

# ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Padova

---

INFN/TC-95/17  
6 Giugno 1995

A. Pascolini:

**DICEMBRE 1938 - AGOSTO 1945: CRONISTORIA DELLA BOMBA ATOMICA**

**SIS-Pubblicazioni**  
dei Laboratori Nazionali di Frascati



INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Sezione di Padova

INFN/TC-95/17  
6 Giugno 1995

## **DICEMBRE 1938 - AGOSTO 1945: CRONISTORIA DELLA BOMBA ATOMICA**

A. Pascolini

Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova,  
INFN-Sezione di Padova, Via Marzolo 8, I-35131 Padova, Italy

### **prefazione**

La realizzazione della bomba atomica, e lo sviluppo collaterale dell'energia atomica per scopi civili, costituiscono un momento epocale della storia. Oltre che risolvere la seconda guerra mondiale ed aggiungere una nuova forma di terrore all'immaginario collettivo, lo sfruttamento dell'energia nucleare ha in larga parte determinato l'evoluzione dell'economia mondiale, delle scelte politiche e delle relazioni internazionali degli ultimi 50 anni.

Accanto a questo impatto globale sulla storia e società contemporanee, gli eventi che hanno portato alla realizzazione della bomba hanno specificatamente creato nuovi rapporti fra la comunità scientifica e la società, con implicazioni sul modo di far ricerca, ponendo agli scienziati problemi etici cui non erano preparati ed imponendo loro una revisione dei rapporti di lealtà verso i propri governanti a fronte di una più profonda responsabilità nei confronti di tutta l'umanità.

Tutte queste problematiche sono emerse già in tutta la loro evidenza man mano che nei vari paesi procedevano le ricerche verso il controllo dell'energia liberata nella fissione nucleare, e tuttora non hanno trovato una definitiva soluzione, andando ad aumentare il fardello di problemi cruciali che il nostro secolo trasferirà al successivo.

Ripercorrere la cronistoria degli avvenimenti che in meno di sette anni hanno portato da una esotica scoperta scientifica ad una rivoluzione globale caratterizzante una nuova era può aiutarci a ripensare ai problemi posti dal ruolo che la presente civiltà riconosce alla scienza ed alla tecnologia, a fronte delle cruciali esigenze del rispetto dei valori umani più fondamentali.

*Padova, maggio 1995*

Alessandro Pascolini

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
22 dicembre 1938	Berlino	Otto Hahn e Fritz Strassmann (Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft)	osservano che collisioni di neutroni con nuclei di uranio inducono processi di scissione dell'uranio in due nuclidi ( <i>fissione nucleare</i> )
dicembre 1938	Svezia Copenaghen	Lise Meitner (profuga) Otto Frisch (profugo)	trovano che nella fissione nucleare i due prodotti generati sono circa uguali e che viene prodotta una quantità enorme di energia: circa 270MeV in ogni processo elementare contro i circa 5eV delle reazioni chimiche
dicembre 1938	Copenaghen	Niels Bohr	utilizza il suo modello nucleare a “goccia liquida” per spiegare la fissione nucleare: l'urto dei neutroni deforma e fa vibrare e torcere il nucleo fino a farlo spezzare
9 gennaio 1939	New York	Enrico Fermi	arriva alla Columbia University
15 gennaio 1939	Copenaghen	Frisch	misura l'energia prodotta nella fissione
16 gennaio 1939	New York	Bohr	informa gli scienziati americani della scoperta della fissione
25 gennaio 1939	New York	Herbert C. Anderson John R. Dunning	misurano l'energia prodotta nella fissione
26 gennaio 1939	Washington	Fermi	alla conferenza di fisica nucleare, avanza la possibilità di una reazione a catena: se nella fissione vengono emessi altri neutroni, questi possono a loro volta indurre ulteriori fissioni, e così via in un processo a cascata
28 gennaio 1939	Washington	Watson Davis	durante la conferenza di fisica nucleare comunica alla stampa che “il mondo sta per entrare nell'era dell'energia atomica”
29 gennaio 1939	New York Columbia Un.	i gruppi di Fermi e Dunning	iniziano un programma di studio sulla reazione a catena, misurando la probabilità di fissione ed il numero di neutroni emessi in ogni fissione
11 febbraio 1939	Londra	Meitner e Frisch	in un articolo di “Nature” danno il nome di “fissione” alla scissione dell'uranio, in analogia con la separazione delle cellule biologiche
15 febbraio 1939	Princeton	Bohr	suggerisce che il responsabile maggiore della fissione sia l'isotopo $^{235}\text{U}$ raro e non il più comune $^{238}\text{U}$ ; l' $^{235}\text{U}$ è solo lo 0,7% dell'uranio naturale
febbraio 1939	Parigi	Hans von Halban, Lew Kowarski e Frederic Joliot-Curie	trovano che i neutroni lenti sono più efficaci per produrre la fissione dell'uranio ed immergono l'uranio in idrogeno per rallentare i neutroni prodotti ( <i>moderatore</i> )
febbraio 1939	New York	Leo Szilard e Walter Zinn	studiano la fissione con neutroni lenti e trovano che in media vengono emessi circa 2 neutroni per fissione
febbraio 1939	New York	Szilard	cerca di convincere i ricercatori di non pubblicare i risultati sull'uranio, per le possibili implicazioni militari. Bohr e gli inglesi sostengono l'iniziativa, ma Fermi è contrario. Anche i francesi non accettano

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
marzo 1939	Parigi	von Halban, Kowarski e Joliot-Curie	trovano che vengono emessi $3,5 \pm 0,7$ neutroni per fissione
marzo 1939	New York	Fermi e Szilard	scoprono l'assorbimento risonante dell' $^{238}\text{U}$ che riduce la probabilità di fissione
15 marzo 1939	Europa	truppe tedesche	invadono la Cecoslovacchia
16 marzo 1939	New York Columbia	George B. Pegram capo del Dip. di Fisica	scrive all'amm. Stanford C. Hooper delle potenzialità dell'uranio quale esplosivo
18 marzo 1939	Washington	Fermi	tiene una conferenza al Ministero della Marina ad un piccolo gruppo di esperti e scienziati del Laboratorio di Ricerca della Marina (NRL)
21 marzo 1939	Washington	amm. Harold G. Bowen direttore del NRL	concede un finanziamento di 1500\$ per le ricerche sulla fissione
marzo 1939	Gottinga	Wilhelm Hanle	descrive un "bruciatore di uranio" in un colloquio all'università
marzo 1939	Germania	Georg Joos	segnala al Ministro dell'Educazione le problematiche legate alla fissione
marzo 1939	Berlino	Abraham Esau (presidente dell'Ufficio Tedesco delle Misure)	viene incaricato dal Ministro dell'Educazione di indire una conferenza sull'uranio
10 aprile 1939	Leningrado	Lev I. Rustinov e Georgii Nikolaevich Flerov	riferiscono in un seminario di aver misurato il numero di neutroni emessi per ogni fissione dell'uranio trovando $2 \pm 1$
24 aprile 1939	Berlino	Esau	presiede una conferenza che raccomanda al governo di comperare tutto l'uranio tedesco, impedire le esportazioni e negoziare contratti per acquisire il radium delle miniere d'uranio occupate in Cecoslovacchia
fine aprile 1939	Londra	George P. Thompson Imperial College of Science and Technology	informa il governo inglese sulle prospettive militari ed economiche della fissione e raccomanda di comperare più uranio possibile dal Congo belga ed intraprendere un programma di ricerche
1 maggio 1939	Parigi	Francis Perrin	pubblica un articolo sul problema della quantità minima di uranio necessaria per sostenere una reazione a catena ( <i>massa critica</i> ), tenendo conto che parte dei neutroni possono venir persi attraverso la superficie del campione: per l'uranio naturale trova che la massa critica sfiora le 40t, che si riducono a 12t utilizzando un "riflettore" esterno che impedisca ai neutroni prodotti di sfuggire
15 maggio 1939	Parigi	Perrin	pubblica un articolo su un reattore a neutroni lenti autostabilizzante moderato ad acqua e controllato da barre di cadmio, che assorbe neutroni; in questo caso la massa critica si riduce a 5t

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
primavera 1939	Princeton	Bohr e John A. Wheeler	studiano dal punto di vista teorico vari aspetti del meccanismo della fissione nucleare e forniscono motivazioni a supporto dell'importanza dell' $^{235}\text{U}$ per la fissione
primavera 1939	New York	Dunning	ritiene impossibile una reazione a catena in uranio naturale e si dedica allo studio dell' $^{235}\text{U}$ e dei mezzi per separare gli isotopi
primavera 1939	New York	Fermi	ritiene che una reazione a catena nell'uranio naturale sia possibile e più facile da realizzare rispetto alla produzione di sufficiente $^{235}\text{U}$ puro
primavera 1939	New York	Fermi e Dunning	coordinano le proprie ricerche
primavera 1939	Berlino	Paul Harteck e Wilhelm Groth chimico-fisici	segnalano al Ministero della Guerra che i recenti sviluppi in fisica nucleare rendono probabilmente possibile realizzare un esplosivo molti ordini di grandezza più potente di quelli convenzionali
9 giugno 1939	Berlino	Siegfried Flügge	discute in un articolo le condizioni per sostenere una reazione a catena e vari aspetti della massa critica: per ossido d'uranio in polvere trova 4,2t
giugno 1939	New York	Fermi, Anderson, Szilard e Zinn	confermano l'importanza dei neutroni lenti per la fissione dell' $^{235}\text{U}$ e quindi la necessità di un moderatore per i neutroni prodotti. Si convincono che l'acqua non può venir usata, pur essendo il miglior moderatore, perché assorbe troppi neutroni, e che ha un'importanza cruciale la forma geometrica della struttura uranio + moderatore ( <i>pila</i> da "pile" = mucchio)
14 giugno 1939	Londra	Rudolf Peierls rifugiato tedesco	completa un articolo (che verrà pubblicato solo in dicembre) sulla massa critica, espressa in funzione dei parametri nucleari. Sulla base dei dati disponibili, trova che per l' $^{235}\text{U}$ la massa critica è di pochi kilogrammi
3 luglio 1939	New York	Szilard	suggerisce quale moderatori la grafite e l'acqua pesante ( $D_2O$ anziché $H_2O$ ). Data la difficoltà di produrre sufficiente $D_2O$ propone di partire immediatamente con un programma basato sulla grafite
10 luglio 1939	Washington	Ross Gunn consulente tecnico del NRL	informa Szilard che l'NRL non può sostenere la ricerca sulla fissione per restrizioni governative sui contratti
luglio 1939	Ann Arbor	Fermi	si reca all'università del Michigan ove studia l'assorbimento dei muoni (mesotroni) dei raggi cosmici
estate 1939	Londra	Thompson e P.B. Moon	studiano all'Imperial College la fissione con ossido d'uranio moderato ad acqua e concludono che un tale sistema non produce reazioni a catena
estate 1939	USA	Werner Heisenberg	visita Ann Arbor e Chicago. Discute con Fermi delle possibili applicazioni, anche militari, della fissione. Rifiuta la proposta di Fermi di fermarsi negli USA per non abbandonare i giovani ricercatori tedeschi

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
15 luglio 1939	Nassau Point	Szilard e Eugene P. Wigner	visitano Albert Einstein e gli chiedono di scrivere alla regina Elisabetta del Belgio, sua amica, mettendola in guardia contro la fornitura alla Germania di uranio del Congo Belga, dato il possibile uso a fini militari
16 luglio 1939	New York	Szilard	incontra l'economista Alexander Sachs, in relazioni dirette con Roosevelt ed interessato allo sviluppo delle ricerche sulla fissione. Sachs suggerisce che Einstein scriva al Presidente una lettera che egli avrebbe recapitato personalmente
2 agosto 1939	Nassau Point	Albert Einstein	scrive a Roosevelt una lettera concepita con Szilard, Edward Teller e Wigner in cui si annuncia come prossime la realizzabilità della fissione a catena e le conseguenti applicazioni energetiche e militari; si segnala il pericolo di iniziative tedesche e si suggerisce di affidare a qualcuno il compito di seguire gli sviluppi delle ricerche e di promuoverle
estate 1939	Leningrado	Yakov B. Zeldovich e Yuli Borisovich Khariton	spiegano in un seminario le condizioni per una esplosione nucleare e ne stimano la potenza
estate 1939	Berlino, KWG	Flügge	conclude che la fissione dell'uranio può produrre esplosioni estremamente violente
1 settembre 1939	Europa	la Germania	invade la Polonia
3 settembre 1939	Europa	Regno Unito, Australia, Nuova Zelanda e Francia	dichiarano guerra alla Germania
settembre 1939	Europa	Francia, Germania e Regno Unito	bloccano la pubblicazione di articoli sull'uranio; URSS, USA e gli altri paesi neutrali continuano le pubblicazioni
settembre 1939	Berlino	il comando degli armamenti tedesco (Heereswaffenamt)	crea un programma di ricerca per l'uso pratico dell'energia atomica ( <i>Progetto Uranio</i> ), sotto la direzione di Schumann e la responsabilità amministrativa di Kurt Diebner. Fra gli altri ne fanno parte Bothe, Clusius, Döpel, Geiger, Hahn, Harteck, Heisenberg, Joos e von Weizsäcker. Su richiesta di Schumann, il centro scientifico del progetto viene stabilito all'istituto di fisica della KWG a Berlino-Dahlem. I due temi principali da studiare sotto la direzione di Diebner e Erich Bagge sono l'uso dell'acqua pesante quale moderatore e la separazione degli isotopi dell'uranio
11 ottobre 1939	Washington	Alexander Sachs	illustra a Roosevelt la lettera di Einstein ed un promemoria di Szilard. Roosevelt conclude che "si richiede un'azione"
12 ottobre 1939	Washington	Roosevelt	istituisce il Comitato Consultivo sull'Uranio (ACU) per esaminare il problema in cooperazione con Sachs: presidente Lyman J. Briggs, direttore del National Bureau of Standards, membri: comandante Gilbert C. Hoover (marina) e ten.col. Keith F. Adamson

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
17 ottobre 1939	Europa	l'URSS	invade la Polonia
19 ottobre 1939	Washington	Roosevelt	scrive una lettera di ringraziamento ad Einstein
21 ottobre 1939	Washington	Lyman J. Briggs	riunisce l'ACU con due fisici di Washington e Szilard, Wigner e Teller
26 ottobre 1939	Washington	Szilard	invia a Briggs un promemoria su "la possibilità di un esperimento a grande scala nell'immediato futuro", con un programma d'azione dettagliato nella prospettiva della realizzazione di una bomba a fissione
30 ottobre 1939	Parigi	il gruppo francese	trova una formula che lega il "fattore di riproduzione" $k$ (rapporto fra il numero di neutroni alla generazione $m$ rispetto a quello della generazione $m - 1$ ) ai parametri della fissione; depositano la formula in un documento sigillato all'Accademia delle Scienze, che resterà segreto fino alla fine della guerra. La loro formula non è completa, trascurando il contributo delle fissioni prodotte dai neutroni veloci
autunno 1939	Berlino	il Progetto Uranio	nella sua prima riunione individua due linee di approccio: 1) la separazione dell' $^{235}\text{U}$ , utilizzabile sia per esplosioni che per produrre energia: la separazione presenta dei problemi tecnici estremamente difficili; 2) la miscelazione dell'uranio naturale con opportuni moderatori per rallentare i neutroni ed evitare l'assorbimento parassita: in tale caso si può ottenere energia ma non esplosivi. Vengono proposte due linee di ricerca: lo sviluppo di metodi per la separazione dell' $^{235}\text{U}$ , e la misura delle probabilità di varie reazioni per trovare processi alternativi
autunno 1939	Berlino	Paul Harteck	suggerisce che nel reattore conviene tenere separato il moderatore dall'uranio
1 novembre 1939	Washington	l'ACU	presenta a Roosevelt un rapporto in cui si sottolinea la possibilità della reazione a catena che, se controllabile, potrebbe servire per la propulsione di sommergibili e, se esplosiva, fornire bombe di potenza mai vista. Raccomanda il supporto alle ricerche cruciali in corso con 6.000\$ (4t di grafite e 50t di ossido di uranio). La Carnegie Institution investe nelle ricerche sull'uranio altri 20.000\$
novembre 1939	Khar'kov	A.I. Leipunskii	presenta alla Quarta Conferenza di Fisica Nucleare una rassegna sulla fissione e discute le condizioni per una reazione a catena
30 novembre 1939	Europa	l'URSS	invade la Finlandia
dicembre 1939	Leningrado	Zeldovich e Khariton Istituto di Chimica-fisica	pubblicano un articolo sulle condizioni per realizzare una reazione di fissione a catena in un reattore
6 dicembre 1939	Berlino	Heisenberg	presenta un rapporto sull'uso dell'energia atomica in reattori nucleari: l'acqua non è un buon moderatore, mentre si può realizzare una pila ad acqua pesante o carbonio molto puro; per determinare la quantità di uranio e la struttura ottimale della pila propone la realizzazione di una serie di prototipi

