ordered for the plutonium test and transported to the test site but eliminated during final planning). As the orange and yellow fireball stretched up and spread, a second column, narrower than the first, rose and flattened into a mushroom shape, thus providing the atomic age with a visual image that has become imprinted on the human consciousness as a symbol of power and awesome destruction.⁴⁹



Tower For Trinity Test. Department of Energy.

At base camp, Bush, Conant, and Groves shook hands. Oppenheimer reported later that the experience called to his mind the legend of Prometheus, punished by Zeus for giving man fire. He also thought fleetingly of Alfred Nobel's vain hope that dynamite would end wars. The terrifying destructive power of atomic weapons and the uses to which they might be put were to haunt many of the Manhattan Project scientists for the remainder of their lives.⁵⁰

The success of the Trinity test meant that a second type of atomic bomb could be readied for use against Japan. In addition to the uranium gun model, which was not tested prior to being used in combat, the plutonium implosion device detonated at Trinity now figured in American Far Eastern strategy. In the end Little Boy, the untested uranium bomb, was dropped first at Hiroshima on August 6, 1945, while the plutonium weapon Fat Man followed three days later at Nagasaki on August 9.



Trinity Device Being Readied. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).



Remains of Trinity Test Tower Footings. Oppenheimer and Groves at Center. *Department of Energy*.

Potsdam

The American contingent to the Big Three conference, headed by Truman, Byrnes, and Stimson, arrived in Berlin on July 15 and spent most of the next two days grappling with the interrelated issues of Russian participation in the Far Eastern conflict and the wording of an early surrender offer that might be presented to the Japanese. This draft surrender document received considerable attention, the sticking point being the term "unconditional." It was clear that the Japanese would fight on rather than accept terms that would eliminate the Imperial House or demean the warrior tradition, but American policy makers feared that anything less than a more democratic political system and total demilitarization might lead to Japanese aggression in the future. Much effort went into finding the precise formula that would satisfy American war aims in the Pacific without requiring a costly invasion of the Japanese mainland. In an attempt to achieve surrender with honor, the emperor had instructed his ministers to open negotiations with Russia. The United States intercepted and decoded messages between Tokyo and Moscow that made it unmistakably clear that the Japanese were searching for an alternative to unconditional surrender.

Reports on Trinity

Stalin arrived in Berlin a day late, leaving Stimson July 16 to mull over questions of postwar German administration and the Far Eastern situation. After sending Truman and Byrnes a memorandum ad-

vocating an early warning to Japan and setting out a bargaining strategy for Russian entry in the Pacific war, Stimson received a cable from George L. Harrison, his special consultant in Washington, that read:

Operated on this morning. Diagnosis not yet complete but results seem satisfactory and already exceed expectations. Local press release necessary as interest extends great distance. Dr. Groves pleased. He returns tomorrow. I will keep you posted.⁵¹

Stimson immediately informed Truman and Byrnes that the Trinity test had been successful. The next day Stimson informed Churchill of the test. The prime minister expressed great delight and argued forcefully against informing the Russians, though he later relented. On July 18, while debate continued over the wording of the surrender message, focusing on whether or not to guarantee the place of the emperor, Stimson received a second cable from Harrison:

Doctor has just returned most enthusiastic and confident that the little boy is as husky as his big brother. The light in his eyes discernible from here to Highhold and I could have heard his screams from here to my farm.⁵²

Translation: Groves thought the plutonium weapon would be as powerful as the uranium device and that the Trinity test could be seen as far away as 250 miles and the noise heard for fifty miles. Initial measurements taken at the Alamogordo site suggested a yield in excess of 5,000 tons of TNT. Truman went back to the bargaining table with a new card in his hand.

Further information on the Trinity test arrived on July 21 in the form of a long and uncharacteristically excited report from Groves. Los Alamos scientists now agreed that the blast had been the equivalent of between 15,000 and 20,000 tons of TNT, higher than anyone had predicted. Groves reported that glass shattered 125 miles away, that the fireball was brighter than several suns at midday, and that the steel tower had been vaporized. Though he had previously believed it impregnable, Groves stated that he did not consider the Pentagon safe from atomic attack.⁵³ Stimson informed Marshall and then read the entire report to Truman and Byrnes. Stimson recorded that Truman was "tremendously pepped up" and that the document gave him an entirely new feeling of confidence.⁵⁴ The next day Stimson, informed that the uranium bomb would be ready in early August, discussed

Grove's report at great length with Churchill. The British prime minister was elated and said that he now understood why Truman had been so forceful with Stalin the previous day, especially in his opposition to Russian designs on Eastern Europe and Germany. Churchill then told Truman that the bomb could lead to Japanese surrender without an invasion and eliminate the necessity for Russian military help. He recommended that the President continue to take a hard line with Stalin. Truman and his advisors shared Churchill's views. The success of the Trinity test stiffened Truman's resolve, and he refused to accede to Stalin's new demands for concessions in Turkey and the Mediterranean.

On July 24 Stimson met with Truman. He told the President that Marshall no longer saw any need for Russian help, and he briefed the President on the latest S-1 situation. The uranium bomb might be ready as early as August 1 and was a certainty by August 10. The plutonium weapon would be available by August 6. Stimson continued to favor making some sort of commitment to the Japanese emperor, though the draft already shown to the Chinese was silent on this issue.

Truman Informs Stalin

American and British coordination for an invasion of Japan continued, with November 1 standing as the landing date. At a meeting with American and British military strategists at Potsdam, the Russians reported that their troops were moving into the Far East and could enter the war in mid-August. They would drive the Japanese out of Manchuria and withdraw at the end of hostilities. Nothing was said about the bomb. This was left for Truman, who, on the evening of July 24, approached Stalin without an interpreter to inform the Generalissimo that the United States had a new and powerful weapon. Stalin casually responded that he hoped that it would be used against Japan to good effect. The reason for Stalin's composure became clear later when it was learned that Russian intelligence had been receiving information about the S-1 project from Klaus Fuchs and other agents since summer 1942.

The Potsdam Proclamation

A directive, written by Groves and issued by Stimson and Marshall on July 25, ordered the Army Air Force's 509th Composite Group to attack Hiroshima, Kokura, Niigata, or Nagasaki "after

about" August 3, or as soon as weather permitted.⁵⁵ The 509th was ready. Tests with dummies had been conducted successfully, and Operation Bronx, which brought the gun and uranium-235 projectile to Tinian aboard the U.S.S. *Indianapolis* and the other components on three C-54s, was complete. On July 26 the United States learned of Churchill's electoral defeat and Chiang Kai-Shek's concurrence in the warning to Japan. Within hours the warning was issued in the name of the President of the United States, the president of China, and the prime minister of Great Britain (now Clement Attlee). The Russians were not informed in advance. This procedure was technically correct since the Russians were not at war with Japan, but it was another indication of the new American attitude that the Soviet Union's aid in the present conflict no longer was needed. The message called for the Japanese to surrender unconditionally or face "prompt and utter destruction."⁵⁶ The Potsdam Proclamation left the emperor's status unclear by making no reference to the royal house in the section that promised the Japanese that they could design their new government as long as it was peaceful and more democratic. While anti-war sentiment was growing in Japanese decision-making circles, it could not carry the day as long as unconditional surrender left the emperor's position in jeopardy. The Japanese rejected the offer on July 29.