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
gennaio 1940	Parigi	il gruppo di Joliot-Curie	pubblica i suoi risultati sulla reazione a catena in $D_2O$ : con tale moderatore si può arrivare molto vicini alla reazione a catena con uranio naturale
gennaio 1940	Leningrado	Zeldovich e Khariton	propongono in un articolo l'uso di acqua pesante e carbone quali moderatori
gen/febb 1940	New York	Anderson	studiando l'assorbimento risonante dell' $^{238}U$ valuta l'importanza dell'elemento di numero atomico 94 (plutonio), che si viene a formare in seguito a decadimenti radioattivi, quale esplosivo nucleare date le sue analogie con l' $^{235}U$ . Una reazione a catena con U naturale può fornire plutonio per reazioni a catena esplosive
febbraio 1940	Berlino	Heisenberg	presenta al Comitato Uranio un rapporto sulla reazione a catena: conclude che un sistema di uranio naturale moderato ad acqua non può divenire critico, mentre una reazione a catena è altamente probabile in acqua pesante
7 marzo 1940	Princeton	Einstein	scrive d'accordo con Szilard e Sachs una lettera nominalmente rivolta a Sachs ma intesa per Roosevelt, in cui mette in evidenza la necessità di azioni più incisive ed i pericoli di un'iniziativa tedesca. Presenta l'intenzione di Szilard di pubblicare i propri risultati
19 marzo 1940	Birmingham	Peierls e Frisch	invisano a Henry Tizard (rettore del Imperial College) due memorandum riservati "sulle proprietà di una 'superbomba' radioattiva", e "sulla costruzione di una 'superbomba' basata su una reazione nucleare a catena nell'uranio", sostenendo la possibilità di una bomba basata sull' $^{235}U$ , fissile per neutroni veloci: i neutroni lenti non permettono la realizzazione di una bomba, dato che si moltiplicano in tempi di $10^{-4}s$ , mentre per un'esplosione occorrono tempi di $10^{-8}s$ . Basta 1 kg di materiale fissile. Per controllare l'esplosione, la bomba dovrebbe essere costituita da due parti da riunire con la massima velocità al momento della detonazione. Si rendono conto delle difficoltà della separazione dell' $^{235}U$ , ma ritengono che varrebbe la pena realizzare un impianto di separazione anche se costasse come una nave da battaglia. Suggestiscono che si debba iniziare un programma per la bomba per contrastare gli sviluppi tedeschi e poter usare la bomba come deterrente. Presentano un'analisi degli effetti dell'arma e ne suggeriscono l'uso contro grandi concentrazioni militari
marzo 1940	New York	Dunning e Alfred O.C. Nier	confermano sperimentalmente l'importanza dell' $^{235}U$ nella fissione
9 aprile 1940	Europa	la Germania	invade la Norvegia e la Danimarca
aprile 1940	New York	Fermi	riceve la grafite e l'uranio per gli esperimenti
27 aprile 1940	Washington	l'ACU	si riunisce con Pegram, Fermi, Szilard e Wigner. Dà priorità ad esperimenti su piccola scala con la pila a grafite e incoraggia ricerche nelle università sulle tecniche di separazione dell' $^{235}U$

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
aprile 1940	Leningrado	Flerov e Rustinov	misurano il numero dei neutroni secondari emessi nella fissione
primavera 1940	USA	il National Research Council	istituisce il Reference Committee con il compito di “controllare la politica delle pubblicazioni in tutti i campi di possibile interesse militare”
primavera 1940	Berlino	Walter Bothe, Döpel e Heisenberg	misurano sezioni d’urto efficaci di fissione
primavera 1940	Berlino	Jentschke e Prankl	misurano le masse e le energie dei prodotti di fissione
primavera 1940	URSS	V.I. Vernadskii	sollecita l’organizzazione in URSS di un programma per lo studio della fissione e delle sue implicazioni economiche, per l’individuazione delle risorse di uranio e per lo sviluppo di tecniche di separazione isotopica
10 maggio 1940	Europa	la Germania	invade l’Olanda, il Lussemburgo e il Belgio
maggio 1940	Londra	l’aeronautica inglese	a seguito del memorandum di Frisch e Peierls, istituisce il Sottocomitato per la Bomba ad Uranio (Comitato MAUD) sotto la direzione di George Thomson, con gruppi a Liverpool (James Chadwick), a Birmingham (Peierls), ad Oxford (per lo studio della separazione degli isotopi con Francis Simon) e all’Imperial Chemical Industries
15 maggio 1940	Berkeley	Edwin M. McMillan e Philip H. Abelson	pubblicano la scoperta dell’elemento 93, nettunio, e indicano la possibilità che decada in un elemento con 94 protoni e massa 239
21 maggio 1940	Washington	Vannevar Bush direttore della Carnegie Institution	indice una riunione sulla separazione dell’ <sup>235</sup> U e costituisce un sottocomitato scientifico con Harold C. Urey (Columbia), Pegram, Briggs, Marle A. Tuve (Carnegie), Jesse W. Beams (Virginia) e Gregory Breit (Wisconsin)
maggio 1940	Europa	la Germania	invade la Francia
maggio 1940	New York	Fermi	conferma che la grafite assorbe poco i neutroni
maggio 1940	New York	Pegram	viene convinto da Szilard ad impedire a Fermi di pubblicare le sue misure delle sezioni d’urto di assorbimento della grafite
27 maggio 1940	Dunquerque	l’esercito inglese	inizia la ritirata dall’Europa continentale
10 giugno 1940	Europa	l’Italia	dichiara guerra alla Francia ed al Regno Unito
14 giugno 1940	Europa	l’esercito tedesco	entra a Parigi
21 giugno 1940	Europa	la Francia	conclude l’armistizio con la Germania
16 giugno 1940	Europa	von Halban e Kowarski	portano a Londra dalla Francia la scorta francese di acqua pesante e comunicano al Comitato MAUD la loro formula per la reazione a catena

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
giugno 1940	Leningrado	Flerov e Konstantin Petrzhak	comunicano in un articolo la scoperta della fissione spontanea dell'uranio
giugno 1940	Londra	il Comitato MAUD	passa sotto il controllo del Ministero della Produzione per l'Aeronautica
25 giugno 1940	URSS	il Dipartimento Geologico e Geografico dell'Accademia delle Scienze	nomina Vernadskii capo di una "troika" per lo studio delle misure da prendere in vista delle applicazioni dell'energia atomica
27 giugno 1940	Washington	Roosevelt	viene convinto da Bush a istituire il Comitato delle Ricerche per la Difesa Nazionale (NDRC) per inserire scienziati nelle attività per la difesa e per studiare nuove applicazioni militari della scienza. Bush ne è presidente. L'ACU afferisce all'NDRC
1 luglio 1940	Washington	Briggs	informa l'NDRC che l'esercito e la marina finanziano lo studio della separazione isotopica con 100.000\$ amministrati dal NRL
2 luglio 1940	Washington	Fermi e Pegram	illustrano all'NDRC le prospettive della pila a grafite sottolineando la possibilità di produrre energia e neutroni per generare sostanze radioattive per usi biologici e terapeutici
2 luglio 1940	URSS	la "troika" di Vernadskii	presenta un memorandum al Presidium dell'Accademia delle Scienze per un programma di iniziative sul problema dell'uranio
10 luglio 1940	Europa	la RAF	inizia i bombardamenti notturni sulla Germania
luglio 1940	Washington	Lord Lothian ambasciatore UK in USA	propone a Roosevelt lo scambio di informazioni tecniche e scientifiche di interesse militare fra USA e UK, e suggerisce che una missione segreta inglese incontri gli esperti americani dell'esercito e marina. Roosevelt è d'accordo
30 luglio 1940	Mosca	il Presidium dell'Accademia delle Scienze	costituisce la Commissione Uranio, sotto la presidenza di Khlopin, con Vernadskii, Abram Fedorovich Ioffe, Igor' Vasil'evich Kurchatov, Khariton e Pëtr Leonidovich Kapitza
agosto 1940	Cambridge	i fisici francesi	iniziano le ricerche al laboratorio Cavendish
29 agosto 1940	URSS	Kurchatov, Khariton, Rusinov e Flerov	inviano una lettera a P.A. Svetlov (segretario permanente del Presidium dell'Accademia delle Scienze) "sull'uso dell'energia dell'uranio in una reazione a catena", indicando un programma di ricerche per l'immediato futuro: individuazione delle condizioni per la reazione a catena in uranio metallico, senza e con un moderatore ad acqua normale e pesante, misura di sezioni d'urto per i vari processi rilevanti, esame dei problemi legati alla produzione massiccia di acqua pesante, sviluppo di tecniche di arricchimento dell'uranio
estate 1940	Tokyo	Yoshio Nishina	inizia ricerche sulla bomba atomica nel laboratorio di Riken

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
estate 1940	Berlino	Flügge e Heisenberg	formulano la teoria dell'assorbimento risonante dell' $^{238}\text{U}$
estate 1940	Amburgo	Harteck ed il suo gruppo	individuano la distribuzione dei neutroni in varie configurazioni di una pila a $\text{U}_3\text{O}_8$ moderata a diossido di carbonio solido
estate 1940	Mosca	Leonid Kvasnikov (capo del Dipartimento di Scienza e Tecnologia dei Servizi Segreti)	sviluppa piani per penetrare nei laboratori occidentali per ottenere informazioni sulla ricerca atomica
estate 1940	Berlino	Carl Friedrich von Weizsäcker	osserva che in una pila viene prodotto anche $^{239}\text{U}$ e la sua serie radioattiva; l' $^{239}\text{U}$ dovrebbe avere proprietà analoghe all' $^{235}\text{U}$ per la fissione. Resta aperta la questione se la serie termini con un elemento 93 o 94 e la mancanza di ciclotroni in Germania impedisce una verifica. Comunque la pila può produrre grandi quantità di materiale fissile esplosivo
estate 1940	Washington	agenti federali	controllano l'affidabilità di Fermi e Szilard per associarli a lavoro segreto e concludono in modo negativo, ritenendo Fermi fascista e Szilard filotedesco
estate 1940	Germania	lo Heereswaffenamt	affida la produzione di $\text{U}_3\text{O}_8$ iperpuro alla Auer-Gesellschaft e la fusione in elementi di combustibile alla Degussa di Francoforte
6 settembre 1940	Washington	Bush	assegna 40.000\$ al gruppo di Fermi per sviluppare gli studi sulla reazione a catena, sempre cruciale per il programma
settembre 1940	Londra	il Comitato MAUD	crea un sottocomitato tecnico
settembre 1940	Washington	Henry Tizard rettore del Imperial College	guida la missione segreta inglese in USA per lo scambio di informazioni tecnico-scientifiche. Informa l'NDRC sulle ricerche nucleari in corso in UK nell'ambito del MAUD, in cui sono confluiti i ricercatori francesi
settembre 1940	Washington	Bush	ristruttura l'ACU sempre sotto Briggs ma senza militari e stranieri. Nomina nuovi membri: Tuve, Pegram, Beams, Gunn e Urey
settembre 1940	Tokyo	Nishina	propone al Sesto Istituto Tecnologico dell'Esercito di sostenere le ricerche sulla bomba atomica
25 ottobre 1940	Washington	l'NDRC	approva un accordo di cooperazione scientifico-tecnica in campo militare fra UK e USA
autunno 1940	Cambridge (USA)	George B. Kistiakowsky Harvard	trova promettente il metodo di separazione per diffusione gassosa degli isotopi dell'uranio
autunno 1940	New York	Fermi	trova che il numero medio di neutroni prodotti nella fissione dell'U naturale è 1,73, e che quindi per ottenere una reazione a catena occorre ridurre al minimo le impurità

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
autunno 1940	Berlino	il Progetto Uranio	realizza la prima pila a $U_3O_8$ e paraffina, e le sue caratteristiche vengono misurate, in vista di una pila a $D_2O$
autunno 1940	Germania	l'industria tedesca	non riesce a produrre grafite abbastanza pura per la pila atomica
autunno 1940	New York	Szilard	suggerisce di distribuire l'uranio in blocchetti nella pila anziché uniformemente per ridurre l'assorbimento parassita
autunno 1940	Washington	J. Edgard Hoover direttore dell'FBI	manda agenti da Einstein per avere la sua opinione sulla lealtà di Fermi e Szilard. Ottenuta la sua dichiarazione positiva, autorizza la loro partecipazione al programma di ricerche
autunno 1940	Princeton	Henry D. Smyth	inizia la collaborazione con Fermi. Nel suo gruppo ci sono: Wheeler, Wigner, Robert R. Wilson e Edward C. Creutz
autunno 1940	Washington	Philip Abelson	sviluppa la tecnica della separazione isotopica mediante diffusione termica della fase liquida presso il National Bureau of Standards
5 novembre 1940	Washington	Roosevelt	viene rieletto Presidente
26 novembre 1940	Mosca	Igor' Vasil'evich Kurchatov	presenta alla Quinta Conferenza di Fisica Nucleare un rapporto "sulla fissione dei nuclei pesanti", affermando la realizzabilità di una fissione a catena o con uranio naturale ed un moderatore ad acqua pesante o con uranio arricchito e moderatore ad acqua o carbonio, in una configurazione omogenea
30 novembre 1940	Mosca	la Commissione Uranio	approva le proposte di Kurchatov per l'organizzazione delle ricerche sull'uranio
9 dicembre 1940	Nord Africa	l'Ottava Armata inglese	inizia le operazioni in Egitto ed in Libia
inverno 1940	URSS	vari scienziati	studiano secondo le indicazioni della Commissione Uranio vari processi per ottenere una reazione a catena: con uranio naturale, con uranio arricchito moderato ad acqua od ad acqua pesante o a carbone, con $^{235}U$ puro
dicembre 1940	New York	Beniamino Segrè Radiation Laboratory Berkeley	discute con Fermi e Pegram la possibilità di usare i ciclotroni del Radiation Laboratory (RL) di Berkeley per produrre plutonio e misurarne le proprietà fisico-chimiche, in particolare la fissione
dicembre 1940	Tokyo	l'esercito giapponese	garantisce il sostegno alle ricerche sulla bomba atomica
dicembre 1940	Tokyo	il gruppo di Nishina	affronta ampie ricerche sulla misura della sezione d'urto di fissione dell'uranio e altri aspetti della bomba atomica
16 dicembre 1940	New York	Fermi, Pegram, Segrè e Ernest O. Lawrence (direttore del RL)	definiscono un programma di ricerche al nuovo ciclotrone da 60" del RL per lo studio delle proprietà della fissione del plutonio con neutroni lenti e veloci
dicembre 1940	Cambridge	von Halban e Kowarski	completano una pila ad acqua pesante e trovano un $k_\infty > 1$

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
inverno 1940	Rjukan (Norvegia)	il gruppo di Harteck	sviluppa metodi per aumentare la produzione di acqua pesante nell'impianto della Norsk Hydro, rispetto ai correnti 10-20 litri al mese
genn/marzo 1941	USA	la classe politica americana	è divisa sul problema dell'appoggio al Regno Unito e sul coinvolgimento americano nel conflitto
febb/marzo 1941	Berkeley	Lawrence	considera la possibilità di convertire il ciclotrone da 37" in uno spettrometro di massa di eccezionale potenza per separare l' <sup>235</sup> U
23 febbraio 1941	Berkeley	Glenn T. Seaborg	identifica chimicamente l'elemento 94, che chiama plutonio
17 marzo 1941	Cambridge (USA)	Lawrence	discute con Karl Compton (NDRC) e Alfred L. Loomis (direttore delle ricerche sul radar della marina) dell'impostazione delle ricerche e dell'inadeguatezza dello sforzo americano, delle carenze dell'ACU, della mancanza di scambio di informazioni fra gli scienziati operanti nei vari settori
17 marzo 1941	Cambridge (USA)	Karl Compton	riporta a Bush per telefono le critiche di Lawrence e suggerisce che Lawrence sostituisca o affianchi Briggs all'ACU per un certo tempo
20 marzo 1941	Washington	Bush	nomina Lawrence consulente di Briggs. Lawrence sviluppa immediatamente le ricerche sul Pu a Berkeley e dispone che Nier produca 5μg di <sup>235</sup> U puro per gli inglesi
primavera 1941	New York	Harold C. Urey	sviluppa la tecnica di separazione isotopica mediante centrifugazione in parallelo con Beams alla Virginia University. Riesamina il progetto di una reazione a catena con D <sub>2</sub> O come moderatore e conferma che ha una buona probabilità di riuscita
marzo 1941	Londra	James Bryant Conant presidente di Harvard	visita i laboratori inglesi con una missione scientifica americana, che partecipa alle riunioni della Commissione MAUD
25 marzo 1941	Berkeley	Segrè e Seaborg	scoprono la fissione del Pu con neutroni lenti
primavera 1941	Leningrado	Zeldovich, Gurevich e Khariton	determinano la massa critica per l' <sup>235</sup> U
primavera 1941	Amburgo	Harteck ed il suo gruppo	non riescono ad arricchire l'uranio con il metodo a diffusione termica di Clusius-Dickel
primavera 1941	Tokyo	Hideki Tojo primo ministro	ordina a Takeo Yasuda, capo dei Laboratori Tecnici dell'Arma Aerea di investigare la possibilità di un'arma a fissione. Yasuda trasmette l'ordine al laboratorio di Riken
primavera 1941	Heidelberg	Bothe e J.Hans D. Jensen	si convincono che una pila a grafite e berillio non può funzionare