Intercepted messages between Tokyo and Moscow revealed that the Japanese wanted to surrender but felt they could not accept the terms offered in the Potsdam Proclamation. American policy makers, however, anxious to end the war without committing American servicemen to an invasion of the Japanese homeland, were not inclined to undertake revisions of the unconditional surrender formula and cause further delay. A Russian declaration of war might convince Japan to surrender, but it carried a potentially prohibitive price tag as Stalin would expect to share in the postwar administration of Japan, a situation that would threaten American plans in the Far East. A blockade of Japan combined with conventional bombing was rejected as too time-consuming and an invasion of the islands as too costly. And few believed that a demonstration of the atomic bomb would convince the Japanese to give up. Primarily upon these grounds, American policy makers concluded that the atomic bomb must be used. Information that Hiroshima might be the only prime target city without American prisoners in the vicinity placed it first on the list. As the final

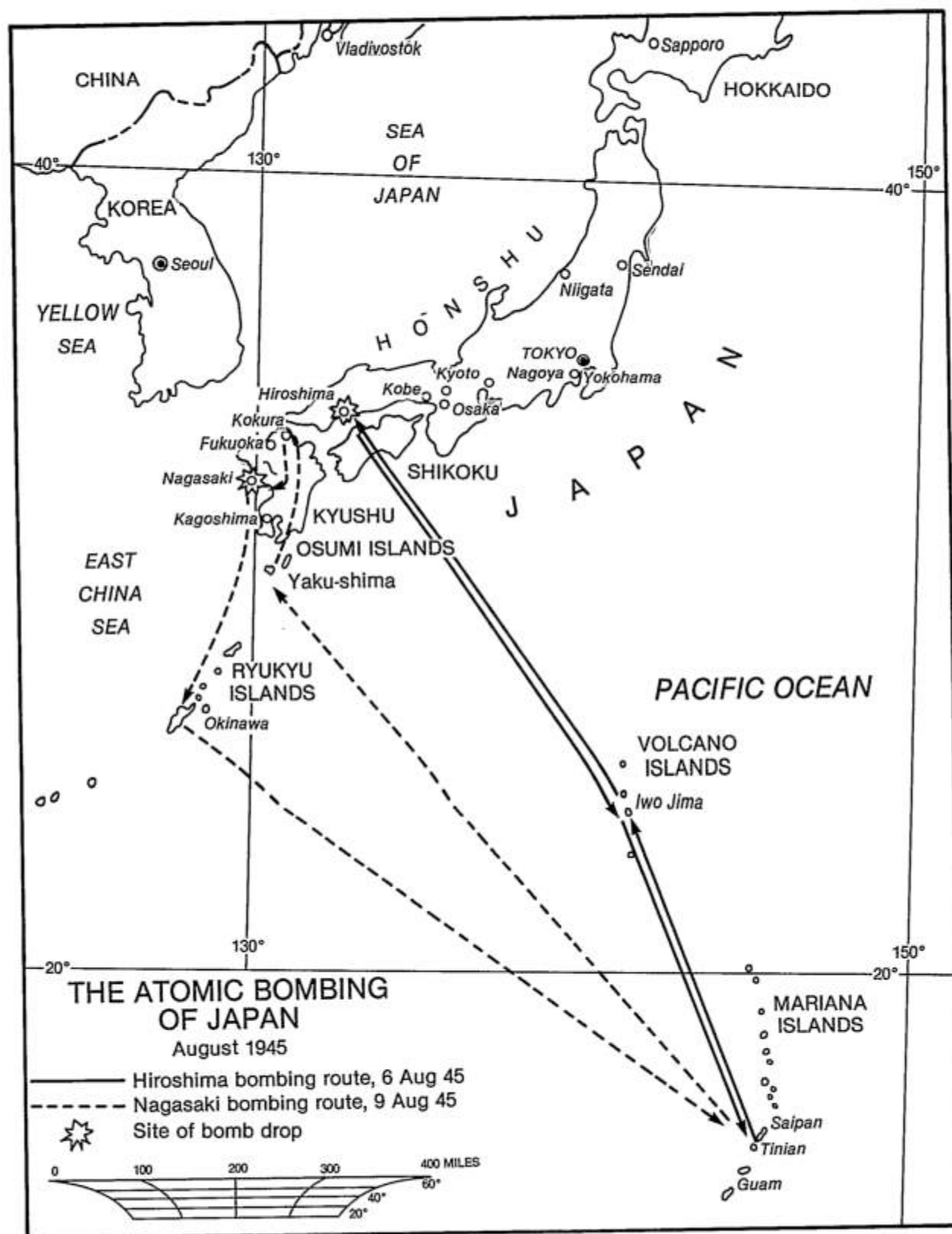
touches were put on the message Truman would issue after the attack, word came that the first bomb could be dropped as early as August 1. With the end now in sight, poor weather led to several days' delay.

Hiroshima

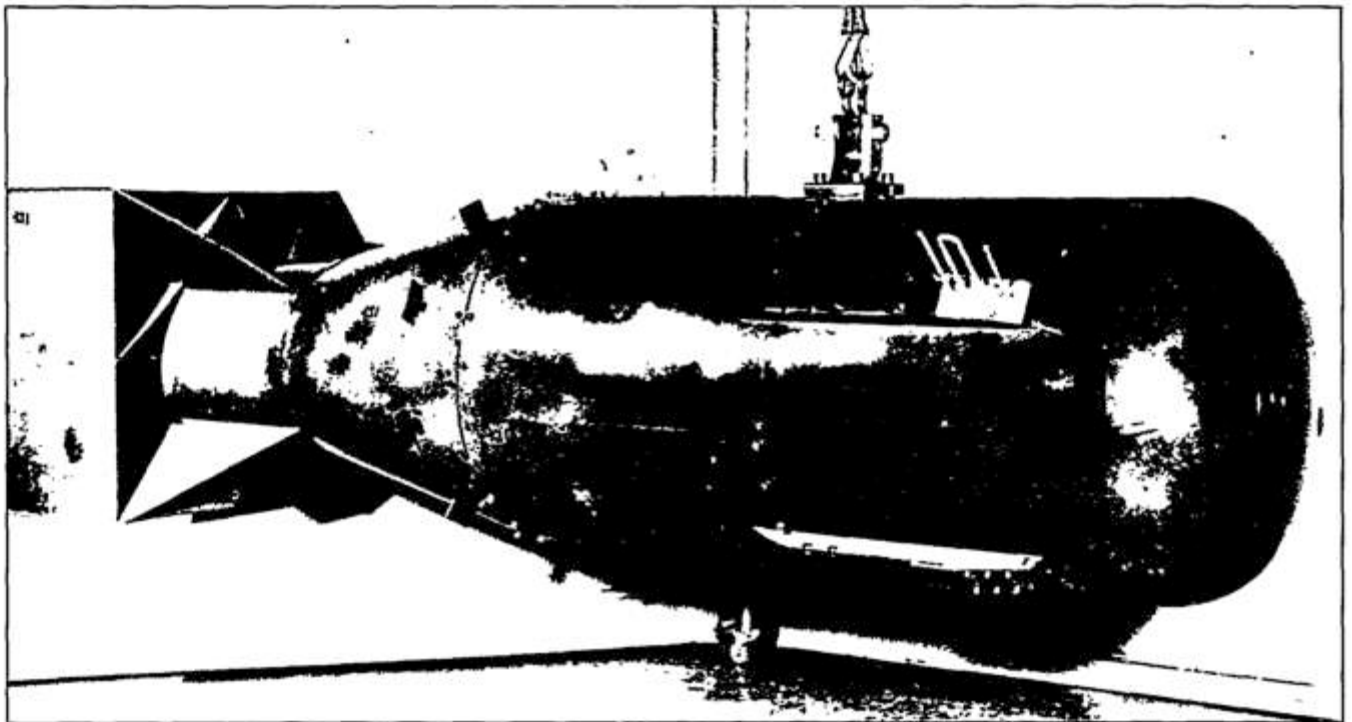
In the early morning hours of August 6, 1945, a B-29 bomber attached to the 590th Composite Group took off from Tinian Island and headed north by northwest toward the Japanese Islands over 1,500 miles away. Its primary target was Hiroshima, an important military and communications center with a population of nearly 300,000 located in the deltas of southwestern Honshu Island facing the Inland Sea. The *Enola Gay*, piloted by Colonel Paul Tibbets, flew at low altitude on automatic pilot before climbing to 31,000 feet as it neared the target area. As the observation and photography escorts dropped back, the *Enola Gay* released a 9,700-pound uranium bomb, nicknamed Little Boy, at approximately 8:15 a.m. Hiroshima time. Tibbets immediately dove away to avoid the anticipated shockwaves of the blast. Forty-three seconds later a huge explosion lit the morning sky as Little Boy detonated 1900 feet above the city, directly over a parade field where the Japanese Second Army was doing calisthenics. Though already eleven and a half miles away, the *Enola Gay* was rocked by the blast. At first Tibbets thought he was taking flak. After a second shockwave hit the plane, the crew looked back at Hiroshima. "The city was hidden by that awful cloud . . . boiling up, mushrooming, terrible and incredibly tall," Tibbets recalled.⁵⁷ Little Boy killed 70,000 people (including about twenty American airmen being held as POWs) and injured another 70,000. By the end of 1945, the Hiroshima death toll rose to 140,000 as radiation-sickness deaths mounted. Five years later the total reached 200,000. The bomb caused total devastation for five square miles, with almost all of the buildings in the city either destroyed or damaged.

Within hours of the attack, radio stations began reading a prepared statement from President Harry Truman informing the American public that the United States had dropped an entirely new type of bomb on the Japanese city of Hiroshima—an atomic bomb with more power than 15,000 tons of TNT.⁵⁸ Truman warned that if Japan still refused to surrender unconditionally as demanded by the Potsdam Proclamation of July 26, the United States

Part V:

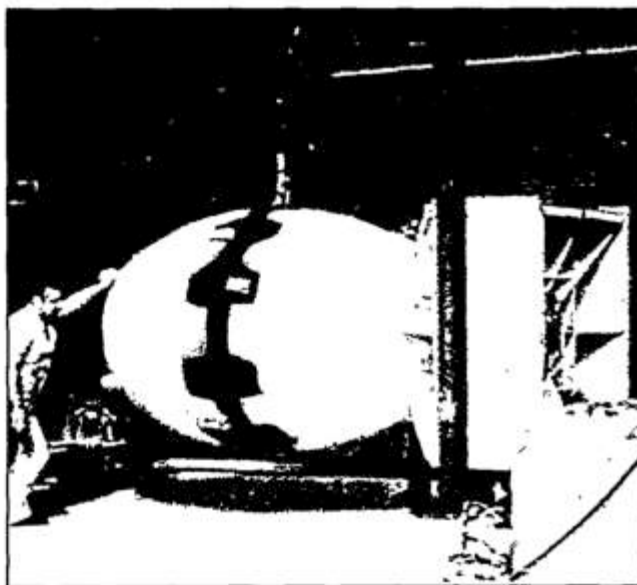


Atomic Bombing of Japan. Reprinted from Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).



Model of Little Boy Uranium Bomb. Reprinted from Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

would attack additional targets with equally devastating results. Two days later, on August 8, the Soviet Union declared war on Japan and attacked Japanese forces in Manchuria, ending American hopes that the war would end before Russian entry into the Pacific theater.



Fat Man Plutonium Bomb Being Readied at Tinian, Los Alamos National Laboratory.

Nagasaki

Factional struggles and communications problems prevented Japan from meeting Allied terms in the immediate aftermath of Hiroshima. In the absence of a surrender announcement, conventional bombing raids on additional Japanese cities continued as scheduled. Then, on August 9, a second atomic attack took place. Taking off from Tinian at 3:47 a.m., *Bock's Car* (named after its usual pilot) headed for its primary target, Kokura Arsenal, located on the northern coast of Kyushu Island. Pilot Charles Sweeney found unacceptable weather conditions and unwelcome flak above Kokura. Sweeney made three passes over Kokura, then decided to switch to his secondary target even though he had only enough fuel remaining for a single bombing run. Clouds greeted *Bock's Car* as it approached Nagasaki, home to the Mitsubishi plant that had manufactured the torpedoes used at Pearl Harbor. At the last minute, a brief break in the cloudcover made possible a visual targeting at 29,000 feet and *Bock's Car* dropped her single payload, a plutonium bomb weighing 10,000 pounds and nicknamed Fat Man, at 11:01 a.m. The plane then veered off and headed to Okinawa for an emergency landing. Fat Man exploded 1,650 feet above the slopes of the city with a force of 21,000 tons of TNT.⁵⁹ Fat Man kill-

ed 40,000 people and injured 60,000 more. Three square miles of the city were destroyed, less than Hiroshima because of the steep hills surrounding Nagasaki. By January 1946, 70,000 people had died in Nagasaki. The total eventually reached 140,000, with a death rate similar to that of Hiroshima.⁶⁰

Surrender

Still the Japanese leadership struggled to come to a decision, with military extremists continuing to advocate a policy of resistance to the end. Word finally reached Washington from Switzerland and Sweden early on August 10 that the Japanese, in accordance with Hirohito's wishes, would accept the surrender terms, provided the emperor retain his position. Truman held up a third atomic attack while the United States considered a response, finally taking a middle course and acknowledging the emperor by stating that his authority after the surrender would be exercised under the authority of the Supreme Commander of the Allied Powers. With British, Chinese, and Russian concurrence, the United States answered the Japanese on August 11. Japan surrendered on August 14, 1945, ending the war that began for the United States with the surprise attack at Pearl Harbor on December 7, 1941. The United States had been celebrating for almost three weeks when the formal papers were signed aboard the U.S.S. *Missouri* on September 2.

The Bomb Goes Public

The veil of secrecy that had hidden the atomic bomb project was lifted on August 6 when President Truman announced the Hiroshima raid to the American people. The release of the Smyth Report on August 12, which contained general technical in-

formation calculated to satisfy public curiosity without disclosing any atomic secrets, brought the Manhattan Project into fuller view.⁶¹ Americans were astounded to learn of the existence of a far-flung, government-run, top secret operation with a physical plant, payroll, and labor force comparable in size to the American automobile industry. Approximately 130,000 people were employed by the project at its peak, among them many of the nation's leading scientists and engineers.