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
primavera 1941	New York	Fermi	studia una serie di esperimenti “esponenziali” per individuare le dimensioni finali di una pila critica e la sua struttura ideale
aprile 1941	Washington	Bush	chiede all’Accademia Nazionale delle Scienze (NAS) di rivedere il programma di ricerche sull’uranio per decidere se ci sia “un chiaro approccio a risultati militari di grande importanza”
aprile 1941	Londra	Frederick L. Hovde	dirige la missione americana in UK per la collaborazione scientifica UK-USA
aprile 1941	Washington	Charles G. Darwin	istituisce il British Central Scientific Office per la collaborazione scientifica UK-USA
aprile 1941	Princeton	Rudolph Ladenburg profugo tedesco	informa per lettera Briggs che il gruppo di Heisenberg lavora alla bomba ad uranio, ma che Heisenberg sta rimandando il progetto il più possibile temendo le conseguenze dell’eventuale successo
17 maggio 1941	Washington	Arthur Compton presidente del Comitato della NAS	presenta il rapporto conclusivo che individua 3 applicazioni militari: armi radiologiche, propulsione navale e armi esplosive. Riene tuttavia che tali realizzazioni siano incerte e richiedano fra 3 e 5 anni. La verifica della reazione a catena resta prioritaria e può avvenire in 18 mesi. Bush non è soddisfatto
1 giugno 1941	Leningrado	il gruppo di Kurchatov	inizia le prove del nuovo ciclotrone dell’Istituto Fisico-Tecnico diretto da Ioffe
giugno 1941	Berkeley	Segrè e Seaborg	misurano la probabilità di fissione del Pu con neutroni lenti e la trovano 1,7 volte maggiore di quella dell’ <sup>235</sup> U
giugno 1941	New York	Fermi	presenta un rapporto sui problemi tecnologici di una pila a grafite
22 giugno 1941	Europa	la Germania	attacca la Russia
giugno 1941	URSS	Stalin	sospende le ricerche sovietiche sull’uranio
28 giugno 1941	Washington	Roosevelt	su indicazione di Bush, crea l’Ufficio della Ricerca Scientifica e dello Sviluppo (OSRD) che riferisce direttamente al Presidente e ingloba l’NDRC. L’ACU viene a dipendere dal OSRD con il nome di Sezione S-1. Bush è direttore dell’OSRD; Conant direttore dell’NDRC
7 luglio 1941	Londra	il Comitato MAUD	presenta due rapporti: “uso dell’uranio per una bomba” e “uso dell’uranio quale sorgente energetica”. Si afferma che in una massa di più di 5 kg di <sup>235</sup> U ogni neutrone, anche veloce, produce fissione. Data la velocità dei neutroni, la reazione a catena è così rapida da produrre un’esplosione. Una bomba di 10 kg di <sup>235</sup> U può venir prodotta in due anni, utilizzando per la separazione dell’isotopo la diffusione gassosa, che Franz E. Simon sta sviluppando a Oxford

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
12 luglio 1941	Mosca	UK e URSS	firmano un accordo di mutua assistenza
luglio 1941	Washington	Charlie Lauristen	informa Bush del rapporto MAUD
luglio 1941	Berkeley	Segrè e Seaborg	misurano col ciclotrone la probabilità di fissione del Pu con neutroni veloci e la trovano 3-4 volte maggiore di quella dell'U naturale
18 luglio 1941	Washington	l'NDRC	raccomanda la realizzazione di contratti industriali per la costruzione di impianti pilota di separazione isotopica e per lo studio di strutture critiche ad acqua pesante
luglio 1941	Washington	Bush e Conant	definiscono un piano d'azione in vista di una decisione definitiva del Presidente sul programma militare basato sull'uranio
estate 1941	Lipsia	Heisenberg e Döpel	realizzano una pila subcritica ad ossido d'uranio con 150 litri di acqua pesante
estate 1941	Anacostia	Abelson	sviluppa la tecnica di separazione termica dell'uranio all'NRL per conto della Marina
agosto 1941	Berlino	Fritz Houtermans	prepara un rapporto riservato sulle condizioni fisiche per il mantenimento della reazione a catena, in particolare in un reattore a neutroni lenti, per produrre radionuclidi: individua la formula dei quattro fattori (senza il termine di fissione veloce), elenca i parametri nucleari essenziali da misurare, suggerisce che lavorando a bassa temperatura si può economizzare sull'arricchimento e che l'elemento 94 (plutonio) che si forma nel reattore può avere proprietà di fissione simili all' <sup>235</sup> U ed essere molto più semplice da separare
agosto 1941	Londra	Churchill	riferisce sulle ricerche del MAUD al Consiglio dei Capi di Stato Maggiore, insistendo sulla necessità di non restare fermi nello sviluppo di nuovi armamenti. Il Consiglio raccomanda un'azione immediata. Churchill istituisce un direttorato per continuare le ricerche nell'ambito del Dipartimento della Ricerca Scientifica ed Industriale sotto la direzione di Wallace A. Akers (Imperial Chemical Industries) e la supervisione a livello governativo di sir John Anderson, Lord President of the Council
estate 1941	USA	Marcus L.E. Oliphant australiano a Birmingham	visita gli USA informando William D. Coolidge (NAS) degli sviluppi inglesi; discute con Lawrence l'uso del ciclotrone quale separatore di massa e le potenzialità del Pu in alternativa all' <sup>235</sup> U. Imprime un senso di urgenza al programma americano
estate 1941	URSS	Nikolai N. Semenov	propone in una lettera al Commissario del Popolo di sviluppare un programma di ricerca sulle armi nucleari, ma non riceve risposta
settembre 1941	Londra	il Comitato MAUD	presenta i suoi rapporti a sir Anderson
settembre 1941	Mosca	UK, URSS e USA	partecipano alla Conferenza delle Tre Potenze

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
10 settembre 1941	URSS	l'esercito tedesco	inizia l'assedio di Leningrado
settembre 1941	Chicago	Carl Eckart	produce la formula dei quattro fattori per le condizioni di fissione a catena, che viene riformulata da Fermi ed utilizzata per lo sviluppo finale del reattore atomico
settembre 1941	Leningrado	Zeldovich e Khariton	pubblicano un articolo su vari aspetti della fusione. La seconda parte dell'articolo verrà tenuta segreta fino al 1983
6 ottobre 1941	Washington	Conant	riceve il testo ufficiale del rapporto MAUD
9 ottobre 1941	Washington	Roosevelt	incontra Bush ed il vicepresidente Henry A. Wallace. Bush sintetizza il rapporto MAUD. Roosevelt decide che si debba procedere in modo deciso per verificare se e con quali mezzi si possa produrre la bomba, e garantisce i necessari finanziamenti. Viene creato un comitato direttivo costituito dai presenti, Conant, il capo di stato maggiore George Marshall e il Segretario alla difesa Henry Stimson, che fino allora non aveva mai sentito parlare di armi atomiche. Bush deve predisporre un programma e sottoporlo al Presidente. Questa decisione di Roosevelt segna il momento cruciale per lo sviluppo delle armi nucleari
ottobre 1941	Londra	il Direttorato Tube Alloys	viene costituito nell'ambito del Dipartimento per la Ricerca Scientifica ed Industriale per lo sviluppo dell'energia e delle armi atomiche
ottobre 1941	Copenhagen	Heisenberg	visita Bohr e discute con lui dell'energia nucleare e dei possibili impieghi militari. Secondo Heisenberg una bomba atomica richiede uno sforzo immenso, ma può decidere l'esito della guerra, se questa dovesse continuare ancora a lungo. Bohr rimane scosso alla prospettiva di una corsa all'arma atomica fra Germania ed alleati
2 ottobre 1941	URSS	la Germania	inizia la battaglia di Mosca
ottobre 1941	Washington	Roosevelt	scrive a Churchill sulla cooperazione UK-USA sulla bomba atomica
autunno 1941	Copenhagen	Jensen fisico tedesco antinazista	visita Bohr assicurandolo che la Germania non sta sviluppando armi atomiche. Bohr lo ritiene un emissario nazista e non lo prende in considerazione
autunno 1941	Berlino	il gruppo di Diebner	realizza una grande pila di un reticolo di cubi di uranio in una matrice di paraffina e verifica l'importanza di una opportuna distribuzione del reticolo. Una pila con cubi di uranio in ghiaccio di $D_2O$ produce più neutroni che la pila di Lipsia. Si usano fino a 500 litri di $D_2O$
autunno 1941	Mosca	i Servizi Segreti	riferiscono dell'inizio di massicce ricerche sull'uranio in UK ed in USA, sulla base di un rapporto segreto preparato per Churchill, di cui si sono impadroniti
novembre 1941	URSS	Flerov	insiste con Sergei Kaftanov, responsabile scientifico del Comitato di Difesa dello Stato, perché vengano riprese le ricerche sull'uranio

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
6 novembre 1941	Washington	A. Compton	presenta alla NAS un rapporto richiesto da Bush il 9 ottobre, cui ha collaborato J. Robert Oppenheimer (Berkeley): una bomba basata sull' $^{235}\text{U}$ è fattibile facendo combaciare due masse sottocritiche di $^{235}\text{U}$ rapidamente in modo da superare la massa critica (stimata fra 2 e 100 kg). Il potere esplosivo potrebbe essere centinaia di tonnellate di TNT per kg di uranio. I metodi di separazione isotopica per centrifugazione e diffusione gassosa sembrano efficaci. Maggiori informazioni sono necessarie sul metodo basato sui ciclotroni. La separazione isotopica può costare fra 50 e 100 M\$ ed il resto del progetto altri 30M\$. Le prospettive del Pu sembrano basse visto che la pila di Fermi non ha raggiunto un fattore di riproduzione $k$ superiore a 0,87
6 dicembre 1941	Washington	Bush	decide di procedere allo sviluppo definitivo di una pila critica e di impianti di produzione. Ristruttura i vari comitati e crea un comitato di pianificazione diretto da Eger V. Murphree (ingegnere chimico, vice presidente della Standard Oil Development Company), con il compito di dirigere la parte di ingegneria. Nomina Urey capo delle ricerche sulla separazione isotopica con la diffusione e la centrifuga e sull'acqua pesante, Lawrence responsabile della separazione elettromagnetica e del Pu, A. Compton della teoria della bomba e della reazione a catena per produrre Pu e conserva Briggs a capo della Sezione S-1. Tutto il programma esce dall'NDRC poiché Roosevelt vuole che le informazioni sul progetto rimangano riservate al Comitato Ristretto
7 dicembre 1941	Pearl Harbour	il Giappone	bombarda la base navale americana. Gli USA entrano in guerra. Il Regno Unito dichiara guerra al Giappone
11 dicembre 1941	Berlino	la Germania	dichiara guerra agli USA
dicembre 1941	URSS	Flerov	scrive a Kurchatov proponendo il metodo "a cannone" per ottenere un'esplosione nucleare e descrivendo i vantaggi della compressione del materiale fissile
dicembre 1941	Germania	Kurt Diebner	si dichiara sicuro che si possa costruire una bomba ad $^{235}\text{U}$ o plutonio con una potenza 1 milione di volte quella di una quantità equivalente di dinamite. Stima necessaria una quantità di materiale fissile fra 10 e 100 kg. Heisenberg si dimostra molto più circospetto
inverno 1941	Heidelberg	Bothe e Flammersfeld	studiano su prototipi l'efficienza delle pile in funzione della loro forma
inverno 1941	Vienna	Stetter e Lintner	studiano le proprietà della fissione dell' $^{238}\text{U}$
dicembre 1941	Kazan'	Flerov	presenta un lavoro con soluzioni a vari problemi operativi della fissione dell'uranio e insiste sulla necessità di studiare la reazione a catena con neutroni veloci

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
16 dicembre 1941	Washington	Henry A. Wallace	riunisce Bush, Stimson, il Ministro del Bilancio Harold D. Smith; si decide di accelerare la costruzione degli impianti pilota e tutto il progetto. Bush suggerisce che la fase finale dello sviluppo della bomba passi sotto il controllo dell'esercito
18 dicembre 1941	Washington	la Sezione S-1	si riunisce: vengono assegnati a Lawrence 400.000\$; ad A. Compton 340.000\$ e 80 uomini per 6 mesi per la ricerca alla Columbia ed a Princeton; 278.000\$ e 58 uomini a Chicago; per Berkeley 12 uomini e 42.000\$, e 500.000\$ di materiali per la pila
24 gennaio 1942	Chicago	A. Compton	decide di concentrare le ricerche sull'impianto per la produzione di plutonio a Chicago creando il "Laboratorio Metallurgico", diretto da un Consiglio Ingegneristico, guidato da Thomas V. Moore. Samuel K. Allison inizia a costruire una pila esponenziale. Alla Columbia preparano un ultimo esperimento. Fermi si muove fra Chicago e New York
15 febbraio 1942	Asia	i Giapponesi	occupano Singapore
febbraio 1942	Lipsia	Heisenberg e Döpel	sostituiscono all'ossido d'uranio uranio metallico nella pila ad acqua pesante, ottenendo $k_{\infty} > 1$ e dimostrando la possibilità tecnica di produrre energia da una pila di dimensioni adeguate
26 febbraio 1942	Berlino	il Progetto Uranio	riferisce i suoi risultati al Ministro dell'Educazione, Rust, e a vari direttori di ricerche belliche. Heisenberg dichiara impossibile realizzare la bomba entro i prossimi 9 mesi. Il progetto uranio viene trasferito sotto il controllo del Consiglio delle Ricerche del Reich (Reichsforschungsrat) con la direzione di Esau
marzo 1942	Chicago	Samuel K. Allison	trova nella pila intermedia un fattore di riproduzione $k = 0,94 \pm 0,02$
9 marzo 1942	Washington	Bush	sottopone a Roosevelt un rapporto ottimistico sulle possibilità di produrre bombe atomiche entro l'estate 1943, dato che calcoli di Oppenheimer e Gregory Breit stimano la massa critica di $^{235}\text{U}$ fra 2,5 e 5 kg. Inoltre Oppenheimer calcola un'efficienza del 6%, il triplo di quanto supposto e quindi di 2 kton. Infine vi sono ottimistiche prospettive per la pila a grafite
aprile 1942	New York	Fermi	ottiene nella sua pila esponenziale un fattore $k$ superiore a 0,9 con la sorgente di Chicago
13 maggio 1942	New York	Fermi	ottiene nella sua pila $k = 0,995$ grazie a migliori misure e tecniche sperimentali
18 maggio 1942	USA	Gregory Breit	si dimette dall'incarico di coordinare gli esperimenti sulla fisica di base, per scetticismo sul progetto e disaccordi con A. Compton
primavera 1942	Kyoto	il gruppo di B. Arakatsu	inizia ricerche sulla bomba nell'ambito del progetto "F-Go"
primavera 1942	Amburgo	il gruppo di Harteck	sviluppa un'ultracentrifuga per l'arricchimento dell' $^{235}\text{U}$

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
primavera 1942	URSS	Flerov	scrive a Stalin che la realizzazione di una bomba atomica sarebbe “una genuina rivoluzione ... nella tecnologia militare”
primavera 1942	URSS	Sergei Kaftanov e Abram Fedorovich Ioffe	scrivono al Comitato di Difesa dello Stato chiedendo la creazione urgente di un centro di ricerca per lo sviluppo delle armi nucleari
primavera 1942	URSS	Lavrenti Beria	manda a Stalin un memorandum sull’inizio di ricerche sulle armi atomiche da parte degli occidentali
23 maggio 1942	Washington	Conant	riunisce i responsabili della Sezione S-1: Briggs, Murphree, A. Compton, Lawrence e Urey, per definire un programma di sviluppo e procedere alla realizzazione dei 4 approcci possibili alla bomba: separazione dell’ <sup>235</sup> U elettromagnetica, per diffusione gassosa o per centrifugazione, produzione di <sup>239</sup> Pu con un reattore a U naturale. Emerge la necessità di sviluppare tutti i programmi nel dubbio di quale possa essere il più sicuro, date le incertezze presenti, compreso un impianto per produrre D <sub>2</sub> O. Con circa 80 M\$ di impianti e 34 M\$ di esercizio per anno entro luglio 1944 alcune bombe atomiche potrebbero venir realizzate, e numeri maggiori negli anni successivi
maggio 1942	Washington	A. Compton	affida l’incarico di coordinare le ricerche di base a Oppenheimer, che accetta e richiede la collaborazione di un fisico sperimentale: viene scelto John H. Manley (Illinois)
6 giugno 1942	Berlino	il Comitato Uranio	riferisce i suoi risultati a Albert Speer, ministro della produzione bellica, e al maresciallo Erhard Milch: è possibile la produzione di energia atomica in una pila a uranio; in una tale pila ci si aspetta la produzione di materiale fissile esplosivo per armi nucleari; non vi sono previsioni della massa critica per una bomba; priorità è stata data alla produzione di energia; non si è individuato un metodo di separazione dell’ <sup>235</sup> U in grado di produrre una bomba atomica senza la realizzazione di impianti enormi e quindi praticamente impossibili; anche la produzione di proto-attinio per una bomba è praticamente impossibile. Speer conclude che il lavoro continui come prima a scala ridotta, con l’obiettivo di sviluppare una pila ad uranio per la produzione di energia. Questa decisione segna praticamente la fine delle ricerche tedesche per la bomba atomica
giugno 1942	Berkeley	Oppenheimer	crea un gruppo di ricerca teorica, con John H. van Vleck, Robert Serber, Teller, Emil J. Konopinski, Stanley P. Frankel, Hans H. Bethe, Eldred C. Nelson e Felix Bloch, che riesamina i risultati teorici e sperimentali alla luce dei nuovi dati
giugno 1942	Chicago	A. Compton	avvilito per la lentezza del programma atomico, chiede con urgenza un programma di contromisure a fronte della minaccia di una bomba atomica tedesca