In retrospect, it is remarkable that the atomic bomb was built in time to be used in World War II. Most of the theoretical breakthroughs in nuclear physics dated back less than twenty-five years, and with new findings occurring faster than they could be absorbed by practitioners in the field, many fundamental concepts in nuclear physics and chemistry had yet to be confirmed by laboratory experimentation. Nor was there any conception initially of the design and engineering difficulties that would be involved in translating what was known theoretically into working devices capable of releasing the enormous energy of the atomic nucleus in a predictable fashion. In fact, the Manhattan Project was as much a triumph of engineering as of science. Without the innovative work of the talented Leslie Groves, as well as that of Crawford Greenewalt of DuPont and others, the revolutionary breakthroughs in nuclear science achieved by Enrico Fermi, Niels Bohr, Ernest Lawrence, and their colleagues would not have produced the atomic bomb during World War II. Despite numerous obstacles, the United States was able to combine the forces of science, government, military, and industry into an organization that took nuclear physics from the laboratory and into battle with a weapon of awesome destructive capability, making clear the importance of basic scientific research to national defense.

Part VI:

The Manhattan District in Peacetime

From the time S-1 became public knowledge until the Atomic Energy Commission succeeded it on January 1, 1947, the Manhattan Engineer District controlled the nation's nuclear program. Groves remained in command, intent upon protecting America's lead in nuclear weapons by completing and consolidating the organization he had presided over for three years in challenging wartime conditions. He soon found that peacetime held its own challenges.

According to a plan approved by Stimson and Marshall in late August 1945, Groves shut down the thermal diffusion plant in the K-25 area on September 9 and put the Alpha tracks at Y-12 on standby during September as well. The improved K-25 gaseous diffusion plant now provided feed directly to the Beta units. Hanford's three piles continued in operation, but one of the two chemical separation areas was closed. Los Alamos was assigned the task of producing a stockpile of atomic weapons. Actual weapon assembly was to be done at Sandia Base in Albuquerque, where engineering and technical personnel were relocated with the staff previously stationed at Wendover Field in western Utah.

Operation Crossroads

In July 1946, during Operation Crossroads, the Manhattan Project tested its third and fourth plutonium bombs (Trinity and Nagasaki were the

first two) with a large, invited audience of journalists, scientists, military officers, congressmen, and foreign observers at Bikini Atoll in the Pacific. Shot Able, dropped from a B-29 on July 1, sank three ships and performed as well as its two predecessors from a technical standpoint, though it failed to fulfill its pretest publicity buildup. Shot Baker was detonated from ninety feet underwater on the morning of July 15. Baker produced a spectacular display as it wreaked havoc on a seventy-four-vessel fleet of empty ships and spewed thousands of tons of water into the air. Both Able and Baker yielded explosions equivalent to 21,000 tons of TNT, though Baker introduced the most subtle hazard of the atomic age—radiation fallout.⁶² Able and Baker were the final weapon tests conducted by the Manhattan Project and the last American tests until the Atomic Energy Commission's Sandstone series began in spring 1948.

Superpower Chill

Between August 1945 and January 1947, while Groves fought to maintain the high priority of the atomic program in a peacetime environment, the euphoria that swept the United States at the end of World War II dissipated as Americans found themselves embroiled in a new global struggle, this time with the Soviet Union. The United States held a monopoly on atomic weapons during the sixteen months of Groves's peacetime tenure, but less than three years after the Atomic Energy Commission succeeded the Manhattan Engineer District, the Russians' secret atomic bomb program achieved success with the 1949 test of Joe I (which the Americans named after Joseph Stalin). During the 1950s relations between the two superpowers remained strained, and both added the hydrogen bomb to their arsenals in an attempt to achieve military superiority.

Postwar Planning

The beginning of the Cold War in the late 1940s was linked to the failure of the World War II allies to reach agreements on international controls respecting nuclear research and atomic weapons. Postwar planning in the United States began in earnest in July 1944, when Met Lab scientists in Chicago issued a "Prospectus on Nucleonics," which included plans for atomic research and advocated the creation of an international organization to prevent nuclear conflict. In August the Military Policy Committee

Part VI:

set up a Postwar Policy Committee, charged with making recommendations on the proper government role in postwar atomic research and development. The committee, composed of Richard Tolman (chairman), Warren Lewis, Henry Smyth, and Rear Admiral Earle W. Mills, recommended that the best way for the government to maintain a vigorous nuclear program was to set up a peacetime version of the Office of Scientific Research and Development. Niels Bohr, aware that the Russians had known about the Manhattan Project since 1942 and convinced that the Soviet Union would spare no effort to catch up with the United States, advocated a policy of full publicity and international cooperation.

Roosevelt and Churchill included postwar planning on their agenda when they met at Hyde Park in September 1944. They immediately vetoed the idea of an open atomic world (Churchill adamantly rejecting Bohr's recommendation). Bush and Conant, meanwhile, contacted Stimson on September 19 and spoke to the necessity of releasing selected information on the bomb project, reasoning that in a free country the secret could not be kept long. When Roosevelt asked Bush for a briefing on S-1 several days later, Bush discovered that Roosevelt had signed an "aide-memoire" with Churchill, pledging to continue bilateral research with England in certain areas of atomic technology.⁶³ Bush feared that Roosevelt would institute full interchange with Great Britain without consulting his own atomic power experts. Bush argued, prophetically, that leaving the Russians out of such an arrangement might well lead to an arms race among the Allied victors.

The Baruch Plan

Bush and Conant presented their views more fully on September 30. They held that the American and British lead would last no more than three or four years and that security against the bigger bombs that surely would result from a worldwide arms race could be gained only through international agreements aimed at preventing secret research and surprise attacks. Bush and Conant's basic philosophy found expression in the Acheson-Lilienthal report of March 1946, fashioned primarily by Oppenheimer and evolving into the formal American proposal for the international control of atomic energy known as the Baruch Plan.

Bernard Baruch, the elder statesman who had served American presidents in various capacities since World War I, unveiled the United States plan

in a speech to the newly-created United Nations Atomic Energy Commission on June 14, 1946. Baruch proposed the establishment of an international atomic development authority along the lines proposed by the Acheson-Lilienthal report, one that would control all activities dangerous to world security and possess the power to license and inspect all other nuclear projects. Once such an authority was established, no more bombs should be built and existing bombs should be destroyed. Abolishing atomic weapons could lay the groundwork for reducing and subsequently eliminating all weapons, thus outlawing war altogether. The Baruch Plan, in Baruch's words "the last, best hope of earth," deviated from the optimistic tone of the Acheson-Lilienthal plan, which had intentionally remained silent on enforcement, and set specific penalties for violations such as illegally owning atomic bombs.⁶⁴ Baruch argued that the United Nations should not allow members to use the veto to protect themselves from penalties for atomic energy violations; he held that simple majority rule should prevail in this area. As on enforcement, the Acheson-Lilienthal report had studiously avoided comment on the veto issue.⁶⁵

Not surprisingly, the Soviet Union, a non-nuclear power, insisted upon retaining its United Nations veto and argued that the abolition of atomic weapons should precede the establishment of an international authority. Negotiations could not proceed fairly, the Russians maintained, as long as the United States could use its atomic monopoly to coerce other nations into accepting its plan. The Baruch Plan proposed that the United States reduce its atomic arsenal by carefully defined stages linked to the degree of international agreement on control. Only after each stage of international control was implemented would the United States take the next step in reducing its stockpile. The United States position, then, was that international agreement must precede any American reductions, while the Soviets maintained that the bomb must be banned before meaningful negotiations could take place.