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
18 giugno 1942	Chicago	il Consiglio Ingegneristico del Laboratorio Metallurgico	decide la struttura del reattore per la produzione di plutonio; abbandona la distribuzione ottimale trovata da Fermi per la sua impraticabilità operativa a favore di barre di uranio inserite nella pila a grafite con canali di raffreddamento attorno alle barre estraibili. Wheeler calcola che tale configurazione riduce il fattore $k$ di meno dello 0,5%
19 giugno 1942	Washington	Roosevelt	decide un "impegno illimitato" per le armi atomiche, la cui realizzazione viene affidata all'esercito sotto il nome di "Progetto DSM", sotto il comando del col. James C. Marshall. Le responsabilità tecnico-scientifiche ad un comitato esecutivo presieduto da Conant e composto da Briggs, A. Compton, Lawrence, Murphree e Urey
20 giugno 1942	Hyde Park	Roosevelt e Churchill	discutono delle ricerche sull'uranio e concordano per una piena collaborazione e parità nell'impresa; decidono di realizzare gli "impianti di ricerca" negli USA
25 giugno 1942	Chicago	il Consiglio Ingegneristico del Laboratorio Metallurgico	studia il problema del raffreddamento del reattore e sceglie per la prima fase il raffreddamento ad elio. Il primo passo viene individuato: la Stone & Webster costruisca nella foresta di Argonne un reattore da 100 MW moderato a grafite e raffreddato ad elio. Wigner e Gale Young studiano un progetto di raffreddamento ad acqua e Szilard uno a bismuto liquido
estate 1942	Washington	il progetto DSM	non riesce a decollare nelle mani dei militari per mancanza di decisioni, difficoltà di rapporti con gli scienziati ed insufficiente priorità nelle assegnazioni dei mezzi, che sono controllati da Donald M. Nelson, presidente del comitato per la produzione bellica
luglio 1942	Berkeley	Oppenheimer	scrive disperato che la guerra potrebbe venir perduta prima che gli americani riescano a trovare risposte ai problemi più urgenti
luglio 1942	Chicago	A. Compton	crea una divisione per lo studio degli effetti biologici delle radiazioni ed il controllo sanitario nei laboratori nucleari, sotto la direzione di Robert S. Stone
luglio 1942	Berkeley	il gruppo teorico	trova che la quantità di materiale fissile necessaria per la bomba è il doppio di quanto stimato nei rapporti presentati al Presidente in marzo. Emerge la possibilità di una bomba ancora più potente basata sui processi di fusione del deuterio
31 luglio 1942	Londra	Churchill	approva la proposta di sir Anderson di costruire un impianto pilota inglese di separazione a diffusione negli USA
estate 1942	Berkeley	Richard Tolman	propone una tecnica ad implosione per far raggiungere al materiale fissile la massa critica: vari parti sottocritiche possono venir montate su un anello circondato di esplosivo ed un'esplosione "convergente" può unirle in un sfera supercritica

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
estate 1942	Rjukan (Norvegia)	l'impianto della Norsk Hydro	aumenta la produzione di acqua pesante a 200 litri al mese
estate 1942	Chicago	Martin D. Whitaker e Zinn	realizzano una pila esponenziale con ossido d'uranio puro e predicono $k = 1,004$ per una pila critica con grafite e uranio puri
estate 1942	Chicago	Seaborg	sviluppa metodi chimici per isolare il Pu
estate 1942	Berlino	il Comitato Uranio	discute con tecnici della marina la possibilità di utilizzare pile ad uranio per la propulsione navale
estate 1942	Berkeley	Lawrence	coordina lo sviluppo del calutrone per la separazione elettromagnetica usando il ciclotrone gigante da 184", ottenendo risultati incoraggianti
estate 1942	Berlino	il Comitato Uranio	prepara una sede sotterranea per una pila di grandi dimensioni e compie studi sull'effetto di carbonio ed acqua quali coperture esterne della pila, sull'assorbimento di una serie di sostanze, sulla tecnologia della stabilizzazione termica per l'estrazione di energia. Iniziano difficoltà di approvvigionamento di materiali
estate 1942	USA	il Laboratorio Metallurgico	affronta vari problemi tecnici per la produzione industriale di uranio metallico di buona qualità ed individua nuove procedure basate sul tetrafluoruro di uranio
5 agosto 1942	Londra	sir John Anderson	scrive a Bush proponendo di costruire di un impianto pilota inglese a diffusione negli USA, di trasferire la pila a $D_2O$ in Canada e di inserire un membro inglese nel comitato direttivo dell'S-1. Propone una commissione congiunta sull'energia atomica per definire gli sviluppi postbellici, con l'eventuale inserimento dell'URSS e di altri paesi. Bush risponde di non ritenere opportuno al momento l'impianto pilota, ed assolutamente premature le problematiche post-belliche e le implicazioni internazionali e rimanda l'inserimento di inglesi nel Comitato S-1
12 agosto 1942	Mosca	Churchill, Stalin e Averill Harriman	si incontrano
18 agosto 1942	Chicago	Seaborg	riesce a isolare una quantità "visibile" di Pu puro
agosto 1942	Washington	il col. Kenneth D. Nichols responsabile delle forniture per l'S-1	data la difficoltà di ottenere rame per le bobine dell'impianto di separazione elettromagnetica, recupera 14.700t d'argento, messe a disposizione dalla zecca
agosto 1942	Londra	sir Anderson	manda a Bush proposte sulla collaborazione UK-USA sulle ricerche atomiche, chiedendo che gli inglesi possano costruire un impianto pilota in USA
1 settembre 1942	URSS	forze tedesche	occupano Stalingrado

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
settembre 1942	Washington	Nichols	acquista 1200t di minerale d'uranio del Congo belga, che era stato trasportato in USA nella primavera del 1942 per impedirne il sequestro da parte tedesca
13 settembre 1942	URSS	forze tedesche	entrano in Leningrado
17 settembre 1942	Washington	Bush	ottiene un nuovo comandante militare per il "Manhattan Engineer District" (MED), il col. Leslie R. Groves del genio, realizzatore del Pentagono, che si fa promuovere generale e che imprime immediatamente un decisivo impulso al progetto
settembre 1942	Washington	Bush	risponde a sir Anderson accettando alcune proposte minori, ma non risponde sulla richiesta dell'impianto inglese in USA
19 settembre 1942	Washington	il gen. Leslie R. Groves	si fa dare da Nelson la massima priorità per il progetto MED. Decide la scelta del sito per i laboratori di produzione del materiale fissile (uranio arricchito e plutonio): un'area di circa 230km <sup>2</sup> attorno alle colline del Bleak Oak Ridge nel Tennessee
23 settembre 1942	Washington	Henry Stimson	nomina il Comitato di Politica Militare presieduto da Bush, con Conant suo assistente, l'ammiraglio William R. Purnell per la marina ed il generale Wilhelm D. Styer per l'esercito
25 settembre 1942	Chicago	Moore e Miles C. Leverett	completano il progetto di una pila da 100 MW raffreddata ad elio
29 settembre 1942	Europa	UK e URSS	firmano un accordo per lo scambio di nuove armi presenti e future
1 ottobre 1942	Washington	Bush	informa sir Anderson dei nuovi sviluppi del progetto americano, che differiscono l'integrazione dei progetti inglese ed americano a dopo le prove degli impianti pilota di diffusione
13 ottobre 1942	Chicago	A. Compton	decide il piano delle pile: Fermi realizzi una pila da 100W ad Argonne senza raffreddamento, che il 1 giugno 1943 verrà distrutta per recuperare il plutonio, e Moore quella ad elio da completare entro il 1 novembre 1943
ottobre 1942	Bayonne (NJ)	la Westinghouse	responsabile dell'impianto pilota per la centrifugazione non riesce a produrre centrifughe dalle caratteristiche necessarie
ottobre 1942	Tokyo	la marina giapponese	affida al laboratorio Riken uno studio di fattibilità della bomba, in competizione con l'aeronautica
23 ottobre 1942	Egitto	il gen. Montgomery	inizia la controffensiva di El Alamein
24 ottobre 1942	New York	Dunning	fa il punto sulla separazione con diffusione gassosa: i vari materiali provati per i setti sono ancora inadeguati, per l'eccessiva corrosione, e non esiste un prototipo soddisfacente delle pompe. I tempi per un impianto pilota sono spostati al giugno 1943

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
26 ottobre 1942	Washington	Conant	riferisce a Bush lo sviluppo delle ricerche della Sezione S-1: non è emersa una direzione nettamente superiore alle altre; solo la separazione con centrifughe sembra decisamente debole
28 ottobre 1942	Knoxville (Tenn)	l'esercito americano	apre gli uffici del "Clinton Engineer Works", l'unità preposta alla realizzazione delle strutture per la produzione del materiale fissile: l'impianto di separazione elettromagnetica Y-12, gli impianti per la diffusione gassosa K-25, la pila e gli impianti di separazione del plutonio X-10, e le strutture di servizio, inclusa una città di 42.000 abitanti per ospitare gli operai ed i tecnici, oltre 500km di strade ed una ferrovia
29 ottobre 1942	Washington	Stimson	discute della Sezione S-1 con Roosevelt e suggerisce di ridurre al minimo gli scambi con gli inglesi
autunno 1942	Berlino	Albert Speer	accetta la proposta degli scienziati tedeschi di rinunciare alla realizzazione della bomba atomica: "lo sforzo imposto alla nostra economia per assicurare i materiali, le attrezzature ed i tecnici sarebbe troppo grande"
autunno 1942	Berkeley	Oppenheimer	si convince della necessità di un laboratorio specifico per la realizzazione finale della bomba, in modo da centralizzare le ricerche e creare un ambiente con la massima collaborazione degli scienziati ed al tempo stesso un ottimo isolamento per garantire la sicurezza ed il segreto
10 novembre 1942	Wilmington	Groves e A. Compton	incontrano i dirigenti della Du Pont cui propongono la realizzazione della produzione industriale di plutonio e dell'arricchimento dell'uranio in collaborazione con la Stone & Webster
14 novembre 1942	Washington	il Comitato Esecutivo dell'S-1	si riunisce ed approva la decisione di A. Compton, su suggerimento di Fermi, di costruire la pila critica a Chicago, nonostante il pericolo di un'esplosione nel mezzo dell'area urbana, dato che il sito proposto nella foresta di Argonne non è pronto. Viene discusso il problema della fissione spontanea del Pu ed il pericolo, segnalato da gli inglesi, che questa impedisca la realizzazione di una bomba al Pu, se non si ottiene con grandissima purezza. Viene costituito un comitato per la revisione completa della Sezione S-1, presieduto dall'ingegnere chimico Warren K. Lewis e composto da rappresentanti della Du Pont e da Murphree, che non partecipa ai lavori per una malattia
16 novembre 1942	Chicago	Fermi	inizia la costruzione della CP1 progettata per diventare critica
22 novembre 1942	New York	la Commissione Lewis	visita alla Columbia il laboratorio della diffusione gassosa e si convince della possibilità che possa fornire un approccio efficace, purché con una organizzazione del lavoro più adeguata

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
25 novembre 1942	Chicago	la Commissione Lewis	viene convinta della possibilità di produzione di plutonio di purezza ed in quantità adeguate per bombe
25 novembre 1942	Washington	Groves	viene autorizzato ad acquistare la mesa di Los Alamos, nel Nuovo Messico, suggerita da Oppenheimer quale sede del laboratorio per la realizzazione della bomba
28 novembre 1942	Berkeley	la Commissione Lewis	esamina i calutroni di Lawrence ma non rimane convinta della loro efficacia pratica a livello industriale
1 dicembre 1942	Washington	Groves	affida alla Du Pont la realizzazione degli impianti per la produzione di Pu. La Du Pont chiede 1\$ di utili, per evitare futuri giudizi negativi da parte dell'opinione pubblica. Roger Williams dirige le operazioni e ottiene pieno controllo sul programma, gettando le basi di dissapori con gli scienziati di Chicago
2 dicembre 1942	Chicago	Fermi	porta la CP1 alla criticità e realizza la prima reazione a catena controllata. Membri della Commissione Lewis assistono all'evento e si assicurano sulla fattibilità di reattori per la produzione di Pu. Il grande valore di $k$ ottenuto permette la realizzazione di reattori raffreddati ad aria o ad acqua
4 dicembre 1942	Washington	la Commissione Lewis	nel suo rapporto individua nella diffusione gassosa il metodo di arricchimento più affidabile e più sicuro e raccomanda di progettare e costruire un impianto a diffusione completo
9 dicembre 1942	Washington	il Comitato Esecutivo S-1	definisce un rapporto per il Presidente, in cui raccomanda la costruzione di un reattore nucleare per la produzione di plutonio, senza fasi intermedie; esclude l'approccio basato sulla centrifugazione, mantiene il programma per la diffusione gassosa e per un piccolo impianto elettromagnetico, da estendere eventualmente alle dimensioni finali; propone lo sviluppo della produzione di $D_2O$ a 2,5t al mese. Il bilancio totale sfiora i 400 M\$. Il programma mira in pratica alla creazione delle basi per una potenza nucleare e non per la realizzazione di qualche bomba
9 dicembre 1942	Washington	il Comitato di Politica Militare	ritiene che si possa iniziare la costruzione della bomba con buona probabilità entro la primavera 1945. Non sembra possibile che i tedeschi abbiano una bomba entro il 1943, ma è molto probabile che riescano a produrle un anno o almeno sei mesi prima degli USA: stima in 18 mesi l'attuale vantaggio tedesco
10 dicembre 1942	Anacostia	Groves e la Commissione Lewis	visitano il laboratorio di arricchimento termico di Abelson all'NRL. L'impianto può arricchire di un fattore 2 l'uranio. Il progetto interessa la marina per la propulsione di sommergibili. Bush, per seguire l'indicazione del Presidente di tener fuori la Marina dal progetto S-1, non intende inserire l'approccio termico fra quelli da perseguire nel progetto Manhattan

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
11 dicembre 1942	Washington	Conant e Wallace A. Akers	concludono una serie di incontri sulla collaborazione UK-USA. La posizione americana è di ridurre gli scambi ai soli settori in cui gli inglesi possono contribuire alla realizzazione della bomba in tempo utile per la guerra, e garantendo la massima riservatezza e sicurezza. Akers chiede piena partecipazione congiunta su tutti i progetti
14 dicembre 1942	Washington	Percival C. Keith	riceve la responsabilità dell'impianto di diffusione; per la realizzazione costituisce la Kellex, nel gruppo Kellog, e coinvolge la Carbide, destinata a gestire l'impianto. Cerca di dare un'impronta più operativa alle ricerche di base condotte alla Columbia, sotto la direzione di Dunning
dicembre 1942	Montreal	von Halban ed i fisici francesi	si trasferiscono in Canada dal Cavendish
dicembre 1942	Mosca	Kurchatov	viene chiamato a dirigere le ricerche sull'uranio
dicembre 1942	Giappone	i maggiori scienziati giapponesi	iniziano una serie di 10 "colloqui scientifici" per esaminare la fattibilità pratica di un'arma a fissione
28 dicembre 1942	Washington	Roosevelt	approva il programma proposto del Comitato Esecutivo S-1, determinando uno spostamento da un programma di ricerca nei laboratori scientifici sotto il controllo dell'OSRD ad uno sforzo di produzione definitiva da parte dell'industria privata sotto la supervisione dell'esercito. Il programma americano entra nella fase cruciale
28 dicembre 1942	Washington	Roosevelt	approva le raccomandazioni di Bush sui rapporti con gli inglesi, basate su di un rapporto di Conant, per una politica di scambi limitati a rapporti fra le industrie impegnate nella costruzione dei rispettivi impianti a diffusione e scambi scientifici sulla manifattura del plutonio e dell'acqua pesante
1 gennaio 1943	Washington	Groves	affida la responsabilità del laboratorio di Los Alamos all'Università della California
12 gennaio 1943	Chicago	A. Compton, Groves e Williams	convengono sulla costruzione di un reattore pilota a Oak Ridge da parte della Du Pont. Groves ne affida la gestione al Laboratorio Metallurgico, ma Compton è perplesso sia per l'interferenza coi i programmi ad Argonne, sia per la lontananza dalla zona di influenza dell'Università di Chicago

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
13 gennaio 1943	Berkeley	Groves	verifica il programma di separazione elettromagnetica di Lawrence con rappresentanti della Stone & Webster e della Tennessee Eastman, le ditte impegnate alla costruzione ed all'operazione dell'impianto Y-12. Il gruppo di Berkeley illustra uno schema del calutrone, una serie di magneti disposti in un percorso ellittico con 96 camere, in grado di separare circa 5gr di $^{235}\text{U}$ al giorno, da recuperare con processi chimici. Per Y-12 si prevedono 5 calutroni; ogni camera richiede un proprio pannello di controllo. L'industria si trova di fronte per la prima volta alla realizzazione di un enorme impianto da vuoto. Su queste basi si definisce il progetto degli edifici. Groves vuole il primo calutrone in funzione per il 1 luglio 1943, senza passare per un impianto pilota
gennaio 1943	Giappone	Hantaro Nagaoka	in uno dei "colloqui di fisica" propone ricerche sistematiche di uranio in Birmania
14 gennaio 1943	Casablanca	Churchill e Roosevelt	si incontrano per definire la strategia globale
14 gennaio 1943	Casablanca	Churchill	informato da sir Anderson, affronta il problema della collaborazione UK-USA con Roosevelt e Harry Hopkins (assistente di Roosevelt); riceve vaghe rassicurazioni da Roosevelt e promesse da Hopkins
gennaio 1943	Chicago	Cooper e Seaborg	sviluppano due metodi per la separazione industriale del Pu e costruiscono un impianto pilota
gennaio 1943	New York	Edward O. Norris e Francis G. Slack	costruiscono nel laboratorio Schermerhorn alla Columbia un impianto pilota per la produzione di setti di nickel per la separazione a diffusione gassosa
26 gennaio 1943	Washington	Groves e Conant	incontrano un gruppo inglese guidato da Akers, che protesta per la politica restrittiva americana, e ribadiscono la loro posizione
gennaio 1943	Washington	Groves	decide di costruire gli impianti per la produzione di Pu in una zona desertica del Washington nei pressi del villaggio di Hanford, per garantire la massima sicurezza al progetto e ridurre i possibili rischi ambientali
febbraio 1943	Chicago	Fermi	spegne la pila CP-1 e col suo materiale inizia la costruzione ad Argonne della CP-2, di pochi kW di potenza, ma con adeguate protezioni per una larga classe di ricerche
11 febbraio 1943	URSS	il Comitato di Difesa dello Stato	crea un programma ricerca tecnica e scientifica sull'uso dell'energia nucleare sotto la direzione di Kurchatov
16 febbraio 1943	Chicago	Moore, Whitaker e Wheeler	definiscono il progetto per il reattore di Oak Ridge: una pila di 1500t di grafite e 60t di uranio, raffreddata ad aria, con una potenza di 1MW, per fornire Pu per gli studi di separazione