The debate in the United Nations was a debate in name only; neither side budged an inch in the six months following Baruch's United Nations speech. In the end, the Soviet Union, unwilling to surrender its veto power, abstained from the December 31, 1946, vote on Baruch's proposal on the grounds that it did not prohibit the bomb, and the American plan became a dead letter by early 1947—though token debate on the American plan continued into 1948. The United States, believing that Soviet troops posed a threat to eastern Europe and recognizing

that American conventional forces were rapidly demobilizing, refused to surrender its atomic deterrent without adequate international controls and continued to develop its nuclear arsenal. In an atmosphere of mutual suspicion the Cold War set in.

The Debate Over Domestic Legislation

While the international situation grew more ominous due to deteriorating relations between the United States and the Soviet Union, a domestic debate was taking place over the permanent management of America's nuclear program. The terms of the debate were framed by the Interim Committee in July 1945 when it wrote draft legislation proposing a peacetime organization with responsibilities very similar to those of the Manhattan Project. The draft legislation provided for a strong military presence on a nine-member board of commissioners and strongly advocated the federal government's continued dominance in nuclear research and development.

The May-Johnson Bill

The Interim Committee's draft legislation reached President Truman via the State Department shortly after the armistice. After affected federal agencies approved, Truman advocated speedy passage of the congressional version of the bill, the May-Johnson bill, on October 3, 1945. Groves, Bush, and Conant testified at hearings in the House of Representatives that the sweeping powers granted the proposed commission were necessary and that only government control of atomic power could prevent its misuse. Although Lawrence, Fermi, and Oppenheimer (with some misgivings) regarded the bill as acceptable, many of the scientists at the Met Lab and at Oak Ridge complained that the bill was objectionable because it was designed to maintain military control over nuclear research, a situation that had been tolerable during the war but was unacceptable during peacetime when free scientific interchange should be resumed. Particularly onerous to the scientific opponents were the proposed penalties for security violations contained in the May-Johnson bill—ten years in prison and a \$100,000 fine. Organized scientific opposition in Washington slowed the bill's progress, and Arthur H. Vandenberg of Michigan held it up in the Senate through a parliamentary maneuver.

The McMahon Bill

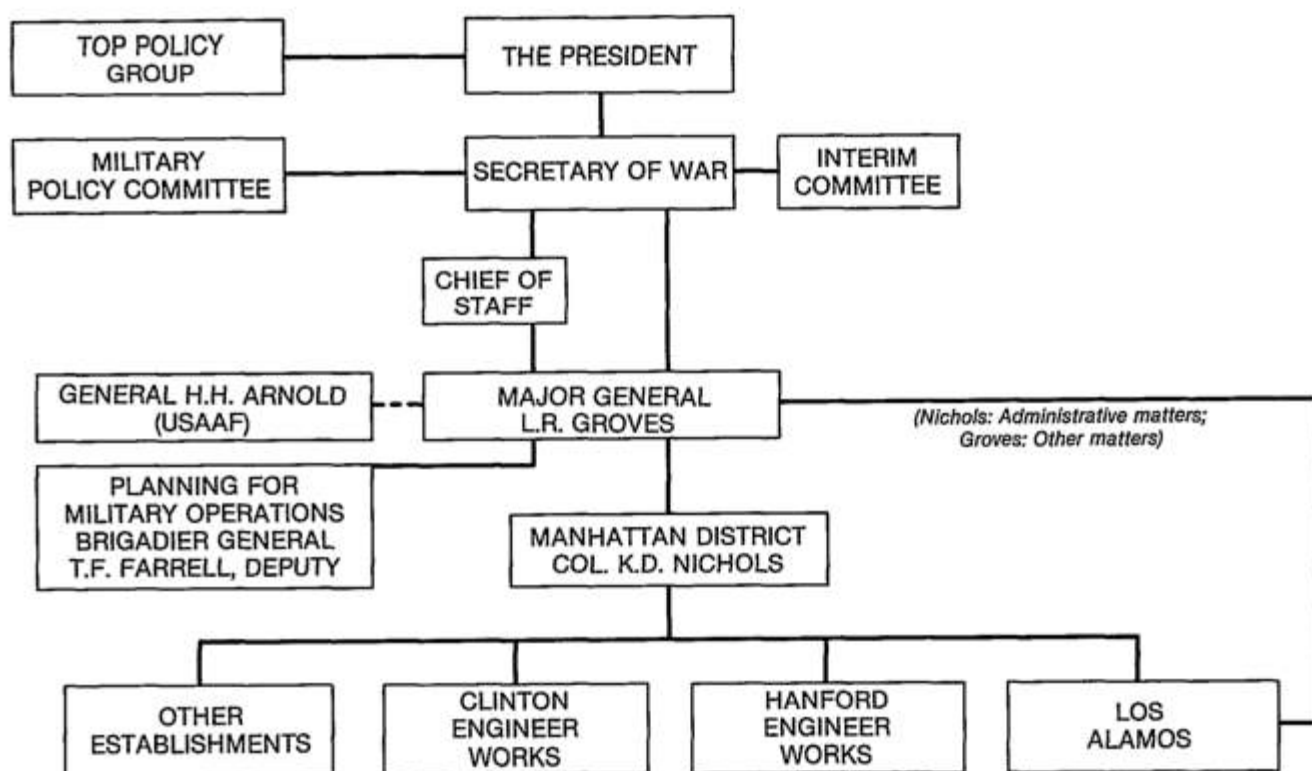
As support for the May-Johnson bill eroded in

late 1945, President Truman withdrew his support. Vandenberg's attempt to establish a joint House-Senate special committee failed, but Brien McMahon of Connecticut successfully created and became chair of the Senate's Special Committee on Atomic Energy. Daily hearings took place until December 20, when McMahon introduced a substitute to the May-Johnson bill. Hearings on the new McMahon bill began in January. Groves opposed McMahon's bill, citing weak security provisions, the low military presence, and the stipulation that commission members be full-time (Groves thought that more eminent commissioners could be obtained if work was part-time). Groves also objected to the bill's provision that atomic weapons be held in civilian rather than military custody. Nevertheless, the Senate approved the McMahon bill on June 1, 1946, and the House approved it on July 20, with a subsequent conference committee eliminating most substantive amendments. The sometimes bitter debate between those who advocated continued military stewardship of America's atomic arsenal and those who saw continued military control as inimical to American traditions ended in victory for supporters of civilian authority. President Truman signed the McMahon Act, known officially as the Atomic Energy Act of 1946, on August 1. The bill called for the transfer of authority from the United States Army to the United States Atomic Energy Commission, a five-member civilian board serving full-time and assisted by a general advisory committee and a military liaison committee.⁶⁶ The Atomic Energy Act entrusted the Atomic Energy Commission with the government monopoly in the field of atomic research and development previously held by its wartime predecessor.⁶⁷

Conclusion

The Manhattan Project, its wartime mission completed, gave way to the civilian Atomic Energy Commission. How well the Atomic Energy Commission would be able to manage the nuclear arsenal in a Cold War environment and whether it could successfully develop the peaceful uses of atomic energy, only time would tell. What was clear as the Atomic Energy Commission took over at the beginning of 1947 was that the success of the Manhattan Project had helped cement the bond between basic scientific research and national security. Science had gone to war and contributed mightily to the outcome. The challenge confronting American policy makers in the postwar years was to enlist the forces of science in the battle to defend the peace.