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
25 febbraio 1943	Washington	Conant e Groves	scrivono ad Oppenheimer le condizioni per gli scienziati di Los Alamos: la responsabilità operativa generale a Groves e quella della ricerca scientifica a Oppenheimer; il laboratorio rimane civile con l'assistenza militare per i servizi e la sicurezza per 10 mesi e quindi diventa un'installazione militare. Il personale si deve impegnare ad un rigoroso segreto. (Di fatto il laboratorio resterà sempre civile)
febbraio 1943	USA	Keith	propone di affidare alla Allis-Chalmers la produzione delle pompe per l'impianto a diffusione; firmato il contratto, viene costruito un nuovo impianto presso Milwaukee
7 marzo 1943	URSS	Kurchatov	riferisce a Mikhail Pervukhin, vice presidente del Consiglio dei Commissari del Popolo, sul confronto fra i risultati ottenuti dagli scienziati sovietici e le informazioni fornite dallo spionaggio sulle ricerche in corso in occidente. Ritiene sospetto che gli occidentali preferiscano la diffusione alle centrifughe per arricchire l'uranio
7 marzo 1943	Boston	Groves	in un incontro con la Stone & Webster per riesaminare il programma Y-12, congela il progetto dei calutroni e decide la realizzazione di un secondo tipo di calutroni ( <i>beta</i> ) da utilizzare in cascata dopo i primi, per completare la separazione un un processo a due stadi
10 marzo 1943	Chicago	A. Compton	accetta che il Laboratorio dell'Università di Chicago gestisca il reattore di Oak Ridge e affida la direzione del programma, denominato "Clinton Laboratory", a Whitaker
15 marzo 1943	Los Alamos	Oppenheimer	inizia l'attività del laboratorio. Si affrontano i problemi basilari per la realizzazione della bomba: la determinazione della massa critica e della massa efficace (quella che garantisce la massima efficienza), i problemi di predetonazione, del meccanismo di innesco, lo studio sperimentale delle proprietà dell' <sup>235</sup> U e Pu e dei tempi di emissione dei neutroni, cruciale per l'effettivo funzionamento dell'esplosione. Il personale vive a Santa Fe in attesa della realizzazione degli alloggi
20 marzo	Londra	Churchill	scrive a Hopkins insistendo per un chiarimento della posizione USA sulla collaborazione. Gli americani sono convinti che gli inglesi siano di fatto interessati a sviluppare una loro potenza nucleare dopo la guerra, utilizzando i risultati degli USA e tergiversano la risposta. La collaborazione resta di fatto bloccata
marzo 1943	Wilmington	Groves e Williams	definiscono la struttura del centro di Hanford: 3 reattori raffreddati ad acqua, 4 impianti di separazione del Pu ed un impianto per la produzione di elementi del combustibile di uranio, con impianti di trattamento di acqua sufficienti ad una città di 1 milione di abitanti; inoltre si trasforma il villaggio di Richland in una città per ospitare il personale

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
22 marzo 1943	URSS	Kurchatov	riferisce a Pervukhin dell'importanza di una distribuzione appropriata dell'uranio nell'acqua pesante. Deduce dalle informazioni dei servizi segreti che gli occidentali stanno considerando la produzione di eka-renio-239 e eka-osmio-239 (nettunio e plutonio) in reattori a $^{238}\text{U}$ , per utilizzare i nuovi nuclidi quale materiale fissile. Intuisce le proprietà del plutonio e la possibilità di ovviare all'arricchimento dell'uranio. Affida a Zel'dovich il compito di calcoli quantitativi dettagliati del nuovo processo
marzo 1943	Tokyo	Nishina	presenta le conclusioni dei "colloqui di fisica" alla marina: non si stima fattibile una bomba giapponese prima di 10 anni, e solo al prezzo di 1/10 dell'energia elettrica disponibile in Giappone ed 1/2 del rame richiesto per le forze militari giapponesi; neppure gli USA potrebbero realizzarla nei tempi della guerra. La marina, ritenendo la guerra di breve durata, sospende il sostegno alle ricerche di Riken
marzo 1943	Tokyo	l'esercito	inizia a finanziare le ricerche atomiche del laboratorio di Riken con il nome in codice "Progetto Potenza Aerea" ( <i>Kokudoryoku Keikaku</i> )
marzo 1943	Monreal	von Halban e gli inglesi	studiano una pila ad acqua pesante
marzo 1943	Kyoto	il Centro Amministrativo della Flotta	sostiene con 600.000 yen il progetto "F-Go", anche se Arakatsu dichiara di non essere sicuro della fattibilità concreta della bomba, che stima possibile teoricamente. I fondi sono finalizzati alla realizzazione di un ciclotrone e una ultracentrifuga per la separazione dell'uranio. Al progetto non vengono tuttavia garantite le necessarie forniture
primavera 1943	Rjukan (Norvegia)	l'impianto della Norsk Hydro	viene sabotato da un'azione di comando
aprile 1943	Tokyo	Nishina	cerca di rendere il progetto di ricerca atomica di Riken più sistematico, con una serie di esperimenti paralleli da fondere in un'unica catena di decisioni tecniche. In particolare studia l'arricchimento mediante diffusione termica
aprile 1943	Decatur	la Houdaille-Hershey	inizia la costruzione di un nuovo impianto per la produzione di setti per la separazione a diffusione gassosa
14 aprile 1943	Los Alamos	il ciclotrone di Harvard	viene installato per studi sperimentali; sono stati portati a Los Alamos anche il Van de Graaff di Wisconsin ed il Cockcroft-Walton di Illinois
aprile 1943	Los Alamos	Seth H. Neddermeyer	ripropone la tecnica dell'implosione per far raggiungere al materiale fissile la massa critica; a differenza della proposta di Tolman, suggerisce una deformazione plastica del materiale fissile a seguito di esplosioni convergenti

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
aprile 1943	Chicago	Seaborg	ipotizza l'esistenza del nuclide $^{240}\text{Pu}$ , che può complicare la realizzazione di una bomba a fissione del Pu
aprile 1943	Los Alamos	Robert Serber	tiene una serie di lezioni introduttive al programma della bomba, facendo il punto sulle conoscenze certe ed i problemi aperti
aprile 1943	Los Alamos		per il raggiungimento della massa critica viene data priorità all'assemblaggio di due parti sottocritiche sparandole una contro l'altra con uno speciale "cannone"
primavera 1943	Mosca	L. Ya. Pomeranchuk e Gurievich	in uno dei seminari di Kurchatov individuano la struttura ottimale di un reattore eterogeneo
primavera 1943	Jannette (Penn)	Judson S. Swearingen (Elliott co)	completa il progetto per le pompe a diffusione
5 maggio 1943	Washington	il Comitato di Politica Militare	suggerisce di usare la bomba sulla flotta giapponese concentrata nel porto di Truk. Si preferisce evitare la Germania perché viene considerato più difficile per i giapponesi rispetto ai tedeschi che possano dedurre dall'esplosione informazioni per la realizzazione della loro bomba
10 maggio 1943	Los Alamos	la Commissione Lewis	visita il laboratorio e raccomanda che vi si sviluppi il processo di purificazione del Pu e la sua produzione metallurgica e l'ingegneria militare per la definizione dell'ordigno
maggio 1943	New York	Urey	diviene responsabile delle ricerche sulla diffusione gassosa (laboratorio SAM)
25 maggio 1943	Washington	Bush	incontra con Hopkins lord Cherwell (Frederick Lindemann), consigliere di Churchill, in occasione della conferenza Roosevelt-Churchill. Cherwell obietta al principio ispiratore della nuova fase di riservatezza degli americani, che li escludono dalla ricerca atomica, ed ammette l'interesse inglese a costruire un'arma per il dopoguerra. Hopkins obietta che i problemi del dopoguerra vanno definiti in un secondo momento e che Roosevelt non può prendere impegni oltre il suo mandato
25 maggio 1943	Washington	Roosevelt	ignaro dei risultati dell'incontro Bush-Cherwell, promette a Churchill di riprendere la collaborazione nel programma atomico
2 giugno 1943	Oak Ridge		iniziano i lavori di costruzione della centrale elettrica da 238 MW dedicata agli impianti di separazione. È la più grande mai costruita al mondo
giugno 1943	Princeton	Hugh S. Taylor	collabora alla verifica ed allo sviluppo di setti per la separazione a diffusione: i setti finora sviluppati risultano insoddisfacenti ed inadatti alla produzione industriale

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
24 giugno 1943	Washington	Roosevelt	su sollecitazione di Groves e del Comitato di Politica Militare, scrive a Groves ed Oppenheimer una lettera impostata da Conant, imponendo la massima riservatezza e sicurezza per il progetto. In pratica viene imposta una qualche compartimentazione delle informazioni fra i vari gruppi e ridotti gli interscambi fra i ricercatori di Los Alamos
20 luglio 1943	Washington	Roosevelt	sotto le pressanti insistenze di Churchill, scrive a Bush di riprendere un totale scambio di informazioni con gli inglesi, ed informa Churchill della decisione
22 luglio 1943	Londra	Churchill	presiede un incontro anglo-americano sulla bomba atomica protestando per il troncamento della collaborazione e proponendo un accordo formale per: impresa comune, libero scambio, impegno dei due governi a non usare la bomba uno contro l'altro, impegno a non trasferire informazioni a paesi terzi senza accordo di entrambi, assenso comune per l'uso dell'arma in guerra e norme per le implicazioni economiche
25 luglio 1943	Roma	Mussolini	perde il potere in Italia
luglio 1943	Chicago	i fisici del Laboratorio Metallurgico	si sentono espropriati delle loro ricerche dalla Du Pont. Iniziano a studiare una pila a $D_2O$
luglio 1943	Los Alamos		viene misurata sperimentalmente l'emissione di neutroni dal Pu fornito da Seaborg e si trova più intensa che dall' $^{235}U$
estate 1943	URSS	Kurchatov	scrive un memorandum per i fisici del progetto atomico
estate 1943	Oak Ridge	il col. Nichols	succede al col. Marshall quale capo dei lavori di ingegneria del progetto Manhattan e trasferisce il quartier generale del progetto nel "castello", il centro direzionale di Oak Ridge appena completato. Per il resto la città si compone di baracche e roulotte in uno stile da "boom town" della corsa all'oro
3 agosto 1943	New York	Urey	esprime dubbi a Keith sulla realizzabilità di setti adeguati per la separazione a diffusione
13 agosto 1943	Washington	Groves	sulla base del pessimismo di Urey ed una proposta di Lawrence, suggerisce al Comitato di Politica Militare che l'arricchimento a diffusione sia limitato a raggiungere il 50% e che il processo venga completato dai calutroni
17 agosto 1943	Oak Ridge		entra in funzione l'unità sperimentale alfa dei calutroni
18 agosto 1943	Quebec	Churchill, Roosevelt e Mackenzie King	si incontrano per definire la strategia degli alleati

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
19 agosto 1943	Quebec	Churchill e Roosevelt	firmano un accordo sulla collaborazione UK-USA per la ricerca atomica secondo le linee della proposta del 22 luglio. Viene nominato un Comitato di Politica Congiunta con Stimson, Bush e Conant per gli USA, sir John Dill e col. J.J. Llewellyn per UK e Clarence D. Hove per il Canada
agosto 1943	Los Alamos	Oppenheimer	articola la struttura del laboratorio in 4 divisioni: fisica teorica, sotto Hans A. Bethe, fisica sperimentale, sotto Bacher, chimica e metallurgia, sotto Joseph W. Kennedy, che fa riferimento a Charles A. Thomas (Monsanto), reponsabile generale per tutti i centri di ricerca, e armamento e ingegneria militare, sotto il cap. di marina William S. Parsons
19 agosto 1943	Chicago	Groves	crea un comitato per la revisione dei progetti di pile a $D_2O$ , che approva la costruzione ad Argonne di una pila eterogenea di bassa potenza (CP-3) e studi per un reattore ad alta intensità
27 agosto 1943	Hanford		inizia la costruzione dell'edificio per il reattore B
3 settembre 1943	Italia	il governo	si arrende agli alleati
8 settembre 1943	Washington	il Comitato di Politica Congiunta	si riunisce e stabilisce le afferenze degli esperti inglesi ai vari progetti americani in corso, incluso Los Alamos, ove si recano, fra gli altri, Oliphant, Peierls e Chadwick
9 settembre 1943	Washington	Groves	propone al Comitato di Politica Militare la costruzione di un impianto addizionale per la separazione elettromagnetica, con due nuovi calutroni alfa ed uno beta
13 ottobre 1943	l'Italia	il governo	dichiara guerra alla Germania. Inizia la guerra civile
6 ottobre 1943	Europa	Niels e Aage Bohr	fuggono dalla Danimarca in UK
ottobre 1943	Rjukan (Norvegia)	l'impianto della Norsk Hydro	viene completamente distrutto da un bombardamento aereo
ottobre 1943	Jersey City	Clarence A. Johnson (Kellog)	sviluppa un nuovo tipo di setto per la separazione a diffusione gassosa, prodotto a partire da polvere di nickel
ottobre 1943	Los Alamos	John von Neumann	rilancia il metodo di implosione, nella forma di compressione di una sfera con una cavità ad una sfera piena; ciò riduce drasticamente le difficoltà dovute al controllo della simmetria. Teller osserva che il metodo permette anche una minor massa efficace, producendo un'enorme compressione del materiale fissile. George B. Kistiakowsky viene nominato responsabile delle ricerche sull'implosione, sotto Parsons, che incontra notevoli difficoltà nei rapporti con gli scienziati

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
28 ottobre 1943	Mosca	Kapitza	invita Bohr in URSS, sottolineando che gli scienziati russi stanno mettendo tutte le loro conoscenze al servizio della causa bellica
autunno 1943	Tokyo	Masa Takeuchi	inizia al Riken la costruzione di un impianto per la separazione gassosa dell'uranio
4 novembre 1943	Oak Ridge	la pila X-10	diviene critica: è la prima pila atomica a produrre energia
5 novembre 1943	Washington	Groves	si incontra con Keith e Urey per decidere sul problema dei setti: Keith insiste per il setto di Johnson mentre Urey difende quello di Norris-Adler, meglio conosciuto anche se non soddisfacente. Groves decide di procedere su entrambi i progetti e di raccogliere informazioni sugli sviluppi inglesi sulla diffusione gassosa
novembre 1943	Los Alamos	Robert Wilson	trova sperimentalmente che l'emissione di neutroni dal $^{235}\text{U}$ avviene in meno di $10^{-9}\text{s}$ , rendendo possibile l'esplosione nucleare
novembre 1943	il Cairo	Churchill, Roosevelt e Chiang Kai-Shek	si accordano su misure per sconfiggere il Giappone
novembre 1943	URSS	Nemenov e Glazunov	riescono a far passare attraverso il blocco di Leningrado due carri ferroviari di strumentazione per le ricerche sull'uranio e la costruzione del ciclotrone del Laboratorio n.2 di Mosca
29 novembre 1943	Teheran	Churchill, Roosevelt e Stalin	definiscono un piano per sconfiggere la Germania
dicembre 1943	Hanford	gli operai impegnati nelle costruzioni	arrivano a 25.000, reclutati con una certa difficoltà in tutta l'America. Arriveranno ad un massimo di 50.000
8 dicembre 1943	USA	Niels e Aage Bohr	arrivano da Londra. N. Bohr si incontra col gen. Groves e con Einstein
22 dicembre 1943	New York	esperti inglesi guidati da Akers	si incontrano con gli americani per esaminare i problemi della separazione a diffusione gassosa
dicembre 1943	USA	scienziati inglesi	si uniscono al progetto Manhattan
dicembre 1943	Los Alamos	Segrè	scopre che la fissione spontanea è in realtà in larga parte dovuta ai neutroni cosmici, riducendo i problemi per la bomba; i teorici sono alle prese con lo studio della diffusione dei neutroni e dell'efficienza della bomba
dicembre 1943	Oak Ridge	il primo calutrone alfa	non riesce a funzionare a causa delle impurità nell'olio di raffreddamento delle bobine e deve venir smontato
5 gennaio 1944	New York	Groves	a conclusione del gruppo di studio anglo-americano sui setti, nonostante le riserve inglesi, su pressione di Keith approva lo sviluppo della barriera di Johnson. Taylor diviene responsabile del laboratorio SAM. La fabbrica in Decatur viene riconvertita alla nuova produzione