Manhattan Project Chart



Simplified Chart of Manhattan Project. Adapted from Leslie R. Groves, *Now It Can Be Told* (New York: Harper & Row, 1962).

Notes

1. The Einstein letter is reprinted in Vincent C. Jones, *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985), 609-10.
2. Roosevelt to Einstein, October 19, 1939.
3. The United States had little reliable intelligence on the German bomb effort until late in the war. Thus it was not known until the ALSOS counterintelligence mission that the German program had not proceeded beyond the laboratory stage and had foundered by mid-1942. For details of the ALSOS mission see Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (New York: Simon & Schuster, 1986), pp. 605-10.
4. For details on the German research effort see McGeorge Bundy, *Danger and Survival: Choices About the Bomb in the First Fifty Years* (New York: Random House, 1988), pp. 14-23.
5. Lawrence Badash, "Introduction," in *Reminiscences of Los Alamos, 1943-1945*, edited by Lawrence Badash, Joseph O. Hirschfelder, and Herbert P. Broida (Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company, 1980), xi.
6. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, p. 228.
7. William R. Shea, "Introduction: From Rutherford to Hahn," in *Otto Hahn and the Rise of Nuclear Physics*, edited by William R. Shea (Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company, 1983), p. 15.
8. *Ibid.*
9. Jones, *Manhattan*, p. 10.
10. Richard G. Hewlett and Oscar E. Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946. Volume I, A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press, 1962), pp. 30-31.
11. *Ibid.*, p. 168.
12. Laura Fermi, *Atoms in the Family: My Life With Enrico Fermi* (Chicago: University of Chicago Press, 1954), p. 164.
13. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 336-38.
14. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 37.
15. *Ibid.*, p. 39.
16. MAUD, while it appears to be an acronym, is not. It is simply a codename.
17. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 321-25 and 369.
18. Bundy, *Danger and Survival*, pp. 48-49.
19. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 46.
20. *Ibid.*, p. 49.
21. *Ibid.*, p. 48.
22. *Ibid.*, p. 406.
23. *Ibid.*, pp. 74-75.
24. *Ibid.*, pp. 82-83.
25. Henry D. Smyth, *A General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy for Military Purposes Under the Auspices of the United States Government, 1940-1945* (Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office, 1945), p. 70.
26. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, p. 442.
27. *Ibid.*
28. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 113.
29. Kenneth D. Nichols, *The Road to Trinity* (New York: William Morrow and Company, Inc., 1987), pp. 121 and 146.
30. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 149.
31. Nichols recounts his adventure in borrowing the silver in *Road to Trinity*, p. 42.
32. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 155.
33. *Ibid.*
34. *Ibid.*, p. 165.
35. For more on *k* see Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, p. 397.
36. Adsorption is a process whereby gases, liquids, or dissolved substances are gathered on a surface in a condensed layer.
37. Jones, *Manhattan*, p. 218.
38. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 220.
39. Nichols, *Road to Trinity*, p. 108.
40. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, p. 570.
41. *In the Matter of J. Robert Oppenheimer: Transcript of Hearing Before Personnel Security Board, Washington, D.C., April 12, 1954, Through May 6, 1954* (Washington, D.C.: Government Printing Office, 1954), pp. 12-13.
42. For details on Fuchs see Robert C. Williams, *Klaus Fuchs, Atom Spy* (Cambridge: Harvard University Press, 1987).

43. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 540-41.
44. *Ibid.*, pp. 305-08.
45. *Ibid.*, pp. 644-45.
46. Jones, *Manhattan*, p. 530.
47. The Franck report, the response of the Scientific Panel, and the Interim Committee recommendations are discussed in *Ibid.*, pp. 365-72.
48. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 571-72.
49. *Ibid.*, p. 676.
50. See *Ibid.*, pp. 668-78, for more on the Trinity test and the responses of those present.
51. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 383.
52. *Ibid.*, p. 386.
53. Groves, Leslie R., *Now It Can Be Told*, (New York: Harper & Row, 1962), p. 434.
54. Herbert Feis, *The Atomic Bomb and the End of World War II* (Princeton: Princeton University Press, 1966), p. 85.
55. The directive is reprinted in Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, p. 691.
56. Hewlett and Anderson, *New World*, p. 395.
57. Paul W. Tibbets, "How to Drop an Atom Bomb," *Saturday Evening Post* 218 (June 8, 1946), p. 136.
58. The official yield of Little Boy, as listed in the Department of Energy's "Announced United States Nuclear Tests, July 1945 Through December 1986," page 2, January 1987, was 15,000 tons of TNT (15 kilotons).
59. The official yield of Fat Man listed in *Ibid.* Descriptions of the bombings of Hiroshima and Nagasaki derived from Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 710 and 739-40.
60. Summaries of Hiroshima and Nagasaki casualty rates and damage estimates appear in Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, pp. 733-34, 740, 742; Groves, *Now It Can Be Told*, pp. 319, 329-30, 346; and Jones, *Manhattan*, pp. 545-48.
61. The Smyth report is cited in footnote 24.
62. For details of the Baker fallout see Barton C. Hacker, *The Dragon's Tail: Radiation Safety in the Manhattan Project, 1942-1946* (Berkeley: University of California Press, 1987), pp. 135-53.
63. Hewlett and Anderson, *New World*, pp. 326-27.
64. *Ibid.*, p. 579.
65. Bundy, *Danger and Survival*, pp. 158-66.
66. The McMahon bill is reprinted in Hewlett and Anderson, *New World*, pp. 714-22.
67. The Manhattan Project ended with the transfer of power from the Manhattan Engineer District to the Atomic Energy Commission, though the Manhattan Engineer District itself was not abolished until August 15, 1947. The Top Policy Group and the Military Policy Committee had already ceased to exist by the time the Atomic Energy commission took over on January 1, 1947.

Select Bibliography

States Government, 1940-1945 (Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office, 1945).

United States Atomic Energy Commission, *In the Matter of J. Robert Oppenheimer: Transcript of Hearing Before Personnel Security Board, Washington, D.C., April 12, 1954, Through May 6, 1954* (Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office, 1954).

Bundy, McGeorge, *Danger and Survival: Choices About the Bomb in the First Fifty Years* (New York: Random House, 1988).

Cantelon, Philip L. and Robert C. Williams, editors, *The American Atom: A Documentary History of Nuclear Policies from the Discovery of Fission to the Present, 1939-1984* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1984).

Groves, Leslie R., *Now It Can Be Told* (New York: Harper & Row, 1962).

Hersey, John, *Hiroshima* (New York: Knopf, 1946).

Hewlett, Richard G. and Oscar Anderson, Jr., *The New World, 1939-1946*, Volume I of *A History of the United States Atomic Energy Commission* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1962).

Jones, Vincent C., *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* (Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office, 1985).

Rhodes, Richard, *The Making of the Atomic Bomb* (New York: Simon & Schuster, 1986).