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
gennaio 1944	Washington	Szilard	scrive a Bush della possibilità di una bomba a fusione e della necessità di un controllo internazionale delle armi nucleari per evitare una corsa agli armamenti
gennaio 1944	Filadelfia	Abelson	inizia la costruzione di un impianto di arricchimento termico di 100 colonne operante con sette stadi in cascata per conto della Marina, in vista di un impianto maggiore in grado di produrre 5gr al giorno di uranio arricchito al 5%
inverno 1944	Berlino	i gruppi di Berlino ed Heidelberg	costruiscono nel rifugio sotterraneo di Dahlmén una pila di 1,5t di acqua pesante e 1,5t di piatti di uranio, che raggiunge un fattore di moltiplicazione 3 dei neutroni immessi; vengono misurati il fattore di attenuazione dei neutroni in acqua e carbonio
4 febbraio 1944	Los Alamos	Oppenheimer	è ancora incerto sulla massa efficace dell' $^{235}\text{U}$ fra 8 e 80kg
15 febbraio 1944	Berlino	l'Istituto di Chimica del KWG	viene bombardato
16 febbraio 1944	Chicago	A. Compton	affida a Henry D. Smyth la preparazione di un rapporto su programmi a lungo termine
16 febbraio 1944	Washington	Bohr	scrive a sir Anderson raccomandando una piena informazione a tutti gli alleati delle prospettive atomiche per prevenire una futura competizione militare fra gli stati
febbraio 1944	Hechingen (Baviera)	i gruppi di Berlino e Heidelberg	ricostruiscono in una grotta la pila di Dahlmén con 1,5 t di $D_2O$ , 1,5 t di uranio, 10 t di grafite, barre di cadmio per i controlli. La pila a cubi di uranio in $D_2O$ , con una copertura esterna di grafite produce un fattore di moltiplicazione 7, inferiore alla criticità. Gerlach è responsabile del progetto
febbraio 1944	Stadtilm (Germania)	un gruppo del Reichforschungsrat	costruisce una pila con parte del $D_2O$ e dell'uranio di Dahlmén. Esau è responsabile del progetto
febbraio 1944	Los Alamos	Oppenheimer	decide di sospendere le ricerche sulla bomba a fusione
febbraio 1944	Los Alamos	Peierls	riferisce sulle tecniche di calcolo inglesi per le equazioni delle onde d'urto, che possono venir applicate allo studio dell'implosione
febbraio 1944	Oak Ridge	il calutrone alfa2	produce 200gr di materiale arricchito al 12%: 100gr vengono inviati a Los Alamos e 100gr preparati per l'ulteriore arricchimento nell'unità beta. Continuano vari problemi tecnici con i calutroni, che non riescono a raggiungere una piena produzione
1 marzo 1944	Washington	Tolman	presenta a Groves e Conant un rapporto sull'implosione, raccomandandone lo sviluppo. La tecnica è ancora inadeguata a causa della difficoltà di controllare la simmetria degli effetti. Il metodo a cannone è certamente sicuro

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
marzo 1944	Los Alamos		viene definito il progetto del “cannone” per la bomba a $^{235}\text{U}$ (Mark I) e si studiano cannoni per la bomba a Pu (Mark II), che devono essere molto più veloci, data l’alta emissione di neutroni
aprile 1944	Montreal	John Cockcroft	diviene direttore del laboratorio di ricerca franco-canadese
aprile 1944	Los Alamos	calcolatrici IBM	vengono installate per lo studio dell’implosione e della propagazione dei neutroni
aprile 1944	Oak Ridge	l’impianto di diffusione K-25	raggiunge il completamento dei primi sei stadi, senza però dei setti soddisfacenti
aprile 1944	Los Alamos	Oppenheimer	di fronte alle difficoltà della separazione a diffusione, suggerisce a Groves di utilizzare per le prime fasi di arricchimento, prima dei calutroni, il metodo della diffusione termica
primavera 1944	Europa	i servizi Segreti americani	iniziano il Progetto ALSOS sotto la direzione scientifica di Samuel A. Goudsmit ed il comando del col. Boris T. Pash, una missione per scoprire i progressi fatti dalla Germania nello sviluppo della bomba atomica
aprile 1944	Europa	gli agenti dell’ALSOS	operano immediatamente dietro il fronte, ispezionando laboratori, sequestrando documenti e strumentazione, catturando ed interrogando scienziati
maggio 1944	Chicago	Fermi	diviene direttore del laboratorio di Argonne, divenuto indipendente dal Laboratorio Metallurgico
maggio 1944	Montreal	Pierre Auger (francese impegnato alla pila a $D_2O$ )	si dimette e chiede di tornare in Francia. Groves vede un pericolo per la sicurezza e chiede agli inglesi di bloccarlo, ma questi lo lasciano andare
16 maggio 1944	Londra	Bohr	viene ricevuto da Churchill alla presenza di lord Cherwell per insistere sulla necessità di evitare una futura competizione nucleare, rendendo partecipi tutti gli alleati delle ricerche nucleari. Churchill non gli dà retta
maggio 1944	Chicago	la pila a $D_2O$ CP-3	entra in funzione ad Argonne
20 maggio 1944	Chicago	Groves e Chadwick	definiscono un accordo per lo sviluppo della collaborazione americano-canadese sull’acqua pesante
primavera 1944	Germania	la produzione di uranio	viene sospesa per i bombardamenti su Francoforte
1 giugno 1944	Filadelfia	Groves, Murphree e Tolman	visitano il laboratorio di Abelson, avendo ottenuto dal Comitato di Politica Militare di riprendere i contatti con la Marina. Rimangono bene impressionati dai risultati di Abelson e ritengono che vada realizzato un impianto completo
4 giugno 1944	Roma	la Quinta Armata Americana	entra nella città
6 giugno 1944	Francia	gli alleati	sbarcano in Normandia

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
13 giugno 1944	Londra	la Germania	inizia i bombardamenti con le V-1
21 giugno 1944	Tokyo	il Progetto Potenza Aerea	di Riken riceve 308.488 yen dall'Ufficio Aviazione dell'esercito
21 giugno 1944	Washington	Groves	riferisce al Comitato di Politica Militare che si può costruire ad Oak Ridge un impianto di diffusione termica per bassi arricchimenti di esafluoruro di uranio con costi limitati entro il 1 gennaio 1945. Tale impianto dovrà fornire materiale i calutroni finché non entrerà in piena funzione il K-25
26 giugno 1944	Oak Ridge	la Ferguson Co.	si impegna a costruire l'impianto di arricchimento a diffusione termica S-50 entro 90 giorni
30 giugno 1944	Oak Ridge	Groves	indica una riunione per esaminare la situazione della separazione dell'uranio: la diffusione gassosa non sembra poter fornire neanche uranio poco arricchito ed i calutroni presentano molti problemi ed efficienza insufficiente, per cui sembra difficile la produzione di sufficiente uranio per una bomba entro il giugno del 1945. Sollecita le industrie e Lawrence a potenziare i calutroni
3 luglio 1944	Washington	N. Bohr	invia un memorandum a Roosevelt sulle problematiche internazionali dell'energia e delle armi atomiche
5 luglio 1944	Chicago	A. Compton	informa i suoi collaboratori che Groves intende congelare le ricerche a Cicago dal 1 settembre e ridurre drasticamente il personale. Gli scienziati ritengono essenziale continuare le ricerche e non disperdere il gruppo. Zay Jeffries (General Electric) viene nominato capo di un comitato per preparare un documento sulla "nucleonica" (la nuova industria nucleare); ne fanno parte Fermi, Franck, Hogness, Stone, Thomas e Mulliken
6 luglio 1944	Germania	Heisenberg	assicura il ministero degli esteri tedesco che non è credibile una supposta minaccia degli alleati di lanciare una bomba atomica su Dresda
10 luglio 1944	Germania	von Stauffenberg	tenta di uccidere Hitler
11 luglio 1944	Los Alamos	Segrè	studia le proprietà del $^{240}\text{Pu}$ e ne scopre l'alta probabilità di fissione spontanea, che rende impossibile l'innesco a "cannone" per la bomba a Pu: anche con un cannone da 1.000m/s non si potrebbe evitare la predetonazione
luglio 1944	Los Alamos		viene definito il metodo di purificazione e la metallurgia del Pu
17 luglio 1944	Chicago	una conferenza d'urgenza	con Oppenheimer, Groves, Conant, Thomas, A. Compton, Nichols e Fermi decide di sospendere il progetto a cannone per il Pu e la purificazione di Pu e di sviluppare il processo dell'implosione, da utilizzare anche se imperfetto

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
1 agosto 1944	Varsavia	i polacchi	iniziano la rivolta antitedesca
7 agosto 1944	Washington	Groves	presenta al gen. Marshall, capo di stato maggiore, lo sviluppo delle armi atomiche: alcune armi a Pu ad implosione (Mark III) pronte entro giugno 1945, una bomba ad $^{235}\text{U}$ con implosione a cannone (Mark I) pronta per il 1 agosto 1945. Obiettivo il Giappone e non la Germania; verrà pertanto usato un aereo americano e non inglese
7 agosto 1944	Washington	A. Compton	insiste con Bush sulla necessità di iniziare piani per le ricerche postbelliche
10 agosto 1944	Washington	il Comitato di Politica Militare	affida a Tolman uno studio sui programmi futuri
15 agosto 1944	Hanford		viene completata la struttura del reattore B
25 agosto 1944	Francia	il gen. De Gaulle	entra con gli alleati in Parigi
26 agosto 1944	Washington	Roosevelt	riceve Bohr, che gli presenta le sue proposte per il controllo internazionale dell'energia atomica al fine di evitare una competizione nucleare
estate 1944	Oak Ridge	il laboratorio X-10	inizia a spedire Pu a Los Alamos
estate 1944	Tokyo	Nishina	non riesce a coordinare le ricerche a Riken in modo adeguato e conservare le competenze necessarie al progetto
settembre 1944	Los Alamos	Fermi	dirige una nuova divisione F costituita per lo studio della bomba a fusione e per ricerche con una pila sperimentale
8 settembre 1944	Europa	la Germania	inizia i bombardamenti di Londra con le V-2
10 settembre 1944	Europa	l'esercito americano	supera la frontiera tedesca
13 settembre 1944	Hanford	Fermi	inserisce il primo elemento d'uranio nel reattore B
settembre 1944	Londra	il Comitato Tecnico Tube Alloys	insiste per lo sviluppo di uno stabilimento sperimentale inglese
18 settembre 1944	Hyde Park	Churchill e Roosevelt	discutono i programmi atomici e definiscono un accordo d'azione comune ( <i>promemoria di Hyde Park</i> ). Respingendo le proposte di Bohr, decidono di mantenere assolutamente segreto il programma; prevedono l'impiego delle bombe contro il Giappone, fino alla sua resa. Infine si impegnano a sviluppare un programma congiunto economico e militare anche nel dopoguerra, fino alla definizione di un accordo bilaterale

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
19 settembre 1944	Washington	Bush e Conant	scrivono a Stimson sulle prospettive future dell'energia nucleare, suggerendo procedure per trasferire informazioni di base e definire una legislazione nazionale. Ritengono indesiderabili legami troppo stretti con gli inglesi e necessaria un'agenzia di controllo internazionale con la partecipazione dell'URSS, per evitare una corsa agli armamenti atomici
27 settembre 1944	Hanford	il reattore B	inizia la produzione di potenza: raggiunta una certa potenza si blocca e procede in modo oscillante. Greenewalt ipotizza un fenomeno di "avvelenamento" con un prodotto di fissione che assorba notevolmente i neutroni e chiede ad Allison di studiare il processo con le altre pile
29 settembre 1944	Chicago	Zinn	studia l'avvelenamento con la CP-3 e scopre il responsabile nello $^{135}\text{Xe}$ , che ha un'enorme probabilità di cattura neutronica
2 ottobre 1944	Hanford	Greenewalt	riesce ad ovviare alla perdita di potenza del reattore B aggiungendo ulteriori barre d'uranio, nei canali aggiunti dagli ingegneri della Du Pont per ridondanza
8 ottobre 1944	Hanford		vengono completati due impianti per la separazione del Pu
9 ottobre 1944	Mosca	Churchill e Stalin	discutono il proseguimento della guerra e le prospettive europee del dopoguerra
ottobre 1944	Montreal	Jules Guéron (francese impegnato alla pila a $D_2O$ )	chiede di tornare in Francia e incontrare Joliot-Curie, aderente al partito comunista. Groves chiede agli inglesi di bloccarlo, ma questi gli avevano promesso la possibilità di andare in Francia. Groves manda degli agenti a pedinarlo, ma gli inglesi si oppongono
15 ottobre 1944	Londra	sir Anderson	informa l'ambasciatore americano John C. Winant di un accordo inglese coi francesi per un impegno a termine e la garanzia del ritorno in Francia. Inoltre con von Halban e Kowarski esiste un accordo per riassegnare alla Francia tutti i loro brevetti, messi a disposizione degli inglesi. Per Groves si tratta di una violazione degli accordi di Quebec
ottobre 1944	Wendover Field (Utah)	il col. Paul W. Tibbets	con i bombardieri B-29 modificati del 393° squadrone inizia le prove di bombardamento con modelli delle bombe per studiarne il comportamento balistico e le tecniche di detonazione
7 novembre 1944	USA	Roosevelt	vince le primarie per la quarta volta
novembre 1944	Strasburgo	Samuel A. Goudsmit	dagli archivi di von Weizsäcker scopre con assoluta certezza che in Germania la ricerca sulla bomba non aveva raggiunto uno stadio avanzato. Viene a sapere che il laboratorio di Heisenberg era stato evacuato da Berlino e trasferito in Baviera, a Hechingen

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
novembre 1944	Londra	von Halban	chiede di andare in Francia a conferire con Joliot-Curie; sir Anderson convince Winant a concedergli il permesso, fornendo a von Halban un preciso testo con le informazioni che era autorizzato a passare a Joliot-Curie
18 novembre 1944	Chicago	il Comitato Jeffries	presenta il suo rapporto "prospettive della nucleonica": descrive le possibili applicazioni industriali ed energetiche e, considerando i pericoli di una guerra atomica, prospetta la necessità di un'organizzazione mondiale per garantire la pace. Suggestiscono che gli USA intensifichino le ricerche impostando una collaborazione fra università, governo ed industrie
25 novembre 1944	Hanford		inizia la separazione del Pu
6 dicembre 1944	Tokyo	il Progetto Potenza Aerea	di Riken riceve 1 milione di yen dall'Ufficio Aviazione dell'Esercito
8 dicembre 1944	Washington	Bush e Conant	insistono con Bundy e John J. McCloy per una pianificazione dei programmi atomici postbellici e per l'istituzione di un comitato di consulenza su come informare sul programma atomico, sulle decisioni operative riguardanti l'arma e le ricerche in corso, per proposte legislative e sulle prospettive internazionali
14 dicembre 1944	Los Alamos	Bruno Rossi	individua un metodo per il controllo del processo d'implosione
15 dicembre 1944	Oak Ridge		sono in funzione 9 separatori elettromagnetici Alfa e 3 Beta
dicembre 1944	Los Alamos	Fermi e Parsons	diventano vicedirettori del laboratorio
dicembre 1944	Los Alamos	Joseph Rotblat (gruppo inglese)	abbandona il progetto Manhattan essendo evidente che i tedeschi avevano fermato il loro progetto atomico
dicembre 1944	Washington	Nichols	completa l'acquisizione di minerale di uranio, con 3700t dal Congo, 1000t dal Canada e 800t dall'USA
28 dicembre 1944	Washington	Tolman	presenta il suo rapporto sui programmi futuri, redatto tenendo conto delle opinioni di scienziati e tecnici impegnati nei vari programmi: raccomanda la conservazione di una superiorità militare nucleare per gli USA, ed una pianificazione controllata dell'energia atomica, con ricerche sulla propulsione navale. Propone un intenso programma di ricerche a tutti i livelli, coordinate da un'autorità nazionale

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
30 dicembre 1944	Washington	Stimson e Groves	fanno il punto con Roosevelt. Riguardo al caso francese, convengono che non si debba ammettere la Francia a parte degli sviluppi atomici. Date le implicazioni internazionali, Roosevelt accetta di mettere al corrente del progetto S-1 il ministro degli esteri, Edward R. Stettinius. Groves informa dei suoi sospetti di spionaggio russo sulla bomba, in particolare a Berkeley, e Roosevelt decide che l'URSS debba restare esclusa per il momento da ogni informazione. Groves informa sullo stato dei lavori della bomba e del possibile impiego contro il Giappone: chiede di poter informare delle armi gli ufficiali che devono prendere parte all'azione militare. Roosevelt approva
16 gennaio 1945	Varsavia	le truppe russe	occupano la città
18 gennaio 1945	Budapest	le truppe russe	occupano la città
20 gennaio 1945	Oak Ridge		entra in funzione l'impianto di arricchimento a diffusione termica S-50 e alcuni stadi di quello a diffusione gassosa K-25
21 gennaio 1945	Washington	il Comitato Politico Congiunto Anglo-americano	raggiunge un accordo sul problema francese, dando istruzioni a sir Anderson di spiegare a Joliot-Curie che non è il caso di discutere il problema prima della fine della guerra: dopo, gli inglesi avrebbero esaminato come rispettare gli impegni sui diritti francesi
4 febbraio 1945	Yalta	Churchill, Roosevelt e Stalin	si incontrano per definire le condizioni di resa della Germania e per definire l'assetto mondiale nel dopoguerra. L'URSS assicura di entrare in guerra contro il Giappone entro tre mesi dalla capitolazione della Germania, a condizione di ottenere le Kurili e le basi occupate dai Giapponesi nel 1904, e la preservazione dello status quo in Mongolia. Viene decisa la convocazione a San Francisco di una conferenza in aprile per definire la Carta delle Nazioni Unite
febbraio 1945	Yalta	Churchill	dice a Roosevelt che il Regno Unito intende sviluppare un proprio progetto di energia atomica dopo la guerra
7 febbraio 1945	Los Alamos	Rossi	ottiene delle buone esperienze di implosione
febbraio 1945	Los Alamos	Bohr	individua la procedura di iniziazione per le bombe ad implosione
febbraio 1945	Riken	Takeuchi	con l'aiuto di 10 militari messi a disposizione dal 1944 costruisce una colonna per la diffusione termica dell'esaffluoro di uranio gassoso ed inizia esperimenti utilizzando anche il ciclotrone da 60"
24 febbraio 1945	Washington	il Comitato di Politica Militare	precisa che il Progetto Manhattan deve limitarsi alla vittoria nella guerra e che non può assumere responsabilità né impegni finanziari per attività ulteriori; ciò implica il blocco di sviluppi a Chicago

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
26 febbraio 1945	Washington	Stimson	incontra al Congresso alcuni repubblicani che avevano sollevato riserve sui bilanci della guerra, in cui alcune voci generiche occultano i finanziamenti del progetto S-1, e invocavano una commissione d'inchiesta. Riesce a risolvere la crisi mantenendo segreto il programma
marzo 1945	Los Alamos		viene definito lo schema dell'innesco a implosione e fissata una prova con il prototipo <i>Trinity</i>
marzo 1945	Los Alamos	la divisione A	viene creata per definire l'operazione militare con le bombe atomiche
17 marzo 1945	Colonia	gli alleati	occupano la città
24 marzo 1945	Washington	Bohr	presenta all'OSRD il memorandum fatto per Roosevelt con un'aggiunta in cui invita ad utilizzare la Conferenza di San Francisco anche per pianificare l'energia atomica, prima del probabile scatenarsi di una corsa agli armamenti
25 marzo 1945	Nassau Point	Einstein	scrive a Roosevelt una lettera di introduzione per un memorandum di Szilard, in cui viene sottolineata la necessità di un controllo internazionale dell'energia atomica per garantire la pace
27 marzo 1945	Europa	la Germania	lancia le ultime V-2 su Londra
12 aprile 1945	Warm Springs	Roosevelt	muore. Gli succede Harry S. Truman
13 aprile 1945	Los Alamos		viene assemblata una massa critica di $^{235}\text{U}$
aprile 1945	Londra	il governo inglese	decide di intraprendere un ampio programma di ricerca e sviluppo dell'energia atomica, inclusa la costruzione di un centro di ricerca
aprile 1945	Tokyo	Kantaro Suzuki	diviene primo ministro. Prende forma una campagna per far cessare la guerra
13 aprile 1945	Tokyo	bombardieri americani	distruggono l'impianto di diffusione ed il laboratorio di Riken
16 aprile 1945	Berlino	l'esercito russo	attacca la città
26 aprile 1945	San Francisco	la Conferenza delle Nazioni Unite	apre i suoi lavori
22 aprile 1945	Hechingen	un gruppo di militari americani della missione ALSOS	prendono il laboratorio tedesco, in zona di occupazione francese, sequestrano i materiali e catturano Hahn, von Laue, von Weizsäcker, Wirtz, Bagge, Korsching
23 aprile 1945	Washington	Truman	discute con i suoi collaboratori i rapporti con l'URSS che, contro gli accordi di Yalta, ha di fatto reso la Polonia un suo satellite. Sorgono dubbi sull'opportunità di un intervento russo nella guerra del Pacifico
25 aprile 1945	Washington	Stimson	assistito da Groves, informa Truman del progetto S-1, dello stato della bomba, delle possibilità d'impiego e dei problemi atomici del dopoguerra

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
aprile 1945	Tinian (Marianne)		iniziano i lavori alla base assegnata al col. Tibbets per i suoi bombardieri destinati a sganciare le bombe sul Giappone
aprile 1945	Washington	i Capi di Stato Maggiore	ritengono necessaria l'invasione del Giappone per costringerlo alla resa, non bastando i bombardamenti ed il blocco; ritengono utile l'intervento russo in Manciuria, ma non indispensabile
27 aprile 1945	Washington	il Comitato per i Bersagli	creato da Groves, individua quali obiettivi per la bomba atomica Kyoto, Hiroshima e Niigata, puntando al centro della città piuttosto che su obiettivi militari speciali. Stimson proibisce il bombardamento di Kyoto, antica capitale e centro della cultura giapponese
28 aprile 1945	Italia	partigiani italiani	uccidono Mussolini
30 aprile 1945	Berlino	Hitler	si uccide
1 maggio 1945	Europa	la missione ALSOS	inizia l'operazione "Epsilon", consistente nello spiare gli scienziati catturati ad Hechingen e Heisenberg, Diebner, Harteck e Gerlach. Dopo un periodo in Francia e Belgio, da luglio a dicembre verranno segregati segretamente a Farm Hall, nei pressi di Cambridge
2 maggio 1945	Italia	il gen. Wolff	si arrende agli alleati
4 maggio 1945	Washington	Stimson	costituisce, con l'approvazione di Truman, il comitato consultivo "Comitato ad Interim" per le decisioni sull'impiego delle armi atomiche e la pianificazione postbellica: presieduto da Stimson, sostituibile da George L. Harrison, e composto da Bush, Conant, Karl T. Compton, Ralph A. Bard, sottosegretario alla marina, William L. Clayton, assistente ministro degli esteri, James F. Byrnes, già direttore della mobilitazione bellica, quale rappresentante del Presidente
7 maggio 1945	Rheims	il gen. Jodl	firma la capitolazione della Germania al gen. Eisenhower
7 maggio 1945	Alamogordo	Kenneth T. Bainbridge	fa brillare 100t di esplosivo convenzionale con 1000 curie di prodotti di fissione per definire le procedure per il test Trinity e la strumentazione di controllo e misura dei vari effetti previsti. Vengono individuati difetti negli apparati di rilevazione
maggio 1945	USA	il Comitato per la Scelta degli Obiettivi	intende dare priorità all'effetto psicologico su quello militare nell'uso dell'arma; i due aspetti principali sono: 1. ottenere il massimo effetto psicologico sul Giappone; 2. rendere l'uso iniziale sufficientemente spettacolare da assicurare un riconoscimento internazionale dell'importanza della bomba, una volta resa nota
8 maggio 1945	Berlino	il gen. Von Keitel	si arrende al maresciallo Zhukov

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
12 maggio 1945	Washington	William Donovan (capo dell'Ufficio dei Servizi Strategici)	suggerisce personalmente a Truman che il Giappone potrebbe arrendersi se gli USA si impegnassero a non deporre l'imperatore
14 maggio 1945	Washington	il Comitato ad Interim	approva la proposta di Bush-Conant di costituire un gruppo di esperti scientifici quali consulenti: ne fanno parte A. Compton, Lawrence, Oppenheimer e Fermi. Affida a William L. Laurence del New York Times, sotto la supervisione di Arthur W. Page, aiuto di Stimson, il compito di preparare una bozza dell'annuncio presidenziale dopo il test Trinity, ed una presentazione generale del programma atomico. Prende in esame i documenti degli scienziati sulle prospettive postbelliche.
15 maggio 1945	Los Alamos		viene provato con successo l'inziatore della bomba a plutonio: una mistura di polonio e berillio, che emette neutroni appena raggiunta la massa critica
16 maggio 1945	Washington	Stimson	di fronte alle implicazioni politiche e strategiche del coinvolgimento russo contro il Giappone, suggerisce a Truman di ritardare la definizione di un accordo operativo con l'URSS in attesa dei risultati dell'esplosione atomica sperimentale, che se positiva darebbe agli USA una posizione di forza nella trattativa
18 maggio 1945	Washington	il Comitato ad Interim	discute i comunicati stampa e gli aspetti internazionali. Bush conferma la previsione che l'URSS può arrivare all'atomica in 3-4 anni. Byrnes ritiene gli accordi di Quebec troppo onerosi per gli USA
24 maggio 1945	Oak Ridge	O.C. Brewster ingegnere della Kellex	scrive a Truman sui futuri pericoli delle armi nucleari. Ritiene certo che gli altri paesi non permetteranno agli USA di mantenere il monopolio e che si scatenerà una corsa agli armamenti se gli USA non si impegnano a rinunciare ad ogni forma di predominio ed a sviluppare accordi per impedire la produzione di materiale fissile militare. Gli USA possono utilizzare le bombe esistenti contro il Giappone ma dovrebbero sospendere ogni ulteriore produzione. La lettera impressiona favorevolmente Stimson
25 maggio 1945	Washington	i Capi di Stato Maggiore	fissano l'invasione del Giappone per il 1 novembre
28 maggio 1945	Mosca	Stalin	dichiara che l'Armata Rossa può entrare in azione contro il Giappone l'8 agosto se le sue richieste vengono accolte anche da Chiang Kai-Shek. Stalin fornisce garanzie sul futuro della Cina e della Korea e chiede di partecipare all'occupazione del Giappone. Informa che i Giapponesi sono pronti alla resa se vengono conservate le loro forze armate ed i leader politici
28 maggio 1945	Washington	James Byrnes	riceve Szilard e sostiene che la bomba atomica "avrebbe reso la Russia più maneggevole"

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
31 maggio 1945	Washington	il Comitato ad Interim	incontra gli esperti scientifici con Marshall, Bundy, Groves e Page. Lawrence insiste per la continuazione di ricerche intense, espansione degli impianti e produzione di materiale fissile per mantenere agli USA un ruolo leader. Oppenheimer raccomanda il ritorno a condizioni normali di ricerca. A livello politico suggerisce che gli USA forniscano liberamente informazioni e favoriscano scambi per l'utilizzo pacifico dell'energia atomica, con garanzie basate su ispezioni e controlli reciproci. Byrnes convince i partecipanti dell'inopportunità di informare l'URSS se non quando si fosse sicuri che gli USA manterrebbero la superiorità, ed i russi si dimostrassero più collaborativi. Riguardo all'uso della bomba contro il Giappone, Oppenheimer non ritiene opportuno preavvertire i giapponesi, per non esporsi al rischio di un insuccesso e non dar modo di impedire il lancio ed assicura che risulterà chiara la differenza da un bombardamento convenzionale. Si individua come bersaglio ideale un impianto militare di vitale importanza circondato dalle abitazioni di molti operai
1 giugno 1945	Washington	il Comitato ad Interim	incontra degli esperti industriali: Walter S. Carpenter (Du Pont), James C. White (Tennessee Eastman), George H. Bucher (Westinghouse) e James A. Rafferty (Union Carbide), per avere indicazioni sul tempo necessario ad un altro paese per raggiungere gli USA: le indicazioni sono di 5-6 anni per l'URSS, anche se non avesse ottenuto informazioni dallo spionaggio, a seconda dell'aiuto che può ottenere da tecnici e scienziati tedeschi
2 giugno 1945	Chicago	A. Compton	incontra i dirigenti del Laboratorio Metallurgico e chiede la preparazione di documenti in vista della riunione dei consiglieri scientifici del Comitato ad Interim
3 giugno 1945	Tokyo	Koki Hirota ex primo ministro	su iniziativa del ministro degli esteri Shigenori Togo prende contatti con l'ambasciatore russo Yakov Malik per assicurare la neutralità dell'URSS
8 giugno 1945	Tokyo	Suzuki	definisce con i militari i piani per combattere contro gli alleati sul suolo giapponese; solo Togo cerca una via alla pace per non porre a rischio la casa imperiale e la forma di governo
giugno 1945	Alamogordo (New Mexico)		per il test Trinity vengono costruite nel deserto 3 postazioni a 10.000 yarde (9.144m) dal punto di deflagrazione, a nord, ovest e sud, per ospitare i gruppi di osservazione e misura. I principali obiettivi sono la verifica dell'implosione, la misura dell'energia nucleare liberata, la determinazione dei danni prodotti ed i nuovi fenomeni generati dall'esplosione
10 giugno 1945	Tokyo	il marchese Kido (Signore Depositario del Sigillo Privato)	concorda con l'Imperatore una lettera personale di Hirohito per aprire negoziati attraverso l'URSS

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
10 giugno 1945	Oak Ridge	l'impianto a diffusione K-25	raggiunge la capacità di arricchimento al 10% di $^{235}\text{U}$ e sostituisce i calutroni Alfa
11 giugno 1945	Chicago	James Franck	presenta un rapporto sulle implicazioni sociali e politiche dell'atomo, prodotto con Hughes, Nickson, Rabinowich, Seaborg, Stearn e Szilard ( <i>rapporto Franck</i> ). Parte da due osservazioni: è impossibile per gli USA conservare il monopolio nucleare mantenendo segreti i risultati scientifici e cercando di controllare le materie prime; una volta instaurata la corsa alle armi nucleari gli USA sono in maggiore pericolo che i paesi con popolazione meno concentrata, per cui l'unica speranza di sicurezza sta nel controllo internazionale. In tale prospettiva non si può bombardare il Giappone senza preavviso, per non perdere di credibilità; per costringere il Giappone alla resa può bastare una dimostrazione in un'area disabitata
giugno 1945	Mosca	i Servizi Segreti	trasmettono al Comitato Uranio una precisa descrizione della bomba ad implosione a plutonio americana fornita da Fuchs. Khariton viene incaricato di controllare i dati forniti da Fuchs
12 giugno 1945	Washington	i Ministri degli Esteri, della Guerra e della Marina	convengono che il Giappone debba venir demilitarizzato, ma lasciato libero di scegliere la forma di governo. Joseph C. Grew (ministro degli esteri pro-tempore) si impegna a trovare una formulazione delle condizioni di resa che siano accettabili per i giapponesi
14 giugno 1945	Washington	Groves	presenta a Marshall la lista degli obiettivi per la bomba: Kokura, Hiroshima e Niigata, tre centri industriali; Hiroshima è anche un porto punto di formazione di convogli e sede di comandi militari
15 giugno 1945	Washington	il Comitato Congiunto per i Piani Bellici	stima che la conquista del Giappone possa richiedere al massimo 46.000 caduti da parte americana, considerando le varie possibilità di invasione
16 giugno 1945	Los Alamos	i consulenti scientifici	si riuniscono per definire un rapporto al Comitato ad Interim e per esprimersi sull'impiego della bomba contro il Giappone, visto anche il rapporto Franck. Propongono che il governo finanzi con circa 1 miliardo di \$ all'anno un vasto programma di ricerche in tutti i settori cruciali, con un coordinamento nazionale e collaborazione internazionale. Per l'immediato futuro il Distretto Manhattan può continuare a sostenere le ricerche di base. Sull'impiego della bomba, riportano la divisione delle opinioni fra gli scienziati e si schierano con l'opinione di un uso militare diretto, dato che non ritengono una dimostrazione tecnica sufficiente a concludere la guerra. Suggestiscono di contattare tutti gli alleati prima dell'uso della bomba e di cercare una comune definizione della futura collaborazione per lo sviluppo pacifico dell'energia atomica
18 giugno 1945	Los Alamos	personale del laboratorio	parte per la base di Tinian

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
giugno 1945	Hanford	la produzione di plutonio	raggiunge un buon livello e le consegne a Los Alamos sono regolari
18 giugno 1945	Washington	Truman	incontra i massimi responsabili militari per definire le azioni contro il Giappone prima di incontrare Churchill e Stalin a Potsdam: i capi di stato maggiore mantengono la proposta di invasione per il 1 novembre, che potrebbe costare 31.000 caduti americani nel primo mese di operazioni. McCloy suggerisce in alternativa l'uso della bomba atomica
21 giugno 1945	Washington	il Comitato ad Interim	non trova adeguati i comunicati stampa proposti da Laurence e incarica Page di redigerne di nuovi, approva la continuazione delle ricerche nell'ambito del Manhattan District e l'uso della bomba contro un impianto militare circondato da edifici civili; raccomanda a Truman di informare i russi della bomba alla conferenza di Potsdam, senza entrare in dettagli, precisando la volontà americana di colloqui per rendere l'atomo uno strumento di pace
22 giugno 1945	Tokyo	l'Imperatore	esprime al Consiglio Supremo per la Direzione della Guerra la sua volontà di raggiungere la pace attraverso l'URSS
24 giugno 1945	Los Alamos	il test Trinity	viene definito. La sua potenza è stimata in 5kton
26 giugno 1945	San Francisco	la Conferenza delle Nazioni Unite	proclama la sua carta
27 giugno 1945	Washington	Ralph Bard sottosegretario alla marina	segnala a Truman che i giapponesi stanno cercando una via per trattare la resa e propone di incontrarli e convincerli con la minaccia dell'intervento russo e della bomba atomica, assicurando il mantenimento dell'Imperatore
2 luglio 1945	Washington	Stimson	propone a Truman che al Giappone venga chiesta la resa incondizionata, per non venir completamente distrutto, precisando che sarebbe stato demilitarizzato, e ridotto al territorio metropolitano: avrebbe potuto scegliere una monarchia costituzionale sotto la presente dinastia, impegnandosi per sempre ad una politica non aggressiva; i criminali di guerra sarebbero stati puniti. Riferisce le proposte del Comitato ad Interim e suggerisce di aspettare l'esito del test Trinity prima di informare Stalin. Raccomanda di trattare la Germania senza spirito di vendetta e di agevolare il ritorno fra la famiglia delle nazioni
3 luglio 1945	Los Alamos		viene completata la bomba ad $^{235}\text{U}$ ( <i>Little Boy</i> ), costituita da 3 masse critiche di U arricchito all'89% (60kg)
4 luglio 1945	Washington	il Comitato Politico Congiunto	si riunisce e viene informato da Stimson degli sviluppi e delle intenzioni americane. Gli inglesi esprimono riserve di sir Anderson e Churchill sull'apertura delle informazioni ad altri paesi