Smyth, Henry D., *Atomic Energy for Military Purposes: The Official Report on the Development of the Atomic Bomb Under the Auspices of the United*

Manhattan Project Chronology

Date	Events
1919	Ernest Rutherford discovers the proton by artificially transmuting an element (nitrogen into oxygen).
1930	Ernest O. Lawrence builds the first cyclotron in Berkeley.
1931	Robert J. Van de Graaff develops the electrostatic generator.
1932	James Chadwick discovers the neutron.
1932	J. D. Cockroft and E. T. S. Walton first split the atom.
1932	Lawrence, M. Stanley Livingston, and Milton White operate the first cyclotron.
1934	Enrico Fermi produces fission.
December 1938	Otto Hahn and Fritz Strassmann discover the process of fission in uranium.
December 1938	Lise Meitner and Otto Frisch confirm the Hahn-Strassmann discovery and communicate their findings to Niels Bohr.
January 26, 1939	Bohr reports on the Hahn-Strassman results at a meeting on theoretical physics in Washington, D. C.
August 2, 1939	Albert Einstein writes President Franklin D. Roosevelt, alerting the President to the importance of research on chain reactions and the possibility that research might lead to developing powerful bombs.

August 19, 1939	Roosevelt informs Einstein that he has set up a committee to study uranium.
September 1, 1939	Germany invades Poland.
October 11-12, 1939	Alexander Sachs discusses Einstein's letter with President Roosevelt. Roosevelt decides to act and appoints Lyman J. Briggs head of the Advisory Committee on Uranium.
October 21, 1939	The Uranium Committee meets for the first time.
November 1, 1939	The Uranium Committee recommends that the government purchase graphite and uranium oxide for fission research.
March 1940	John R. Dunning and his colleagues demonstrate that fission is more readily produced in the rare uranium-235 isotope, not the more plentiful uranium-238.
Spring-Summer 1940	Isotope separation methods are investigated.
June 1940	Vannevar Bush is named head of the National Defense Research Committee. The Uranium Committee becomes a scientific subcommittee of Bush's organization.
February 24, 1941	Glenn T. Seaborg's research group discovers plutonium.
March 28, 1941	Seaborg's group demonstrates that plutonium is fissionable.
May 1941	Seaborg proves plutonium is more fissionable than uranium-235.
May 17, 1941	A National Academy of Sciences report emphasizes the necessity of further research.
June 22, 1941	Germany invades the Soviet Union.
June 28, 1941	Bush is named head of the Office of Scientific Research and Development. James B. Conant replaces Bush at the National Defense Research Committee, which becomes an advisory body to the Office of Scientific Research and Development.
July 2, 1941	The British MAUD report concludes that an atomic bomb is feasible.
July 11, 1941	A second National Academy of Sciences report confirms the findings of the first.
July 14, 1941	Bush and Conant receive the MAUD report.
October 9, 1941	Bush briefs Roosevelt and Vice President Henry A. Wallace on the state of atomic bomb research. Roosevelt

	instructs Bush to find out if a bomb can be built and at what cost. Bush receives permission to explore construction needs with the Army.	August 13, 1942	The Manhattan Engineer District is established in New York City, Colonel James C. Marshall commanding.
November 9, 1941	A third National Academy of Sciences report agrees with the MAUD report that an atomic bomb is feasible.	August 1942	Seaborg produces a microscopic sample of pure plutonium.
November 27, 1941	Bush forwards the third National Academy of Sciences report to the President.	September 13, 1942	The S-1 Executive Committee visits Lawrence's Berkeley laboratory and recommends building an electromagnetic pilot plant and a section of a full-scale plant in Tennessee.
December 7, 1941	The Japanese attack Pearl Harbor.	September 17, 1942	Colonel Leslie R. Groves is appointed head of the Manhattan Engineer District. He is promoted to Brigadier General six days later.
December 10, 1941	Germany and Italy declare war on the United States.	September 19, 1942	Groves selects the Oak Ridge, Tennessee site for the pilot plant.
December 16, 1941	The Top Policy Committee becomes primarily responsible for making broad policy decisions relating to uranium research.	September 23, 1942	Secretary of War Henry Stimson creates a Military Policy Committee to help make decisions for the Manhattan Project.
December 18, 1941	The S-1 Executive Committee (which replaced the Uranium Committee in the Office of Scientific and Research Development) gives Lawrence \$400,000 to continue electromagnetic research.	October 3, 1942	E. I. du Pont de Nemours and Company agrees to build the chemical separation plant at Oak Ridge.
January 19, 1942	Roosevelt responds to Bush's November 27 report and approves production of the atomic bomb.	October 5, 1942	Compton recommends an intermediate pile at Argonne.
March 9, 1942	Bush gives Roosevelt an optimistic report on the possibility of producing a bomb.	Fall 1942	J. Robert Oppenheimer and the luminaries report from Berkeley that more fissionable material may be needed than previously thought.
May 23, 1942	The S-1 Executive Committee recommends that the project move to the pilot plant stage and build one or two piles (reactors) to produce plutonium and electromagnetic, centrifuge, and gaseous diffusion plants to produce uranium-235.	October 19, 1942	Groves decides to establish a separate scientific laboratory to design an atomic bomb.
June 1942	Production pile designs are developed at the Metallurgical Laboratory in Chicago.	October 26, 1942	Conant recommends dropping the centrifuge method.
June 17 1943	President Roosevelt approves the S-1 Executive Committee recommendation to proceed to the pilot plant stage and instructs that plant construction be the responsibility of the Army. The Office of Scientific Research and Development continues to direct nuclear research, while the Army delegates the task of plant construction to the Corps of Engineers.	November 12, 1942	On the recommendation of Groves and Conant, the Military Policy Committee decides to skip the pilot plant stage on the plutonium, electromagnetic, and gaseous diffusion projects and go directly from the research stage to industrial-scale production.
July 1942	Kenneth Cole establishes the health division at the Metallurgical Laboratory.	November 14, 1942	The Committee also decides not to build a centrifuge plant.
August 7, 1942	The American island-hopping campaign in the Pacific begins with the landing at Guadalcanal.	November 1942	The S-1 Executive Committee endorses the recommendations of the Military Policy Committee.
		November 25, 1942	The Allies invade North Africa.
		December 2, 1942	Groves selects Los Alamos, New Mexico as the bomb laboratory (codenamed Project Y). Oppenheimer is chosen laboratory director.
			Scientists led by Enrico Fermi achieve the first self-sustained nuclear chain reaction in Chicago.