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
5 luglio 1945	Alamogordo New Mexico	l'esercito	prepara un piano di evacuazione delle comunità che possono essere coinvolte dal test Trinity
luglio 1945	Mosca	Stalin	pone al ministro degli esteri cinese Song condizioni sempre più dure per il suo ingresso in guerra contro il Giappone
6 luglio 1945	Washington	i Capi di Stato Maggiore	in un memo affermano che il Giappone sarebbe pronto ad accettare le condizioni americane di resa
12 luglio 1945	Tokyo	Togo	per volere dell'Imperatore, impartisce via radio istruzioni all'ambasciatore a Mosca Naotaki Sato per informare il ministro degli esteri Molotov della sua volontà di por fine alla guerra e di mandare un suo messaggio personale tramite il principe Fuminaro Konoye. Il Giappone tuttavia non può arrendersi senza condizioni per salvare il proprio onore. Il messaggio è intercettato dai servizi segreti americani
16 luglio 1945	Alamogordo	Trinity il primo ordigno atomico	esplode alle 5.30 del mattino con una potenza di 18,6kton; la bomba a Pu con innesco ad implosione raggiunge un'efficienza del 17%
16 luglio 1945	Alamogordo	Groves	comunica per telefono a Harrison il risultato positivo del test
16 luglio 1945	Washington	il gen. Henry Arnold (capo delle forze aeree dell'esercito)	dichiara che la guerra col Giappone potrebbe finire entro settembre senza invasione
16 luglio 1945	Potsdam	Stimson	viene informato del successo del test Trinity e lo comunica a Truman e Byrnes, ora ministro degli esteri
16 luglio 1945	Potsdam	Stalin, Churchill, Truman e Clement Attlee	si incontrano per definire l'assetto mondiale del dopoguerra
17 luglio 1945	Potsdam	Stimson	palesa il successo del test Trinity a Churchill, che si dichiara contrario ad informare Stalin
luglio 1945	Londra	Cockcroft	viene nominato direttore del nuovo centro di ricerca atomico inglese
20 luglio 1945	Potsdam	il gen. Dwight D. Eisenhower	suggerisce a Truman di non usare la bomba
22 luglio 1945	Potsdam	Stimson	referisce a Truman un dettagliato rapporto di Groves sull'esperimento Trinity
22 luglio 1945	Potsdam	Churchill	insiste con Truman: l'intervento russo contro il Giappone non è più necessario né auspicabile, viste le crescenti richieste dei russi, inaccettabili per Chiang Kai-Shek
22 luglio 1945	Potsdam	Truman	riceve da Stimson e Marshall indicazione che la disponibilità di atomiche rende non più necessario l'intervento russo. Decide di informare Stalin della bomba senza particolare enfasi e senza dare dettagli
23 luglio 1945	Los Alamos		viene completata la bomba a plutonio ( <i>Fat Man</i> ), con 5kg di materiale fissile

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
23 luglio 1945	Potsdam	Stimson	viene informato che la bomba a $^{235}\text{U}$ può essere pronta per il lancio l'1 agosto (in caso di complicazioni inattese entro il 10) e quella a Pu per il 6 agosto
24 luglio 1945	Los Alamos		viene completato il bersaglio interno della bomba a $^{235}\text{U}$ (Little Boy)
24 luglio 1945	Potsdam	Truman	informa Stalin che gli USA possiedono una bomba di "insolito potere distruttivo". Stalin non dimostra particolare interesse ed augura che gli USA ne facciano buon uso contro il Giappone
25 luglio 1945	Potsdam	Stimson	emette un ordine formale per l'uso di armi atomiche contro il Giappone: gli obiettivi sono, nell'ordine, Hiroshima, Kokura, Niigata e Nagasaki, a seconda delle condizioni atmosferiche
25 luglio 1945	Washington	i Servizi Segreti	intercettano un messaggio di Togo all'ambasciatore giapponese a Mosca con le istruzioni di "dare loro una precisa impressione della sincerità del desiderio" di terminare la guerra e precisando i termini della missione del principe Konoye per una pace onorevole
26 luglio 1945	Londra	Clement Attlee	batte Churchill alle elezioni e diviene primo ministro
26 luglio 1945	Potsdam	Truman	emette a nome anche del presidente della Cina e del primo ministro inglese un proclama rivolto al Giappone chiedendo una resa senza condizioni, minacciando in alternativa una totale e immediata distruzione. Assicura ai giapponesi la libertà di scegliersi un governo, purché pacifico e responsabile. Il messaggio viene radio-trasmesso. Byrnes manda una copia del messaggio a Molotov, ma non accetta la sua richiesta di posporre la comunicazione di qualche giorno
26 luglio 1945	Pacifico	l'incrociatore Indianapolis	trasporta a Tinian (Marianne) il proiettile di $^{235}\text{U}$ per la bomba Little Boy
28 luglio 1945	Tokyo	Suzuki	alla radio dichiara di "ignorare" l'ultimatum di Potsdam, che aveva diviso i leader giapponesi: Togo aveva raccomandato di non rispondere per il momento, mentre i militari lo avevano interpretato come esprime la volontà di distruggere l'impero, simbolo della nazione
28 luglio 1945	Potsdam	Stalin	comunica a Truman il messaggio dell'ambasciatore giapponese
29 luglio 1945	Tinian (Marianne)	i componenti della bomba Fat Man	vengono trasportati da tre aerei C-54 e si procede all'assemblaggio finale
29 luglio 1945	Potsdam	Molotov	comunica a Truman la disponibilità russa ad entrare in guerra contro il Giappone a fronte di una richiesta formale da parte dell'USA ed alleati e della firma di un accordo coi cinesi. Truman, che ora ritiene assolutamente indesiderabile l'intervento russo, ma auspicherebbe il raggiungimento di un accordo sino-sovietico, cerca di guadagnare tempo

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
luglio 1945	Mosca	Stalin	decide la costruzione di un nuovo laboratorio segreto per le ricerche atomiche da affidare a Khariton, data la vicinanza del laboratorio n.2 di Kurchatov a Mosca. Sarà costruito da prigionieri di guerra nei pressi di Sarov, 400 km ad est di Mosca, e verrà chiamato Arzamas-16, dalla città di Arzamas, lontana 60 km. Venne chiamato anche Ufficio Volga, KB-11, Installazione n. 558, Kremlev, Centro 300 di Mosca, Arzamaz-75 e, non ufficialmente, Los Arzamas
31 luglio 1945	Potsdam	Truman	non volendo rompere con i russi, né chiedere esplicitamente il loro intervento contro il Giappone, manda una lettera a Stalin, chiedendo consultazioni con i russi nello spirito della carta dell'ONU per ristabilire la pace in estremo oriente
31 luglio 1945	Tinian (Marianne)	il gen. Carl A. Spaatz comandante delle forze strategiche aeree	comunica via radio a Stimson che esistono campi di prigionieri in prossimità di tutte le città giapponesi scelte quale bersaglio, con l'eccezione di Hiroshima, che viene quindi confermata quale primo obiettivo
31 luglio 1945	Tinian (Marianne)	il gen. Thomas F. Farrell	prende la direzione dell'operazione quale rappresentante di Groves. Verifica che la bomba Little Boy è pronta ed attende condizioni atmosferiche adeguate per l'azione
2 agosto 1945	Washington	Donovan	informa Truman che funzionari giapponesi in Svizzera intendono chiarire il senso delle intenzioni giapponesi mediante un documento ufficiale
6 agosto 1945	Hiroshima	la bomba Little Boy	devasta la città alle 9.15 del mattino, esplodendo a 600m d'altezza per massimizzare gli effetti meccanici; raggiunge la potenza di circa 15kt con un'efficienza dell'1,3%
6 agosto 1945	Washington	Truman	comunica alla radio che una bomba atomica di potenza superiore a 20kton è stata sganciata su Hiroshima. Gli USA sono intenzionati a continuare la distruzione del Giappone se questo non accetta le condizioni di Potsdam. L'energia atomica può divenire un potente strumento per la conservazione della pace nel mondo
7 agosto 1945	Tokyo	Suzuki e Togo	ricevono un rapporto su Hiroshima e incontrano l'Imperatore suggerendo la necessità di accettare le condizioni di Potsdam. I militari dichiarano che il messaggio di Truman è solo propaganda ed inviano una missione ad Hiroshima per accertare i fatti
8 agosto 1945	Mosca	Sato	chiede a Molotov la mediazione della Russia con gli alleati, ma questi lo informa dell'intenzione russa di entrare in guerra contro il Giappone
8 agosto 1945	Hiroshima	Nishina	vola sulla città incaricato di esaminare se il bombardamento fosse stato convenzionale o atomico. Conclude che si è trattato di un'arma a fissione
9 agosto 1945	Mosca	l'URSS	dichiara guerra al Giappone

<i>Quando</i>	<i>Dove</i>	<i>Chi</i>	<i>Cosa</i>
9 agosto 1945	Tokyo	Suzuki	alle 7 del mattino dichiara all'Imperatore che ritiene necessario accettare le condizioni di Potsdam
9 agosto 1945	Tokyo	il Consiglio Supremo	alle 10 del mattino si divide sulla resa: mentre Suzuki, Togo e Mitsumasa Yonai, ministro della marina, vogliono chiedere solo la conservazione dell'Imperatore, Kurechika Anami, ministro della guerra, ed i capi di stato maggiore dell'esercito e marina Voshijuro Umezumi e Soemu Toyoda vogliono chiedere altre condizioni
9 agosto 1945	Nagasaki	la bomba Fat Man	devasta la città alle 11 del mattino, esplodendo a 600m d'altezza, con una potenza di 22kt
9 agosto 1945	Tokyo	il Gabinetto Interno	si reca a mezzanotte dall'Imperatore di fronte a cui Togo e Anami sostengono le opposte posizioni. Suzuki chiede all'Imperatore di esprimere la sua volontà: Hirohito si dichiara d'accordo con Togo: vuole la fine della guerra
10 agosto 1945	Tokyo	il Gabinetto Interno	alle 3 del mattino ratifica la decisione imperiale
10 agosto 1945	Tokyo	Suzuki	alle 7 del mattino comunica agli USA attraverso la Svizzera e la Svezia di accettare le condizioni di Potsdam, purché non pregiudichino il ruolo dell'Imperatore quale monarca sovrano
10 agosto 1945	Nagasaki	Arakatsu	vola sulla città incaricato di esaminare se il bombardamento fosse stato convenzionale o atomico. Conclude che si era trattato di un'arma a fissione
10 agosto 1945	Washington	Truman	discute con i suoi collaboratori la risposta giapponese: Stimson è favorevole ad accoglierla, mentre Byrnes vuole mantenere la resa senza condizioni. Truman decide un compromesso: gli USA possono accettare purché si soddisfi allo spirito del proclama di Potsdam. Intanto continuano le attività belliche convenzionali; sul Giappone gli USA hanno sganciato 150kt di bombe convenzionali, distruggendo 48 città
10 agosto 1945	Washington	Truman	ottiene l'accordo di UK e Cina sulla nuova proposta di resa; l'URSS chiede di partecipare all'occupazione. Truman non accetta condizioni dall'URSS e Molotov cede
11 agosto 1945	Washington	Truman	comunica al Giappone le nuove condizioni di resa
14 agosto 1945	Tokyo	Suzuki	chiede all'Imperatore di convocare i ministri ed esprimersi: Anami, Umezumi e Toyoda vogliono chiedere una formulazione più precisa, ma Hirohito ripete di volere la fine della guerra alle condizioni degli alleati e che il governo prepari un comunicato alla nazione
14 agosto 1945	Tokyo	il governo giapponese	sottoscrive formalmente l'accettazione delle condizioni alleate. Nel messaggio radio alla popolazione ed alle forze armate si motiva la resa a causa di "una nuova arma, la più crudele". La seconda guerra mondiale termina

## bibliografia

- G. Alperovitz, *More on atomic diplomacy*, in Bull. Atom. Sci. Dec 1985, 35
- R. Badash et al. (cur.), *Reminiscences of Los Alamos 1943-1945*, Reidel, Boston 1980
- McG. Bundy, *Danger and Survival*, Random House, New York 1988
- C. Frank, *Operation Epsilon*, Institute of Physics, Bristol 1993
- O.R. Frisch, *What little I remember*, Cambridge University Press, Cambridge 1979
- S. Goldberg and T. Powers, *Declassified Files Reopen "Nazi Bomb" Debate*, in Bull. Atom. Sci. Sept 1992, 33
- M. Gowing, *Britain and atomic energy, 1939-1945*, MacMillan, New York 1964
- A.P. Grinberg and V. Ya. Frenkel', *Igor' Vasil'evich Kurchatov at the leningrad Physicotechnical Institute*, Sov. Phys.Usp. 26(3) 1983, 245
- S.A. Goudsmit, *Alsos*, Thomas, Los Angeles 1982
- D. Hawkings, *Project Y: The Los Alamos Story*, Thomas, Los Angeles 1983
- E. Heisenberg, *Das politische Leben eines unpolischen*, Piper, Münche 1980
- W. Heisenberg, *Research in Germany on the Technical Application of Atomic Energy*, Nature 160 (1947) 211
- R.G. Hewlett and O. E. Anderson , *The New World, 1939-1946*, The Pennsylvania State University Press, University Park, 1962
- D. Holloway, *How the Bomb Saved Soviet Physics*, in Bull. Atom. Sci. Nov/Dec 1994, 46
- P. R. Josephson, *Early years of Soviet nuclear physics*, Bull. Atom. Sci. Dec 1987, 36
- R. Jungk, *Gli apprendisti stregoni*, Einaudi, Torino 1982
- Y. Khariton and Y. Smirnov, *The Khariton Version*, in Bull. Atom. Sci. May 1993, 20
- Y.B. Khariton, *A.F. Ioffe and I.V. Kurchatov*, in Sov.Phys.Usp. 26(3) 1983, 199
- W. Lanouette, *Bumbling toward the Bomb*, in Bull. Atom. Sci. Sept 1989, 7
- S. Leskov, *Dividing the Glory of the Fathers* , in Bull. Atom. Sci. May 1993, 37
- A. Pais, *Il danese tranquillo*, Bollati Boringhieri, Torino 1991
- I.I. Rabi, *Science: the Center of Culture*, Word 1970
- R. Sagdeev, *Russian Scientists Save American Secrets*, in Bull. Atom. Sci. May 1993, 32
- R. Serber, *The Los Alamos Primer*, University of California press, Berkeley 1992
- R. Serber, *The making of atomic bomb*, Simon and Schuster, New York 1977
- D. Shapley, *Nuclear Weapon History: Japan's Wartime Bomb projects Revealed*, Science 199 (1978) 152
- E.Y. Shizume and D.J. de Solla Price, *Japanese Bomb*, in Bull. Atom.Sci. Nov. 1962, 29
- A. Speer, *Memorie del Terzo Reich*, Mondadori, Milano 1970
- H. Stimson, *On active service in peace and war*, Harper, New York 1947
- R.H. Stuewer, *Bringing the news of fission to America*, in Phys. Today, 38, (Oct. 1985), 49
- V. Weisskopf, *Le gioie della scoperta*, Garzanti, Milano 1992
- S. Weart, *Secrecy, simultaneous discovery, and theory of nuclear reactors*, in Am. Jour. of Phys. 45 (1977), 1049
- S. Weart, *Scientists with a secret*, in Phys. Today, 29, (Feb. 1976), 23
- C. Weiner, *Retroactive saber rattling?*, in Bull. Atom. Sci. Apr. 1978, 10
- Ya. B. Zel'dovich and Y.B. Khariton, *The mechanism of nuclear fission I-II*, in Sov.Phys.Usp. 26(3) 1983, 266 e 279
- *40<sup>th</sup> Anniversary Los Alamos Laboratory*, in Los Alamos Science Winter/spring 1983
- *the 40<sup>th</sup> year*, Bull. Atom. Sci. Aug 1985
- *50<sup>th</sup> Anniversary Chain Reaction*, Bull. Atom. Sci. Dec 1992

## Bilancio del Manhattan Engineer District

*fino al dicembre 1945 in milioni di dollari correnti*

<u>voce di spesa</u>	<u>impianti</u>	<u>gestione</u>
Spese generali del Governo	22,567	14,688
Ricerca e sviluppo	63,323	6,358
Impianto elettromagnetico (Y-12)	300,625	177,006
Impianto a diffusione gassosa (K-25)	458,316	53,850
Impianto a diffusione termica (S-50)	10,605	5,067
Laboratori di Clinton (X-10)	11,939	14,993
Clinton Engineer Works (Oak Ridge)	101,193	54,758
Hanford Engineering Works	339,678	50,446
Impianti di produzione di acqua pesante	15,801	10,967
Progetto Los Alamos	37,176	36,879
Materiali speciali per le operazioni	20,810	82,559
<b>totale</b>	<b>1.382,033</b>	<b>507,571</b>

*- 1 dollaro degli anni '40 ~ 10 dollari degli anni '90*

*- totale contratti con l'industria durante la guerra: circa 150.000 milioni di dollari*

## Formula dei “quattro fattori”

$$k_{\infty} = \eta f p \epsilon$$

- $k_{\infty}$  *fattore di riproduzione*, rapporto fra il numero di neutroni alla generazione  $m$  rispetto a quello della generazione  $m - 1$ ;
- $\eta$  numero di neutroni veloci emessi per ogni neutrone lento assorbito dall'uranio;
- $f$  *fattore di utilizzazione termica*, frazione dei neutroni termici assorbiti;
- $p$  probabilità di sfuggire alla cattura risonante;
- $\epsilon$  *fattore di fissione veloce*, aumento del numero finale di neutroni dovuto alle fissioni prodotte direttamente dai neutroni veloci.

### Probabilità della cattura e della fissione di nuclei fissionabili secondo la velocità dei neutroni.

*La probabilità è espressa attraverso la grandezza ad essa proporzionale della sezione d'urto  $\sigma$  misurata in barn*

isotopo	neutroni termici			neutroni veloci		
	$\sigma$ fissione	$\sigma$ cattura	rapporto % fissione/totale	$\sigma$ fissione	$\sigma$ cattura	rapporto % fissione/totale
U-233	530	45	90	1,9	0,3	80
U-235	579	100	85	2,0	0,5	80
U-238	-	3	-	0,05	0,3	17
Pu-239	741	267	74	1,9	0,6	76
Pu-240	-	290	-	0,4	0,6	40
Pu-241	1009	368	73	2,6	0,6	81
Pu-242	-	19	-	0,3	0,4	43
Am-241	3	832	0,4	0,4	1,9	17