December 10, 1942	The Lewis committee compromises on the electromagnetic method. The Military Policy Committee decides to build the plutonium production facilities at a site other than Oak Ridge.	Late 1943	John von Neumann visits Los Alamos to aid implosion research.
December 28, 1942	Roosevelt approves detailed plans for building production facilities and producing atomic weapons.	December 15, 1943	The first Alpha racetrack is shut down due to maintenance problems.
January 13-14, 1943	Plans for the Y-12 electromagnetic plant are discussed. Groves insists that Y-12's first racetrack be finished by July 1.	January 1944	The second Alpha racetrack is started and demonstrates maintenance problems similar to those that disabled the first.
January 14-24, 1943	At the Casablanca Conference, Roosevelt and British Prime Minister Churchill agree upon unconditional surrender for the Axis powers.	January 1944	Construction begins on Abelson's thermal diffusion plant at the Philadelphia Naval Yard.
January 16, 1943	Groves selects Hanford, Washington as the site for the plutonium production facilities. Eventually three reactors, called B, D, and F, are built at Hanford.	February 1944	Y-12 sends 200 grams of uranium-235 to Los Alamos.
January 1943	Bush encourages Philip Abelson's research on the thermal diffusion process.	March 1944	The Beta building at Y-12 is completed.
February 18, 1943	Construction of Y-12 begins at Oak Ridge.	March 1944	Bomb models are tested at Los Alamos.
February 1943	Groundbreaking for the X-10 plutonium pilot plant takes place at Oak Ridge.	April 1944	Oppenheimer informs Groves about Abelson's thermal diffusion research in Philadelphia.
March 1943	Researchers begin arriving at Los Alamos.	June 6, 1944	Allied forces launch the Normandy invasion.
April 1943	Bomb design work begins at Los Alamos.	June 21, 1944	Groves orders the construction of the S-50 thermal diffusion plant at Oak Ridge.
June 1943	Site preparation for the K-25 gaseous diffusion plant commences at Oak Ridge.	July 4, 1944	The decision is made to work on a calutron with a 30-beam source for use in Y-12.
Summer 1943	The Manhattan Engineer District moves its headquarters to Oak Ridge.	July 17, 1944	The plutonium gun bomb (codenamed Thin Man) is abandoned.
July 1943	Oppenheimer reports that three times as much fissionable material may be necessary than thought nine months earlier.	July 1944	A major reorganization to maximize implosion research occurs at Los Alamos.
August 27, 1943	Groundbreaking for the 100-B plutonium production pile at Hanford takes place.	July 1944	Scientists at the Metallurgical Laboratory issue the "Prospectus on Nucleonics," concerning the international control of atomic energy.
September 8, 1943	Italy surrenders to Allied forces.	August 7, 1944	Bush briefs General George C. Marshall, informing him that small implosion bombs might be ready by mid-1945 and that a uranium bomb will almost certainly be ready by August 1, 1945.
September 9, 1943	Groves decides to double the size of Y-12.	September 1944	Colonel Paul Tibbets's 393rd Bombardment Squadron begins test drops with dummy bombs called pumpkins.
September 27, 1943	Construction begins on K-25 at Oak Ridge.	September 13, 1944	The first slug is placed in pile 100-B at Hanford.
November 4, 1943	The X-10 pile goes critical and produces plutonium by the end of the month.	September 1944	Roosevelt and Churchill meet in Hyde Park and sign an "aide-memoire" pledging to continue bilateral research on atomic technology.

Summer 1944-Spring 1945	The Manhattan Project's chances for success advance from doubtful to probable as Oak Ridge and Hanford produce increasing amounts of fissionable material, and Los Alamos makes progress in chemistry, metallurgy, and weapon design.	June 14, 1945	Groves submits the target selection group's recommendation to Marshall.
September 27, 1944	The 100-B reactor goes critical and begins operation.	June 21, 1945	The Interim Committee, supporting its Scientific Panel, rejects the Franck Report recommendation that the bomb be demonstrated prior to combat.
September 30, 1944	Bush and Conant advocate international agreements on atomic research to prevent an arms race.	July 2-3, 1945	Stimson briefs Truman on the Interim Committee's deliberations and outlines the peace terms for Japan.
December 1944	The chemical separation plants (Queen Marys) are finished at Hanford.	July 16, 1945	Los Alamos scientists successfully test a plutonium implosion bomb in the Trinity shot at Alamogordo, New Mexico.
February 2, 1945	Los Alamos receives its first plutonium.	July 17-August 2, 1945	Truman, Churchill, and Stalin meet in Potsdam.
February 4-11, 1945	Roosevelt, Churchill, and Soviet Premier Joseph Stalin meet at Yalta.	July 21, 1945	Groves sends Stimson a report on the Trinity test.
March 1945	S-50 begins operation at Oak Ridge.	July 24, 1945	Stimson again briefs Truman on the Manhattan Project and peace terms for Japan. In an evening session, Truman informs Stalin that the United States has tested a powerful new weapon.
March 1945	Tokyo is firebombed, resulting in 100,000 casualties.	July 25, 1945	The 509th Composite Group is ordered to attack Japan with an atomic bomb "after about" August 3.
March 12, 1945	K-25 begins production at Oak Ridge.	July 26, 1945	Truman, Chinese President Chiang Kai-Shek, and new British Prime Minister Clement Atlee issue the Potsdam Proclamation, calling for Japan to surrender unconditionally.
April 12, 1945	President Roosevelt dies.	July 29, 1945	The Japanese reject the Potsdam Proclamation.
April 25, 1945	Stimson and Groves brief President Truman on the Manhattan Project.	August 6, 1945	The gun model uranium bomb, called Little Boy, is dropped on Hiroshima. Truman announces the raid to the American public.
May 1945	Stalin tells Harry Hopkins that he is willing to meet with Truman and proposes Berlin as the location.	August 8, 1945	Russia declares war on Japan and invades Manchuria.
May 7, 1945	The German armed forces in Europe surrender to the Allies.	August 9, 1945	The implosion model plutonium bomb, called Fat Man, is dropped on Nagasaki.
May 23, 1945	Tokyo is firebombed again, this time resulting in 83,000 deaths.	August 12, 1945	The Smyth Report, containing unclassified technical information on the bomb project, is released.
May 31-June 1, 1945	The Interim Committee meets to make recommendations on wartime use of atomic weapons, international regulation of atomic information, and legislation regarding domestic control of the atomic enterprise (the Committee's draft legislation becomes the basis for the May-Johnson bill).	August 14, 1945	Japan surrenders.
June 6, 1945	Stimson informs President Truman that the Interim Committee recommends keeping the atomic bomb a secret and using it as soon as possible without warning.	September 2, 1945	The Japanese sign articles of surrender aboard the U.S.S. <i>Missouri</i> .
June 1945	Scientists at the Metallurgical Laboratory issue the Franck Report, advocating international control of atomic research and proposing a demonstration of the atomic bomb prior to its combat use.	September 9, 1945	S-50 shuts down.
		September 1945	Y-12 shutdown begins.
		October 3, 1945	Truman advocates passage of the May-Johnson bill.

December 20, 1945	Senator Brien McMahon introduces a substitute to the May-Johnson bill, which had been losing support, including Truman's.
January 1946	Hearings on the McMahon bill begin.
June 14, 1946	Bernard Baruch presents the American plan for international control of atomic research.
July 1, 1946	Operation Crossroads begins with Shot Able, a plutonium bomb dropped from a B-29, at Bikini Atoll.
July 15, 1946	Operation Crossroads continues with Shot Baker, a plutonium bomb detonated underwater, at Bikini Atoll.
August 1, 1946	President Truman signs the Atomic Energy Act of 1946, a slightly amended version of the McMahon bill.
December 1946- January 1947	The Soviet Union opposes the Baruch Plan, rendering it useless.
January 1, 1947	In accordance with the Atomic Energy Act of 1946, all atomic energy activities are transferred from the Manhattan Engineer District to the newly created United States Atomic Energy Commission. The Top Policy Group and the Military Policy Committee had already disbanded.
August 15, 1947	The Manhattan Engineer District is abolished.
December 31, 1947	The National Defense Research Committee and the Office of Scientific Research and Development are abolished. Their functions are transferred to the Department of Defense.